

**Федеральный исследовательский центр
«Коми научный центр Уральского отделения
Российской академии наук»**

**Институт социально-экономических
и энергетических проблем Севера**

**Восьмая Всероссийская научно-практическая
конференция (с международным участием)**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ,
НАПРАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ СЕВЕРА – 2022**

21-23 сентября 2022 г.

Сыктывкар

Часть II

Сыктывкар 2022

УДК 332.1:330.34(470-17)(063)

А43

А43 Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2022: Сборник статей Восьмой Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (21-23 сентября 2022 г., Сыктывкар): в 2 ч. – Иркутск: ООО «Максима», 2022. – Ч. II. – 331 с.

В сборнике представлены материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием), организованной Институтом социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН в рамках Десятилетия науки и технологий. В мероприятии приняли участие ученые из Москвы, Новосибирска, Якутска, Екатеринбурга, Петрозаводска, Апатит, Архангельска, Вологды, Ухты, Сыктывкара, а также из Белоруссии, Болгарии и Казахстана. Рассмотрены вопросы воспроизводства человеческого и трудового потенциалов северных территорий России, состояние и перспективы освоения минерально-сырьевых и топливных ресурсов, стратегии рационального природопользования и экологической безопасности зоны Севера, условия устойчивого развития сельских территорий, функционирование и развитие транспортных систем Севера, технические и экономические проблемы северной энергетики, проблемы экономического роста северных регионов и др.

Сборник предназначен для высшего управленческого персонала, исследователей в области общественных наук, специалистов-практиков, аспирантов, студентов и всех, кто интересуется социально-экономическими проблемами северных территорий России.

Публикуемые материалы представлены в авторской редакции.

УДК 332.1:330.34(470-17)(063)

Ответственные редакторы

д.э.н. Л.А. Попова, д.т.н. Ю.Я. Чукреев

ISBN 978-5-907643-20-8 (ч. 2)

ISBN 978-5-907643-19-2

© Авторы докладов, 2022

© ИСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО
РАН, 2022

© ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2022

НАУЧНАЯ СЕССИЯ

УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

СУЩНОСТЬ И ФАКТОРЫ УСТОЙЧИВОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА*

И.С. Мальцева, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

С 1960-х годов устойчивость стала важной задачей сельского хозяйства из-за влияния на производство сельхозпродукции и продовольствия использования природных ресурсов и негативного воздействия на окружающую среду и здоровье. Первоначально концепция устойчивого сельского хозяйства была сосредоточена на экологических аспектах, затем была расширена, включив экономические и более широкие социальные и политические аспекты. Успех в устойчивом сельском хозяйстве может быть достигнут путем применения различных методов ведения сельского хозяйства, таких как диверсификация сельскохозяйственных культур, генетическое разнообразие, комплексное управление питательными веществами, управление вредителями, устойчивое управление водными ресурсами, послеуборочные технологии и рациональные программы распространения знаний¹.

Существует три основные цели устойчивого сельского хозяйства: получение прибыли в долгосрочной перспективе, управление землей, воздухом, водой и энергией, а также качество жизни крестьян и их сообществ. Формирование устойчивого сельского хозяйства связано с вопросами: Возможно ли достижение продовольственной достаточности, если население продолжит расти? Как долго могут поддерживаться современные методы производства в сельском хозяйстве? Что и как необходимо сделать для достижения устойчивости?

Понятие устойчивого сельского хозяйства неоднозначно. Существует множество различных интерпретаций устойчивости сельского хозяйства и способов ее достижения. Вопросами в области устойчивого развития аграрного сектора занимаются такие ученые как Ушачев И.Г.,

* Работа выполнена по теме НИР «Устойчивое ресурсопользование северного региона: факторы и модели» (№ государственного учета 121021800128-8)

¹ FAO. Sustainable agriculture and rural development Asia and Pacific, Regional Document No. 2, FAO/Netherlands Conference on Agriculture and the Environment, Hertogenbosch, the Netherlands, 15–19 April 1991. URL: <http://www.fao.org/3/x6625e/x6625e02.htm>

Злобин Е.Ф., Осипов В.И., Компаниец М.А., Zahm F., Robertson G.P., Harwood R.R. и др.

В работе Zahm F. и др. составлена хронологическая последовательность развития идеи устойчивого сельского хозяйства, начиная с 1984 г.¹ Данная систематизация была дополнена Компаниецем М.А.² Исследование определений показывает, что понятие устойчивости сельского хозяйства эволюционирует и видоизменяется: от простой идеи экологического сельского хозяйства происходит постепенный переход к многосторонней сложной системе. Появление разносторонних толкований данного понятия приводит к существованию комплементарных определений, которые используются по-разному в зависимости от конкретной ситуации.

Harwood R.R. в своей работе «История устойчивого сельского хозяйства» показывает несколько направлений, которые отражают концепцию устойчивого сельского хозяйства:

1) биодинамическое сельское хозяйство в работах Steiner R. (1924) и Pfeiffer E. (1934);

2) концепция Humus Farming в работе Howard A., Wad, Y. D. (1931) и биологическое сельское хозяйство в работе Northbourne L. (1940);

3) альтернативное сельское хозяйство, построенное вокруг возобновления агроэкологии, в частности, в работах по экологии применительно к сельскому хозяйству Altieri M.A. (1987); Dover M., Talbot L.M. (1987) и работах междисциплинарной исследовательской группы по агроэкологии Stassart et al. (2012);

4) многофункциональное сельское хозяйство (с середины 1990-х годов), которое расширяет границы по вопросам сельского хозяйства и привлекает новые заинтересованные стороны, а также признает различные нерыночные услуги и функции сельского хозяйства³.

В ряде исследований была предпринята попытка связать устойчивое сельскохозяйственное развитие с различными сельскохозяйственными системами, такими как органическое сельское хозяйство⁴; почвоза-

¹ Agriculture et exploitation agricole durables: état de l'art et proposition de definitions revisitées à l'aune des valeurs, des propriétés et les frontières de la durabilité en agriculture / Zahm F. [et al.] // Innovations Agronomiques. 2015. Issue 46. Pp. 105-125. URL: https://www.researchgate.net/publication/286321676_Agriculture_et_exploitation_agricole_durables_etat_de_l'art_et_proposition_de_definitions_revisitees_a_l'aune_des_valeurs_des_proprietes_et_des_frontieres_de_la_durabilite_en_agriculture

² Компаниец М.А. Понятие устойчивого развития в аграрном секторе // Вестник Донецкого национального технического университета. 2016. № 6 (6). С. 53-59.

³ Harwood R.R. A history of sustainable agriculture // Sustainable Agricultural Systems: Soil and Water Conservation Society; Edwards C.A. (dir.). USA, 1990.

⁴ Seufert V., Ramankutty N., Foley J.A., Seufert V., Ramankutty N., Foley J.A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture Nature. 2012. Vol. 485. Is. 7397. Pp. 229-232. doi: 10.1038/nature11069; Злобин Е.Ф., Сафошина О.В. «Зеленая экономика» и устойчивое развитие сельского хозяйства // Формирование устойчивого развития экономики на принципах экологического менеджмента. Матер. XIII Междун. науч.-практ. конф. Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева. Орел. 2017. С. 90-95.

щитное земледелие¹; биологическое земледелие²; экологическое сельское хозяйство³; эко-сельское хозяйство⁴; устойчивая интенсификация⁵ и др.

Сельское хозяйство часто нарушается различными физическими и антропогенными потрясениями и стрессами, такими как наводнения, засуха, колебания солености, нехватка воды, недостаток вводимых ресурсов сельского хозяйства (например, нехватка удобрений, семян, ирригации) и экономический кризис. Поэтому сельское хозяйство имеет способность адаптироваться к ним, чтобы быть жизнеспособным в будущем. Эта способность упоминается как устойчивость сельского хозяйства и определяется USAID как «способность людей, домохозяйств, сообществ, стран и систем смягчать последствия потрясений и стрессов, адаптироваться к ним и восстанавливаться после них таким образом, чтобы снизить хроническую уязвимость и способствовать инклюзивному росту»⁶.

По мнению Robertson G.P. и Harwood R.R. устойчивое сельское хозяйство описывает систему производства продуктов питания, волокна или топлива, которая является экономически жизнеспособной, экологически безопасной и социально приемлемой в течение длительного времени⁷.

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), устойчивое сельскохозяйственное производство имеет пять основных атрибутов: берегает ресурсы, не вызывает деградации окружающей среды, является технически доступным, экономически жизнеспособным и социально приемлемым⁸. Достижение и поддержание экологической, экономической и социальной устойчивости одновременно непросто, поскольку разные заинтересованные стороны подчеркивают разные цели устойчивости, и существуют разные пути достижения разных целей⁹.

¹ Kienzler K.M., Lamers J.P.A., McDonald A., Mirzabaev A., Ibragimov N., Egamberdiev O., Akramkhanov A. Conservation agriculture in Central Asia – What do we know and where do we go from here? *Field Crops Research*. 2012. Vol. 132. Pp. 95-105. doi: 10.1016/j.fcr.2011.12.008

² Mzoughi N. Farmers adoption of integrated crop protection and organic farming: Do moral and social concerns matter? // *Ecological Economics*. 2011. Vol. 70 (8). Pp. 1536-1545. doi: 10.1016/j.ecolecon.2011.03.016

³ Costa A.A.V.M.R. Agricultura sustentável I: conceitos // *Revista de Ciências Agrárias*. 2010. Vol. 33 (2). Pp. 61-74. URL: 15872-Texto%20do%20manuscrito-55680-1-10-20190130.pdf

⁴ McNeely J.A., Scherr S.J. Ecoagriculture: strategies to feed the world and save wild biodiversity 2003. URL: <http://hdl.handle.net/10919/65756>

⁵ Bernard B., Lux A. How to feed the world sustainably: an overview of the discourse on agroecology and sustainable intensification // *Regional Environmental Change*. 2017. Vol. 17 (5). Pp. 1279-1290. doi: 10.1007/s10113-016-1027-y

⁶ USAID. U.S. Agency for International Development, 2012. Building Recurrent Crisis: USAD Policy and Program Guidance. URL: <http://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1870/USAIDResiliencePolicyGuidanceDocument.pdf>

⁷ Robertson G.P., Harwood R.R. Sustainable agriculture. 2013. Pp. 111-118 in S.A. Levin, editor. *Encyclopedia of Biodiversity*. Second edition. Vol. 1. Academic Press, Waltham, Massachusetts, USA. doi: 10.1016/B978-0-12-384719-5.00287-2

⁸ FAO. 1989. Sustainable Development and Natural Resources Management. Twenty-Fifth Conference, Paper C 89/2 – Supplement 2, Rome. URL: <http://www.fao.org/3/t0162e/t0162e.pdf>

⁹ FAO. 2013. Resilient livelihoods – disaster risk reduction for food and nutrition security Framework Programme. Rome, Italy, FAO. URL: <http://www.fao.org/3/a-i3270e.pdf>

Устойчивость сельского хозяйства зависит от состояния внешней и внутренней систем вместе в управлении выявлением уязвимостей, адаптацией (способностью, потенциалом) и трансформацией сельского хозяйства. Устойчивость – это не изолированный процесс. Скорее, он работает во взаимосвязанной сложной и неоднородной системе. Отсутствие устойчивости может привести к постепенному снижению продуктивности сельского хозяйства и, в конечном итоге, может привести к утрате производства, что делает устойчивость важным атрибутом устойчивости сельского хозяйства.

Внутренние и внешние факторы определяют устойчивость сельскохозяйственной системы, как показано на рис. 1.

Устойчивость сельского хозяйства зависит от взаимодействия и устойчивости этих составляющих, чтобы быть адаптивными, продолжать развиваться, оставаться функциональными, быть устойчивыми к стрессам, быть продуктивными, эффективно использовать ресурсы и сбалансировать цели устойчивости во всех масштабах. Однако идея устойчивости сельского хозяйства не означает отказ от каких-либо технологий или практик по идеологическим соображениям. Если технология работает для повышения производительности и не причиняет чрезмерного вреда окружающей среде, то она, вероятно, принесет некоторые выгоды для устойчивости. Сельскохозяйственные системы, подчеркивающие эти принципы, также имеют тенденцию быть многофункциональными в пределах ландшафта и экономики.

Поскольку устойчивость зависит от масштаба, устойчивое сельское хозяйство также полностью зависит от размера объекта. Устойчивость фермерских хозяйств и организаций должна оцениваться в контексте местных, региональных и глобальных условий, а глобальная устойчивость требует учета глобальных результатов по сравнению с долгосрочными затратами на эти результаты и способностью глобальных ресурсов принять эти затраты.

Ключевые принципы устойчивости заключаются в следующем:

- интегрировать биологические и экологические процессы, такие как круговорот питательных веществ, азотфиксация, регенерация почвы, аллелопатия, конкуренция, хищничество и паразитизм, в процессах производства продуктов питания;

- свести к минимуму использование тех невозобновляемых ресурсов, которые наносят вред окружающей среде или здоровью фермеров и потребителей;

- продуктивно использовать знания и навыки фермеров, тем самым повышая их самообеспеченность и заменяя человеческий капитал дорогостоящими внешними ресурсами;

- эффективно использовать коллективные возможности людей для совместной работы над решением общих проблем сельского хозяйства и

природных ресурсов, таких как борьба с вредителями, управление водоразделами, орошением, лесным хозяйством и кредитный менеджмент;

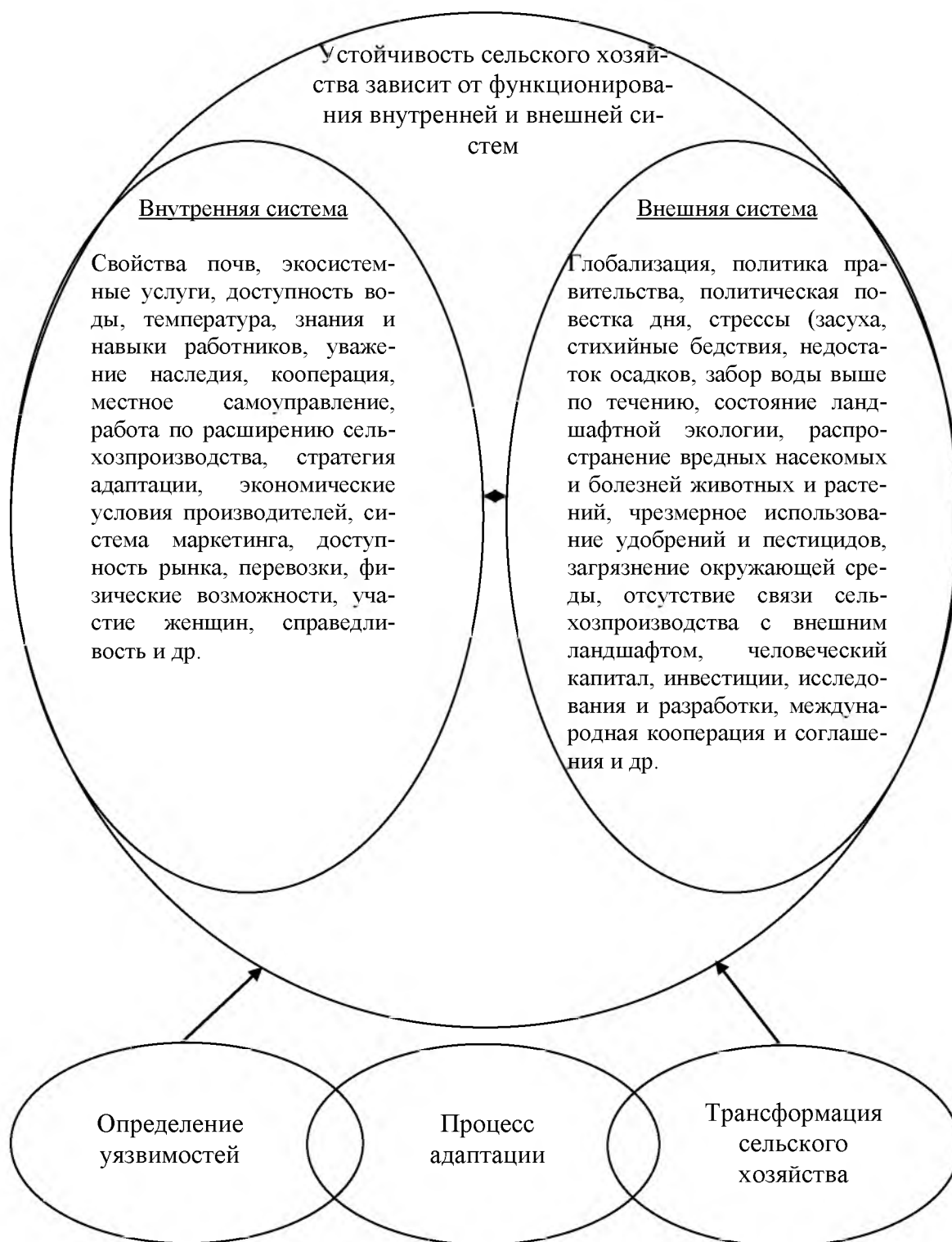


Рис. 1. Факторы, влияющие на устойчивость сельскохозяйственных систем¹

¹ Talukder B., Blay-Palmer A., VanLoon G. W., Hipel K. W. Towards complexity of agricultural sustainability assessment: Main issues and concerns // Environmental and Sustainability Indicators. 2020. Vol. 6. 100038. URL: doi.org/10.1016/j.indic.2020.100038

– соблюдать баланс реализации инициатив частного и государственного секторов и эффективное управление, основанное на реализации принципов подотчетности, равенства, прозрачности и верховенства права. Движущей силой сельхозпроизводства является потребность сельхозпроизводителей в получении прибыли и обеспечении достойных условий жизни. Целесообразно продуктивно использовать их знания и навыки, тем самым повышая их самообеспеченность и заменяя человеческий капитал дорогостоящими внешними ресурсами. Включение устойчивости в концепцию агропродовольственных систем предполагает добавление в экономику такого измерения как общественное благо. Устойчивость может быть достигнута только при наличии эффективной системы управления, включающей грамотную политику стимулирования и создания соответствующей институционально-правовой среды.

Очень важно связать устойчивость сельского хозяйства с продовольственной системой. Концепция устойчивого сельского хозяйства как элемента устойчивой продовольственной системы дополняется задачами производства достаточного количества продуктов питания, чтобы накормить всех людей на Земле, производства правильных, полезных видов продуктов питания для обеспечения здоровья всех людей, а также справедливого распределения и доступа к продовольствию. Здоровье человека и жизнеспособность являются необходимыми компонентами продовольственной системы и должны рассматриваться в рамках устойчивости.

Российские ученые считают, что основными инструментами развития устойчивого сельского хозяйства являются как политические, так и аграрные реформы, диверсификация дохода, сохранение земель и более рациональное использование ресурсов¹. При этом говорят о необходимости перехода на принципиально новую стратегию природопользования, основанную на рациональном потреблении и воспроизводстве ресурсов.

¹ Мамедов Г.Б., Искендерова А.Д., Алиев Б.М., Тагиев У.Т. Исследование ресурсо- и энергосберегающих технологий для развития аграрного сектора Азербайджана // Социально-экономический и гуманитарный журнал Красноярского ГАУ. 2021. № 1. С. 20-31.

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО СЕВЕРНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ В СИСТЕМЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ*

В.А. Иванов, д.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

В настоящее время на планете недоедает 0,8 млрд человек¹. Пандемия COVID-19, введение в 2022 г. странами Запада масштабных санкций для России обострили проблему голода. К тому же в мире происходит значительный рост населения при ограниченных сельскохозяйственных ресурсах, что предполагает поиск дополнительных качественных и безопасных продуктов питания. Это относится и к регионам Крайнего Севера и Арктики.

Сельское хозяйство северных и арктических территорий развивается под воздействием ряда ограничений и благоприятных условий и факторов. Для отрасли характерны природные ограничения. Природные условия и, прежде всего, климат, качество почв, вегетационный период сдерживают эффективное развитие сельскохозяйственного производства. Особенно неблагоприятные условия для земледелия на Крайнем Севере, где преобладают тундровые почвы и крайне ограничены тепловые ресурсы.

Для сельского хозяйства характерны и другие ограничения, основными из которых являются:

- низкая обеспеченность биологическими ресурсами;
- неполная реализация природно-ресурсного и трудового потенциала;
- низкий уровень инвестиций в инфраструктуру и в аграрную отрасль;
- неудовлетворительное состояние материально-технической базы;
- дефицит и низкий профессиональный уровень кадров;
- низкий уровень и качество жизни крестьян;
- неразвитость и деградация объектов сельской инфраструктуры;
- ограниченный доступ субъектов аграрной экономики к рынкам продукции, материально-технических, финансовых ресурсов и информационно-консультационным услугам;
- неэффективные механизмы распределения финансовой поддержки;
- низкая инвестиционная привлекательность и эффективность инвестиций;

* Работа выполнена по теме НИР «Устойчивое ресурсопользование северного региона: факторы и модели» (№ государственного учета 121021800128-8)

¹ FAO. FAOSTAT 2020. URL: <https://www.fao.org/faostat>

- недостаточная конкурентоспособность аграрной и пищевой продукции;
- неустойчивый сбыт продукции сельского хозяйства, вытеснение местных производителей с продовольственных рынков.

Отметим благоприятные условия и факторы для развития аграрного сектора: наличие природных и трудовых ресурсов; конкурентоспособность продукции традиционных отраслей; возможности производства органической продукции; индустриальный характер экономики, позволяющий направлять значительные финансовые ресурсы для технико-технологической модернизации аграрной отрасли и комплексного развития сельских территорий; развитый потенциал аграрной науки.

В развитии сельского хозяйства северных и арктических территорий наиболее благоприятным был 30-летний период, предшествовавший рыночным реформам 1990-х годов. Динамика производства овощей и продукции животноводства за 1971-1990 гг. по 13 субъектам, территории которых полностью входят в районы Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, характеризуется положительной динамикой. Среднегодовой объем овощей в 1986-1990 гг. по сравнению с 1971-1975 гг. увеличился на 13%, молока – на четверть, мяса – почти в 2 раза, яиц – в 2,6 раза. Самые высокие темпы роста молока и мяса были в Арктической зоне. Среднегодовой объем производства валовой продукции во всех категориях хозяйств зоны Севера и Арктики в 1986-1990 гг. по сравнению с 1976-1980 гг. возрос на треть (табл. 1).

Среди субъектов наиболее высокие темпы роста валовой продукции были в Мурманской, Камчатской, Магаданской и Сахалинской обл. По среднегодовым темпам роста производства картофеля выделялись Тувинская АССР, Якутия, Камчатская обл., овощей – Мурманская, Камчатская, Магаданская, Сахалинская обл., Коми, Ханты-Мансийский и Ненецкий АО. Самый высокий рост производства мяса наблюдался в Мурманской обл. (1986-1990 гг. к 1971-1975 гг. в 4,5 раза), Камчатской обл. (2,7), Магаданской обл. (2,5), Сахалинской обл. (2,2), Коми АССР (в 2 раза). Среднегодовое производство молока в 1986-1990 гг. по сравнению с 1971-1975 гг. в Чукотском АО увеличилось в 2,4 раза, Мурманской обл. – 2, Ямало-Ненецком АО и Камчатской обл. – 1,9, Магаданской обл. – 1,7, в Сахалинской обл. – в 1,6 раза. Среднегодовые темпы роста производства яиц в субъектах Севера и Арктики (за исключением Магаданской обл.) были выше по сравнению с РСФСР.

Весь прирост производства картофеля и овощей получен за счет повышения урожайности. В животноводстве на прирост производства продукции оказало влияние сочетание увеличения продуктивности и поголовья животных.

Наращивание производства продукции животноводства положительно повлияло на выпуск мяса и масла сливочного предприятиями пищевой промышленности. За 1970-1990 гг. производство мяса целом по зоне Севера и Арктики увеличилось в 2,6 раза, в том числе в Арктиче-

ской зоне – в 6,5 раз, масла животного – соответственно, на 48 и 0%. В 1990 г. по сравнению с 1980 г. в северных и арктических территориях производство цельномолочной продукции в пересчете на молоко увеличилось на 47%.

Таблица 1

Производство продукции растениеводства и животноводства
в хозяйствах всех категорий в зоне Севера и Арктики, тыс. т

Регион	В среднем за год				1986-1990гг. к 1971-1975 гг., %
	1971-1975	1976-1980	1981-1989	1986-1990	
Картофель					
Зона Севера и Арктики	970,2	892,7	871,9	887,0	91,0
В том числе Арктическая зона	...	39,2	59,1	59,5	-
Овощи					
Зона Севера и Арктики	195,0	182,2	222,0	219,9	113,0
В том числе Арктическая зона	...	9,1	13,0	15,4	-
Мясо скота и птицы в убойном весе					
Зона Севера и Арктики	151,0	194,6	236,9	299,9	198,0
В том числе Арктическая зона	18,9	20,6	28,4	40,9	216,0
Молоко					
Зона Севера и Арктики	1222,8	1303,5	1364,7	1532,3	125,0
В том числе Аркти- ческая зона	55,0	66,7	77,6	102,7	187
Яйцо, млн. шт.					
Зона Севера и Арктики	872,2	1493,4	1950,2	2261,6	259,0
В том числе Арктическая зона	83,4	178,0	256,8	327,4	393,0
Валовая продукция в сопоставимых ценах, млн. руб.					
Зона Севера и Арктики	...	1867,0	2159,0	2482,0	-

Составлено по: Российский статистический ежегодник за соответствующие годы: стат. сб./ Росстат.

Аграрная политика, предшествовавшая современным рыночным реформам, способствовала улучшению продовольственного самообеспечения населения. В 1990 г. в зоне Севера и Арктики доля собственного потребления картофеля составила 51,6%, овощей – 14,1%, мяса – 42,6%, молока – 47,7%, яйца – 65,2%; в Арктической зоне – соответственно, 1,5%, 2,8%, 29,5%, 16,1% и 55,4%. С учетом завоза продовольствия показатели потребления продуктов питания жителями регионов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей приблизились к среднероссийскому уровню, а мяса и мясопродуктов, молока и молокопродуктов, яйца, овощей и бахчевых были выше, чем в России.

Вместе с тем в развитии сельского хозяйства было много и нерешенных проблем. Несмотря на ускорение темпов интенсификации и наращивание валового производства, негативные тенденции в развитии аграрного сектора сохранялись: низкая урожайность культур, продуктивность скота, производительность труда, эффективность использования ресурсов, высокий уровень потерь произведенной продукции, отставание производственной и социальной инфраструктуры в сельской местности, отток трудоспособного населения в города и т.д. И все же процессы, происходящие в сельском хозяйстве зоны Севера и Арктики в дореформенный период, можно рассматривать именно как модернизацию и в аспекте повышения уровня самообеспечения продуктами питания, и в плане социального развития села.

Осуществляемые рыночные реформы конца XX столетия без учета требований экономических законов, мировой практики, региональных особенностей северных и арктических территорий, менталитета крестьян крайне негативно отразились на аграрном секторе. За 1990-2020 гг. в зоне Севера и Арктики производство мяса сократилось в 2,9 раза, молока – в 2,8, яиц – в 3,5 раза. Наиболее высокие темпы сокращения объемов овощей, продукции скотоводства и птицеводства наблюдались в Арктической зоне. Здесь за рассматриваемый период производство овощей сократилось в 7,3 раза, мяса – в 5,3, молока – в 4,6 и яиц – в 32 раза. Изменение производства продукции животноводства показано на рис. 1.

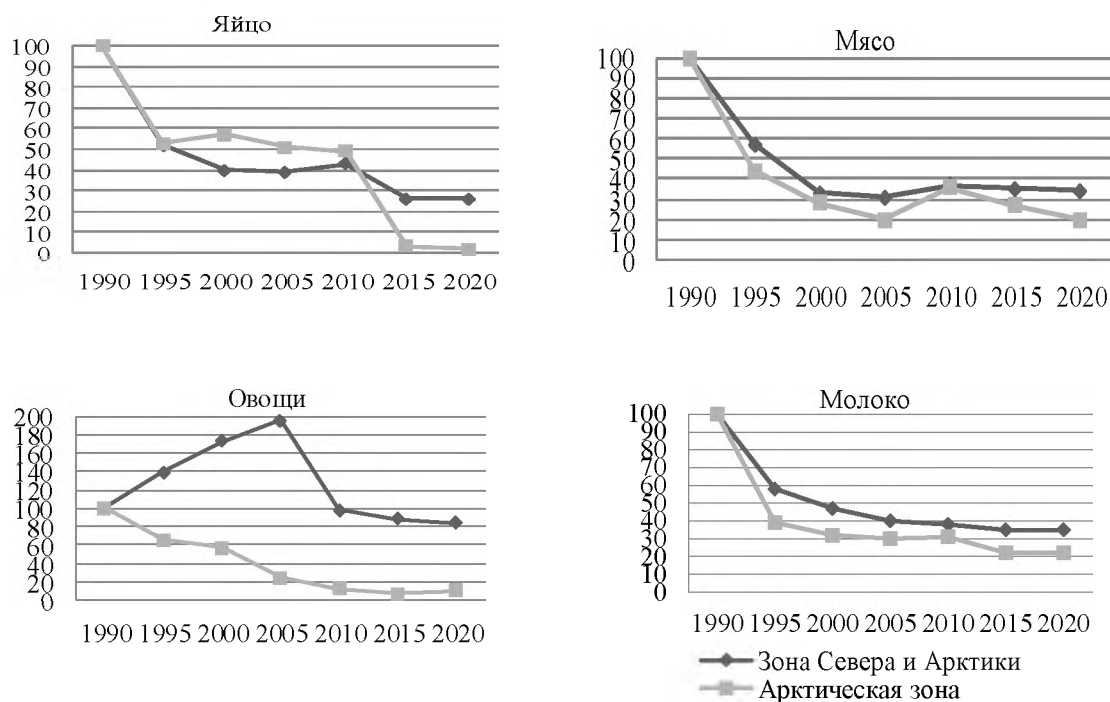


Рис. 1. Динамика продукции животноводства в хозяйствах всех категорий в субъектах Севера и Арктики за 1990-2020 гг. (1990 г. = 100)
 Рассчитано: Экономические и социальные показатели районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей в 2000-2020 гг. Росстат; Регионы России. Социально-экономические показатели за соответствующие годы. Росстат.
<https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>

Очень серьезно пострадало сельскохозяйственное производство в Мурманской обл. и в Арктической зоне Республики Коми. В ходе рыночных преобразований в области производство мяса сократилось в 22, яиц – в 84 раза. В Воркуте прекратили функционировать аграрные предприятия по производству молока, мяса крупного рогатого скота, свиней; в середине 1990-х годов была ликвидирована птицефабрика.

В связи с сокращением производства продукции снижается вклад северных и арктических территорий в общее производство продукции сельского хозяйства страны (рис. 2).

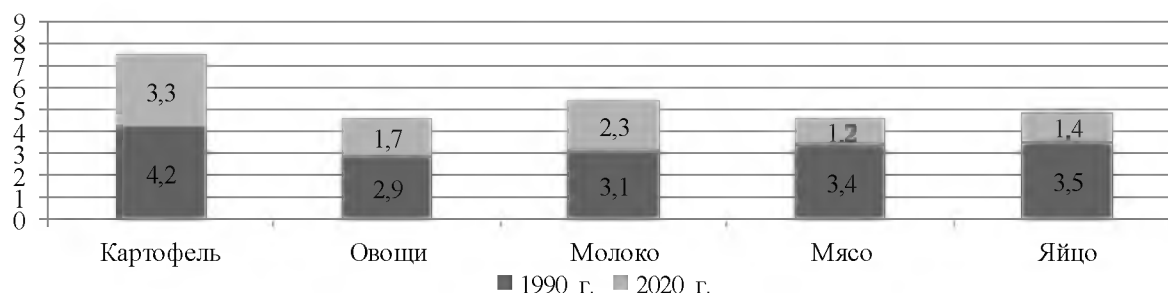


Рис. 2. Доля производства основных продуктов сельского хозяйства зоны Севера и Арктики в общем производстве продукции России, %

Рассчитано по: Экономические и социальные показатели районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей в 2000-2020 гг. Росстат; Регионы России. Социально-экономические показатели за соответствующие годы. Росстат.

Сокращение производства продукции сельского хозяйства, особенно в зоне Арктики, привело к снижению обеспеченности населения местными продуктами питания. За 1990-2020 гг. в зоне Севера и Арктики уровень самообеспеченности населения в соответствии с рациональными нормами потребления по картофелю снизился с 52 до 34%, по овощам остался на прежнем уровне, по мясу сократился с 43 до 17%, по молоку – с 48 до 20%, по яйцу – с 65 до 21%. Наиболее высокие темпы сокращения данного показателя в Арктической зоне (табл. 2).

Таблица 2

Доля местных продуктов в рациональных нормах потребления на душу населения, %

Регион	Год	Картофель	Овощи	Мясо	Молоко	Яйцо
Зона Севера и Арктики	1990	51,6	14,1	42,6	47,7	65,2
	2000	81,2	25,5	15,1	24,0	27,9
	2020	33,8	14,2	17,4	20,1	20,6
Арктическая зона	1990	1,5	2,8	29,5	16,1	55,4
	2000	12,0	2,4	9,9	6,5	38,9
	2020	2,6	0,5	8,1	4,7	2,2

Примечание: Уровень самообеспечения рассчитан как отношение производства местной продукции на душу населения к рациональным нормам потребления. Согласно приказу Министерства здравоохранения РФ от 19.08.2016 г. № 614 рациональные нормы потребления составляют: по картофелю – 90 кг в год на человека, по овощам и бахчевым – 140, по мясу и мясopодуктам – 73, по молоку и молокопродуктам – 325 кг, по яйцу – 260 шт.

Рассчитано: Экономические и социальные показатели районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей в 2000-2020 гг. Росстат. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204>; Регионы России. Социально-экономические показатели за соответствующие годы. Росстат.

Рассмотрим приоритетные направления развития аграрного сектора и повышения уровня самообеспечения продовольствием. Географическое расположение зоны Севера и Арктики в меридиальном и широтном направлениях обуславливают дифференцированный подход к развитию сельскохозяйственного производства. В Арктической зоне, в связи с неблагоприятными агроклиматическими условиями, крайне ограничены возможности для развития земледелия. Здесь возможно лишь овощеводство в закрытом грунте с максимальным использованием тепловых отходов газокompрессорных станций по перекачке природного газа, тепла электрических и тепловых станций, производство кормов путем залужения материковой тундры. Для обеспечения молочного стада зелеными кормами учеными Института биологии Коми филиала АН СССР был разработан интересный опыт залужения тундры в Заполярной Воркуте. За достаточно короткий период было создано 2 тыс. га сеяных многолетних агросистем из трав местной популяции при средней урожайности зеленой массы многолетних трав за 1959-1982 гг. 109 ц с гектара¹. Этот метод был использован в Якутии.

Наиболее перспективным для развития традиционного арктического хозяйства является оленеводство. Эта отрасль наиболее соответствует природе арктической (заполярной) и субарктической (приполярной) зон, трудовым навыкам коренного населения и имеет высокую эффективность. Для развития оленеводства потребуется осуществить ряд первоочередных мер:

- региональным органам власти инициировать принятие Федерального закона «Об оленеводстве в Российской Федерации»;
- оснастить оленеводческие хозяйства необходимыми сооружениями, оборудованием, средствами связи, транспортом;
- провести геоботанические исследования тундровых и лесотундровых пастбищ;
- передать лесные пастбища в долгосрочную аренду оленеводческим хозяйствам;
- стимулировать создание факторий и убойных пунктов, оснащенных современным морозильным оборудованием, предприятий по производству эндокринно-ферментного, пантового сырья и крови оленей, пользующихся огромным спросом за рубежом;
- поддержать структуры, желающие организовать туризм, связанный с оленеводством;
- создать специализированные структурные подразделения по тушению пожаров в северных лесах, освободив от этих обязанностей оленеводческие хозяйства;
- ввести ежемесячную доплату для зооветеринарных специалистов, работающих непосредственно в оленеводстве.

¹ Котелина Н.С., Арчегова И.Б., Иванов В.А. Производство кормов в условиях Крайнего Севера // Вестник сельскохозяйственной науки. 1985. № 7. С. 37-44.

Для обеспечения населения арктических городов потребуется строительство (восстановление) птицефабрик, молочных ферм, тепличных комплексов, цехов по переработке молока, рыбы и дикорастущего сырья (грибов, ягод) с учетом использования инновационных технологий. Желательно возродить хотя бы в минимальных размерах подсобные сельские хозяйства добывающих компаний. Затраты из прибыли на создание аграрного производства необходимо освободить от налогов.

В южных и центральных районах зоны Севера с наиболее благоприятными условиями создаются возможности для эффективного производства картофеля, овощей местного ассортимента, кормов. Агроклиматические ресурсы позволяют получать при использовании современных технологий урожайность картофеля 200-300 ц/га, овощей – 300-400 ц/га, зерновых (в южных районах) – 20-30 ц/га, сена многолетних трав – 40-50 ц/га.

Вокруг северных городов, в сельских районах с хорошей транспортной доступностью целесообразно строить молочные комплексы на 400 коров, а в наибольших сельских поселениях молочные фермы с уровнем концентрации поголовья коров на 100-200 голов с высоким уровнем продуктивности (5-5,5 тыс. кг), отвечающие принципам производства органической продукции, где применяются современные высокоэффективные средства механизации и автоматизации для выполнения технологических процессов. Там же возможна переработка части молока на сливочное масло и сыр. В этих районах имеются благоприятные условия (значительные площади естественных кормовых угодий, в том числе пойменных лугов) для развития мясного скотоводства. Потребуется также стимулирование создания семейных животноводческих ферм.

Развитие сельскохозяйственного производства связано с формированием многоукладной аграрной экономики. В увеличении качественной продукции будут участвовать все типы аграрных структур. Но основными поставщиками наиболее фондоемкой животноводческой продукции останутся сельхозорганизации. Преобладающую долю продукции птицеводства и свиноводства будут производить аграрные предприятия индустриального типа. Производство картофеля и овощей по-прежнему будет сконцентрировано в хозяйствах населения. Крестьянско-фермерский уклад в большинстве субъектов зоны Севера и Арктики не может занять достойного места в формировании продовольственных ресурсов. Малые формы хозяйствования следует рассматривать не как альтернативные крупному и среднему аграрному производству, а как дополняющие, позволяющие более полно раскрыть потенциальные возможности сельского хозяйства.

В целях инновационной модернизации, повышения доходности сельского хозяйства необходимо совершенствовать механизмы и инструменты. К ним следует отнести:

- стабильный рост бюджетной поддержки госпрограмм развития аграрного сектора и сельских территорий. Чем экстремальнее природные

условия, тем выше должна быть государственная поддержка сельхозпроизводителей¹. В Финляндии северная помощь, оказываемая фермерским хозяйствам севернее 62° широты, охватывает более половины (56%) обрабатываемой площади страны и составляет 91% национальной помощи сельскому хозяйству²:

- субсидирование отрасли не только из региональных, но и федерального бюджетов;
- увеличение бюджетных субсидий как на прямую финансовую поддержку, так и технико-технологическое перевооружение;
- поддержка инвестиционной деятельности путем увеличения прямых государственных инвестиций и расширение доступа к льготному кредитованию по ставке 2-3%;
- ликвидация ножницы цен на сельскохозяйственную продукцию, покупные средства производства и оказываемые услуги. В этой связи потребуются государственное регулирование цен на материальные ресурсы и тарифы на электроэнергию, которые для сельхозпроизводителей значительно выше, чем в промышленности;
- снижение налоговой нагрузки на аграрные субъекты хозяйствования;
- ликвидация монополии заготовительных, посреднических и перерабатывающих структур путем перевода на кооперативную основу цикла производства, переработки и реализации продукции;
- стимулирование внутреннего спроса на сельхозпродукцию посредством совершенствования контрактной системы, обеспечивающей приоритет при закупках продукции в региональные и муниципальные фонды местной продукции, используемой для обеспечения населения биологически полноценными продуктами питания, бесплатного питания детей и школьников и отоваривания продовольственных талонов малоимущим.

Ключевым направлением увеличения местной продовольственной базы является устойчивое развитие сельских территорий и создание необходимых условий жизни для их жителей. В настоящее время сельское развитие северных и арктических территорий осуществляется на основе экзогенной модели, основанной на отраслевом подходе. Ярким примером служит Коми. В республике как не было, так и нет Стратегии устойчивого развития сельских территорий. Не принята и Госпрограмма «Комплексное развитие сельских территорий» на период 2020-2025 гг. Устойчивое сельское развитие настоятельно требует разработки двух программ: Государственной программы «Комплексное развитие сельских территорий» и Государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции,

¹ Алтухов А.И., Дрокин В.В., Журавлев А.С. От стратегии обеспечения продовольственной независимости к стратегии повышения конкурентоспособности агропродовольственного комплекса // Экономика региона. 2016. Т. 16. Вып. 3. С. 852-864.

² Agriculture and food sector in Finland 2018 // Natural Resources statute. Finland. Helsinki, 2018. 100 p.

сырья и продовольствия, развитие рыбохозяйственного комплекса». Эти программы должны быть обеспечены необходимым объемом финансирования на весь срок реализации.

Предложенные приоритетные направления развития аграрного сектора позволят повысить уровень продовольственного самообеспечения населения регионов Севера и Арктики, что усилит роль этих территорий в системе национальной и регионально-продовольственной безопасности.

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ*

И.С. Мальцева, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Здоровые почвы являются ключом к созданию устойчивых систем сельского хозяйства, способных адаптироваться к последствиям изменения климата. Они содержат разнообразное сообщество организмов, которые помогают бороться с болезнями растений, насекомыми-вредителями и популяциями сорняков; перерабатывать питательные вещества почвы и улучшать структуру почвы, оказывая положительное влияние на влагоудерживающую способность, удержание и поступление питательных веществ, а также уровень органического углерода.

Для решения предотвращения деградации природно-ресурсного потенциала сельского хозяйства и адаптации к климатическим изменениям может послужить ресурсосберегающее земледелие. Ресурсосберегающее (природоохранное) сельское хозяйство представляет собой концепцию поддержки устойчивого управления земельными ресурсами, охраны окружающей среды, адаптации к изменению климата и смягчения его последствий. Его технологии способствуют минимальному механическому нарушению почвы (отсутствие/нулевая обработка почвы), поддержанию постоянного почвенного покрова и разнообразию (диверсификации) видов растений. Данный вид земледелия содействует сохранению биоразнообразия и естественным биологическим процессам над и под поверхностью земли, что способствует повышению эффективности использования воды и питательных веществ, а также улучшению и устойчивому производству сельскохозяйственных культур. Ресурсосберегающее сельское хозяйство – это система ведения сельского хозяйства, которая может предотвратить потери при восстановлении деградирован-

* Работа выполнена по теме НИР «Устойчивое ресурсопользование северного региона: факторы и модели» (№ государственного учета 121021800128-8)

ных земель. Принципы ведения сельского хозяйства универсально применимы во всех сельскохозяйственных ландшафтах и системах возделывания.

Природоохранное сельское хозяйство основано на трех взаимосвязанных принципах, адаптированных к местным условиям и потребностям:

1. Минимальное механическое нарушение почвы (т.е. отсутствие/нулевая обработка почвы) за счет прямого внесения семян и/или удобрений. Это уменьшает эрозию почвы и сохраняет органическое вещество почвы.

2. Постоянное органическое покрытие почвы (не менее 30%) растительными остатками и/или покровными культурами. Поддержание защитного слоя растительности на поверхности почвы подавляет сорняки, защищает почву от воздействия экстремальных погодных условий, помогает сохранить влажность почвы и предотвращает уплотнение почвы.

3. Диверсификация видов сельскохозяйственных растений за счет различных последовательностей посевов и ассоциаций, включающих, по меньшей мере, три различных вида сельскохозяйственных культур. Хорошо продуманный севооборот создает основу для хорошей структуры почвы, способствует разнообразию почвенной флоры и фауны, которая обеспечивает круговорот питательных веществ и улучшает питание растений, а также помогает защитить их от вредителей и болезней.

Природоохранное сельское хозяйство достаточно широко развито и доказало свою эффективность. Например, в Мексике бобовые культуры в севообороте с кукурузой вносят в почву органические вещества и азот, которые помогают повысить урожайность кукурузы на 25%. Нулевая обработка почвы способствует повышению урожайности пшеницы в диапазоне от 6 до 10%, поскольку она позволяет проводить своевременный посев, приводит к улучшению состояния посевов и обеспечивает значительную экономию в работе сельскохозяйственной техники, а также времени и топлива. На западных равнинах Индо-Ганга внедрение нулевой обработки почвы при производстве пшеницы снизило затраты фермеров на гектар на 20% и увеличило чистый доход на 28%¹. Ресурсосберегающее сельское хозяйство является на 20-50% менее трудоемким и, таким образом, способствует сокращению выбросов парниковых газов за счет снижения энергозатрат и повышения эффективности использования питательных веществ. В то же время оно стабилизирует и защищает почву от разрушения и выброса углерода в атмосферу.

В дополнение к трем принципам, функционирование ресурсосберегающего сельского хозяйства можно улучшить за счет использования

¹ Food and Agriculture Organization of the United Nations. Conservation Agriculture. Rome (2019). URL: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>

передовых методов ведения сельского хозяйства, некоторые из которых включают посадку устойчивых к стрессу сортов сельскохозяйственных культур и надлежащее обеспечение питательными веществами¹.

Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН (ФАО) способствует внедрению ресурсосберегающего земледелия и природоохранных мероприятий. Поддержка, оказываемая ФАО государствам-членам, включает несколько направлений:

1. Методы ведения сельского хозяйства и устойчивая механизация. Разработка, формулирование и планирование национальных стратегий и политики, которые стимулируют фермеров внедрять методы ресурсосберегающего сельского хозяйства и инвестировать в устойчивую механизацию сельского хозяйства. Это позволяет фермерам, особенно мелким, перейти от неэффективных методов агротехнического управления и ручного труда к соответствующим уровням механизации, которые обеспечивают более высокую отдачу.

2. Обучение фермеров, поставщиков услуг и агентов по распространению знаний по вопросам сохранения почв. Разработка и распространение учебных материалов и руководств для повышения осведомленности и включение их в учебные планы сельскохозяйственных университетов и государственные программы поддержки сельского хозяйства.

3. Внедрение методов, специфичных для конкретного местоположения, и определение подходящих культур для улучшения производственных систем, устойчивых к последствиям изменения климата, а также определение существующих или потенциальных рынков для ресурсов и/или продукции.

4. Увеличение сельскохозяйственного производства путем внедрения методов бережливого ведения сельского хозяйства в поддержку национальных приоритетов, связанных с продовольственной безопасностью и питанием².

Ресурсосберегающее земледелие изменяет свойства и процессы почвы по сравнению с традиционным сельским хозяйством. Эти изменения, в свою очередь, могут повлиять на предоставление экосистемных услуг, включая регулирование климата за счет секвестрации углерода и выбросов парниковых газов, а также регулирование и обеспечение водой за счет физических, химических и биологических свойств почвы. Имеются достаточные доказательства того, что при ресурсосберегающем земледелии возрастает содержание органического вещества в верхнем слое почвы, улучшается качество воды за счет изменения свойств земель и уменьшаются эрозия почв и поверхностный сток. По мнению специа-

¹ Thierfelder C., Baudron F., Setimela P., Nyagumbo I., Mupangwa W., Mhlanga B., Lee N., Gérard B. Complementary practices supporting conservation agriculture in southern Africa. A review // *Agronomy for Sustainable Development*. 2018. Vol. 38. P.16. URL: <https://doi.org/10.1007/s13593-018-0492-8>

² Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Conservation Agriculture*. Rome (2019). URL: <http://www.fao.org/conservation-agriculture/en/>

листов, воздействие на другие экосистемные услуги менее очевидно. Только около половины из более чем 100 исследований, сравнивающих секвестрацию углерода в почве при нулевой и традиционной обработке почвы, показали увеличение секвестрации при нулевой обработке почвы; это – несмотря на постоянные заявления о том, что природоохранное сельское хозяйство улавливает почвенный углерод. То же самое можно сказать и о других экосистемных услугах. В некоторых исследованиях сообщается о более высоких выбросах парниковых газов (заиси азота и метана) при ресурсосберегающем сельском хозяйстве по сравнению с традиционным, в то время как другие обнаруживают более низкие выбросы¹.

Удержание влаги в почве может быть выше при ресурсосберегающем (природоохранном) земледелии, что приводит к более высоким и стабильным урожаям в засушливые сезоны, но количество остатков и уровень органического вещества почвы, необходимые для достижения более высокого содержания влаги в почве, неизвестны. Ресурсосберегающее сельское хозяйство также может повлиять на лежащее в основе биоразнообразие, поддерживающее многие экосистемные услуги. Биоразнообразие выше в ресурсосберегающем земледелии по сравнению с традиционными методами. В целом, это более высокое разнообразие может быть связано с увеличением экосистемных услуг, таких как борьба с вредителями или опыление, но нет убедительных и достаточных доказательств или хороших оценок масштабов воздействия, и эти воздействия непоследовательны. Предоставление экосистемных услуг с помощью ресурсосберегающего земледелия будет варьироваться в зависимости от климата, почв и севооборота, но недостаточно информации, чтобы поддерживать прогностическое понимание того, где ресурсосберегающее сельское хозяйство приводит к более эффективному предоставлению экосистемных услуг по сравнению с традиционными методами.

Адаптация к климатическим стрессам является беспрецедентной задачей, стоящей перед системами земледелия. Большинство оценок адаптации сосредоточено на том, как варианты адаптации влияют на урожайность одной культуры при различных погодных или климатических условиях. Одним из вариантов адаптации является ресурсосберегающее сельское хозяйство. Ресурсосберегающее сельское хозяйство может улучшить адаптационную способность систем земледелия, и это дает крайне необходимые данные о том, как фермеры могут адаптироваться к климатическим стрессам².

¹ Palm C., Blanco-Canqui H. De Clerck F., Gattere L., Grace P. Conservation agriculture and ecosystem services: An overview // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2014. Vol. 187. Pp. 87-105. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.010>

² Komarek A.M., Thierfelder C., Steward P.R. Conservation agriculture improves adaptive capacity of cropping systems to climate stress in Malawi // *Agricultural Systems*. 2021. Vol. 190. 103117. URL: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103117>

Ресурсосберегающее сельское хозяйство связано с агроэкологической интенсификацией, которой в последнее время уделяется много внимания, как альтернативе интенсификации сельского хозяйства. Агроэкологическая интенсификация интегрирует экологические принципы и управление биоразнообразием в системах земледелия с целью повышения производительности ферм, снижения зависимости от внешних ресурсов и поддержания или улучшения экосистемных услуг. Ресурсосберегающее сельское хозяйство является одной из систем агроэкологической интенсификации (включая еще и полное управление выпасом, органическое сельское хозяйство, точное земледелие и систему интенсификации риса). Сравнение данных систем показало, что в трех из них, а именно, ресурсосберегающем земледелии, точном земледелии и системе интенсификации риса, более половины исследуемых полей обеспечили повышение урожайности и рост экосистемных услуг по сравнению с интенсивным сельским хозяйством. Были выявлены существенные доказательства того, что все пять систем агроэкологической интенсификации могут способствовать многофункциональному сельскому хозяйству за счет увеличения предоставления экосистемных услуг или снижения отрицательных внешних эффектов, связанных с сельским хозяйством, при сохранении или повышении урожайности¹.

Ресурсосберегающее сельское хозяйство считается эффективным и чистым способом увеличения производства сельскохозяйственных культур. Однако эффективность различных методов ресурсосберегающего земледелия в отношении растениеводства является спорным вопросом. Исследование китайских специалистов выявило, что методы ресурсосберегающего земледелия продемонстрировали различную реакцию методов ресурсосберегающего земледелия на различные регионы выращивания, типы культур, климатические условия и продолжительность применения. Результаты изучения показали, что относительное значение мульчирования соломой для растениеводства выше по сравнению с сокращением обработки почвы в северном Китае. Однако применение мульчирования соломой может способствовать, а может и не способствовать повышению урожайности на юге Китая. В основном методы, которые могут улучшить запасы воды, такие как покрытие пожнивными остатками или в сочетании с сокращением обработки почвы, имеют важное значение в северном Китае, тогда как методы, которые могут увеличить количество питательных веществ, по-видимому, более важны в южном Китае. Обычная обработка почвы с мульчированием соломой была единственной практикой консервативного земледелия, которая привела к значительному увеличению урожайности во всех регионах возделывания сельскохозяйственных культур по всему Китаю. Результаты также определи-

¹ Garbach K., Milder J.C., DeClerck F.A.J., Montenegro de Wit M., Driscoll L., Gemmill-Herren B. Examining multi-functionality for crop yield and ecosystem services in five systems of agroecological intensification // International Journal of Agricultural Sustainability. 2017. Vol. 15. Is. 1. Pp. 11-28. URL: 10.1080/14735903.2016.1174810

ли, что увеличение срока применения не может привести к улучшению урожайности для всех видов практик¹. Эффективность каждого метода варьируется в зависимости от типа сельскохозяйственных культур, что хорошо согласуется с характеристиками в соответствующих регионах с преобладанием сельскохозяйственных культур. Исследование ученых из Китая подтвердило необходимость учета региональной специфики сельскохозяйственного производства при внедрении методов ресурсосберегающего земледелия.

Принципы ресурсосберегающего земледелия в Республике Коми используются в крайне ограниченных масштабах, что в первую очередь связано со слабой информационной составляющей и низким уровнем государственной поддержки мер по внедрению прогрессивных систем земледелия, способствующих сохранению природно-ресурсного потенциала сельского хозяйства. По мнению ученых, в Республике Коми, которая является северным регионом с бедными почвами, применение методов ресурсосберегающего земледелия должно включать:

Формирование многовидовых агрофитоценозов и совершенствование севооборотов. Специалисты ФГБУ «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Республики Коми» на основе оценки природно-климатических условий республики определили целесообразность применения шести-семи летнего травопольного полевого и лугового севооборотов. В полевом севообороте возделываются все продовольственные культуры (зерновые, картофель, овощи), кормовые корнеплоды и многолетние травы (в виде применения простых двухкомпонентных клеверо-тимофеечных травосмесей), используется чистый или сидеральный пар. Паровое поле служит для уничтожения сорной растительности и возбудителей болезней. В луговом севообороте применяются многокомпонентные смеси многолетних трав и однолетние травы как покровные культуры. Использование многолетних трав обеспечивает получение кормов и семян, а также восстановление структуры почвы после продовольственных культур и кормовых корнеплодов, перемещение корневой системой питательных веществ из низлежащих горизонтов, накопление органического вещества за счет растительных остатков. В состав многокомпонентных смесей должны входить рыхлокустовые злаки (тимофеевка и овсяница луговая) и злаки с продолжительным периодом жизни (лисохвост луговой, мятлик луговой, ежа сборная, кострец безостый, полевица белая и др.). Бобовые входят в такую смесь в значительных количествах (30-40%), что обеспечивает высокую питательность травостоя².

¹ Xiao L., Zhao R., Zhang X. Crop cleaner production improvement potential under conservation agriculture in China: A meta-analysis // Journal of Cleaner Production. 2020. Vol. 269. 122262. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122262>

² Система земледелия Республики Коми: монография / Г.Т. Шморгунов, С.В. Коковкина, З.К. Цветкова и др.; Науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва Респ. Коми, Коми респ. акад. гос. службы и упр. Сыктывкар: КРАГСиУ. 2017. 225 с.

Применение комбинированной системы обработки почвы, включающее сокращение глубины и частоты обработки и совмещение технологических операций за счет применения комбинированных агрегатов по соображениям энергосбережения и экономичности. Перспективы внедрения минимальной почвообработки в республике связаны с предварительным окультуриванием дерново-подзолистых почв, созданием достаточно мощного пахотного горизонта. Углубление пахотного горизонта почвы должно проводиться постепенно и только на полях, где предусматривается глубокая обработка и внесение органических удобрений. Припахиваемый за один раз слой не должен превышать 3-5 см с внесением на каждый припахиваемый сантиметр (в расчете на гектар) 15-20 т органических удобрений и 1,5-2,0 т извести.

Целесообразно также мульчирование почвы. Мульча защищает поверхность почвы от размывания и дефляции, с прекращением механической обработки способствует повышению биогенности почвы, развитию мезофауны. Перенос растительные остатки с поверхности почвы вглубь, дождевые черви и насекомые формируют каналы, называемые «биологическим саморыхлением».

ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ЕДИНОГО СЕЛЬСКО-ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА РЕГИОНА*

С.С. Патракова

Вологодский научный центр РАН, г. Вологда

Введение

В настоящее время одной из стратегических задач России является обеспечение единства и укрепление целостности пространства. Значимым шагом на пути решения этой задачи стало принятие Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 13 февраля 2019 г. № 207-р; далее – Стратегия). Не снижая важности и актуальности принятия данного документа, отметим, что представленные в нем направления и механизмы не решают ряд ключевых на сегодня проблем пространственного развития, обеспечения единства пространства России.

Так, в рамках Стратегии практически не уделено внимания вопросам формирования единого сельско-городского пространства регионов, повышения связности городской и сельской экономики, сокращения разрыва между городом и деревней в уровне социально-экономического

* Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-310-90035 «Механизмы повышения роли сельских территорий в обеспечении сбалансированного пространственного развития северного региона»

развития, инфраструктурного обустройства. Между тем нерешенность проблем взаимоотношений деревни и города, как отмечено в работе¹, для России становится фактором, не только сдерживающим рост и развитие страны, но и несущим фундаментальную и по своему характеру экзистенциальную угрозу.

Целью настоящей статьи является исследование теоретико-методологических основ и выявление проблем формирования единого сельско-городского пространства регионов России.

Методологическую основу исследования составили труды отечественных и зарубежных ученых в области пространственной и региональной экономики.

Информационной базой выступили официальные данные Росстата, а также стратегические документы в области пространственного и социально-экономического развития России.

Дихотомия «село-город» и сельско-городской континуум

Вопросы взаимоотношений и взаимовлияния городской и сельской местности (урбанизированных и неурбанизированных территорий) рассматриваются прямо или косвенно в большинстве пространственных теорий. Например, в рамках сельскохозяйственного штандорта (И.Г. фон Тюнен) обосновывается специализация сельских территорий в зависимости от их удаленности от города, в теориях кумулятивного роста (Ф. Перру, Т. Хэгерstrand, Дж. Фридманн и др.) исследуются аспекты распространения, диффузии инноваций из городов в периферию, в том числе сельскую.

В целом, рассматривая эволюцию пространственных теорий и концепций, взглядов экономистов, эконом-географов, социологов на соотношение города и села, можно проследить движение научной мысли от контрарного (дискретно-дихотомического) подхода к континуальному.

Первый подход исходит из идеи противоположности города и села и, на наш взгляд, является не только более привычным для восприятия общества (как отметит И.А. Трейвиш: «город веками противопоставляли деревне...»²), но и более удобным для органов власти при реализации политики территориального развития, поскольку позволяет четко разграничить сельские и городские территории. Отметим, что советская политика стирания различий, граней между городом и деревней 1950-1980-х годов строилась именно на идее их изначальной противоположности.

Между тем на современном этапе развития общества (в условиях усиления миграционной подвижности населения, появления сезонно-дачной дезурбанизации, усложнения форм расселения) взаимопроникновение города и деревни растет. Соответственно, воспринимать их в кон-

¹ Формирование интегрированной системы «город–село» как фактор структурной модернизации российской экономики. Памяти Л.В. Никифорова: Сборник / Под ред. Н.Ю. Ахапкина. М.: Институт экономики РАН. 2020. 228 с

² Трейвиш А.И. Сельско-городской континуум: судьба представления и его связь с пространственной мобильностью населения // Демографическое обозрение. 2016. Т. 3. № 1. С. 52-70.

тексте жесткого противопоставления уже сложно. Критика дихотомического подхода и его кризис в современных условиях породили возникновение и развитие идеи сельско-городского континуума.

Раскрывая содержание сельско-городского континуума, ученые часто исходят от отличного дискретному подходу «неприятя полярности города и села, их резкого территориального и социального раздела»¹. Однако концепция сельско-городского континуума неоднозначна, в ней можно выделить как минимум две отличные друг от друга трактовки². Одна из трактовок предполагает, что город и село образуют две крайние поселенческие формы (как отмечает И.А. Трейвиш: «...от «просто города» по дихотомической версии его отличает наличие внутренней структуры»³). Вторая трактовка предполагает существование непрерывности поселенческих образований, отличающихся усилением либо городских, либо сельский черт.

Континуальный подход в рамках второй его трактовки является более сложным для понимания и более трудным для использования в практике государственного управления территориальным развитием, поскольку исходит из существования не четких границ, а сельско-городского градиента пространства. Однако именно в нем мы видим перспективы решения проблем взаимоотношений города и села, методологическую основу для формирования единого сельско-городского пространства регионов России.

Сельско-городские связи в пространстве региона

Континуальный подход к пониманию села и города исходит из неприятя их полярности ввиду не только стирания четких границ между ними в уровне развития, но и активизации разнообразных связей, усложнения взаимодействий между ними.

В научной литературе встречаются разнообразные классификации сельско-городских связей. Например, С. Таколи⁴ выделяет связи в пространстве (потoki людей, товаров, денег и т.п.) и связи между секторами экономики, которые, однако, также могут иметь пространственное измерение. К. Линч⁵, классифицирует сельско-городские связи по объектам и отмечает их двунаправленность «от села к городу» и «от города к селу» (табл. 1). Как отмечено в⁶, несмотря на существующие различия в классификациях видов связей, ученые сходятся во мнении, что именно в их развитии скрыт потенциал формирования единого сельско-городского

¹ Трейвиш А.И. Сельско-городской континуум: судьба представления и его связь с пространственной мобильностью населения // Демографическое обозрение. 2016. Т. 3. № 1. С. 52-70.

² Шиманьска Д. Исследование сельско-городского континуума // Вестник Московского университета. Серия 5, география. 1992. № 3. С. 61-97

³ Трейвиш А.И. Сельско-городской континуум: судьба представления и его связь с пространственной мобильностью населения // Демографическое обозрение. 2016. Т. 3. № 1. С. 52-70.

⁴ Tacoli C. (1998). Rural-urban interactions: a guide to the literature, Environment & Urbanization, vol. 10, no. 1, pp. 147-166.

⁵ Lynch K. (2005). Rural-urban interaction in the developing world. London – New York: Routledge. 209 p.

⁶ Кожевников С.А., Патракова С.С. Приоритеты и инструменты обеспечения внутрирегиональной интеграции пространства по линии «город – село» // Вопросы управления. 2022. № 2. С. 76-90.

пространства региона. Мы также придерживаемся этой позиции, считая, что ключевым признаком формирования единого сельско-городского пространства служит не просто достижение равенства уровней развития города и деревни, а обеспечение их интеграции¹, устойчивой и взаимовыгодной связности в сферах экономики, инфраструктуры и других.

Таблица 1

Типовые сельско-городские связи, выделенные К. Линчем

Тип связей	Направление	
	«из села в город»	«из города в село»
Ресурсно-экологические	Вода, энергия, полезные ископаемые и т.п.	Загрязнение окружающей среды, отходы от деятельности
Миграционные	Трудовая, учебная миграция	Возвратная, пенсионная миграция
Продовольственные	Свежие продукты питания и сельхозпродукция	Переработанная продукция (продукты питания и др.)
Денежные	Сбережения	Инвестиции
Идеологические	Крестьянизация, рурализация	Культурная урбанизация

Составлено с опорой на²

В контексте формирования единого сельско-городского пространства, на наш взгляд, крайне важно придерживаться принципов взаимовыгоды связей и взаимного обогащения (как отмечал Л.В. Никифоров: «...на базе использования и усиления и взаимной компенсации позитивных черт того и другого»³). Однако в результате активного взаимодействия, сближения уровня развития, качества и образа жизни в городской и сельской местности не менее значимым видится сохранение внутренней сути, специфики и города, и села.

Город и село в современной России

Существенные внутрирегиональные различия по уровню социально-экономического развития, в том числе отставание уровня жизни значительной части населения сельских территорий от уровня жизни жителей городов, отнесены к числу основных проблем России в Стратегии пространственного развития. Данные официальной статистики подтверждают, что по ряду ключевых показателей социального, экономического развития село значительно отстает от города (особенно остро это проявляется в северных регионах России).

Например, среднедушевые денежные доходы сельского населения за период с 2003 по 2020 гг. так и не превысили уровня 70% от доходов городских домохозяйств (табл. 2). Достигнутый сельскими жителями в 2020 г. уровень располагаемых ресурсов в 21 тыс. руб. городские жители превысили еще в 2015 г.

При этом отметим, что по итогам 2020 г. доля населения с доходами ниже прожиточного минимума на селе была в 3 раз больше, чем в городе (22 и 7%, соответственно).

¹ Здесь мы имеем ввиду интеграцию как состояние, а не процесс.

² Lynch K. (2005). Rural-urban interaction in the developing world. London – New York: Routledge. 209 p.

³ Никифоров Л.В. Социально-экономическая интеграция города и села (содержание, цели, пути, условия). М.: Наука, 1988. С. 26.

Таблица 2

Располагаемые ресурсы домохозяйств России
в среднем на одного члена домохозяйства

Тип домохозяйств	2003	2005	2010	2015	2020
Городские домохозяйства, руб. / мес.	4009,0	6529,5	16265,0	25466,4	31818,4
Сельские домохозяйства, руб. / мес.	2423,2	3604,7	10128,7	16639,7	21432,4
Соотношение ресурсов сельских и городских домохозяйств, %	60,4	55,2	62,3	65,3	67,4

Составлено по данным Росстата

Уровень занятости сельских жителей в 2020 г. был на 8,8 п.п. ниже, чем городских (71,6% против 80,4%). Уровень безработицы сельского населения в возрасте 15-72 лет на 2,7 п.п. выше, чем уровень занятости городского населения той же возрастной категории (табл. 3).

Таблица 3

Уровень безработицы городского и сельского населения
в возрасте 15-72 лет (по данным выборочного обследования населения
по проблемам занятости, %)

Население	2000	2005		2010	2015	2020
Городское население	10,7	6,1		6,3	4,6	5,2
Сельское население	10,4	10,3		10,6	7,7	7,9

Составлено по данным Росстата

В подобных условиях, несмотря на наличие ряда позитивных тенденций в развитии сельских территорий (например, повышение уровня инфраструктурной обустроенности), говорить о сближении уровня развития сельской и городской местности в России не представляется возможным.

Вместе с тем нельзя не отметить и тот факт, что в настоящее время сельская и городская местности в России характеризуются слабой экономической кооперацией (по сравнению с некоторыми развитыми зарубежными странами или Россией «советского периода»). Так, ряд не относящихся к сельскому хозяйству производственно-хозяйственных связей, разрушенных в ходе реформ 1990-х годов, не был восстановлен, а новые связи (например, в сфере сельского туризма) не обрели устойчивого характера.

Причины сохранения диспропорций и слабости развития кооперации между городом и селом, следовательно, и отсутствия единого сельско-городского пространства в современной России, видятся в следующих проблемах:

1) несогласованном, даже разнонаправленном развитии городской и сельской местности.

В то время как города и городские агломерации укрепляют свои позиции как центры инновационного роста, накопления знаний, капитала, финансовых средств, за селом, как и годами ранее, сохраняется роль производителя продукции низкого уровня передела для нужд городской экономики. Вместе с тем и приоритеты в политике

пространственного развития страны отдаются развитию агломераций, о чем свидетельствуют положения Стратегии пространственного развития Российской Федерации;

2) отсутствии системы государственной поддержки взаимодействий и развития интеграции между городской и сельской местностью.

Как свидетельствуют результаты исследования¹, в развитых зарубежных странах межтерриториальное (в том числе сельско-городское) сотрудничество является одним из ключевых направлений политики социально-экономического и пространственного развития. В России же в настоящее время не разработаны концептуальные, стратегические основы развития территориального сотрудничества и внутрирегиональной интеграции по линии «город – село», не используются современные инструменты развития сельско-городских взаимодействий (например, отсутствуют институты развития партнерства села и города), а село и сельский образ жизни продолжает противопоставляться городу и городскому образу жизни (пусть даже в позитивном свете первых).

Сложность решения данных проблем объясняется их многоаспектностью: необходимостью учитывать специализацию и функции разных территорий в пространстве страны, обеспечивать согласованность стратегических ориентиров их развития, решать разнообразные правовые, экономические вопросы в их взаимосвязи и т.д. Между тем без их решения обеспечение единства и укрепление целостности пространства регионов по линии «город-село» не видится возможным.

Заключение

Формирование единого сельско-городского пространства предполагает не только и не столько устранение различий между городом и деревней, сколько усиление единства, целостности пространства региона при усложнении его внутренней структуры, интеграции отдельных элементов, возрастании и усложнении внутренних связей. На пути решения этих задач в России предстоит решить множество проблем, среди которых ключевыми, на наш взгляд, являются несогласованность направлений и темпов развития города и села и отсутствие системы государственной поддержки развития их взаимодействий.

Понимание того, что без достижения единства и связности пространства на уровне региональном (между городом и деревней) не видится возможным обеспечение сбалансированного пространственного развития и на уровне страны, актуализирует необходимость поиска решений выявленных проблем.

¹ Кожевников С.А., Патракова С.С. Приоритеты и инструменты обеспечения внутрирегиональной интеграции пространства по линии «город – село» // Вопросы управления. 2022. № 2. С. 76-90.

ФИНАНСОВЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

М.П. Самоховец, к.э.н.

Полесский государственный университет, г. Пинск, Беларусь

Под финансовым потенциалом понимается способность экономического субъекта генерировать денежный доход от использования денежных средств, т.е. способность субъекта генерировать выходящие денежные потоки (денежный доход) от использования входящих денежных потоков (денежных средств)¹.

Сельское хозяйство традиционно рассматривается как отрасль, обеспечивающая продовольственную безопасность, занятость сельского населения, наращивание экспорта сельскохозяйственной продукции, развитие сельских территорий и т.п. По мере формирования рыночных механизмов хозяйствования в сельском хозяйстве, оно обретает все большее количество характеристик бизнеса², т.е. деятельности, приносящей доход с одновременным сокращением объемов бюджетной поддержки³.

Целями развития сельского хозяйства становится не только повышение эффективности сельскохозяйственного производства и конкурентоспособности производимой продукции, но и развитие аграрного предпринимательства, формирование современных бизнес-моделей, привлечение инвестиций в аграрную сферу⁴. В настоящее время развитие сельского хозяйства в Республике Беларусь в 2021-2025 гг. осуществляется в рамках Государственной программы «Аграрный бизнес», и рост прибыли с единицы площади сельскохозяйственных угодий становится основным критерием эффективности ее реализации.

В этой связи аграрный бизнес, по нашему мнению, возможно рассматривать через призму его финансового потенциала. Поскольку ведение аграрного бизнеса неразрывно связано с сельскими территориями и во многом его развитие и эффективность связано с их характеристиками, то рассмотрим финансовый потенциал сельских территорий.

По нашему мнению, финансовый потенциал сельских территорий можно классифицировать по следующим признакам:

¹ Богатырёва В.В., Панков Д.А., Самоховец М.П. Финансовый потенциал как новая экономическая категория в финансовой науке // Бухгалтерский учет и анализ. 2022. № 2 (302). С. 10-12. С. 11.

² Самоховец М.П. Финансирование сельского хозяйства с позиций системного подхода // Банковская система: устойчивость и перспективы развития: Сбор. науч. статей XII Междун. науч.-практ. конф. по вопросам банковской экономики, Пинск, 29 октября 2021 г.: в 2 ч. / Министерство образования Республики Беларусь [и др.]; редкол.: В.И. Дунай [и др.]. Пинск: ПолесГУ, 2021. Ч. 1. С. 184-187.

³ Самоховец, М. Особенности бюджетного финансирования сельского хозяйства Республики Беларусь // Аграрная экономика. 2021. № 6. С. 3-10.

⁴ Самоховец М.П. Мегатенденции современного развития аграрного бизнеса // Россия: тенденции и перспективы развития: ежегодник / ФГБУН «Институт научной информации по общественным наукам РАН» [и др.]; отв. ред. В.И. Герасимов. М. : ИНИОН РАН, 2022. Вып. 17. Ч. 1: [материалы XXI Национальной научной конференции с международным участием «Модернизация России: приоритеты, проблемы, решения». С. 540-543. С. 542.

1. по субъекту:
 - финансовый потенциал сельскохозяйственных организаций;
 - финансовый потенциал крестьянских (фермерских) хозяйств;
 - финансовый потенциал личных подсобных хозяйств;
2. по виду деятельности субъекта:
 - финансовый потенциал сельскохозяйственных производителей;
 - финансовый потенциал субъектов агротуризма;
3. по специализации субъекта:
 - финансовый потенциал растениеводства;
 - финансовый потенциал животноводства;
 - финансовый потенциал несельскохозяйственной деятельности;
4. по географическому признаку:
 - финансовый потенциал области (6 областей в республике);
 - финансовый потенциал района (118 районов в республике);
 - финансовый потенциал отдельной сельской территории (деревни, агрогородки и т.п.).

Рассмотрим каждую из выделенных классификаций более подробно.

Во-первых, финансовый потенциал сельских территорий Республики Беларусь по субъекту можно рассматривать как совокупность финансовых потенциалов всех субъектов в сфере сельского хозяйства в Республике Беларусь – различных категорий сельскохозяйственных производителей, а именно сельскохозяйственных организаций всех форм собственности, крестьянских (фермерских) хозяйств (КФХ) и личных подсобных хозяйств (ЛПХ) граждан.

Поэтому сельское хозяйство в Республике Беларусь имеет многоукладный¹ характер, т.е. сельскохозяйственное производство организуется тремя совершенно различными по характеристикам категориями производителей сельскохозяйственной продукции, которые имеют свои особенности, преимущества и недостатки с точки зрения финансового потенциала.

Сельскохозяйственные организации – юридические лица, их обособленные подразделения, имеющие отдельный баланс, основным и (или) второстепенным видом экономической деятельности которых является сельское хозяйство, кроме предоставления услуг в области растениеводства и животноводства (коды 011-015 общегосударственного классификатора Республики Беларусь ОКРБ 005-2011 «Виды экономической деятельности»).

¹ Самоховец М.П. Влияние фактора многоукладности на финансирование сельского хозяйства Беларуси // Вестник Томского государственного университета. Экономика: научный журнал. 2020. № 50. С. 47-55.

Крестьянские (фермерские) хозяйства в соответствии с законодательством являются коммерческими организациями, т.е. организациями, преследующими извлечение прибыли в качестве основной цели своей деятельности и (или) распределяющие полученную прибыль между участниками.

Личное подсобное хозяйство (ЛПХ) граждан – форма хозяйственно-трудовой деятельности граждан по производству сельскохозяйственной продукции, основанная на использовании предоставленных для этих целей земельных участков. В ЛПХ граждан на праве частной собственности могут находиться хозяйственные строения и сооружения, скот, птица, многолетние насаждения, транспортные средства, а также иное имущество. Заметим, что деятельность граждан Республики Беларусь, осуществляющих ведение ЛПХ по производству, переработке и реализации произведенной ими сельскохозяйственной продукции, деятельность по оказанию услуг в сфере агротуризма не относится к предпринимательской деятельности.

В табл. 1 приведена численность всех субъектов сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь.

Таблица 1

Численность субъектов сельскохозяйственного производства
в Республике Беларусь (на 1 января)

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021
Сельскохозяйственные организации, единиц	1 509	1 357	1 389	1 382	1 428
<i>по организационно-правовым формам</i>					
акционерные общества	710	652	642	633	644
общества с ограниченной ответственностью	207	204	228	254	289
общества с дополнительной ответственностью	10	8	9	9	7
производственные кооперативы	58	38	38	38	39
унитарные предприятия	524	455	472	448	449
<i>по формам собственности</i>					
государственная собственность	361	320	313	304	310
частная собственность	1097	981	1019	1016	1048
иностранная собственность	51	56	57	62	70
КФХ, единиц	2 578	2 652	2 700	2 794	3 001
ЛПХ граждан, тыс. единиц	н/д	н/д	978,8	967,3	955,2

Как видно из данных табл. 1, наибольшая численность среди субъектов сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь принадлежит ЛПХ граждан, затем следуют КФХ и сельскохозяйственные организации. Однако основным сельскохозяйственным производителем в Республике Беларусь выступают именно сельскохозяйственные организации, на долю которых приходится 81,1% в структуре продукции сельского хозяйства в 2020 г., при этом на хозяйства населения – 16,3%, КФХ – только 2,6%. Что касается структуры сельскохозяйственных ор-

ганизаций, то наибольший удельный вес занимают акционерные общества – 45,1%, унитарные предприятия – 31,5% и общества с ограниченной ответственностью (20,2%). Преобладающей формой собственности в сельском хозяйстве Республики Беларусь является частная (73,4%).

Во-вторых, рассмотрение финансового потенциала по виду деятельности субъекта показывает, что, помимо сельскохозяйственного производства, субъекты аграрного бизнеса могут заниматься агроэкотуризмом, т.е. деятельностью, направленной на ознакомление агроэкотуристов с природным и культурным потенциалом республики, национальными традициями в процессе отдыха, оздоровления, временного пребывания в агроэкоусадебках.

Такую деятельность в Республике Беларусь могут осуществлять как физические лица, постоянно проживающие в сельской местности, так и сельскохозяйственные организации. При этом Национальной программой развития туризма в Республике Беларусь на 2006-2010 гг. в качестве нового направления агроэкотуризма предусматривалось создание агротуристических комплексов именно на базе сельскохозяйственных производственных кооперативов.

В табл. 2 приведена численность субъектов агроэкотуризма в Республике Беларусь в сравнении 2016 и 2020 гг.

Таблица 2

Численность субъектов агроэкотуризма в Республике Беларусь (единиц)

Показатель	2016	2020
Число субъектов агроэкотуризма, всего	2279	2936
В том числе по областям:		
Брестская	343	434
Витебская	606	670
Гомельская	180	182
Гродненская	324	433
Минская	639	972
Могилевская	187	246

Данные табл. 2 свидетельствуют, что численность субъектов агроэкотуризма в Республике Беларусь увеличилась на 657 единиц или на 28,8%. В региональном разрезе лидерство по численности субъектов агроэкотуризма принадлежит Минской области (33,1% от всех субъектов), далее следуют Витебская область (22,8%) и Брестская область (14,8%).

В-третьих, финансовый потенциал сельских территорий во многом зависит от специализации субъектов аграрного бизнеса, при этом и определяет эту специализацию в значительной мере в силу зависимости сельскохозяйственного производства от природно-климатических факторов, качества земельных ресурсов и т.д.

Данные по специализации субъектов сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь представлены в табл. 3.

В сельском хозяйстве Республики Беларусь животноводство занимает наибольшую долю общего объема продукции сельского хозяйства (54,4%) за рассматриваемый период. Однако если в сельскохозяйствен-

ных организациях эта специализация аналогична – 64,4% их продукции приходится на продукцию животноводства, то КФХ И ЛПХ имеют четко выраженную ориентацию на производство продукции растениеводства – 90,4% и 88,3% от общего объема продукции сельского хозяйства, соответственно.

Таблица 3

Специализация субъектов сельскохозяйственного производства
в Республике Беларусь, % от общего объема
продукции сельского хозяйства

	2016	2017	2018	2019	2020
<i>Хозяйства всех категорий</i>					
растениеводство	46,3	46,9	45,3	45,8	45,6
животноводство	53,7	53,1	54,7	54,2	54,4
<i>Сельскохозяйственные организации</i>					
растениеводство	36,1	36,5	34,1	35,0	35,6
животноводство	63,9	63,5	65,9	65,0	64,4
<i>КФХ</i>					
растениеводство	89,2	90,1	90,4	91,6	90,4
животноводство	10,8	9,9	9,6	8,4	9,6
<i>ЛПХ</i>					
растениеводство	84,6	86,4	87,3	87,9	88,3
животноводство	15,4	13,6	12,7	12,1	11,7

В-четвертых, финансовый потенциал сельских территорий можно подразделить по уровням в зависимости от административно-территориального деления в Республике Беларусь. Каждый из представленных уровней обладает различным финансовым потенциалом, но в совокупности финансовый потенциал всех выделенных категорий формируют финансовый потенциал сельских территорий Республики Беларусь в целом.

Численность субъектов аграрного бизнеса в Республике Беларусь по географическому признаку приведена в табл. 4.

Таблица 4

Численность субъектов аграрного бизнеса в Республике Беларусь
по областям (на 1 января, единиц)

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021
<i>Сельскохозяйственные организации</i>					
Брестская	277	260	259	255	263
Витебская	255	217	231	223	223
Гомельская	220	223	226	217	215
Гродненская	178	136	143	150	171
Минская	386	357	359	362	364
Могилевская	193	164	171	175	192
<i>КФХ</i>					
Брестская	547	579	606	631	677
Витебская	312	312	317	323	363
Гомельская	396	413	404	401	423
Гродненская	353	368	363	373	386
Минская	670	674	663	688	744
Могилевская	300	306	347	378	408

Как видно из данных табл. 4, сельскохозяйственные организации распределены по территории Республики Беларусь равномерно, с их преобладанием в Минской области, наибольшее количество КФХ отмечено в Минской и Брестской областях.

Таким образом, рассмотрение развития аграрного бизнеса и сельских территорий через призму финансового потенциала и классификация финансового потенциала сельских территорий Республики Беларусь по различным признакам, на наш взгляд, позволит создать научно-теоретическую базу для принятия качественных управленческих решений в сфере государственной аграрной политики.

ВЕКТОР ТРАНСФОРМАЦИИ СЕВЕРНОГО ОЛЕНЕВОДСТВА*

А.А. Максимов, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ «Коми НЦ УрО РАН», г. Сыктывкар*

Переход к рыночным отношениям и реформирование форм собственности в северном оленеводстве в 1990-е годы привели к обвалу производства, длительному периоду выживания оленеводческих хозяйств, росту численности личных оленей в стадах и возникновению курса на возрождение оленеводства как традиционной хозяйственной деятельности семьи или группы родственных семей из числа коренных малочисленных народов Севера (КМНС). В последующем частный характер оленеводства стал доминирующим в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО), а в большинстве северных регионов растущая государственная поддержка означала восстановление управления оленеводством и материальной базы крупных хозяйств – «постсовхозов». Тем не менее, после периода роста северного оленеводства в России вновь проявляются признаки нестабильности. Целью исследования является анализ трансформации северного оленеводства при переходе к рыночным условиям хозяйствования, а также выработка возможных в Республике Коми мероприятий по развитию оленеводства как семейного бизнеса и традиционного образа жизни. Для анализа привлекались данные по оленеводству в России и странах Скандинавии.

Этапы формирования и традиции северного оленеводства

Переход к крупнотабунному оленеводству. В конце XVII века большинство арктических народов все еще были охотниками-

* Работа выполнена по теме НИР «Факторы формирования эффективного пространства социального развития северного региона» (№ ГР 122011300376-8)

собирателями с небольшими стадами от десяти до тридцати оленей, которые использовались как транспортные животные¹.

В период с XVI по XVIII век в циркумполярных регионах Евразии (России и стран Скандинавии) получает развитие мелкомасштабное кочевое оленеводство². Рост стада становится признаком мощности хозяйства, престижа, власти владельца животных. С другой стороны, рост стада более 100 голов становится обременительным для охоты, поэтому постепенно, в течение полутора столетий происходит переход к традиции выпаса северных оленей, кочевания с ними и жизнеобеспечения домохозяйства за счет оленеводства. Во второй половине XVIII – начале XIX века в арктических регионах происходит окончательный переход к крупнотабунному кочевому оленеводству³. Резкий рост численности стад одомашненных оленей приводит к уменьшению и исчезновению стад дикого оленя.

Близкие по времени перемены в домашнем оленеводстве во всех северных регионах Евразии объясняются тем, что в XVI – XVIII веках Швеция и Россия активно колонизируют северные земли. Колонизация сопровождалась ростом миграционной активности, налогообложением аборигенных народов, истощением ценных пушных зверей и диких промысловых животных, возникновением конфликтов внутри северных сообществ и появлением новых традиционных ценностей⁴.

*Образование симбиоза между человеком, оленем и природой*⁵. Когда стадо северных оленей не превышает нескольких десятков животных, связь между человеком и северным оленем поддерживается ежедневной деятельностью (перевозка, доение) и приемами привлечения (раздача соли). Если стадо содержит сто и более оленей, то внутренние связи в социальной организации животных начинают преобладать. Большое стадо передвигается быстрее и совершает более дальние миграции. Причина не только в кровососущих и истощении локального пастбища, но в нетерпимости оленей к запаху, который они сами оставляют (запах копыт, экскрементов) – это один из механизмов уменьшения риска заражения. Поэтому человек вынужден следовать за своими оленями в открытые и возвышенные тундровые пространства, учиться воспринимать ландшафт с точки зрения своих животных. Таким образом, если первоначальное одомашнивание было привлечением оленей в зону жизни людей, то появление пастбищного оленеводства вызвало «отундрива-

¹ Charles Stepanoff (2017). The rise of reindeer pastoralism in Northern Eurasia: human and animal motivations entangled // Journal of the Royal Anthropological Institute (N.S.) 23. 382; Головнёв А.В., Гарин Н.П., Куканов Д.А. Оленеводы Ямала (материалы к Атласу кочевых технологий). Екатеринбург: УрО РАН, 2016. 152 с.

² Charles Stepanoff (2017). С. 390-391.

³ Там же. С. 382.

⁴ Charles Stepanoff (2017). С. 382; Головнёв А.В., Гарин Н.П., Куканов Д.А. (2016). С. 15; Сайт Международного центра оленеводства. URL: <https://reindeerherding.org/sami-finns-finland>

⁵ Charles Stepanoff (2017). С. 388-390; Leo Paul Dana. Community-based entrepreneurship in Norway // Entrepreneurship and innovation. 2008. V. 9. No 2. Pp. 77-92.

ние человека»¹, потерю комфорта ради потребностей и предпочтений оленей и появления новых возможностей для человека.

В то время как северный олень и человек приспосабливались друг к другу, ландшафт приспосабливался к присутствию обоих. Повторные миграции крупных стад, поедающих и вытаптывающих растительность, влекут за собой превращение кустарничковой тундры в тундру с преобладанием травы. Каждый год этот процесс способствует продвижению стад и упряжек и усиливает распространение оленеводства².

Семья – основная единица оленеводства. Повсеместно оленеводство возникло и развивалось как деятельность семьи или группы родственных семей. Родственные связи также являются важным условием успешного сотрудничества между оленеводами, кочующими на одной пастбищной территории. Современные исследования показали, что лучшие показатели прироста поголовья оленей и произведенной продукции наблюдаются на пастбищах, где оленеводы связаны более сильными родственными связями³.

Имущественная дифференциация. Имущественная дифференциация органична для кочевого общества. Пока государство не вмешивалось в оленеводство, в каждой географически обособленной области пастбищ оленеводством управляли владельцы крупных стад: их опыт и авторитет признавался всеми оленеводами. Богатые оленеводы договаривались о маршрутах кочевания больших стад на основе традиционных знаний об ожидаемой продуктивности тундр, климатических условий, угрозы эпизоотии. Другие оленеводы пристраивали свои маршруты кочевания к большим стадам с учетом родственных и иных связей. В связи со сказанным можно привести мнение российского антрополога Головнева А.В.: «Среди тундровых кочевников должны быть крупные (магистральные) оленеводы, связывающие своими маршрутами и взаимоотношениями всю тундру. Они же несут основную ответственность за экологию тундры, регулирование миграций и пастбищеоборота»⁴.

В период перехода к крупнотабунному оленеводству первопроходцы наращивали стада и получали преимущества для увеличения своей власти⁵. В дальнейшем удача могла покинуть владельца огромного стада, если оно погибало из-за эпизоотии. При этом хозяева малочисленных стад, которых не коснулась эпизоотия, получали возможность быстро нарастить поголовье на пустующих тундровых пространствах. Таким образом, традиционное кочевое оленеводство – это динамичная хозяйственная деятельность, в которой возможны впечатляющие инновации и

¹ Головнев А.В. Кочевники тундры: ненцы и их фольклор. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 344 с. С. 74.

² Charles Stepanoff (2017). С. 390.

³ Marius Warg Naess, Bård-Jorgen Bårdsen, Per Fauchald, Torkild Tveraa (2010). Cooperative pastoral production – the importance of kinship // Evolution and Human Behavior 31. 246-256.

⁴ Головнев А.В., Гарин Н.П., Куканов Д.А. (2016). С. 59.

⁵ Charles Stepanoff (2017). С. 392.

масштабные потрясения, радикальные изменения баланса богатства и власти среди кочевых домохозяйств и сообществ¹.

Символическая роль оленеводства. Имущественное богатство – удел немногих, а само оленеводство – удел далеко не всех представителей «оленного» народа. Выживание северных народов обеспечивает диверсификация хозяйства: занятие не только оленеводством, но и охотой, речным и прибрежным рыболовством, а при возможности – земледелием и скотоводством. Тем не менее, именно оленеводство стало современным символом духовной культуры коренных народов циркумполярных регионов Евразии. Высокая символическая роль оленеводства в том, что оно производит не только средства существования и товарную продукцию, но также воспроизводит традиционную культуру и образ жизни малочисленных народов (этнических общностей) Севера.

Профессиональная наследственность. Исследования данных переписей и регистров о занятости сельских жителей северной Швеции в двадцатом столетии², доказали высокую степень профессиональной наследственности среди оленеводов: человеку, не родившемуся в семье оленевода, чрезвычайно трудно заняться этим видом профессиональной деятельности. В процессе взросления дети оленеводов обретают навыки работы и культурные ценности, критически важные для того, чтобы войти в профессию и оставаться в ней в дальнейшем. При этом уже с детства человек становится владельцем оленей. Характерно, что, отказываясь от права на своих оленей, продавая своих животных, человек принимает решение навсегда прекратить занятие оленеводством.

Таким образом, *олeneводство как традиционный вид хозяйственной деятельности характеризуют следующие ключевые элементы:* семейный характер хозяйствования, личная собственность на оленей, пользование пастбищами на основе внутриобщинных соглашений, многовековая культура, в основе которой симбиотические связи человека, оленя и природы.

Северное оленеводство в Финляндии

Опыт трансформации оленеводства в Финляндии интересен тем, что здесь наблюдается невысокий уровень государственных субсидий и компенсаций (до 20% от стоимости производства мяса) и при этом высокие доходы за счет предпринимательства оленеводов в сфере туризма и переработки продуктов оленеводства.

Развитие оленеводства в Финляндии происходило в рамках традиции кочевого саамского оленеводства с летними пастбищами на побережье Норвегии, а также маломасштабного таежного оленеводства³.

¹ Ari Martin Laakso (2009). The Shadow Field of Reindeer Management: A Case Study from Finland / Acta Borealia. 25:2. 138-159. P. 140-141. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/08003830802496703>

² Traian C. Leu & Dieter K. Müller. Maintaining inherited occupations in changing times: the role of tourism among reindeer herders in northern Sweden / POLAR GEOGRAPHY. 2016. VOL. 39. № 1. Pp. 40-57. URL: <http://dx.doi.org/10.1080/1088937X.2016.1148794>

³ Hannu Heikkinen (2006). Neo-entrepreneurship as an adaptation model of reindeer herding in Finland / Nomadic peoples. V. 10. № 2. Pp. 187-208. C. 187. URL: <https://doi.org/10.3167/np.2006.100211>

С XVII века таежное оленеводство практикуют и финские крестьяне, а в XIX веке возникает крупнотабунное финское оленеводство¹. Кочевое оленеводство трансформируется с ужесточением политики приграничного движения оленей между Швецией и Россией. Миграции стад во второй половине девятнадцатого столетия уже ограничены локальными районами оленеводства (палискунтами). Система палискунтов к концу XIX века стала применяться на всех территориях оленеводства. В середине XX века традиции кочевания заменил вольный выпас оленей².

Согласно закону об оленеводстве (1990 г.), в Финляндии около 200 тыс. оленей выпасаются на территории 56 районов оленеводства с четко определенными границами и оленемкостью. Районы оленеводства также называют кооперативами, поскольку они обладают правом юридического лица, отвечают за соблюдение численности оленей и организацию оленеводства на своей территории. Ключевые элементы оленеводства в Финляндии³: а) единицей оленеводства является домохозяйство (всего семей оленеводов около 1500, оленеводов около 5000 чел., из них 1000 – саамов, около 1000 чел. заняты в оленеводстве как основной сфере деятельности, они имеют статус фермеров и территорию фермерского хозяйства с постройками); б) оленеводы имеют право безвозмездного землепользования на территории пастбищ; в) финны и саамы имеют одинаковые права на оленеводство, нет дискриминации по этническому признаку; г) выпас оленей может варьироваться от свободного выпаса (в огороженных районах) до кочевого выпаса родственными семьями или общинами.

Около 75% оленеводов Финляндии владеют от 1 до 49 оленей. Вольный выпас позволяет им получать доходы за счет занятости в других сферах деятельности, не теряя связи с традиционными занятиями и культурным наследием. Кроме того, большое число оленеводов и владельцев оленей – это потенциальный резерв трудовых ресурсов.

В управлении оленеводством важное значение имеет Ассоциация оленеводов, оказывающая всемерную поддержку предпринимательству оленеводов в сфере туризма, а также переработки и продажи продуктов оленеводства. Имеются разные типы объединений оленеводов, которые организуют цеха по разделке мяса оленя, холодному и горячему копчению и напрямую продают продукцию в торговую сеть и рестораны, минуя посредников. Туристические программы фермеров-олeneводов привлекают сотни тысяч туристов в год, в основном иностранцев из России, Швеции и др. Благодаря предпринимательству и новым технологиям мо-

¹ K. Muuttoranta (2012). Regional differences in reindeer herding operations in Finland. URL: <https://doi.org/10.1080/09064702.2012.747560>; Hannu Heikkinen (2006). С. 188.

² Helle, T. P. & Jaakkola, L. M. (2008). Transitions in herd management of semi-domesticated reindeer in northern Finland. *Ann. Zool. Fennici* 45: 81-101.

³ Hannu Heikkinen (2006). С. 187-208; Сайт Международного центра оленеводства (Норвегия). URL: <https://reindeerherding.org/sami-finns-finland>

лодежь из семей оленеводов видит возможности, чтобы реализовать себя в традиционной отрасли, получая доходы такие же, как и в городе¹.

Примеры российских регионов

Успешное развитие оленеводства в ЯНАО. Наибольших успехов по адаптации оленеводства к рыночным условиям хозяйствования достигли в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО). Успехи региона связывают с ориентацией на возрождение оленеводства как традиционного образа жизни и хозяйственной деятельности малочисленных северных народов с частной собственностью на оленей². Значительная денежная и материальная поддержка членов семей кочующих оленеводов в регионе, преимущественно ненцев, способствовала быстрому росту числа частных оленеводов. В настоящее время число кочевого населения в ЯНАО выросло до 18400 чел., а число личных оленеводческих хозяйств более 3000³. Региональные субсидии и компенсации привели к стремительному росту современного поголовья стад частных и общин КМНС. Им принадлежит 480 тыс. оленей из регионального стада в 600 тыс. голов⁴. Пример ЯНАО показал, что «постсовхозы» (МУПы, СПК и т.п.) не могут конкурировать с общинами коренного населения, так как имеют большие затраты и более высокую стоимость мяса⁵. С другой стороны, частное оленеводство до настоящего времени не отвечает за превышение оленеемкости и деградацию пастбищ. Исходя из ситуации, сложившейся в ЯНАО, предлагается обеспечивать занятость оленеводов в иных сферах деятельности, «постепенное сокращение постсовхозного (в том числе муниципального) стада оленей», объединение оленеводов-частников в кооперативы с закреплением за ними пастбищ и ответственности за превышение оленеемкости этих пастбищ⁶. По сути, предлагаются ключевые элементы оленеводства, которые показали свою эффективность в Финляндии, но при сохранении высокого уровня господдержки на современном этапе.

Деградация оленеводства в Республике Коми. В Республике Коми оленеводством занимаются пять сельскохозяйственных организаций и четыре крестьянских (фермерских) хозяйства⁷. Кочуют и получают за это ежемесячную компенсацию около 150 чел. В последние годы наблюдается уменьшение общего поголовья оленей с 96 тыс. (2018 г.) до 88 тыс.

¹ Оценка ресурсной эффективности использования возобновимого природного капитала северного региона / Коллектив авторов. Отв. ред. чл.-корр. РАН Лажинцев В.Н. Сыктывкар, 2021. 236 с. С. 193.

² Южаков А.А. Личные олени как фактор сохранения оленеводства // Агропром. политика России. 2017. № 3. С. 65-69.

³ <https://regnum.ru/news/economy/3464863.html>; <https://regnum.ru/news/economy/3464848.html>

⁴ <https://regnum.ru/news/economy/3464863.html>

⁵ Южаков А.А., Деттер Г.Ф. Трансформация оленеводства Арктики в условиях рыночной экономики (на примере Ямала) // Арктика: экология и экономика. 2020. № 4 (40). С. 139-150.

⁶ Там же. С. 148.

⁷ Доклад начальника отдела животноводства, аквакультуры и племенной работы Д.В. Лобачева на республиканском совещании по вопросам развития оленеводства в Республике Коми (22.03.2019 г., г. Инта). URL: <https://mshp.rkomi.ru/deyatelnost/doklady>; Справочная информация по оленеводству за 2017-2021 гг. Рукописный текст из Министерства сельского хозяйства и потребительского рынка Республики Коми от 21.04.2022 г.

голов (2021 г.). Уменьшается и число оленеводов. Так, количество официально работающих оленеводов в ООО «Северный» уменьшилось в период с 2015 по 2020 гг. с 73 до 59 человек. И это не удивительно: число семей оленеводов в Финляндии 1500, в ЯНАО – более 3000, а в Республике Коми – около 100, т.е. резерв трудовых ресурсов сведен к минимуму. Однако первопричина «кадровой проблемы» заключается в том, что в Республике Коми отсутствуют ключевые элементы функционирования оленеводства. А именно: семейный характер оленеводства коми-ижемцев не рассматривается органами власти и управления Республики Коми и России как основа функционирования отрасли в регионе. Нет понятия о районах пастбищ или территориях традиционного природопользования ижемцев. Сохранение сложившегося статус-кво в отношении прав коми-ижемцев на оленеводство в конечном счете приведет к деградации оленеводческих хозяйств в Республике Коми, а на их место уже готовы прийти частные оленеводы из других регионов¹.

Выводы

Коми-ижемцы – этническая группа в Республике Коми, имеющая многовековые традиции оленеводства (с середины XVII века)². На этом основании ижемцы, как и представители КМНС, обладает такими же исконными правами на традиционную хозяйственную деятельность, сохранение и развитие традиционных семейных форм оленеводства. Поэтому предложение о восстановлении традиций семейного оленеводства коми-ижемцев³ представляется более чем назревшим. Определенным ориентиром может служить опыт ЯНАО. Очень близкими являются элементы финского оленеводства: оленеводческие хозяйства в Республике Коми можно наделить функциями кооперативов со строгими границами пастбищ и оленемкостью (путем принятия Российского Закона об оленеводстве либо временного соглашения Республики Коми и Ненецкого автономного округа), вместо бригад признать право семьи или группы родственных семей оленеводов на выпас личных стад. В любом случае преобразования должны происходить при активном участии оленеводов и научной поддержке такого участия.

Перечислим исследовательские проблемы, которые целесообразно изучить в пилотном проекте по восстановлению оленеводства коми-ижемцев как традиционной хозяйственной деятельности и образа жизни:

- выявление проблем и перспектив пилотного хозяйства;
- исследование возможностей для мотивации работы в оленеводстве молодежи;

¹ Экономика из архаики: кто сегодня занимается развитием оленеводства в Русской Арктике. URL: <https://iz.ru/950292/evgeniia-priemskaja/ekonomika-iz-arkhaiki-kto-segodnia-zanimaetsia-razvitiem-olenevodstva-v-russkoi-arktike>

² Истомин К.В. Этноэкологическая характеристика коми-ижемского оленеводства. Автореф. дис. ... канд. ист. наук. Москва, 2007. 20 с.

³ Южаков А.А., Деттер Г.Ф. (2020). С. 148.

– изучение видения оленеводов и местного сообщества по проблеме увеличения трудового потенциала оленеводства (значительного роста числа владельцев оленей и оленеводов);

– достижение прогресса в равенстве прав оленеводов ижемцев и КМНС на развитие традиционной хозяйственной деятельности, сохранение культурного наследия и традиционной культуры, доступа к природным ресурсам, необходимым для ведения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности, в принятии решений по вопросам осуществления промышленной деятельности в местах их проживания и хозяйственной деятельности.

МИГРАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ СЕЛЬСКОЙ МОЛОДЕЖИ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)*

Н.Ю. Журавлев

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Актуальность и методология. Миграционный отток населения является острой и актуальной проблемой для большинства регионов Российского Севера. По данным службы государственной статистики, на 2021 г. Республика Коми является лидером по миграционной убыли населения среди северных территорий¹. Отток населения за пределы регионов в долгосрочной перспективе приводит к снижению потенциала развития территории и дефициту квалифицированных специалистов. Наряду с естественной убылью населения, происходящие миграционные процессы являются причинами трансформации возрастной структуры и повышения демографической нагрузки на трудоспособное население.

В Республике Коми доля молодых людей в численности населения за период с 2011 по 2021 гг. сократилась с 30,7% до 22,7%, коэффициент демографической нагрузки вырос почти на 40%. На 2021 г. медианный возраст населения республики приблизился к 40 годам².

Существующие негативные тенденции в большей степени проявляются именно в сельской местности. Выше доля пожилого населения, более высокий уровень смертности, больший миграционный отток, в том числе молодежи. Если в целом по Северу мы можем наблюдать некоторый миграционный прирост, то село характеризуется убылью. Среди вы-

* Статья подготовлена в рамках НИР «Человеческие ресурсы северных регионов России: потенциал развития или ограничение экономического роста» (№ ГР 122012700169-9, 2022-2024 гг.)

¹ Миграционный прирост населения по полу, возрасту и потокам передвижения. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58615>

² Демографический ежегодник Республики Коми. 2021: стат.сб. Комистат. Сыктывкар, 2021. 194 с.

бывших более трети от всей численности составляет молодежь, население от 14 до 35 лет¹.

Уровень социально-экономического развития сельских территорий Коми находится на низком уровне. Согласно типологизации сельских территорий субъектов Российской Федерации, выполненной исследователями ВНИИЭСХ, Республика Коми относится к кластеру депрессивных сельских территорий, для которых характерно сильное и устойчивое (не менее лет) отставание от среднероссийского показателя, стабильно низкий уровень развития или тенденция к его снижению с перспективой перехода в группу территорий с более низким уровнем².

Государство и общество уже длительное время говорят о важности развития села, о необходимости возрождения сельского хозяйства, однако реальные демографические показатели говорят скорее об обратной тенденции. Молодежь следует обозначить как обязательную составляющую любых социально-экономических перемен. Понимание существующих миграционных установок, а также факторов, определяющих их возникновение, дает возможность целенаправленно воздействовать на потенциальных участников будущих преобразований, что обуславливает актуальность исследования.

Цель данного исследования – определение миграционных установок сельской молодежи и причин их формирования. Предметом исследования выступают миграционные установки молодых людей. Основная гипотеза состоит в том, что молодые люди принимают решение в условиях, при которых их выбор миграционной стратегии сильно ограничен. Даже при положительной оценке села как места для жизни, молодежь не решается выбрать его в качестве цели для возвращения. По сути, они лишены возможности выбирать: выбор села изначально воспринимается сообществом как «неправильный», а возвращение обратно является признаком того, что ты потерпел неудачу в попытке выбраться в город.

Основной метод исследования – полуструктурированное интервью. В рамках подготовки к интервью были сформулированы три базовых блока вопросов, направленных на выполнение задач исследования:

а) **Биография.** Данный блок позволяет получить информацию о социальном окружении информанта, истории его миграционных перемещений, текущем миграционном поведении, определить жизненные приоритеты.

б) **Село.** Блок необходим для понимания восприятия информантом села как места для жизни, оценки существующих проблем и перспектив с

¹ Миграционный прирост населения по полу, возрасту и потокам передвижения. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/58615>

² Бондаренко Л.В., Козлов А.В., Яковлева О.А. Типология сельских территорий субъектов Российской Федерации по уровню и динамике развития // Импортзамещение в АПК России: проблемы и перспективы: монография. М.: ФГБНУ «Всероссийский НИИ экономики сельского хозяйства» (ФГБНУ ВНИИЭСХ), 2015. С. 67-81.

точки зрения молодого человека, проживающего или проживавшего в сельской местности.

в) **Миграция.** Блок содержит вопросы, направленные на оценку отношения информанта к идее миграции как таковой, определение его миграционных намерений и используемой миграционной стратегии.

Объектом исследования выступили молодые люди, проживающие или проживавшие в сельском поселении Большелуг Корткеросского района республики. Информанты разделены на 2 группы: «Проживающие в селе» и «Переехавшие из села». В первую группу попали как те, кто вернулся в родной населенный пункт, так и те, кто переехал из других населенных пунктов. Во вторую группу включены молодые люди, постоянно проживающие за пределами Большелуга, однако их взросление и процесс социализации пришлось на жизнь в данном населенном пункте. География информантов включает другие деревни и села, город Сыктывкар, города за пределами Республики Коми, город за пределами России. Интервью с информантом, проживающим за рубежом, проводилось дистанционно, остальные интервью проведены лично. В выборку попали мужчины и женщины от 20 до 35 лет, способные принимать решение о переезде и не находящиеся в процессе получения образования, имеющие стабильную занятость. Во внимание принимались различия в уровне и направлении образования, семейное положение информантов, наличие или отсутствие детей. Выборка осуществлялась методом «снежного кома». На момент написания работы было проведено 20 интервью: 10 – с жителями села, 10 – с переехавшими в другой населенный пункт. Период проведения интервью – с апреля по июль 2022 г.

Сельское поселение Большелуг было выбрано, поскольку ситуация с уровнем жизни и миграционным оттоком в нем не является ни критической, ни положительной. Убыль населения относительно численности ниже, чем в среднем по Корткеросскому району, но выше средней убыли сельского населения республики¹. Положение населенного пункта можно охарактеризовать как *«ближе к среднему значению»*, в сравнении с большинством сельских поселений республики.

Первое упоминание – в начале XVII века, село – с 1873 г. Развита социальная инфраструктура, имеется средняя школа и детский сад, строится медицинское учреждение (ФАП) и модельная библиотека. Существуют рабочие места как в частном секторе, так и в государственных учреждениях, однако сохраняется достаточно высокий уровень безработицы. В состав сельского поселения входят 3 деревни (Ивановское, Выльыб, Зулэб) и село Большелуг. Высокая доля комиязычного населения (выше среднего значения по республике), что позволяет оценить влияние культурных особенностей национального сообщества на миграционные настроения. Через поселение проходит асфальтированная доро-

¹ Миграция населения Республики Коми за 2021 год. Информационно-аналитический бюллетень № 06-29-36/2. Комистат. Сыктывкар, 2022. 78 с.

га, до районного центра около 60 км, до столицы республики – около 120 км¹. Работает общественный транспорт и частные перевозчики. Населенный пункт находится достаточно близко к городу, для того чтобы жители имели возможность при необходимости посещать его, но не настолько, чтобы получать существенный агломерационный эффект.

Данная работа содержит промежуточные результаты исследования, поскольку в дальнейшем планируется провести аналогичные интервью с молодыми людьми из сельских поселений республики с худшим и лучшим уровнем социально-экономического развития.

Содержание и особенности формирования миграционных установок разделены на несколько обособленных блоков. При цитировании речи информантов указывается возраст и их группа.

Экономические факторы

Одной из главных и ключевых проблем сельской молодежи является отсутствие приемлемой работы. Безработица на селе является особенно острой проблемой, на 2019 г. разрыв между городом и селом достиг почти двукратного уровня². У многих молодых людей именно отсутствие возможности зарабатывать себе на жизнь становится причиной переезда. Для поддержания дохода на приемлемом уровне приходится совмещать основную деятельность с дополнительной, помимо труда на собственном домашнем хозяйстве.

30 лет «Проживающие»

Переезжают, потому что нет работы, скорее всего. Такой, которая нужна молодежи. То есть они... нынешняя молодежь, она какая – лишь бы не работать, но чтобы деньги платили большие. Это, наверное, у большинства людей так. Честно – у меня не так. Я...хоть бы какая работа была. Все говорили – работы нет, работы нет. Я говорю: как нет? На двух работах работал. Было бы желание.

Отсутствие работы является движущим мотивом миграции, зачастую иные факторы не имеют решающего значения, и решение о переезде принимается исключительно по причине наличия рабочего места. Само наличие работы является значимым достижением, при этом не имеет значения сфера занятости.

20 лет «Проживающие»

Мой парень получит уже корочку с профессией, возможно, мы куда-то переедем. Если тут не будет работы, то я уйду с ним в какую-то другую деревню или в другой населенный пункт, где будет место для нас обоих.

Даже при наличии рабочих мест сама занятость может восприниматься как чрезмерно тяжелая или не соответствующая интересам молодых людей. Получив образование и некий опыт жизни в городе, они выбирают остаться в городе, пусть даже не имея собственного жилья, но

¹ Сайт сельского поселения Большелуг. URL: <http://bolshelug.3dn.ru/>

² Ушачев И.Г., Бондаренко Л.В., Чекалин В.С. Основные направления комплексного развития сельских территорий России // Вестник Российской академии наук. 2021. Т. 91. № 4. С. 316-325.

получая возможность работы в интересующей сфере и не принимая ограничения сельского рынка труда.

30 лет «Переехавшие»

Большелуг находится не слишком далеко от Сыктывкара, сюда можно приезжать, скажем, на выходные, но чтобы вернуться сюда на постоянку... во-первых я уже не хотела жить с родителями в одном доме долго и... тут нет работы, которая мне (бы подошла).

Однако наличие занятости не гарантирует экономического благополучия. На селе превалирует так называемая экономическая бедность, характерная для аграрного сектора. Имеющиеся предложения по заработной плате слишком низкие, а сам труд в сельскохозяйственной сфере воспринимается как тяжелый. Среднедушевые располагаемые доходы сельских домохозяйств, даже с учетом труда в личном подсобном хозяйстве, составляют 63,8% от городского уровня¹. Более высокий уровень дохода возможен лишь при работе в учреждении социальной сферы (школа, детский сад, ФАП), однако предложение труда в данной сфере ограничено.

33 года «Переехавшие»

Не то, что даже работы нет подходящей – нет подходящего заработка. Работа бы мне там и трактористом бы подошла, если бы платили 80 тысяч, я бы убежал туда работать этим трактористом. Была бы такая зарплата – я бы там уже жил классно – дом, и вообще.

Бытовые факторы

Несмотря на частую идеализацию сельской жизни современными жителями мегаполисов, с точки зрения бытовых условий село предъявляет намного более высокие требования к поддержанию необходимого качества жизни. По состоянию на 2020 г. уровень газификации сельских территорий России составил всего 60,7%, а уровень обеспеченности питьевой водой – 67,9%. Не решен вопрос с потребностями сельских жителей в улучшении жилищных условий². Средний уровень обеспеченности жильем в сельской местности составляет 27,3 м² на душу населения, а площадь жилищного фонда, имеющего износ выше 70%, на селе в 3 раза больше, чем в городе³.

Для многих молодых людей, проживших некоторое время в городе в жилье с определенным уровнем бытового комфорта, переезд в условия с менее налаженным бытом воспринимается без восторга.

¹ Ушачев И.Г., Бондаренко Л.В., Чекалин В.С. Основные направления комплексного развития сельских территорий России // Вестник Российской академии наук. 2021. Т. 91. № 4. С. 316-325.

² Отчет о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ влияния мероприятий по развитию жилищного строительства и инженерной инфраструктуры на уровень развития сельских территорий, реализуемых в 2018-2019 годах и истекшем периоде 2020 года в рамках Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и Государственной программы Российской Федерации «Комплексное развитие сельских территорий». URL: <https://ach.gov.ru/upload/iblock/ee1/ee159c19bdf6df58d385a02436ed0225.pdf>

³ Ушачев И.Г., Бондаренко Л.В., Чекалин В.С. Основные направления комплексного развития сельских территорий России // Вестник Российской академии наук. 2021. Т. 91. № 4. С. 316-325.

20 лет «Проживающие»

Мне кажется... покупка дров, потом это все нужно наколоть. Если девушка придет, то это вдвойне труднее. Нанимать рабочих. Это тоже будет проблематично их найти. Что еще... вода. Тут река очень далеко и, как я поняла, у многих какие-то скважины, и бывает такое, что они промерзают, и люди остаются на время без воды. А что самое ужасное – это баня два раза в неделю! Вот с этими вот тазиками, то, что ты кипятишь воду в чайничке, смешиваешь и где-то на кухонном столе всю эту процедуру проводишь – не очень.

Неприятие сложностей сельского быта отчасти компенсируется возможностью наладить его до привычных городских условий. Молодые люди, жившие в Большелуге, имеющие опыт сельской жизни и поддержку семьи, с одной стороны, привычны к данным условиям, с другой, – наличие родственников и хорошо знакомого сообщества помогает легче адаптироваться, а в доме родных часто уровень благоустройства не сильно отличается от городского. Однако далеко не каждый житель может себе позволить подобный уровень благоустройства. Жители села изначально находятся в неблагоприятных условиях, с более низкими доходами домохозяйств и более высокими расходами на их благоустройство.

33 года «Переехавшие»

Тяжело жить. Потому что деревня что – русская печка. Топи. Зимой каждый день по два раза. С утра пораньше затопить не встанешь – замерзнешь. Воду таскать. Хотя сейчас я заметила, что у большинства вода проведена в дом, но все равно. У нас дома все проведено, выходит вода, стиральную машину недавно поставили, но не во всех домах это есть. Многие люди до сих пор ведрами таскают воду, машинки стиральные до сих пор старые, еще советские. В городе что – отопление включается, вода сама греется, машинку включил и все. Там труда особого по жизни нет. А в деревне больше усилий нужно для комфорта. И денег.

Для приезжих молодых специалистов вопрос жилья также стоит достаточно остро, поскольку зачастую возможности аренды просто отсутствуют. При постоянной нехватке молодых специалистов случаются ситуации, когда именно жилищный вопрос служит мотивом миграции, хотя изначальные миграционные планы были связаны с селом.

20 лет «Проживающие»

Места жительства нет. Предоставили на работе, но там было очень холодно. А когда холода были, там трубу взорвало. И все. Я вот каждый день езжу в город. Пыталась решить, искала – безуспешно. Теперь думаю дорабатывать год и переезжать. Даже если найдут – уже настроилась.

Большинство информантов не воспринимают роль государства в повышении качества сельской жизни. В представлении молодых людей значимые инициативы либо отсутствуют, либо слишком специализированы и недоступны широкому кругу жителей. Кроме того, серьезным

препятствием получения адресной помощи от государства являются бюрократические барьеры. Система электронного документооборота развита еще в недостаточной степени, оформление документов происходит в районном центре, и не каждый житель может позволить себе тратить время и ресурсы на многочисленные поездки.

Социально-психологические факторы

В современных условиях обратная миграция из города в село не является чем-то из ряда вон выходящим. Прошедшая пандемия, динамичность социально-экономической среды повышают привлекательность села как места жительства. В контексте изучения данной тенденции в зарубежных странах ценностные факторы выходят на первое место, поскольку переезд позволяет иммигрантам реализоваться на новом месте в новом качестве. Экономические же факторы второстепенны. По данным исследования 2021 г., в России также стали доминировать именно мировоззренческие установки, придя на смену сугубо экономическим интересам¹.

Молодые жители села изначально находятся в ситуации, когда переезд из родного места жительства предопределен, поскольку ограниченная инфраструктура не может удовлетворить потребность в образовании и рабочих местах. Формирование миграционных установок, нацеленных на переезд, происходит в ближайшем социальном окружении. Модель, в которой переезд является обязательным, а закрепление в городе становится конечной целью, характерна для значительной части молодых людей.

23 года «Переехавшие»

С детства все-таки всем в деревне потихоньку намекают... работы-то особо нет. Приезжайте в город, учитесь. Получайте знания, развивайтесь. Устраивайтесь на хорошую работу. Поэтому потихоньку мысли складываются (на отъезд).

Часто молодые люди встречают неприятие выбора в случае, если возвращаются в село. Сообщество воспринимает обратный переезд как маркер неудачного выбора жизненной стратегии. Сами переехавшие молодые люди считают подобную точку зрения неким стереотипом, стигмой, который усложняет процесс возвращения.

32 года «Переехавшие»

Кто вернулся – неудачники... скорее всего, это мысли тех, кто страдает комплексами, что у него что-то в жизни не удастся. Уеду из республики в Москву, значит, все хорошо, а не получится, значит, ты неудачник. Цели надо в жизни правильные ставить. Если хочется здесь остаться, развиваться – оставайся. При чем тут «неудачник».

Среди информантов, уехавших из села, не было ни одного, кто высказался бы о селе исключительно в негативном ключе. Чаше звучали утверждения о чувстве комфорта деревенской жизни и психологическом

¹ Попова М.В. Современные российские миграции из города в село // Социология. 2021. № 2. С. 68-74.

напряжении, испытываемом в городе. Для многих это место имеет сильную эмоциональную привязку, связанную, в том числе, с преемственностью поколений и образом жизни.

24 года «Переехавшие»

Почему вернуться? Не знаю, это, наверное, что-то... интуитивное. Что-то подсознательное. Особенно после (других стран). Все-таки уровень жизни выше и все такое. Но это... не хочу никого обидеть, но это не поселок. Это деревня, где на кладбище лежат поколения. Если бы это был поселок, созданный 50-60 лет назад, то это одно дело, я понимаю людей (которые уезжают). А тут что-то уже не материальное, а метафизическое.

Ценность сообщества и семьи как важных составляющих качества жизни, возможность жить в привычной культурной среде и посвящать себя любимым занятиям – темы, поднимаемые информантами. Подчеркивается также важность родного языка и культуры. Желание общаться на своем языке также играет роль в формировании миграционных установок, хотя и не определяющую.

Выводы

Привлечение и удержание молодежи в сельских поселениях невозможно без повышения качества жизни до уровня, приближенного к уровню города. По объективным причинам невозможно предоставить в сельской местности соразмерные городским сферы приложения труда, обширность личностных контактов. Ограниченный выбор развлечений, отсутствие сезонной равномерности трудового ритма, качество и эффективность социальной сферы, урезанное предложение товаров и услуг – это реальность, с которой приходится сталкиваться сельским жителям. Необходимость сокращения разрыва между селом и городом в возможностях выбора жизненной стратегии и уровне социального обслуживания очевидна, однако реализация этого процесса возможна лишь за счет компенсации преимуществ города достоинствами села¹.

Повышение привлекательности сельской жизни среди молодежи не выглядит недостижимым, в особенности для той ее части, что родилась и выросла в селе. Молодые люди положительно воспринимают село, для многих оно представляет собой пример привычной размеренной жизни без стресса больших городов. Более тесные связи внутри сообщества легче поддерживаются в небольших поселениях и часто сохраняются даже при переездах. Возможность проводить досуг на природе также имеет значение.

В случае с переездом из села мы говорим, прежде всего, о невозвращении после получения образования. При всем многообразии факторов и постепенном повышении значения мировоззренческих установок на первом месте все равно остаются различные экономические причины.

¹ Бондаренко Л.В. Социально-экономические различия между городом и деревней: научные воззрения и отечественная практика // Вестник Российской академии наук. 2018. Т. 88. № 10. С. 867-877.

Отсутствие возможности получения достойного заработка приводит к целому ряду последствий. Без предложения на рынке труда профессиональные кадры не возвращаются в село, сложнее решается жилищный вопрос, снижена доступность заемных средств.

Материальный достаток по-прежнему ассоциируется с жизненным успехом, поэтому низкая заработная плата в селе выступает негативным маркером. «Бедное село» – устоявшийся в массовом сознании образ, в силу которого сельским сообществом проживание в селе, а тем более возвращение в село, воспринимается как синоним неудачи. Объективные достоинства сельских территорий, подходящие для ценителей неприкосновенности частной жизни и близости к природе, пока не способны компенсировать негативные экономические факторы.

Не подлежит сомнению, что перечень доступных инструментов для решения текущих проблем сельской местности сильно ограничен. Для повышения качества жизни необходимо развивать объекты инженерной и социальной инфраструктуры. Обеспеченность водой, доступ к газоснабжению позволили бы значительно улучшить качество жизни населения. Повышение транспортной доступности населенных пунктов и их связанности отчасти могло бы нивелировать недостатки социальной сферы отдельных поселений. Информатизация села могла бы помочь решить проблему доступа сельской молодежи к образовательным ресурсам, а также упростить взаимодействие с органами власти.

Стимулирование частного предпринимательства через упрощение бюрократических процедур, грантовая поддержка бизнеса, снижение налогового бремени для сельских предприятий, в том числе не относящихся к АПК, предоставили бы возможность инициативы населения в решении проблемы занятости. Также немаловажно информировать население об имеющихся мерах поддержки и упростить доступ к ее получению. Пока основная проблема экономического характера не будет решена, молодежь на селе при всей своей любви к малой родине выберет то место, где сможет реализовать свои профессиональные и материальные амбиции.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ СЕВЕРА

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ*

А.Н. Киселенко, д.т.н., д.э.н., И.В. Фомина, А.А. Шевелёва

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Транспортная сеть Европейской и Приуральской Арктики (ЕиПА) функционирует на пяти видах транспорта (автомобильный, железнодорожный, водный, воздушный, трубопроводный) на территории шести субъектов Российской Федерации (Мурманская область, Республика Карелия, Республика Коми, Архангельская область, Ненецкий и Ямало-Ненецкий автономные округа).

Анализ функционирования транспортной сети ЕиПА предполагает исследование результатов ее текущей деятельности на рассматриваемой территории. Результаты анализа являются основой для выводов (рекомендаций) по дальнейшему развитию транспортной сети ЕиПА.

Исходя из существующих определений методологии¹, методология анализа функционирования транспортной сети ЕиПА может быть определена как система принципов, методов, способов и средств осуществления анализа функционирования транспортной сети ЕиПА.

Основные подходы для разработки методологии анализа функционирования транспортной сети ЕиПА формируются в рамках трех направлений наук: экономики, географии и эксплуатации транспорта. Предпосылками для составления данной методологии анализа функционирования транспортной сети ЕиПА послужили работы отечественных и зарубежных исследователей в области географии и эксплуатации транспорта, экономики и статистики транспорта, организации управления², планирования³, прогнозирования¹ перевозок и развития транспортных систем,

* Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1)

¹ Например: Большая советская энциклопедия. Т. 16. URL: <http://bse.uaio.ru/BSE/1601.htm>; Большая российская энциклопедия. URL: <https://bigenc.ru/philosophy/text/2209127>

² Александров Л.А., Козлов Р.К. Организация управления на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1985. 264 с.

³ Геронимус Б.Л. Совершенствование планирования на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1985. 224 с.

применения экономико-статистических методов и иных методов обработки информации и др.

Методология анализа функционирования транспортной сети ЕиПА предполагает:

- 1) определение (конкретизацию) цели и задач исследования,
- 2) уточнение объектов анализа транспортной сети,
- 3) определение и отбор исходной информации, необходимой для осуществления анализа транспортной сети,
- 4) определение основных показателей, характеризующих деятельность транспортной сети рассматриваемого региона,
- 5) выбор методов и алгоритмы осуществления аналитических расчетов анализа транспортной сети,
- 6) формулирование выводов и рекомендаций по результатам проведения анализа.

Общая структура анализа текущей транспортной сети ЕиПА по видам транспорта подразумевает:

- 1) получение (сбор) исходных данных (характеристик) для анализа состояния транспортной сети ЕиПА;
- 2) первичную обработку исходных данных о состоянии транспортной сети ЕиПА (структурирование и группировка исходных данных о состоянии транспортной сети ЕиПА – по видам транспорта, в виде таблиц и наглядных графиков при наличии динамики – для визуального представления);
- 3) применение описательных и сравнительных методов для фиксации текущего состояния транспортной сети ЕиПА по видам транспорта, интерпретация табличного и графического материала;
- 4) обработку данных таблиц о текущем состоянии транспортной сети ЕиПА с помощью методов, предусматривающих проведение расчетов по формулам (согласно выбранным методам исследования) и с использованием системы показателей (согласно выбранным методам исследования);
- 5) получение результатов расчетов и их интерпретация применительно к текущей транспортной сети ЕиПА;
- 6) изучение причин изменения показателей и их взаимосвязей. Выявление и оценка факторов, влияющих на развитие транспортной сети и ее элементов (характеристик);
- 7) оценку перспектив развития транспортной сети и ее элементов (характеристик).

¹ Киселенко А.Н. Методологические основы автоматизации прогнозирования перевозок и развития сети транспортных объектов на региональном уровне (на примере Коми АССР) // Вопросы теории и практики создания региональных автоматизированных систем. Труды Коми научного центра УрО АН СССР. № 98. Сыктывкар: Коми научный центр УрО АН СССР, 1988. С. 5-19; Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с.

Анализ функционирования транспортной сети региона можно рассматривать как самостоятельный процесс и как одну из стадий процесса прогнозирования. В первом случае целью будет – проанализировать текущее состояние транспортной сети рассматриваемого региона, под которым будем понимать территорию Европейской и Приуральской Арктики (ЕиПА). Во втором случае – на основе данных проведенного анализа оцениваются предпосылки и разрабатываются прогнозы дальнейшего развития транспортной сети.

Ранее был предложен¹ следующий алгоритм (последовательность действий) при проведении анализа функционирования транспортной сети ЕиПА:

Этап 1. Определение территориальных границ субъектов рассматриваемого региона и характерных особенностей территории.

Этап 2. Характеристика транспортной сети ЕиПА. Составление схемы (или описание) расположения транспортных коммуникаций на транспортной сети рассматриваемого региона (по видам транспорта).

Этап 3. Определение основных источников грузо- и пассажиропотоков для различных видов транспорта ЕиПА с закреплением их географически к конкретным населенным пунктам и узлам транспортной сети.

Этап 4. Определение методов и подходов, необходимых для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА.

Этап 5. Анализ функционирования транспортной сети по видам транспорта по направлениям: транспортные коммуникации, объемы перевозок, транспортные средства, инфраструктура.

Этап 6. Анализ факторов, влияющих на функционирование транспортной сети ЕиПА.

Этап 7. Выводы и рекомендации по дальнейшему развитию транспортной сети ЕиПА.

В целом, методические основы анализа состоят в необходимости определения: основных показателей анализа, исходных данных для анализа, источников информации для получения исходных данных, методов и порядка (процедуры) работы с исходной информацией, ее обработкой и анализа данных. Когда анализ является частью процесса прогнозирования, то помимо всего ранее перечисленного требуется выбрать методы прогнозирования.

Таким образом, методология анализа функционирования транспортной сети ЕиПА, учитывающая процесс прогнозирования, была скорректирована и была сформирована следующая укрупненная схема (алгоритм действий) для анализа функционирования и прогнозирования транспортной сети ЕиПА:

1) постановка задачи, определение показателей, входящей и исходящей информации;

¹ Киселенко А.Н., Фомина И.В. Анализ функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: Матер. Междун. науч.-практ. конфер. 9-10 ноября 2021 г. СПб: ИПТ РАН, 2021. Т. 1. С.54-57.

- 2) выбор методов и программного обеспечения сбора информации и проведения анализа (и прогнозирования – при необходимости);
- 3) организация сбора, накопления, хранения, изменения и обработки данных;
- 4) обработка и анализ данных;
- 5) выводы по результатам проведенного анализа;
- 6) определение и оценка влияния основных сопутствующих факторов;
- 6) разработка прогнозов¹;
- 7) выводы и рекомендации на основе полученных прогнозов.

Постановка задачи определяет направления исследования. Далее исходная информация о состоянии транспортной сети ЕиПА структурируется на несколько групп. Затем осуществляется анализ функционирования транспортной сети ЕиПА по нескольким направлениям. Структурные группы во многом определяют направления и набор показателей (характеристик) для анализа. На основе полученных результатов анализа дается оценка текущему состоянию транспортной сети ЕиПА и определяются перспективы ее развития. Поскольку транспортная сеть рассматривается в текущем (существующем) и перспективном (будущем) состоянии, то основные направления ее анализа будут связаны с характеристикой текущих и оценками перспективных: источников грузо- и пассажиропотоков, провозных и пропускных способностей транспортной сети.

Основными элементами, на которых базируется анализ функционирования транспортной сети ЕиПА, являются: источники информации, исходные данные, показатели (характеристики), методы. Модели и прогнозы – это уже результаты анализа.

Следует отметить, что основными проблемами анализа функционирования транспортной сети ЕиПА остается выбор необходимого количества и качества:

- 1) источников информации,
- 2) основных показателей,
- 3) методов анализа и прогнозирования.

Источники информации являются основой для наполнения данных о значениях того или иного показателя за определенный период времени, а также определяет особенности процесса анализа² и прогнозирования³ транспортной сети. В свою очередь среди большого⁴ количества извест-

¹ Методология прогнозирования подробно описана в работе: Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с.

² Фомина И.В., Шевелёва А.А. Входная информация для анализа функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: Матер. Междун. науч.-практ. конфер. 9-10 ноября 2021 г. СПб: ИПТ РАН, 2021. Т. 2. С.18.

³ Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с.

⁴ Там же. С. 18.

ных показателей, характеризующих транспорт, необходимо выбрать только некоторые из них.

Основными методами при осуществлении анализа функционирования транспортной сети ЕиПА являются: общенаучные методы, методы системного анализа, сравнительный анализ, нормативные методы, экономико-математические методы, экспертные и др.

Использование только одного метода для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА заметно сужает инструментарий ее оценки и не позволяет получить разнообразие оценок ее деятельности. Применение разнообразных методов анализа позволяет не только зафиксировать текущее положение сети, но и рассмотреть и оценить динамику произошедших изменений, а также сформировать прогнозные оценки перспектив ее дальнейшего развития.

Выбор методов анализа функционирования транспортной сети ЕиПА зависит от объема и качества исходной информации. При ее недостатке (отсутствие динамики) будет затруднительно использовать методы анализа временных рядов, рассчитывать линии тренда. При использовании методов экстраполяции существуют определенные ограничения, связанные с необходимостью продолжения тенденции в будущем¹, неразрывностью ряда, а резкие колебания значений ряда требуют² других подходов. Более подробно описание применения методов прикладного регрессионного анализа приводится в соответствующей³ литературе. В тоже время экспертные⁴ методы позволяют осуществить анализ при недостатке информации.

Использование статистических методов анализа динамики (расчет показателей динамики) для получения средних величин требует минимального наличия трех уровней динамического ряда.

Использование простых методов, требующих осуществления простых арифметических расчетов, хотя и ограничено набором инструментов анализа, но необходимо при получении итоговых значений (суммирования) или вычисления доли (процентов). Аналогичным можно считать и расчеты по формулам отдельных качественных показателей дея-

¹ Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. 200 с. С. 151.

² Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 912 с.

³ Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. 200 с.; Экономико-математические методы и модели для руководителя / П.В. Авдулов, Э.И. Гойзман, В.А. Кутузов и др. Ред. кол.: Е.М. Сергеев и др. М.: Экономика, 1984. 232 с.; Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. 288 с.; Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с.; Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 912 с.; Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. М.: Издательство «Мир», 1976. 757 с.; Хеннан Э. Многомерные временные ряды. М.: Издательство «Мир», 1974. 576 с.; Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Вып. 1. М.: Издательство «Мир», 1974. 406 с.; Езекиэл М., Фокс К.А. Методы анализа корреляций и регрессий линейных и криволинейных. М.: Издательство «Статистика», 1966. 560 с.

⁴ Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с.; Раяцкас Р.Л. Система моделей планирования и прогнозирования. М.: Издательство «Экономика», 1976. 286 с.

тельности транспорта (например, средней дальности перевозок), которые не требуют большого числа исходных значений, но при наличии динамики – появляется возможность использовать другие методы анализа.

Также для анализа функционирования транспортной сети могут применяться¹ нормативные методы, методы стратегического планирования и прогнозирования, математического моделирования, методы анализа иерархий и др.

ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ*

И.В. Фомина

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Для анализа функционирования транспортной сети региона необходимо выделить основные показатели, характеризующие ее деятельность. Огромное количество² таких показателей определяет необходимость выбора основных из них, наиболее полно описывающих функционирование транспортной сети рассматриваемой территории – Европейской и Приуральской Арктики (ЕиПА).

Все показатели функционирования транспортной сети (по аналогии с информацией³) можно условно разделить на входные, промежуточные и выходные. Для показателей производственной мощностей⁴ применяется разделение на: натуральные, условно-натуральные и стоимостные. В зависимости от периода наблюдения различают годовые, квартальные, месячные показатели, для мощностных характеристик чаще используются – сутки, часы и др. Для идентификации показателя по отдельному виду транспорта используются соответствующие прилагательные⁵ «автомобильный», «железнодорожный» и др.

¹ Транспорт Европейского и Приуральского Севера России / Киселенко А.Н. и др. Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2019. 267 с.; Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с.

* Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1)

² Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с.

³ Общая теория статистики / Под ред. А.Я. Боярского, Г.Л. Громыко. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 376 с.

⁴ Менеджмент на транспорте / Громов Н.Н., Персианов В.А., Усков Н.С. и др.; Под общ. ред. Громова Н.Н., Персианова В.А. М.: Издательский центр «Академия», 2003. С. 94.

⁵ Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с. С. 18.

На основе существующих¹ требований, предъявляемых для статистических показателей, были сформулированы требования, необходимые для идентификации показателей функционирования транспортной сети ЕиПА. Таковыми можно считать наличие:

- 1) статистической структуры (обозначение показателя через указание абсолютной, относительной или средней величины: «объем», «среднее», «сумма» и др.),
- 2) содержания (наименование показателя и его отраслевая или видовая принадлежность – вид транспорта),
- 3) транспортного объекта или группы объектов исследования (с указанием территориальной принадлежности – ЕиПА в целом или отдельный субъект ЕиПА),
- 4) времени (период наблюдения – год, месяц и др.),
- 5) единицы измерения².

Среди требований, предъявляемым к показателям, следует выделить их: достоверность, однозначность интерпретации и сопоставимость.

Достоверность показателей обеспечивается надежностью источника информации (например, официальные публикации органов государственной власти, отчеты крупных компаний и др.).

Однозначность интерпретации подразумевает четкую идентификацию показателя.

Сопоставимость показателя должна быть обеспечена по времени (в динамике) и, по возможности, между собой (для возможности сравнения).

Выбор конкретных показателей будет определяться видом транспорта, поскольку набор исходных данных³ для каждого вида транспорта в силу специфики его деятельности будет отличаться.

Необходимая точность показателя определяется на начальном этапе исследования. При этом, по мнению⁴ Геронимуса Б.Л., «для конечных результатов расчетов точность может быть на 1-2 значащих разряда меньше, чем для промежуточных результатов, которые выполняются с 3-4 значащими цифрами».

Анализируемые показатели могут быть как конечными, так и расчетными, к числу первых можно отнести – нормативные.

Конечные показатели представлены явно и не нуждаются в дополнительных действиях для их представления и идентификации. Расчетные показатели требуют произвести вычисления значений, как с помощью простых арифметических действий, так и более сложных по специаль-

¹ Общая теория статистики / Под ред. А.Я. Боярского, Г.Л. Громыко. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 376 с. С. 56

² Для статистических показателей выделяют шестой признак – специальные уточнения.

³ Фомина И.В., Шевелёва А.А. Входная информация для анализа функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: Матер. Междун. науч.-практ. конфер. 9-10 ноября 2021 г. СПб: ИПТ РАН, 2021. Т. 2. С. 18.

⁴ Геронимус Б.Л. Совершенствование планирования на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1985. 224 с. С. 33.

ным формулам. При этом расчетные показатели нередко являются результирующими как итоговая сумма дифференцированных строк или столбцов. Следует также отметить, что для расчетных показателей дополнительным условием проверки их достоверности является их проверяемость, которая опирается на существующие правила и алгоритмы расчета используемых формул.

В публикуемых статистических и аналитических материалах могут одновременно содержаться оба вида показателей. При этом нормативные показатели чаще устанавливаются органами государственной власти как планово-прогнозные значения отдельных показателей, так и представлены в виде технико-эксплуатационных характеристик мощности (производительности) транспортного объекта или транспортной сети.

Входные показатели – исходные данные для анализа функционирования и прогнозирования транспортной сети ЕиПА. На этапе формирования исходных данных для анализа функционирования и прогнозирования транспортной сети ЕиПА определяются показатели и/или группы показателей, характеризующие ее деятельность. Это, прежде всего, количественные (объемные) показатели (см. табл. 1) перевозочной работы транспорта (объемы перевозок грузов, пассажиров, грузо- и пассажирооборот и др.). На их основе вычисляются качественные показатели перевозочной работы транспорта (средняя дальность и плотность перевозки, среднее число поездок в год и др.).

Таблица 1

Основные показатели перевозочной работы транспорта¹

Показатели:	
количественные (объемные)	качественные
Отправлено грузов/пассажиров	Средняя дальность перевозки 1 т груза/пассажира
Прибыло грузов/пассажиров	Средняя густота (плотность) перевозок
Перевезено грузов/пассажиров	Среднее число поездок на одного жителя в год
Грузо-/Пассажирооборот	

Существующие исследования² транспортной сети региона подчеркивают необходимость различать понятия «отправок» и «перевозок», «спроса» и «объема» перевозок.

Следует также отметить, что для функционирования транспортной сети региона современными отечественными исследователями³ часто используются показатели связанности и освоенности территории (Энгеля, Успенского, Василевского и др.). Однако, как показали исследования,

¹ Составлено на основании: Петрова Е.В., Ганченко О.И., Алексеева И.М. Практикум по статистике транспорта: Уч. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002. С. 6, 17, 19; Алексеев И.Я. Единая транспортная система: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1991. С. 60, 63.

² Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с. С. 18.

³ Например, в работе: Полешкина И.О. Транспортная система Республики Саха (Якутия): анализ состояния и проблемы развития // Мир транспорта. 2021. Т. 19. № 4 (95). URL: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-4-9>. С. 89.

результаты расчетов указанных показателей трудно интерпретируемы¹ и сильно подвержены влиянию² статистических переменных, используемых в формулах для их расчета.

Количественные показатели функционирования транспортной сети публикуются регулярно органами государственной статистики (Росстат и его территориальные подразделения), отраслевыми министерствами (Минтранс РФ и др.) и ведомствами (Роасавиация, Росморречфлот и др.) и т.п.

На их основе по формулам, которые приводятся в учебниках по экономике³ и статистике⁴ транспорта, можно рассчитать качественные показатели: средняя дальность перевозки 1 т груза/пассажира, средняя густота (плотность) перевозок на 1 км пути, среднее число поездок на одного жителя в год.

Среди важных показателей, которые применяются для оценки эффективности (качества) работы⁵ транспорта, используются также расчеты себестоимости перевозок и производительности труда. Специфическими показателями производственной мощности⁶ транспорта являются показатели пропускной, провозной, перерабатывающей способности.

Важной задачей при анализе функционирования и прогнозирования транспортной сети ЕиПА является определение необходимого числа показателей, наиболее полно характеризующих текущее и перспективное состояние рассматриваемой транспортной сети. Поскольку анализ функционирования транспортной сети ЕиПА по видам транспорта можно осуществить по направлениям⁷ исследования (транспортные коммуникации, объемы перевозок, транспортные средства, инфраструктура – транспортные объекты), то в этой связи целесообразно выделить основные показатели и дополнительные. Под основными показателями, прежде всего, следует рассматривать показатели объемов перевозок, показатели производственной мощности и др. При этом для каждого из указанных выше четырех основных направлений анализа доступен свой набор показателей, учитывающий специфику функционирования конкретного вида анализируемого транспорта. Дополнительными показателями могут

¹ Киселенко А.Н., Малащук П.А., Фомина И.В. Исследование транспортной доступности Европейского и Приуральского Севера России на основе модифицированного показателя Энгеля // Региональная экономика: теория и практика. 2019. Т. 17. Вып. 9. С. 1668–1680. DOI: <https://doi.org/10.24891/re.17.9.1668>

² Фомина И.В. Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2020: Сб. статей Седьмой Всерос. науч.-практ. конфер. (с междунар. участ.) (9-11 сентября, г. Сыктывкар): в 2 ч. Сыктывкар, ООО «Коми республиканская типография», 2020. Ч. 2. С. 60-65.

³ Экономика пассажирского транспорта: учебное пособие / коллектив авторов; под общ. ред. проф. Персианова В.А. М.: КНОРУС, 2017. 390 с.

⁴ Петрова Е.В., Ганченко О.И., Кевеш А.Л. Статистика транспорта / Под ред. М. Р. Ефимовой. М.: Финансы и статистика, 2003. 352 с.

⁵ Алексеев И.Я. Единая транспортная система: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1991. С. 64.

⁶ Менеджмент на транспорте / Громов Н.Н., Персианов В.А., Усков Н.С. и др.; Под общ. ред. Громова Н.Н., Персианова В.А. М.: Издательский центр «Академия», 2003. С. 96.

⁷ Киселенко А.Н., Фомина И.В. Анализ функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: Матер. Междунар. науч.-практ. конфер. 9-10 ноября 2021 г. СПб: ИПТ РАН, 2021. Т. 2. С. 54.

служить показатели, более подробно характеризующие крупные источники грузо- и пассажиропотоков на рассматриваемой территории.

Например, для трубопроводного транспорта – основными показателями являются объемы перекачки нефти и газа по трубопроводам в год, текущая и проектная мощность трубопроводов, схема их расположения, дополнительными – будут являться мощность и запасы разрабатываемых месторождений и объектов транспортной инфраструктуры (например, морских терминалов).

Исходя из наличия исходной информации о значениях показателей за определенный период времени, определяются способы их анализа. Важным в этой связи является выбор периода наблюдения, именно он определяет длину динамического ряда. Отсутствие динамики для отдельных показателей может свидетельствовать как об имеющихся ограничениях на их открытую публикацию, так и изменения порядка их учета, вследствие чего показатель больше не наблюдается. Дефицит информации (пропуски в рядах динамики) может быть восполнен расчетно (например, скользящей средней) при условии сохранении тенденции изменения.

Промежуточные (расчетные) показатели – показатели динамики. Наличие динамики позволяет рассчитать следующие показатели, характеризующие интенсивность¹ развития перевозок по транспортной сети ЕиПА: абсолютный прирост, коэффициент роста, темпы роста и прироста, абсолютное значение 1% прироста и их средние величины: средний абсолютный прирост, средний коэффициент роста, средние темпы роста и прироста, среднее абсолютное значение 1% прироста, а также средний уровень ряда (среднее хронологическое). Формулы для их расчетов приводятся в учебниках² по теории статистики. Чаще используются усредненные показатели, поскольку они характеризуют всю динамику.

Факторные и прогнозные показатели в экономико-статистических моделях. Наличие наблюдаемого показателя в динамике позволяет применять для анализа экономико-математические методы, предназначенные анализа временных рядов, в том числе средствами прикладного регрессионного анализа. Подробное описание методики расчетов с помощью методов прикладного регрессионного анализа, приводится в работах отечественных³ и зарубежных¹ авторов.

¹ Показатели динамики приводятся из работы: Петрова Е.В., Ганченко О.И., Алексеева И.М. Практикум по статистике транспорта: Уч. пособие. М.: Финансы и статистика, 2002. С. 39-40.

² Например: Общая теория статистики / Под ред. А.Я. Боярского, Г.Л. Громыко. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. 376 с.; Общая теория статистики: Учебник / Г.С. Кильдышев, В.Е. Овсиенко, М.П. Рабинович, Т.В. Рябушкин. М.: Статистики, 1980. 423 с.

³ Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. 200 с.; Экономико-математические методы и модели для руководителя / П.В. Авдулов, Э.И. Гойзман, В.А. Кутузов и др. Ред. кол.: Е.М. Сергеев и др. М. Экономика, 1984. 232 с.; Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки наблюдений. М.: Наука, 1968. 288 с.; Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с.

При разработке многомерных регрессионных моделей для обозначения влияния факторов применяются различные переменные вида X_i (значение фактора X в момент времени i). При этом факторами в моделях могут служить количественные и качественные показатели, также могут применяться² факторы времени, булевы и весовые переменные. Выравнивание значений динамического ряда осуществляется с помощью уравнения $\hat{Y}_i = f(x_i)$. Результаты расчетов по моделям представляют собой получение прогнозных значений $\hat{Y}_i$ (прогнозные оценки показателя) при условии сохранении текущей тенденции в будущем. При этом получение с помощью уравнения тренда только конкретных значений прогнозируемого показателя без расчета доверительных интервалов прогноза не имеет смысла³, поскольку не учитывает погрешности⁴, связанные с выбором формы кривой, оценивания параметров модели и самого тренда.

Таким образом, наличие разнообразных показателей, характеризующих деятельность транспорта, требуют тщательного отбора необходимых для осуществления анализа функционирования транспортной сети ЕиПА. При этом достоверность используемых показателей будет зависеть от надежности источника исходной информации и точности расчетов.

ФОРМИРОВАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ АНАЛИЗА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ*

И.В. Фомина

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Исходные данные для анализа функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики (ЕиПА) формируются на основе входной информации. На основании методики⁵ анализа информа-

¹ Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 912 с.; Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов. М.: Издательство «Мир», 1976. 757 с.; Хеннан Э. Многомерные временные ряды. М.: Издательство «Мир», 1974. 576 с.; Бокс Дж., Дженкинс Г. Анализ временных рядов. Прогноз и управление. Вып. 1. М.: Издательство «Мир», 1974. 406 с.; Езекиэл М., Фокс К. А. Методы анализа корреляций и регрессий линейных и криволинейных. М.: Издательство «Статистика», 1966. 560 с.

² Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1991. 178 с.

³ Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. С. 153.

⁴ Там же. С. 160.

* Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1)

⁵ Александров Л.А., Козлов Р.К. Организация управления на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1985. С. 75.

ционного обеспечения для организации управления автотранспортным производством были сформулированы задачи анализа входной информации транспортной сети ЕиПА. Они включают в себя следующие стадии:

1) определение состава (объем, структура, источники информации) и поиск исходной информации, характеризующей функционирование транспортной сети ЕиПА;

2) определение основных показателей и характеристик функционирования транспортной сети ЕиПА;

3) оценка количества (полноты, необходимости) и качества (достоверности, точности) исходной информации;

4) структурирование информации и выбор форм организации информационных массивов;

5) определение порядка сбора (критерии для ее отбора), хранения, периодичности обновления и дополнения входной информации;

6) выбор носителей (материальных и/или виртуальных) и технических средств для работы с информацией;

7) разработка форм организации сбора и анализа данных;

8) первичная обработка входной информации: систематизация, группировка, анализ и обобщение для получения исходных данных.

Определение состава исходной информации для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА. В условиях: а) большого объема разносторонней информации, б) частичного или полного ее отсутствия – требуется определить необходимый объем и качество исходной информации, достаточной (минимально¹ необходимой) для осуществления анализа функционирования транспортной сети ЕиПА. При этом минимально необходимый объем и структура исходной информации определяются задачами анализа: 1) проанализировать состояние существующей и перспективной транспортной сети ЕиПА; 2) выявить и охарактеризовать существующие и перспективные источники грузо- и пассажиропотоков ЕиПА; 3) определить дальнейшие направления развития транспортной сети ЕиПА.

На этапе определения состава и структуры исходной информации важным является определение временных рамок исследования: ретроспективы (с какого периода осуществляется поиск информации) и перспективы (до какого периода планируется учитываться – так называемые «горизонты планирования»).

При этом наличие исходной информации в динамике позволяет применять экономико-статистические методы исследования временных рядов.

Следует отметить, что под качественными характеристиками исходной информации понимается ее полнота, достоверность, точность и

¹ Из определения достаточной информации, приведенной в работе: Александров Л.А., Козлов Р.К. Организация управления на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1985. С. 76.

надежность (хотя некоторые авторы¹ еще добавляют объективность, как отсутствие субъективных суждений, предвзятых оценок и тенденциозных выводов).

Первоначально объем исходной информации о функционировании транспортной сети ЕиПА должен содержать данные о ее текущем состоянии в целом и с дифференциацией по видам транспорта. Должна присутствовать информация об особенностях функционирования транспортной сети ЕиПА, должна быть дана характеристика основным элементам транспортной сети и крупным источникам грузо- и пассажиропотоков. Для перспективной транспортной сети следует учесть возможности ее развития. Чаще такая информация содержится в планах, проектах, стратегиях крупных транспортных, промышленных компаний и государственных органов. При необходимости имеющаяся информация может быть дополнена новыми сведениями о состоянии и характеристиках транспортной сети ЕиПА.

В современных условиях с активным использованием сети *Internet* при поиске открытой информации определяющим условием ее качества становится достоверность такой информации. В этой связи особую задачу приобретает поиск первоисточника входящей информации, с целью минимизации ее искажения при последующих цитированиях (упоминаниях). Согласно ГОСТу Р ИСО 15489-1-2019², достоверным признается документ:

- 1) « ...содержание которого можно считать полным и точным представлением подтверждаемых операций, деятельности или фактов;
- 2) которому можно доверять в последующих операциях или в последующей деятельности».

Все источники исходной информации, характеризующей функционирование транспортной сети ЕиПА, могут быть представлены в бумажном и/или электронном виде. В настоящее время основными источниками³ исходной информации для анализа являются:

- 1) научная литература, диссертации и авторефераты;
- 2) учебная и справочная литература (словари и др.);
- 3) официальные материалы, статистические данные, нормативно-правовые документы органов государственной власти и управления;
- 4) картографические материалы (включая электронные карты);
- 5) данные годовых отчетов, бухгалтерской и иной отчетности транспортных и промышленных предприятий;

¹ Александров Л.А., Козлов Р.К. Организация управления на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1985. С. 75.

² ГОСТ Р ИСО 15489-1-2019. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Информация и документация. Управление документами. Часть 1. Понятия и принципы: Приказ Росстандарта от 26.03.2019 N 101-ст // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

³ Фомина И.В., Шевелёва А.А. Входная информация для анализа функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: Матер. Междун. науч.-практ. конфер. 9-10 ноября 2021 г. СПб: ИПТ РАН, 2021. Т. 2. С. 17-20.

6) новостные материалы (пресс-релизы) транспортных и промышленных предприятий, аналитические материалы, обзоры и др.;

7) материалы новостных СМИ и иные ресурсы сети *Internet*.

Следует отметить, что большинство¹ исходных документов для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА представлены в электронном виде (*Internet*-источники).

Согласно ГОСТу Р 7.0.83-2013², по природе основной информации различают следующие четыре вида электронных изданий: текстовое, изобразительное, аудиоизданием и мультимедийное; по целевому назначению – одиннадцать: официальное, научное, научно-популярное, практическое, нормативное, учебное, социально-политическое, справочное, для досуга, рекламное, художественное, информационное.

Важным этапом работы с исходными данными, необходимым для анализа функционирования транспортной сети, является ***определение основных показателей и характеристик функционирования транспортной сети ЕиПА***, содержащих сведения о:

1) конфигурации транспортной сети (схема расположения транспортных коммуникаций на сети);

2) географической привязке и расположении на сети основных транспортных объектов;

3) количественных, качественных, эксплуатационно-технологических показателей деятельности транспорта и транспортной сети и др.;

4) показателях и характеристиках деятельности основных источников грузо- и пассажиропотоков и др.

При необходимости (в зависимости от выбранного направления анализа деятельности транспортной сети и конкретизации вида транспорта) перечень показателей и характеристик может быть дополнен.

Поиск исходной информации для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА. Для поиска исходной информации следует определиться с источниками информации и показателями (системой показателей) анализа. При этом важным является обеспечение надежности и точности полученной информации.

Поиск входной информации осуществляется по следующим критериям (признакам-наименованиям): «показатель (характеристика)», «вид транспорта», «временной период». Поиск исходной информации может быть организован путем определения надежных источников информации и их анализа на наличие/отсутствие исходной информации по определенному заранее перечню основных показателей. Следует отметить, что

¹ Фомина И.В., Шевелёва А.А. Входная информация для анализа функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: Матер. Междун. науч.-практ. конфер. 9-10 ноября 2021 г. СПб: ИПТ РАН, 2021. Т. 2. С. 18.

² ГОСТ Р 7.0.83-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Электронные издания. Основные виды и выходные сведения: Приказ Росстандарта от 15.10.2013 г. № 1163-ст // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

чрезмерное наличие, частичное или полное отсутствие входной информации порождает проблему определения необходимого объема и качества информации, достаточной для принятия и обоснования решений, в том числе связанных с функционированием транспортной сети ЕиПА.

Оценка количества и качества исходной информации, необходимой для осуществления анализа функционирования транспортной сети ЕиПА во многом субъективна. Необходимый минимум исходной информации обеспечивается на начальном этапе работы за счет сужения области поиска информации и определения основных показателей деятельности транспортной сети. При этом объем исходной информации может быть изменен – увеличен или уменьшен, в том числе дополнен или обновлен уточненными значениями.

Следует также отметить, что на всех этапах¹ сбора и обработки входящей информации должен осуществляться контроль ее качества, чтобы минимизировать различные ошибки².

Структурирование информации и выбор форм организации информационных массивов с исходной информации для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА. Структурирование информации осуществляется на подготовительном этапе (до «поиска информации») для обеспечения полноты ее сбора. Структурирование информации может осуществляться: по источникам информации, по видам информации, по видам транспорта и др. Однако при любом выборе способа структурирования информации неизменными будут выбор показателя, периода, транспортного объекта наблюдения.

Дальнейшее структурирование информации осуществляется путем сохранения ее электронных версий в виде файлов и папок на компьютере. Файлы могут быть представлены в текстовом формате, в виде электронных таблиц, презентаций, рисунков, электронных документов и книг и др. Организация информационных массивов на компьютере может осуществляться: «по годам», «по названию транспортных объектов», «по видам транспорта» и др. Итогом процесса структурирования информации является: быстрый поиск необходимой информации с минимальным уровнем затрат времени на обращение с ней и минимизация дублирования³ при сборе, обработке и передаче данных.

Определение порядка сбора (критерии для ее отбора), хранения, периодичности обновления и дополнения входной информации для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА. Сбор информации осуществляется по заранее установленным критериям (призна-

¹ Раяцкас Р.Л. Система моделей планирования и прогнозирования. М.: Издательство «Экономика», 1976. С. 201.

² Подробное описание которых приводятся в работах: Пустыльник Е.И. Статистические методы анализа и обработки данных. М.: Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1968. 288 с.; Клейнер Г.Б., Смоляк С.А. Эконометрические зависимости. М.: Наука, 2001. 104 с.

³ Раяцкас Р.Л. Система моделей планирования и прогнозирования. М.: Издательство «Экономика», 1976. С. 219.

кам), предусматривающим выбор (конкретизацию) вида транспорта, показателя, транспортного объекта и периода наблюдения.

Хранение исходных электронных документов осуществляется средствами операционной системы на компьютере, бумажные документы – в своем изначальном виде или в форме ксерокопий, конспектов и др.

Периодичность обновления информации осуществляется по мере ее необходимости. Для различных показателей, особенно статистических материалов и годовой отчетности, имеются установленные сроки публикации. Однако зачастую предварительные (оперативные) итоги начинают появляться по окончании календарного периода (день, месяц, квартал, год), затем они уточняются с выходом официальных докладов или других отчетов. Изменение значений в отчетных показателях также может быть связано с изменением методики¹ их учета. В этом случае важной задачей является обеспечение сопоставимости этих показателей.

Выбор носителей и технических средств для работы с исходной информацией для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА. Носители информации могут быть бумажными и электронными. Средствами обработки исходной информации являются текстовые, табличные, графические редакторы, средства презентаций.

Разработка форм организации сбора данных и анализа функционирования транспортной сети ЕиПА. Для унификации сбора данных на начальном этапе работы информация может быть структурирована в табличной форме – в виде столбцов и строк, например, где указаны значения показателя за соответствующий временной период (рис. 1), в динамике, или же этап структурирования информации в табличной форме может быть осуществлен позднее – при обработке данных.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4		объемы отправок пассажиров из аэропортов (тыс. чел.)				
5						
6			Архангельск (Талаги)	Воркута	Мурманск	Сыктывкар
7		2016	729,714	33,82	763,668	449,144
8		2017	891,867	26,35	845,928	511,582
9		2018	942,972	22,275	938,022	563,965
10		2019	922,539	17,624	1029,661	549,748
11		2020	643,511	7,141	899,835	370,482

Рис. 1. Пример табличной формы представления данных в MS Excel (фрагмент)

¹ Раяцкас Р.Л. Система моделей планирования и прогнозирования. М.: Издательство «Экономика», 1976. С. 249.

Первичная обработка входной информации: систематизация, группировка, анализ и обобщение – для получения исходных данных для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА. Систематизация и группировка входной информации осуществляется по видам транспорта, транспортным объектам, временным периодам, реже по отдельным показателям, поскольку в одном источнике информации могут содержаться материалы, характеризующие несколько показателей.

Для визуального анализа значения показателей в динамике могут быть обобщены в форме графика, например, как на рис. 2.

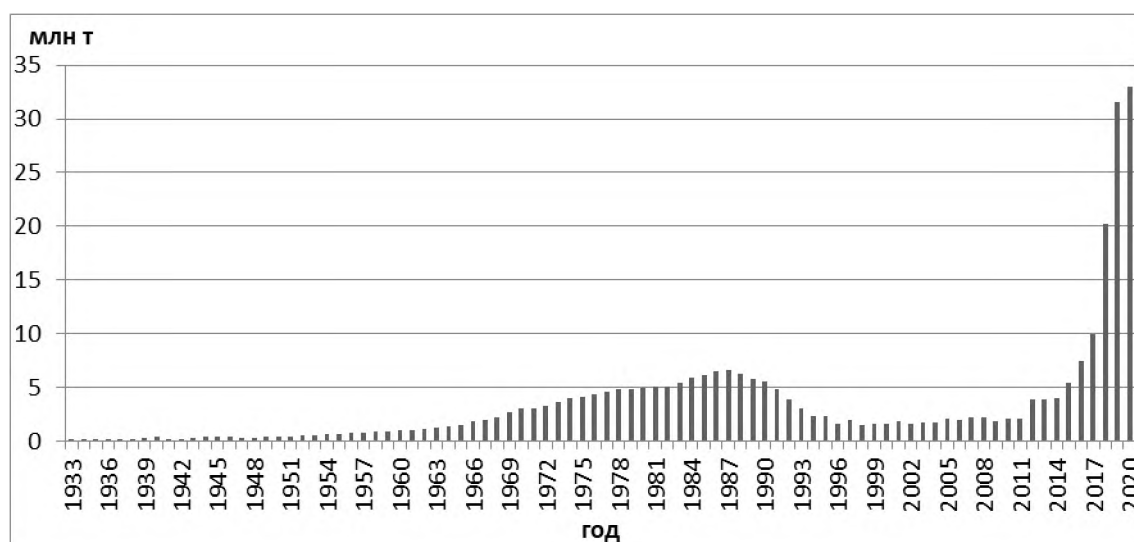


Рис. 2. Динамика объемов перевозок грузов¹ по СМП за 1933-2020 гг.

Исходя из объема и количества входной информации, делается вывод о возможностях и средствах ее дальнейшего анализа. Для всестороннего анализа транспортной сети ЕиПА необходимо использовать несколько методов (описательные, простые арифметические расчеты, системного анализа, экономико-математические методы и др.). Анализ может осуществляться как средствами офисных пакетов (например, *MS Office*), так и специализированными программными средствами (например, *Statistica*).

Таким образом, процесс формирования исходных данных для анализа функционирования транспортной сети ЕиПА связан с определением объема информации, оценки уровня ее достоверности и необходимости ее упорядочивания.

¹ Киселенко А. Н., Фомина И.В. Оценка объема перевозок по Северному морскому пути // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: Матер. Междуна. науч.-практ. конфер. 9-10 ноября 2021 г. СПб: ИПТ РАН, 2021. Т. 2. С. 11.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ*

А.Н. Киселенко, д.т.н., д.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми научного центра УрО РАН, г. Сыктывкар*

В качестве объекта исследования рассматривается часть Арктической транспортной системы, обеспечивающая выход к северным морям и путям. Она состоит из: 1) железнодорожных станций: Архангельск, Бованенково, Вендинга, Воркута, Инта, Ираель, Карпогоры, Коноша, Котлас, Лабытнанги, Микунь, Обозерская, Обская, Печора, Сосногорск, Сыня, Тиман, Усинск, Чиньяворык, Чум, 2) морских и речных портов: Амдерма, Архангельск, Варандей, Котлас, Мезень, Нарьян-Мар, Онега, Печора, Сабетта, Салехард, 3) аэропортов: Амдерма, Архангельск, Бованенково, Варандей, Васьково, Воркута, Котлас, Мезень, Нарьян-Мар, Печора, Салехард, Советский, Сыктывкар, Усинск, Усть-Цильма, Ухта, 4) связывающих их путей сообщения, 5) магистрального трубопровода «Бованенково – Ухта». Далее по тексту – транспортная система Европейской и Приуральской Арктики (ТС ЕиПА).

Классифицированы и систематизированы транспортные объекты ЕиПА, определены их мощностные характеристики. Создана реляционная база данных о наземной транспортной инфраструктуре ЕиПА.

Разработаны потоковые модели для определения кратчайших путей от источников грузопотоков ЕиПА к акваториям северных портов и Северного морского пути (СМП). Оптимальные пути от объектов на территории ЕиПА к портам северных морей совпадают с транспортными сообщениями по проектам Белкомур и Баренцкомур. По мере расположения таких объектов к востоку пути сообщения по проекту Баренцкомур становятся более предпочтительными.

На основе экспертного анализа и прогнозирования исследованы возможности транспортных систем с низкочастотной инфраструктурой и нетрадиционных видов транспорта в развитии путей сообщения в условиях ЕиПА. Низкочастотными и перспективными видами транспорта являются: малая авиация, экранопланы, дирижабли, катера скоростные, аппараты на воздушной подушке, узкоколейные железные дороги, легкорельсовый транспорт, транспортные системы эстакадного типа, струнные транспортные системы, безколесный рельсовый транспорт, транспортные системы с рекуперацией энергии.

Исследования показали, что транспортное соединение Транссибирской железнодорожной магистрали и СМП даст существенный социально-экономический эффект в масштабах страны. Эффективность их сов-

* Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1)

местного функционирования повысится при строительстве грузового контейнерного сообщения Ивдель (Полуночное) – Индига и создании портовой инфраструктуры в бухте Индига. При организации контейнерного транспортного сообщения Ивдель – Троицко-Печорск – Сосногорск – Индига следует использовать транспортные системы эстакадного типа и строительство грузоперерабатывающих терминалов с использованием магнитнолевитационных технологий.

Исследованы объемы перевозок по СМП за период с 1933 по 2021 гг. с помощью регрессионных моделей в среде MS Excel и моделей авторегрессии, реализованных в среде C++. Показано, что для получения прогнозов с использованием моделей авторегрессий не требуются временные ряды большой размерности. Исследованы временные ряды с 2011 по 2021 гг. с помощью моделей на нейросетях.

Дальнейший рост объемов перевозок по СМП связан с увеличением перевозок углеводородов и международных транзитных перевозок. Экономические санкции США и стран Евросоюза против Российской Федерации увеличивают риск снижения темпов этих перевозок.

Проведен анализ перевозочной деятельности транспортных предприятий ЕиПА России. Оценены составляющие транспортной сети с дифференциацией по видам транспорта. Железнодорожный транспорт ЕиПА становится все более востребованным, как для обеспечения внутрirosсийских интересов (в том числе для функционирования СМП), так и при выполнении транзитных международных перевозок. Морские арктические перевозки нефти в обозримой перспективе будут происходить только в западном секторе СМП (Баренцево и Карское моря) и вряд ли превысят 40 млн т. Основной ориентацией их будет оставаться¹ Европейский рынок.

Определены существующие и перспективные источники грузопотоков, к которым относятся: районы добычи углеводородного сырья в Печоро-Тиманской нефтегазоносной провинции и на Ямале²; угледобывающие предприятия Печорского угольного бассейна; горно-металлургические и горно-обогачительные предприятия Мурманской области; лесозаготовительные и лесоперерабатывающие предприятия Республики Коми и Архангельской области и др. Погашение грузопотоков осуществляется в морских портах г. Мурманска и г. Архангельска, ориентированных в основном на экспорт, крупных предприятиях лесопромышленного комплекса (ОАО «Архангельский

¹ Козьменко С.Ю., Селин В.С. Региональные транспортные системы в акватории Северного морского пути // Морской сборник. 2013. № 4. С. 40-47.

² Киселенко А.Н., Малащук П.А., Фомина И.В., Шевелёва А.А. Основные тенденции развития путей сообщения на Европейской и Приуральской Арктике // Управление инновационным развитием Арктической зоны Российской Федерации: Сб. избранных трудов по матер. Всеросс. науч.-практ. конфер. с междуна. участ. (14-16 сентября 2017 г., г. Северодвинск) / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. автоном. образоват. учреждение высш. образования «Сев. (Аркт.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова»; [сост.: Е.Н. Богданова, И.Д. Нефедова]. Архангельск: КИРА, 2017. С. 224-226; Бурцев И.Н., Дмитриева Т.Е., Бурцева И.Г. Перспективы индустриально-транспортного развития Республики Коми // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2016. № 3 (27). С. 121-128.

ЦБК», «Филиал ОАО «Группа Илим» в г. Коряжма», АО «Монди СЛПК» в г. Сыктывкаре), а также в портах и промышленных центрах за пределами исследуемого региона.

Определены «узкие места» перевозочной деятельности транспортной системы ЕиПА. К ним, в частности, относятся: отсутствие подъездных путей к новым портовым мощностям на западном берегу Кольского залива; неразвитость транспортных подходов к порту¹ Архангельск; повышенные требования к перевозкам по СМП, что определяется суровыми природными условиями, короткой навигацией, необходимостью ледокольного сопровождения, малыми глубинами на традиционных маршрутах для крупнотоннажных судов.

На основании данных о пропускных и провозных способностях узлов и путей сообщения транспортной сети ЕиПА сформирована соответствующая база данных, в которой основу составляют таблично структурированные характеристики узлов и дуг по видам транспорта.

С помощью методов регрессионного анализа² была оценена достижимость целевых показателей объема перевозок по СМП и проанализированы линии трендов грузооборота основных портов ЕиПА (Мурманск, Канда拉克ша, Архангельск, Нарьян-Мар, Варандей, Сабетта). На основе данных об объемах грузооборота основных портов ЕиПА и по СМП за 2011-2018 гг. были разработаны полиномиальные регрессионные модели³, проведен их анализ.

Прогнозируемый рост объемов грузооборота основных портов ЕиПА и перевозок по СМП предполагает увеличение мощностей портов, что потребует повышения провозных и пропускных способностей транспортных подходов к ним.

В ходе исследования были оценены мощности морских портов ЕиПА (табл. 1).

Мощности по реестру портов (см. табл. 1) определялись на основании данных Росморречфлота⁴ по морским портам Западной Арктики.

Для порта Мурманска расчетная (перспективная) мощность указана в соответствии с планами по развитию Мурманского транспортного узла, предусматривающими строительство новых угольных (терминал «Лавна»), нефтяных и контейнерных терминалов и увеличение мощно-

¹ Архангельский порт работает вполсилы из-за плохих дорог // Информационное агентство «Арктика-Инфо». URL: <http://www.arctic-info.ru/news/03-02-2017/arhangelskiy-port-rabotaet-vpolsily-iz-za-plohih-dorog/>

² Дрейпер Н., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2007. 912 с.

³ Киселенко А. Н., Малащук П.А., Сундуков Е.Ю., Фомина И.В. Прогнозные ориентиры развития транспортных подходов к западной части Арктической транспортной системе // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2019. № 3 (65). С. 63-73. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X.2019.65.3.63-73

⁴ Порты Западной Арктики // Федеральное агентство морского и речного транспорта. URL: https://www.morflot.ru/deyatelnost/napravleniya_deyatelnosti/portyi_rf_reestr_mp/postyi_zapadnoy_arktiki.html

сти железнодорожных подходов к нему – двухпутный участок¹ «Волховстрой – Мурманск», строительство морского перегрузочного комплекса² сжиженного природного газа (ООО «НОВАТЭК-Мурманск»).

Таблица 1

Мощности морских портов
Европейской и Приуральской Арктики России

Морской порт	Мощность, млн т в год	
	по реестру	расчетная (перспективная)
Мурманск	26,6	78,1
Кандалакша	3,0	11,0
Архангельск	11,8	49,7
Инди́га (перспективный)	–	80,0
Нарьян-Мар	0,5	0,5
Варандей	12,1	12,1
Сабетта	16,5	30,0

Для порта Кандалакши перспективная мощность дана с учетом существующих железнодорожных (около 11 млн т/год)³ и автомобильных подходов к порту, которые позволяют увеличить его грузооборот.

Для порта Архангельска расчетная (перспективная) мощность указана с учетом реализации проектов строительства глубоководного района порта (к 2035 г. – до 37,9 млн т в год) и железнодорожной магистрали «Белкомур» (оцениваемые грузопотоки: от Архангельска – 8-12 млн т в год; на Архангельск – 14,5-20,5 млн т в год), что позволит⁴ не только сократить расстояние перевозки грузов по ряду маршрутов между Европой и Азией, но и перераспределит часть грузопотоков с портов Балтийского моря в порты Архангельска и Мурманска.

Для перспективного морского порта Инди́га расчетная мощность показана с учетом реализации проекта строительства глубоководного незамерзающего порта в районе бухты Инди́га (80 млн т в год по данным корпорации AEON) и железной дороги к нему. В настоящее время ведутся работы⁵ по проектированию нового порта (корпорации AEON), строительство которого планируется начать в 2023 г., завершить работы – к 2031 г.

Для портов Нарьян-Мар и Варандей указаны текущие мощности (см. табл. 1), поскольку планов по развитию мощностей порта Нарьян-Мар нет, а дальнейшее развитие порта Варандей может быть связано со

¹ Железнодорожные подходы к Мурманскому морскому узлу будут расширены // Морские вести России. URL: http://www.morvesti.ru/detail.php?ID=71079&sphrase_id=699188

² Распоряжение Правительства РФ от 26.04.2019 г. № 834-р «План первоочередных мероприятий по реализации инвестиционного проекта «Морского перегрузочного комплекса сжиженного природного газа в Мурманской области». URL: <https://static.government.ru/media/files/fVfbpYZcF4Xer3a7amTf91AGbuT1XHPd.pdf>

³ Здесь и далее по тексту в скобках приводятся авторские оценки мощностных характеристик.

⁴ Транспорт Европейского и Приуральского Севера России / Киселенко А.Н. и др. Сыктывкар: ФИЦ Коми НЦ УрО РАН. 2019. 267 с.

⁵ Киселенко А.Н. Порт Инди́га в Арктической транспортной системе // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2019. Матер. Междун. науч.-практ. конфер. 12-13 ноября 2019 г. СПб: ИПТ РАН, 2019. Т. 1. С. 33-35.

строительством новых нефтепроводов от разрабатываемых и перспективных месторождений, расположенных в Ненецком автономном округе, что позволит повысить текущую загрузку терминала (около 8 млн т в год) в соответствии с его текущими мощностями (12,1 млн т в год).

Для порта Сабетта расчетная (перспективная) мощность показана с учетом мощности строящихся заводов сжиженного природного газа (СПГ) – строительства четвертой дополнительной линии мощностью 0,9 млн т в год проекта «Ямал СПГ», реализацией проекта «Арктик СПГ-2» (строительство завода СПГ мощностью 19,8 млн т в год базе Утреннего месторождения¹ на Гыданском п-ове) и «Северный широтный ход-2» (строительство железной дороги² Бованенково – Сабетта к 2022-2023 гг., пропускная способность 7-14 млн т в год с возможностью увеличения ее пропускной способности до 35 млн т в год и строительство второго пути).

Развитие арктической зоны РФ напрямую связано с имеющимися и перспективными возможностями Арктической транспортной системы (АТС), для успешного функционирования которой необходимо обеспечить ее транспортными подходами.

В настоящее время вопросы функционирования и дальнейшего развития АТС России регулируются различными нормативно-правовыми документами стратегического характера: Транспортной стратегией РФ до 2030 года, Стратегией развития Арктической зоны РФ, Комплексным планом модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года, О государственной поддержке предпринимательской деятельности в Арктической зоне РФ, О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года и другими документами.

В ходе исследования определены элементы транспортной системы Европейской и Приуральской Арктики для каждого вида транспорта, их текущие характеристики.

¹ Годовой отчет 2018. ПАО «НОВАТЭК». Усилия позиции на мировом рынке СПГ. URL: www.novatek.ru/common/tool/stat.php?doc=/common/upload/doc/2018_BOOK_RUS_interactive.pdf

² Группа строительных компаний «ВИС» победила в конкурсе на строительство железнодорожной линии Бованенково – Сабетта на принципах ГЧП. URL: https://vis-group.ru/pressroom/news/gruppa-stroitelnykh-kompaniy-vis-pobedila-v-konkurse-na-stroitelstvo-zheleznodorozhnoy-linii-bovanen/?sphrase_id=9241

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ*

П.А. Малащук, к.т.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Функционирование транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики (ЕиПА) находится в зависимости от сложившейся системы внутренних и внешних связей региона и тенденций различных отраслей экономики, выраженных изменениями объемов перевозок.

Развитие транспортной сети представляет собой сложный неформализованный процесс, сопровождающийся качественными изменениями в структурах и функциях отдельных элементов и системы в целом. В его основе находится определение перспективного объема перевозок грузов и пассажиров, сопоставление с фактическими пропускными и провозными способностями транспортной сети и исследование вариантов ее усиления.

Методы, применяемые при прогнозировании объемов перевозок, отличаются по степени формализации. Для транспортных процессов, происходящих при непредвиденных, резких сдвигах экономики чаще используются методы, базирующиеся на интуитивно-логическом мышлении (например, метод экспертных оценок). Большая часть методов основана на предположении, что имеется определенная инерционность в системе перевозок, т.е. тенденции, характерные для прошлого и настоящего периодов, сохраняются на будущее. Это позволяет применять формализованные методы прогнозирования, т.е. основанные на использовании математических инструментов для проведения расчетов.

Разработка прогнозных моделей состоит в нахождении математических зависимостей, отражающих статистическую связь результатов деятельности транспорта с группой факторов, от которых они зависят, т.е.

$$Y^* = f(t_1, t_2, \dots, t_m),$$

где Y^* – прогнозируемое значение;

$t_1, t_2, \dots, t_m$ – факторы, от которых зависит прогнозная величина.

Достаточно простые методы основаны на линейной зависимости функций от своих аргументов или входящих в них параметров (методы экстраполяции). Основу данных методов прогнозирования составляет изучение рядов, представляющих собой упорядоченные во времени наборы измерений характеристик исследуемого процесса¹.

* Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ госрегистрации 121021800127-1)

¹ Бестужев-Лада И.В. Рабочая книга по прогнозированию. М.: Мысль, 1982. 430 с.

Прогнозирование объемов перевозок базируется на анализе развития экономики за прошедший период и существующей инерционности больших систем, т.е. невозможности ограниченными средствами в короткие сроки изменить поведение системы. Выбор модели или моделей для конкретного случая определяется на основе статистических критериев (дисперсии, коэффициента детерминации и т.п.) и точности прогноза. Принимая во внимание гипотезу об устойчивости процесса в будущем, предполагаем, что лучшие аппроксимирующие модели пригодны для прогнозирования.

Необходимо отметить, что в настоящее время прогнозирование перевозок на транспорте, основывающееся на работе с рядами статистических данных, связано с определенными трудностями из-за неполноты и ограниченности доступа к источникам первичной информации.

В настоящей работе для прогнозирования объемов перевозок грузов железнодорожным транспортом ЕиПА применяются методы линейного регрессионного анализа, экспоненциального сглаживания, скользящей средней. Это позволяет использовать модели, не учитывающие дополнительные факторы, что снижает требования к исходным данным и, соответственно, наличию статистической информации. Примеры использования данной группы методов прогнозированию на транспорте приводятся в научной литературе¹.

Из методов линейного регрессионного анализа используется модель одномерной линейной регрессии. Пусть имеется некий показатель Y , линейно зависящий от определенного фактора t . Кроме того, на эту зависимость накладывается дополнительный случайный фактор, который представлен в виде случайной величины Z . Цель заключается в предсказании величины Y на основе имеющейся информации о величине t . В связи с этим будем называть Y зависимой переменной (откликом), а t – предикторной переменной (фактором, независимой, сопутствующей переменной, регрессором)².

Формальная структура связи между представленными величинами имеет вид:

$$Y = b_0 + b_1 t + Z,$$

где b_0, b_1 – неизвестные параметры модели (постоянные величины);
 t – известное и неслучайное значение предикторной переменной;
 Z – случайная величина.

¹ Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы региона. Сыктывкар: КНЦ УрО РАН, 1991. 178 с.; Мандрица В.М., Краев В.Н. Прогнозирование перевозок грузов на автомобильном транспорте. М.: Транспорт, 1981. 152 с.; Правдин Н.В., Негрей В.Я. Прогнозирование пассажирских потоков (методика, примеры расчетов). М.: Транспорт, 1980. 223 с.; Правдин Н.В., Дыканюк М.Л., Негрей В.Я. Прогнозирование грузовых потоков. М.: Транспорт, 1987. 247 с.

² Андронов А.М., Копытов Е.А., Гринглаз Л.Я. Теория вероятностей и математическая статистика. СПб.: Питер, 2004. 461 с.

Для одномерной линейной регрессии задача заключается в том, чтобы на основании зарегистрированных в $i = 1, 2, 3 \dots n$ наблюдениях зависимой и сопутствующей переменных оценить неизвестные параметры b_0 и b_1 . Зная эти величины, можно оценить значение зависимой переменной Y_i :

$$Y_i^* = b_0^* + b_1^* t_i,$$

где Y_i^* – оценка зависимой переменной Y_i ;

b_0^*, b_1^* – оценка параметров b_0, b_1 .

Прогноз рассчитывается для значения сопутствующей переменной t_k (для $k > n$) по формуле:

$$Y_k^* = b_0^* + b_1^* t_k,$$

где Y_k^* – прогнозное значение зависимой переменной.

Подобные рассуждения справедливы для одномерной регрессии, в которой значение предикторной переменной изменяется по логарифмической функции $\ln t_i$. При этом справедлива формула

$$Y_i^* = b_0^* + b_1^* \ln t_i.$$

Кроме этого, имеются нелинейные функции относительно своих аргументов, но линейные относительно входящих в них параметров. Примерами таких функций являются:

полиномиальная (квадратичная) функция

$$Y_i^* = b_0^* + b_1^* t_i + b_2^* t_i^2,$$

полиномиальная (кубическая) функция

$$Y_i^* = b_0^* + b_1^* t_i + b_2^* t_i^2 + b_3^* t_i^3,$$

где $b_0^*, b_1^*, b_2^*, b_3^*$ – оценки неизвестных параметров модели, рассчитываемые статистическими методами.

Кроме вышеуказанных линейных функций, имеются и ряд других (степенная, экспоненциальная, логистическая и т.п.) с хорошо разработанным математическим аппаратом, но мало применяемые для прогнозирования перевозок на транспорте.

Наиболее распространенным и простым путем выявления тенденций развития является сглаживание динамического ряда *методом скользящего среднего*. Суть сводится к замене фактических уровней динамического ряда расчетными, имеющими значительно меньшую колеблемость, чем исходные¹.

$$\bar{Y}_t = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} Y_{t-i} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-i} + \dots + Y_{t-n+2} + Y_{t-n+1}}{n},$$

¹ Четыркин Е.М. Статистические методы прогнозирования. М.: Статистика, 1977. 200 с.

где $\bar{Y}_t$ – значение простого скользящего среднего в точке t ;

n – количество значений исходной функции для расчета скользящего среднего (сглаживающий интервал, чем шире сглаживающий интервал, тем более плавным получается график функции);

Y_{t-i} – значение исходной функции в точке $t-i$.

Метод экспоненциального сглаживания учитывает устаревание данных наблюдений. При его реализации веса элементов временного ряда уменьшаются экспоненциально, в зависимости от давности наблюдения – текущее наблюдение имеет вес α_c , а веса предыдущих значений, соответственно, $\alpha_c(1-\alpha_c)$, $\alpha_c(1-\alpha_c)^2$ и т.д.

$$\hat{Y}_t^* = \alpha_c Y_{t-1} + (1-\alpha_c) \hat{Y}_{t-1}^*$$

$\hat{Y}_t^*$ – экспоненциальное среднее в момент наблюдения t ;

Y_{t-1} – фактическое значение наблюдаемого параметра в момент $t-1$.

α_c – параметр сглаживания (коэффициент, характеризующий вес текущего наблюдения), $0 < \alpha_c < 1$.

Оценка параметров прогнозных моделей перевозок грузов железнодорожным транспортом ЕиПА проводится по коэффициенту детерминации и критерию Фишера. Одной из характеристик точности подбора линии регрессии является значение коэффициента детерминации R^2 (R -квадрат), который представляет собой меру вклада кривой регрессии в общее отклонение от среднего и определяется:

$$R^2 = \frac{SS_{\text{рег}}}{SS_{\text{общ}}},$$

где $SS_{\text{рег}}$ – сумма квадратов (*sum of squares*), обусловленная регрессией;

$SS_{\text{общ}}$ – общая (полная) сумма квадратов.

Сумма квадратов, обусловленная регрессией, представляет собой сумму квадратов отклонений расчетных значений Y_i^* переменной Y от ее выборочного среднего $\bar{Y} = \sum_{i=1}^n Y_i / n$:

$$SS_{\text{рег}} = \sum_{i=1}^n (Y_i^* - \bar{Y})^2,$$

где n – число наблюдений.

Общая (полная) сумма квадратов – сумма квадратов отклонений фактических значений Y_i переменной Y от ее выборочного среднего:

$$SS_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2.$$

Для определения, насколько хорошо модель объясняет общую дисперсию зависимой переменной используется F -критерий Фишера. Для расчета используется соотношение:

$$F = \frac{MS_{\text{рег}}}{MS_{\text{ост}}} = \frac{R^2}{1 - R^2} \cdot \frac{n - p}{p - 1},$$

где $MS_{\text{рег}}$ – средний квадрат регрессии;

$MS_{\text{ост}}$ – средний квадрат остатков;

n – число наблюдений;

p – число степеней свободы (количество оцениваемых параметров модели).

Средний квадрат регрессии определяется:

$$MS_{\text{рег}} = \frac{SS_{\text{рег}}}{p - 1}.$$

Средний квадрат остатков определяется:

$$MS_{\text{ост}} = \frac{SS_{\text{ост}}}{n - p},$$

где $SS_{\text{ост}}$ – сумма квадратов остатков, определяемая как $SS_{\text{ост}} = SS_{\text{общ}} - SS_{\text{рег}}$.

Для проверки значимости уравнения вычисленное значение критерия Фишера сравнивают с критическим (табличным), определенным для уровня значимости α . Модель считается адекватной, если рассчитанная величина находится вне интервала

$$[0, F^{-1}(1 - \alpha, m, n - m - 1)],$$

где $F^{-1}(1 - \alpha, m, n - m - 1)$ – квантиль F -распределения с m и $n - m - 1$ степенями свободы, отвечающими вероятности $1 - \alpha$;

m – число предикторных переменных, т.е. число факторов, включенных в модель.

При оценке точности модели проводится расчет ошибок прогнозирования, т.е. величины отклонений прогнозных значений от фактических. Для этого используются критерии², рассмотренные ниже.

Средняя процентная ошибка прогнозирования (*Mean Absolute Percent Error – MAPE*) представляет относительную ошибку на одно наблюдение. В данном случае под *Absolute* понимается выражение под модулем.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{Y_i - Y_i^*}{Y_i} \right| \cdot 100\%.$$

Взвешенная абсолютная процентная ошибка прогнозирования (*Weighted Absolute Percent Error – WAPE*). Данная ошибка является симметричной и наименее чувствительна к искажениям числового ряда.

$$WAPE = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - Y_i^*|}{\sum_{i=1}^n Y_i} \cdot 100\%.$$

Стандартная ошибка прогноза (*Standard Error of Estimate – SEoE*), характеризующая отклонение действительных значений наблюдений от прогнозных⁵, определяется:

$$SEoE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - Y_i^*)^2}{n - 2}}.$$

Информационное обеспечение прогнозирования объемов перевозок сухопутным транспортом ЕиПА основывается на информации органов государственной статистики, которые публикуют данные по показателям работы железнодорожного и автомобильного транспорта:

- отправление грузов железнодорожным транспортом общего пользования, млн т;
- прибытие грузов железнодорожным транспортом общего пользования, млн т;
- отправление пассажиров железнодорожным транспортом общего пользования, тыс. чел;
- перевезено грузов автомобильным транспортом по субъектам Российской Федерации, млн т;
- перевозки пассажиров автобусами общего пользования, тыс. чел.

В качестве примера рассмотрим методику прогнозирования объемов грузовых перевозок железнодорожным транспортом Мурманской области. Информация по грузовым железнодорожным перевозкам Мурманской области взята из открытых файлов Федеральной службы государственной статистики¹ за 2006-2019 гг. «Отправление грузов железнодорожным транспортом общего пользования».

Таблица 1

Динамика грузовой работы железнодорожного транспорта
Мурманской области

Год	Отправление грузов, тыс. т
2006	27209
2007	27786
2008	25238
2009	23928
2010	28231
2011	28167
2012	28333
2013	27535
2014	26332
2015	26269
2016	28650
2017	29133
2018	31573
2019	31724

Источник: данные Федеральной службы государственной статистики

¹ Федеральная служба государственной статистики / Основные итоги работы транспорта. URL: <https://www.gks.ru/folder/23455?print=1>

Порядок прогнозирования методами прямой экстраполяции (одномерной регрессии, скользящего среднего и экспоненциального сглаживания) показан на примере прогнозирования объемов отправления грузов железнодорожным транспортом Мурманской области. Расчеты проведены в стандартной программе *Excel*.

Модели одномерной регрессии (1) – (4) представлены ниже (параметры прогнозных моделей – b_0 , b_1 , b_2 , b_3 – рассчитаны в *Excel*).

Линейная регрессионная модель:

$$Y^* = 25353,63 + 334,83t, \quad (1)$$

где Y^* – прогнозное значение отправления грузов, тыс. т;
 t – индекс номера года.

Полиномиальная (квадратичная) модель:

$$Y^* = 27669,31 - 533,55t + 57,89t^2 \quad (2)$$

Полиномиальная (кубическая) модель:

$$Y^* = 26634,48 + 175,11t - 56,24t^2 + 5,07t^3 \quad (3)$$

Логарифмическая модель:

$$Y^* = 25406,17 + 1366,41 \ln t \quad (4)$$

Результаты исследования модели одномерной линейной регрессии (1), оценка ее адекватности и ошибок приведены на рис. 1.

N33		fx =N45/N44	
	M	N	O
28			
29			
30	b1=	334,83077	Блок параметров модели
31	b0=	25353,626	
32			
33	R-квадрат=	0,4311749	Блок оценки адекватности модели
34	F=	9,0961149	
35	Fтабл(0,1;1,12)	3,1765489	
36			
37	ст. ош. прогноза=	1674,5113	Блок оценки ошибки прогноза
38	MPE=	-0,317796	
39	MAPE=	4,9620147	
40	WAPE=	4,8580078	
41	MASE=	106,73743	
42			
43	Yсредн=	27864,857	Блок промежуточных вычислений
44	SSобщ=	59153258	
45	SSрег=	25505399	
46			

Рис. 1. Результаты исследования линейной модели грузовых железнодорожных перевозок Мурманской области

Анализ «Блока оценки адекватности модели» (рис. 1) показывает удовлетворительную адекватность линейной регрессионной модели объемов отправления грузов железнодорожным транспортом Мурманской

области. Коэффициент детерминации менее 50% ($R^2 = 43,12\%$), а превышение расчетного значения критерия Фишера над табличным в 2,86 раза.

Абсолютные процентные ошибки прогнозирования ($MAPE$ и $WAPE$) составляют около 5%, что свидетельствует о достаточно высокой точности прогноза, стандартная ошибка прогнозирования 1674,51 тыс. т. Остальные критерии имеют ограниченную интерпретацию.

Расчет моделей прогнозирования, использующих скользящую среднюю, проводится с помощью встроенной функции *Excel*. Разработаны три модели, в зависимости от интервала прогнозирования ($p=2, p=3, p=4$), проведена оценка их адекватности и оценка ошибки прогноза (рис. 2).

C116 =CPЗНАЧ(B115:B116)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
110			скользящая средняя p=2							
111										
112				Оценка модели				Оценка ошибки		
113	t	y	y*	SSобщ=	SSпер=	MPE=	MAPE=	WAPE=	MASE=	(Y-Y*)^2
114	1	27209	#Н/Д	430149	#ЗНАЧИ	#ЗНАЧИ	#ЗНАЧИ	#ЗНАЧИ		#ЗНАЧИ
115	2	27786	27498	6218	134951	0,0104	0,0104	288,5000	621,3846	83232,25
116	3	25328	26512	6900378	1830222	-0,0505	0,0505	1274,0000	2744,0000	1623076
117	4	23928	24583	15498844	10770586	-0,0274	0,0274	655,0000	1410,7692	429025
118	5	28231	26080	134061	3187500	0,0762	0,0762	2151,5000	4634,0000	4628952,25
119	6	28167	28199	91290	111651	-0,0011	0,0011	32,0000	68,9231	1024
120	7	28333	28250	219158	148335	0,0029	0,0029	83,0000	178,7692	6889
121	8	27535	27934	108806	4781	-0,0145	0,0145	399,0000	859,3846	159201
122	9	26332	26934	2349651	867425	-0,0228	0,0228	601,5000	1295,5385	361802,25
123	10	26269	26201	2546760	2447213	-0,0012	0,0012	31,5000	67,8462	992,25
124	11	28650	27460	616449	164314	0,0416	0,0416	1190,5000	2564,1538	1417290,25
125	12	29133	28892	1608186	1053996	0,0083	0,0083	241,5000	520,1538	58322,25
126	13	31573	30353	13750323	6190855	0,0386	0,0386	1220,0000	2627,6923	1488400
127	14	31724	31649	14892984	14315953	0,0024	0,0024	75,5000	162,6154	5700,25

Рис. 2. Блок расчета модели скользящего среднего с интервалом ($p = 2$)

Модели экспоненциального сглаживания рассчитаны с помощью функции «Экспоненциальное сглаживание» (рис. 3), где в ячейке «Фактор затухания» указывается величина $\beta=1-\alpha_c$. Прогнозирование проведено для четырех случаев ($\beta=0,6; 0,7; 0,8; 0,9$), с оценкой адекватности моделей и точности прогнозов.

B178 =0,3*A177+0,7*B177 Формула расчета ячейки										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
173										
174			экспоненциальное сглаживание $\beta=0,7$							
175	y	y*	SSобщ=	SSпер=	MPE=	MAPE=	WAPE=	MASE=	(Y-Y*)^2	
176	27209	#Н/Д	430149	#ЗНАЧИ						
177	27786	27209	6218	430149						
178	25238	27382,1	6900378	233054						
179	23928	26738,87	15498844	1267847						
180	28231	25895,61	134061	3877938						
181	28167	26596,23	91290	1609424						
182	28333	27067,46	219158	635845						
183	27535	27447,12	108806	174504						
184	26332	27473,48	2349651	153172						
185	26269	27131,04	2546760	538489						
186	28650	26872,43	616449	984917						
187	29133	27405,7	1608186	210826						
188	31573	27923,89	13750323	3485	0,1156	0,1156	3649,1105	2627,6923	13316007,75	
189	31724	29018,62	14892984	1331175	0,0853	0,0853	2705,3774	162,6154	7319066,767	
190										

Рис. 3. Блок расчета модели экспоненциального сглаживания с $\beta=0,7$

В результате прогнозирования объемов отправления грузов железнодорожным транспортом Мурманской области методами прямой экстраполяции тенденций разработано одиннадцать моделей, включая линейные регрессионные, полиномиальные, скользящей средней и экспоненциального сглаживания. Проведена оценка адекватности моделей по коэффициенту детерминации и критерию Фишера, а также вычислены критерии точности прогнозов (табл. 2).

Таблица 2

Результаты исследования моделей отправления грузов железнодорожным транспортом Мурманской области

Функция	Оценка адекватности модели		Оценка точности прогноза		
	коэффициент детерминации (R-квадрат), %	расчетный критерий Фишера (F)	MAPE, %	WAPE, %	SEoE, тыс. т
линейная (1)*	43,12	9,10	4,96	4,86	1674,51
полиномиальная (полином 2-й степени) (2)	59,62	8,12	4,02	3,89	1410,92
полиномиальная (полином 3-й степени) (3)	61,14	5,24	3,99	3,84	1384,06
логарифмическая (4)	24,59	3,91	5,30	5,20	1761,98
скользящая средняя ($p=2$)	69,70	27,60	2,13	2,11	965,96
скользящая средняя ($p=3$)	44,49	9,62	3,74	3,72	1496,31
скользящая средняя ($p=4$)	27,92	4,65	4,25	4,29	1795,53
экспоненциальное сглаживание $\beta=0,6$	24,22	3,84	5,66	5,68	2092,03
экспоненциальное сглаживание $\beta=0,7$	18,63	2,75	5,77	5,81	2157,15
экспоненциальное сглаживание $\beta=0,8$	14,43	2,02	5,90	5,96	2244,10
экспоненциальное сглаживание $\beta=0,9$	11,52	1,56	5,96	6,04	2350,74

Примечание.

* В скобках указаны номера моделей, математический вид которых представлен выше. Табличные значения критерия Фишера: $F_{\text{табл}}(0,1;1,12) = 3,1765489$; $F_{\text{табл}}(0,1;2,11) = 2,859511$ (полином 2-й степени); $F_{\text{табл}}(0,1;3,10) = 2,7276731$ (полином 3-й степени)

Из представленных в табл. 2 моделей достаточную адекватность по коэффициенту детерминации имеют только три: полиномиальные и скользящей средней с $p=2$. Причем полином 3-й степени имеет значение R^2 выше, чем 2-й степени, но по критерию Фишера его адекватность хуже.

Сглаживание ряда методами скользящей средней с увеличением числа интервалов приводит к ухудшению адекватности моделей, как по коэффициенту детерминации, так и по критерию Фишера.

Модели, имеющие лучшую адекватность, также обладают наименьшими ошибками прогноза, как в процентном, так и в натуральном выражении.

СЦЕНАРНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ПЛАНИРОВАНИЕ РАБОТЫ ОСНОВНЫХ МОРСКИХ ПОРТОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ И ПРИУРАЛЬСКОЙ АРКТИКИ*

А.Н. Киселенко, д.т.н., д.э.н., Е.Ю. Сундуков, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Количество показателей, характеризующих уровень перевозок пассажиров и грузов, используемых в различных задачах прогнозирования и планирования работы транспорта на Европейской и Приуральской Арктике (ЕиПА), очень велико. На сегодняшний день существует более 150 методов и моделей прогнозирования. Они, как правило, базируются на стабильных временных рядах показателей, математической статистике и программировании¹.

В условиях высокой неопределенности и быстрых изменений экономической и рыночной конъюнктуры при разработке стратегии любого предприятия, в том числе и транспортного, имеет смысл воспользоваться сценарным прогнозированием, в ходе которого с учетом одновременного изменения многих факторов рассматривается возможность возникновения различных ситуаций, в которых может оказаться изучаемый объект².

Сценарное планирование в большей степени приспособлено к нелинейным преобразованиям в экономике, чем традиционное линейное планирование. В традиционном планировании прошлое объясняет настоящее, в сценарном планировании будущее является смыслом настоящего, будущее создается.

Одно из определений понятия сценарий дано Т. Саати и К. Кернсом³: «В самом общем виде сценарий – это гипотетический исход, который определяется с помощью некоторых предположений о текущей и будущих тенденциях».

Вместе с тем, М. Линдгрэн и Х. Бандхольд⁴ утверждают, что «не существует единого определения сценария или сценарного планирования. Разные специалисты предлагают собственные толкования этих понятий». Также они говорят: «Сценарий не является прогнозом, то есть

* Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1)

¹ Андронов А.М., Киселенко А.Н., Мостивенко Е.В. Прогнозирование развития транспортной системы регион. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН. 1991. 178 с.

² Артамонов Б.В. Формирование сценарных композиций в условиях нестабильности рыночной конъюнктуры // Инновации в гражданской авиации. 2016. № 1. С. 19-25. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_27196739_32240121.pdf

³ Саати Т, Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. М.: Радио и связь, 1991. С. 144.

⁴ Матс Линдгрэн, Ханс Бандхольд. Сценарное планирование: связь между будущим и стратегией. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2009. 256 с.

описанием сравнительно предсказуемого развития событий настоящего. Не является он и видением – желаемым будущим. Сценарий – это тщательно продуманный ответ на вопрос: «Что случится предположительно?» или: «Что произойдет, если...?» Таким образом, сценарий отличается и от прогноза, и от видения, которые имеют тенденцию скрывать риски. Сценарий же, напротив, дает возможность управлять рисками».

Таким образом, сценарное планирование подразумевает не только разработку сценариев, но и нечто большее (многоальтернативное будущее – развитие), связанное со стратегическим планированием.

Б.В. Артамонов¹ отмечает, что «целью написания сценария является не столько предсказание будущего, сколько желание выявить основные закономерности и тенденции развития рассматриваемого объекта во времени, обеспечить более высокую вероятность выработки эффективного решения в тех ситуациях, когда это возможно, и свести ожидаемые потери к минимуму в тех ситуациях, когда они неизбежны».

В монографии² отмечается, что сценарный анализ стал активно использоваться, начиная с 1970-х годов. Его следует «рассматривать как дополнительный инструмент прогнозирования к традиционным количественным методам прогнозирования и симулирования, как средство стратегического планирования», поскольку «основная цель сценарного анализа заключается не в прогнозировании будущего состояния экономической системы, а в снижении неопределенности ее развития».

Кроме того, авторы⁶ выделяют следующие классы сценариев: *исследовательские сценарии* (построены на исследовании причинно-следственных связей между текущим состоянием системы и вариантами ее будущего развития); *упреждающие сценарии* (строятся на исследовании причинно-следственных связей в обратном направлении – от желаемого будущего состояния системы к текущему путем выявления стратегий развития, которые обеспечат искомый переход); *сценарии, основанные на количественных математических моделях*. Единого подхода к методологии сценарного анализа нет, каждый метод имеет «свои достоинства и недостатки, свои ограничения в применимости».

Относительно транспортного обеспечения освоения Российской Арктики в монографии⁶ говорится, что «необходимо обоснование расчетных вариантов сценарных условий формирования и развития... транспортных систем... во взаимодействии с процессами развития производительных сил... региона».

¹ Артамонов Б.В. Формирование сценариев при стратегическом управлении предприятием // Инновации в гражданской авиации. 2015. № 4. С. 5-10. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_23238451_66439187.pdf

² Сценарные подходы к реализации уральского вектора освоения и развития российской Арктики. Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, Издательство АМБ. 2017. 340 с.

Е.О. Демидова¹ выделяет три укрупненных этапа сценарного прогнозирования и планирования: предсценарный, сценарный и этап внедрения сценариев.

На первом этапе должны быть осуществлены определение цели сценарного прогнозирования, формирование рабочей группы, осуществляющей прогнозирование, и создание необходимых условий для ее работы.

В ходе выполнения сценарного этапа определяются факторы внешнего окружения (глобальные факторы, факторы дальнего окружения, отраслевые факторы и др.). Основной задачей является выявление ключевых факторов, которые определяют развитие производственных систем (в нашем случае – транспортных). Далее следует непосредственная работа по формированию сценариев, в ходе которой «для сценариев выделяют ключевые движущие силы со слабой корреляцией и намечают диапазон их возможных значений». Со ссылкой на зарубежных исследователей автор отмечает, что «сценарии в количестве больше четырех начинают расплываться и терять свои важные для принятия решения различия»².

Последний этап, на наш взгляд, правильнее было бы назвать «этапом реализации сценариев». В ходе его выполнения необходимо уделять должное внимание каждому сценарию, осуществлять мониторинг наступления каждого из сценариев и анализировать обратные связи.

Автор работы⁷ также отмечает, что «сценарный метод является достаточно дорогостоящим и ресурсоемким мероприятием. Однако при грамотном использовании сценариев в стратегическом планировании затраты многократно окупаются, так как дают большой экономический эффект за счет более эффективного использования открывающихся возможностей и противостояния угрозам».

Б.В. Артамонов в работе⁵ говорит, что «набор вариантов сценариев образует конус сценарного прогнозирования, границами которого являются» *оптимистический* и *пессимистический сценарии*.

В оптимистическом сценарии максимально проявляется влияние на развитие прогнозируемой системы благоприятных факторов при минимальных отрицательных воздействиях. В пессимистическом сценарии отрицательное воздействие – максимально, благоприятное – минимально.

Таким образом, прогнозируемое развитие системы определяется вектором (траекторией) сценарного развития, который находится внутри конуса прогнозирования.

¹ Демидова Е.О. Проблемы разработки модели процесса стратегического сценарного прогнозирования и планирования развития предпринимательских структур // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. Кисловодский институт экономики и права. 2011. № 8 (32). С. 50. URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=33738683>

² Schwartz, P. P. The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World / P. Schwartz. New-York. 1991. P. 238.

Расположение этого вектора близко к границам контура (оптимистическому или пессимистическому сценариям) в обоих случаях несет риски функционированию системы, поэтому для развития системы оптимальным будет выбор *базового сценария*, который позволит рационально использовать ресурсы системы для достижения целевого результата. При этом на основании данных непрерывного мониторинга осуществляется корректировка сценариев.

Один из возможных алгоритмов сценарного управления региональным развитием, который может быть применен и к управлению развитием транспортных систем, представлен в работе Т.В. Соловьевой и С.Г. Чефранова¹. Условно можно выделить четыре этапа реализации этого алгоритма.

На первом (начальном) этапе происходит: формирование цели синтеза сценария; определение временного горизонта сценария; формирование совокупности целевых ориентиров; идентификация текущего состояния.

Далее осуществляется синтез сценарных условий (второй этап). Проводится проверка, образована ли при этом полная группа событий. В случае успешной проверки оценивается вероятность наступления событий, определяющих сценарные условия; рассчитываются показатели качества набора сценарных условий; проверяется, достигнуты ли лучшие показатели. При достижении лучших показателей формируется система управляющих воздействий для различных сценарных условий.

На третьем этапе после синтеза совокупности индикаторов сценарных условий, мониторинга состояния объекта управления и внешней среды проверяется реализация сценарных условий.

На завершающем этапе выполняется реализация управляющих мероприятий для наиболее вероятных сценариев (как выше оговаривалось, трех-четырех).

В сентябре 2018 г. Правительством РФ был утвержден «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года»². Согласно этому плану должны быть реализованы мероприятия по развитию портовой инфраструктуры Арктического бассейна.

Применим предлагаемый выше алгоритм к прогнозированию прироста мощностей основных морских портов Европейской и Приуральской Арктики (ЕиПА) сценарным методом.

Цель синтеза сценариев. Прогноз прироста мощностей морских портов Европейской и Приуральской Арктики.

¹ Соловьева Т.В., Чефранов С.Г. Разработка алгоритма сценарного управления региональным развитием // Новые технологии. 2011. № 1. С. 130-135. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_16213551_40470254.pdf

² Распоряжение Правительства РФ от 30.09.2018 г. № 2101-р (ред. от 17.08.2019 г.) «Об утверждении комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года» // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

Временной горизонт. 2024-2030 гг. и за границами 2035 г.

Целевые ориентиры. Создание инфраструктуры, способствующей увеличению грузопотока по Северному морскому пути (СМП) до 80 млн т в 2024 г. и 110 млн т к 2030 г., а также увеличение суммарной мощности морских портов до 110 млн т и 115 млн т, соответственно.

Идентификация текущего состояния.

К портам Арктического бассейна относятся: Мурманск, Кандалакша, Онега, Архангельск, Мезень, Нарьян-Мар, Варандей, Сабетта, Дудинка, Игарка, Диксон, Хатанга, Тикси, Певек. Из них первые восемь территориально расположены в ЕиПА.

Текущие мощности морских портов ЕиПА, полученные на основании данных Росморречфлота¹ по реестрам морских портов Западной Арктики, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Мощности морских портов Европейской и Приуральской Арктики

№	Наименование морского порта	Количество причалов	Длина причального фронта, п.м.	Пропускная способность грузовых терминалов, тыс. т в год			Контейнеры, тыс. ед. в 20-фут. эквиваленте в год
				Всего	Наливных	Сухих	
1	Мурманск	111, 2 пирса	13246,48	26611,2	2810,0	19110,4	390,9
2	Архангельск	75	8884,14	11772,9	5440,0	5432,9	75
3	Кандалакша	5	584,45	1500,0	-	1500,0	-
4	Онега	7(8*)	845,59	261,5	3,0	258,5	-
5	Мезень	3	215,00	132,0	16,0	116,0	-
6	Нарьян-Мар	4(6**)	730,66	501,02	-	500,8	0,018
7	Варандей	2	199,86	12100,4	12000,0	80,0	1,7
8	Сабетта, в т.ч терминалы	11	2365,8	30317,8	27851,19	2466,6	-
	«Ворота Арктики»	-	-	8000,0	8000,0	-	-
	«Утренний»	3	339,0	682,68	26,55	656,125	-
	Всего	-	-	83196,82	48120,19	29465,2	467,618

Примечания: * – с учетом удаленного терминала Беломорск;

*** – с учетом удаленного терминала Амдерма;

(«-») – данные отсутствуют.

Из портов же Восточной части Арктики значительную пропускную способность имеет только порт Дудинка – 1885 тыс. т в год, мощности остальных портов незначительны.

Также на сайте Росморречфлота имеется реестр порта Витино, мощности которого (11 млн т в год) в настоящее время не используются.

¹ Порты Западной Арктики / Федеральное агентство морского и речного транспорта. URL: https://www.morflot.ru/deyatelnost/napravleniya_deyatelnosti/portyi_rf_reestr_mp/postyi_zapadnoy_arktiki.html

В табл. 2 приведены данные по грузообороту основных морских портов ЕиПА в 2015-2021 гг. в сравнении с данными по общему грузообороту морских портов Арктического бассейна, объему грузовых перевозок по СМП и грузообороту морских портов России.

Таблица 2

Данные по грузообороту основных морских портов
Европейской и Приуральской Арктики в 2015-2021 гг.

	Грузооборот, тыс. т в год						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Мурманск*	22045,0	33450,0	51670,0	60687,0	61928,9	56100,0	54500,0
Кандалакша	830,0	801,5	1625,0	2201,6	2499,5	900,0	770,0
Архангельск	3758,6	2600,0	2400,0	2770,5	2686,7	3300,0	3200,0
Нарьян-Мар	134,0	99,4	123,5	105,7	146,0	120,0	н/д
Варандей	6580,0	8000,0	8280,0	7011,0	7173,1	4900,0	4600,0
Сабетта	538,0	2845,0	7987,0	17444,6	27677,6	27800,0	27900,0
Всего по основным портам ЕиПА	33885,6	47795,9	72085,5	90220,4	102111,8	93120,0	90970,0**
Всего по Арктическому бассейну	35400,0	49800,0	74200,0	92742,5	104824,7	96030,0	94340,0
Объемы перевозок по СМП	5431,7	7480,2	9932,0	20180,2	31531,2	32978,9	34850,0
Грузооборот морских портов России	676700,0	721900,0	786970,0	816460,0	840300,0	820770,0	835200,0

Составлено по материалам: Грузооборот морских портов России за 2015...2021 гг. /

Сайт Ассоциации морских торговых портов. URL: <http://www.morport.com/rus/news/>

* – с учетом перевалки через рейдовые накопители;

** – без порта Нарьян-Мар;

н/д – нет данных.

Как видно из табл. 2, доля основных портов ЕиПА в общем грузообороте морских портов Арктического бассейна в 2020 г. составила почти 97%, 2,4% пришлось на Дудинку¹, остальное – на другие порты. В 2021 г. доля основных портов ЕиПА в общем грузообороте Арктического бассейна составила 95,6% без учета грузооборота Кандалакши и Нарьян-Мара. Также в табл. 2 можно заметить превышение объема грузооборота порта Кандалакша по сравнению с его мощностью по реестру (1,5 млн т – табл. 1) в 2017-2019 гг., что объясняется проведенной модернизацией порта² и крупной разовой отправкой угля группы «Талтек» в 2019 г.

При этом можно заметить, что динамика грузооборота основных портов ЕиПА в 2015-2021 гг. характеризуется нестабильностью, особенно для портов Архангельск и Кандалакша (рис. 1).

¹ Грузооборот порта Дудинка «Норникеля» (Таймыр) в навигацию-2020 вырос на 1,1% / Информационный портал «BezFormata.Com». URL: <https://lenoblast.bezformata.com/listnews/porta-dudinka-nornikelya-taymir/88592561/>

² За счет модернизации: в 2019-м порт Кандалакша увеличил грузооборот на 15% / Информационный портал «Морские вести России». URL: <http://www.morvesti.ru/news/1679/82393/>

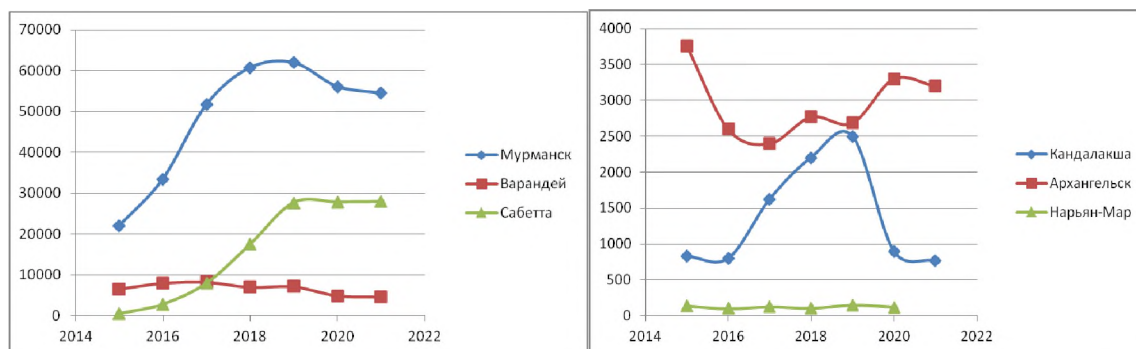


Рис. 1. Динамика грузооборота основных портов ЕиПА в 2015-2021 гг.

В 2021 г. грузооборот портов Арктического бассейна снизился по сравнению с 2020 г. на 1,9% – до 94,3 млн т на фоне незначительного роста грузооборота портов России¹.

Синтез сценарных условий.

Имеются планы по наращиванию мощностей портов²:

для Мурманска – в соответствии с планами по развитию Мурманского транспортного узла;

для Архангельска – проект строительства глубоководного порта;

для Сабетты – с учетом проекта «Арктик СПГ-2».

Кроме того, в документах стратегического планирования Российской Федерации³ и Ненецкого автономного округа⁴ прописано строительство глубоководного порта в бухте Индига.

Прирост портовых мощностей Арктического бассейна⁵ к 2030 г. запланирован на уровне 33,6 млн т. Основными проектами в бассейне являются строительство угольного терминала «Лавна» в морском порту Мурманск на западном берегу Кольского залива мощностью 18 млн т и 1-го пускового комплекса морского перегрузочного комплекса сжиженного природного газа (СПГ) в Мурманской области ПАО «Новатэк» мощностью 10,4 млн т.

Также в Мурманске АО «Мурманский морской торговый порт» совместно с ФГУП «Росморпорт» реализует проекты по реконструкции объектов 1, 2 и 3-го грузовых районов, что позволит увеличить портовые мощности по перевалке угля и минеральных удобрений на 4 млн т.

¹ Грузооборот Арктического бассейна РФ в 2021 году сократился на 1,9%. URL: https://www.korabel.ru/news/comments/gruzooborot_arkticheskogo_basseyna_rf_v_2021_godu_sokratilsya_na_1_9.html

² Прогнозные ориентиры развития транспортных подходов к арктической транспортной системе / Киселенко А.Н. и др. // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2019. № 3 (65). С. 63-73. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X.2019.65.3.63-73

³ Указ Президента РФ от 26.10.2020 № 645 (ред. от 12.11.2021) «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» // Справочно-правовая система «Консультант Плюс»

⁴ Стратегия социально-экономического развития Ненецкого автономного округа до 2030 года (утверждена Постановлением Собрания депутатов № 256-сд от 07.11.2019 г.). URL: <https://dfei.adm-nao.ru/strategicheskoe-planirovanie/proekt-strategii-socialno-ekonomicheskogo-razvitiya-neneckogo-avtonomn/>

⁵ Итоги работы и перспективы морского портового комплекса / Издательство «Морские вести России». URL: <http://www.morvesti.ru/analitika/1688/91612/>

Крупнейшим проектом развития портовой инфраструктуры СМП в рамках соответствующего федерального проекта является строительство терминала СПГ и стабильного газового конденсата (СГК) «Утренний» в порту Сабетта. В рамках реализации проекта ПАО «Новатэк» планирует построить и ввести в эксплуатацию комплекс по производству и перевалке СПГ и СГК мощностью 21,4 млн т. Проектом строительства предусмотрен поэтапный ввод в эксплуатацию терминалов, завершение работ и выход на проектную мощность запланированы на 2025 г. Стоимость проекта – 20-21 млрд долл¹.

Основные факторы, которые могут негативно повлиять на развитие портовой инфраструктуры Арктического бассейна:

- проблемы грузовой базы портов²;
- недостаточная пропускная способность транспортных подходов к морским портам³;
- политические, социальные, природно-климатические⁴ и другие риски.

С учетом возможных приоритетов нами рассмотрены четыре сценария прироста мощностей основных морских портов Европейской и Приуральской Арктики (табл. 3).

Таблица 3

Прирост мощностей основных морских портов Европейской и Приуральской Арктики по четырем сценариям

Морской транспортный узел	Мощность, млн т в год				
	по реестру	сценарий 1	сценарий 2	сценарий 3	сценарий 4
Мурманск	26,6	59,0	59,0	59,0	59,0
Кандалакша	1,5	1,5	1,5	1,5	11,0
Архангельск	11,8	11,8	49,7	11,8	49,7
Индига (перспективный)	–	–	–	40,4 ⁵	40,4
Нарьян-Мар	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Варандей	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
Сабетта	30,3	30,3	30,3	30,3	51,7
Всего	82,8	115,2	153,1	155,6	224,4
Прирост	–	32,4	70,3	72,8	141,6

¹ Проект СПГ-завода НОВАТЭКа и партнеров привлек €9,5 млрд / URL: <https://www.rbc.ru/business/30/11/2021/61a629c89a7947065632c824/>

² Музлова Г. Порты Арктики: условия для роста грузооборота / Издательство «Морские вести России». URL: <http://www.morvesti.ru/analitika/1688/90941/>

³ Киселенко А.Н., Малащук П.А., Сундуков Е.Ю. Оценка соответствия провозных и пропускных способностей транспортных путей Европейского и Приуральского Севера России потребностям Арктической транспортной системы // Проблемы развития территории. 2019. Вып. 3 (101). С. 33-48. DOI: 10.15838/ptd/2019.3.101.2; Михайлов А. Мурманские порты столкнулись с нехваткой пропускной способности / Интернет-портал «Российской газеты». URL: <https://rg.ru/2021/11/30/reg-szfo/murmansk-ports-stolknulis-s-nehvatkoj-propusknoj-sposobnosti.html>

⁴ Лукьянец А.С., Брагин А.Д. Оценка масштабов и перспектив влияния климатических рисков на социально-экономическое развитие России // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. Т. 14. № 6. С. 197-209. DOI: 10.15838/esc.2021.6.78.11

⁵ На севере России строят современный порт. Каким он будет / Информационный портал «Корабел.ru». URL: https://www.korabel.ru/news/comments/na_severe_rossii_stroyat_sovremennyy_port_kakim_on_budet.html

Сценарий 1 предполагает реализацию только проекта по развитию Мурманского транспортного узла. При реализации сценария 2 к этому проекту добавляется проект «Белкомур», а при реализации сценария 3 – проект «Баренцкомур». Сценарий 4 предполагает создание благоприятных условий для реализации всех названных проектов, а также восстановление функционирования порта Витино вблизи г. Кандалакша.

В табл. 4 приведены объемы инвестиций в увеличение мощностей основных морских портов Европейской и Приуральской Арктики.

Таблица 4

**Объем инвестиций в увеличение мощностей
основных морских портов Европейской и Приуральской Арктики**

Морской транспортный узел	Инвестиции, млрд руб.			
	сценарий 1	сценарий 2	сценарий 3	сценарий 4
Мурманск ¹	130,0	130,0	130,0	130,0
Кандалакша (Витино) ²	–	–	–	2,99
Архангельск ³	–	151,1	–	151,1
Индиго ⁴ (перспективный)	–	–	300,0	300,0
Всего	130,0	282,1	430,0	584,09

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОГНОЗОВ ОБЪЕМОВ ПЕРЕВОЗОК ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ ПОСРЕДСТВОМ РЕГРЕССИОННЫХ И НЕЙРОСЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ*

Е.Ю. Сундуков, к.э.н., Н.А. Тарабукина

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Целевые установки по достижению объемов перевозок по Северному морскому пути (СМП) в объеме 80 млн т к 2024 г., озвученные Президентом Российской Федерации в майском указе 2018 г., активируют два возможных варианта развития Арктической транспортной системы (АТС) и подходов к ней: благоприятный (указанный объем перевозок будет достигнут) и неблагоприятный (названный объем перевозок не бу-

¹ Инвестиции в мурманский транспортный узел составят 130 миллиардов рублей / РИА «Новости». URL: <https://ria.ru/20190618/1555682736.html>

² Объем инвестиций в проект техперевооружения порта Витино оценивается в 2,99 млрд руб. / Информационно-аналитическое агентство «ПортНьюс». URL: <https://portnews.ru/news/308261/>

³ Глубоководный район морского порта Архангельска / Сайт АО МК «Белкомур». URL: <http://www.belkomur.com/apxport/>

⁴ Проект порта Индиго представят жителям НАО / Информационно-аналитическое агентство «ПортНьюс». URL: <https://portnews.ru/news/308261/>

* Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1)

дет достигнут). Какой из них состоится, определяется экономическими, политическими, природными и другими рисками¹.

В период с 2011 по 2019 гг. наблюдался неуклонный рост объемов грузовых перевозок по СМП, что позволяло разрабатывать вполне адекватные модели для их прогнозирования методом регрессионного анализа². После 2019 г. темпы прироста значительно снизились, тем не менее для временного ряда 2011-2020 гг. прогнозные значения, полученные посредством квадратичной модели, подтверждают достижимость целевого показателя в 2024 г. (рис. 1).

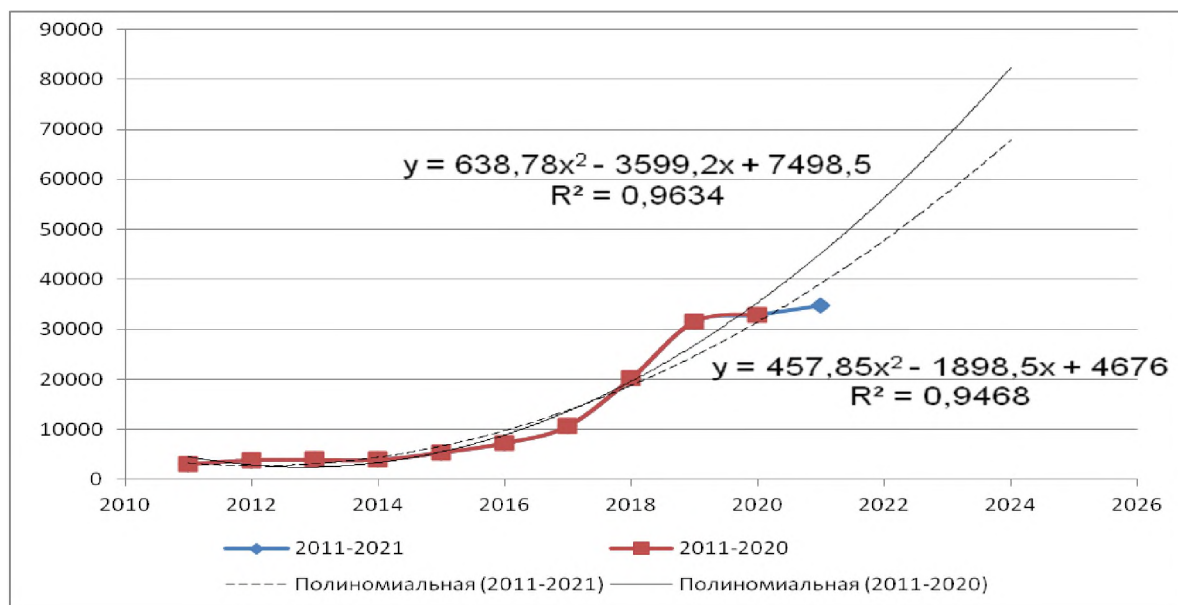


Рис. 1. Экстраполяция временных рядов 2011-2020 гг. и 2011-2021 гг. объемов перевозок по Северному морскому пути методом регрессионного анализа

Однако для динамического ряда 2011-2021 гг. прогнозные значения по вновь полученной квадратичной модели указывают на более вероятное развитие по неблагоприятному варианту – для 2024 г. экстраполируется значение объемов перевозок по СМП, не превышающее 70 млн т (см. рис. 1).

Одной из причин снижения темпов прироста объемов перевозок по СМП после 2019 г. называют события, связанные с распространением коронавирусной инфекции. Глобальный экономический кризис, вызванный пандемией, привел к снижению производства в ряде отраслей, падению объемов ВВП во многих странах мира³. Соответственно, это сказа-

¹ Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Оптимистический и пессимистический сценарии формирования транспортных подходов к Арктической транспортной системе на основе достижения целевых показателей // Мир транспорта. 2020. Т. 18. № 6. С. 46-62. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2020-18-6-46-62>

² Прогнозные ориентиры развития транспортных подходов к арктической транспортной системе / Киселенко А.Н. и др. // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2019. № 3 (65). С. 63-73. DOI: 10.25702/KSC.2220-802X.2019.65.3.63–73

³ Лукин Ю.Ф. Гибридность многоликкой Арктики в ковидном 2020 году. Архангельск, 2021. 241 с.

лось на объемах потребления и добычи энергетических ресурсов, вызвало усиление турбулентности мировой экономики.

Необходимость получения прогнозных значений в условиях нестабильности динамических рядов и неопределенности побуждает исследователей использовать многопроцессорные архитектуры, которые по своей производительности приближались бы к возможностям человеческого мозга¹. Условно такие архитектуры называются «искусственными нейронными сетями» (ИНС).

ИНС состоят из множества элементарных процессоров или устройств обработки², выходные данные которых являются реакцией устройства на комбинацию входных данных. Блок обработки данных (БОД) ИНС представляет собой простое устройство, имитирующее базовые процессы биологического нейрона.

БОД включает несколько входов (i), каждому из которых приписан некоторый вес (w_i). Вес может быть как положительным (возбуждающий эффект), так и отрицательным (тормозящий эффект). На входы БОД поступают переменные (x_i), принимающие значения «0» или «1». Взвешенная сумма фактических входов S называется эффективным входом и определяется как множественная линейная регрессия:

$$S = \sum_{i=1}^n x_i * w_i + \theta, \quad (1)$$

где θ – параметр смещения. Если он не оговаривается, то $\theta = 0$.

Значение эффективного входа сравнивается заданным пороговым значением P . Если $S > P$, на выход БОД выдается «1», в противном случае на выход выдается «0».

Определение весовых коэффициентов БОД ИНС имеет большое сходство с определением весовых коэффициентов при использовании метода анализа иерархий³.

Используя специальное программное обеспечение, может быть предложен следующий алгоритм для построения ИНС:

1. Разрабатывается базовый БОД, для которого определяются входные переменные. Вводятся начальные весовые коэффициенты и пороговое значение, соответствующие достижению цели прогнозирования. Разрабатывается таблица истинности;

2. С использованием какой-либо программной реализации ИНС (например, пакет Flux.jl – библиотека машинного обучения⁴, написанный на языке программирования Julia⁵ и для него) весовые коэффициенты

¹ Хайкин С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание. Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.

² Брушир Дж. Информатика и вычислительная техника. СПб.: Питер, 2004. С. 466.

³ Саати Т.Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети. Пер с англ. / науч. ред. А.В. Андрейчиков, О.Н. Андрейчикова. М.: ЛЕНАНД, 2015. 360 с.

⁴ Flux: The Julia Machine Learning Library. URL: <https://fluxml.ai/Flux.jl/stable/>

⁵ Язык программирования Julia разрабатывается с 2009 года в MIT, распространяется бесплатно, лицензия MIT. Официальный сайт: The Julia Programming Language. URL: <https://julialang.org/>; Jeff Bezanson, Stefan Karpinski, Viral B. Shah, Alan Edelman. Julia: A Fast Dynamic Language for Technical Computing, arXiv, 2012.

пересчитываются, устанавливается новое пороговое значение, составляется новая таблица истинности;

3. Один или несколько входов могут быть заменены новыми БОД-ами, таким образом, формируется новый уровень ИНС;

4. Проверяется адекватность модели;

5. В случае подтверждения адекватности модели выполняется расчет и выдается результат, в противном случае происходит переход на пункт 2.

Рассмотрим возможность прогнозирования достижения целевого показателя перевозок по СМП с использованием программной реализации ИНС.

В работе¹ перечислены основные факторы, определяющие грузовые перевозки в арктических акваториях. При этом авторы на время написания работы дали более осторожные прогнозные оценки морских перевозок грузов в Российской Арктике по сравнению с целевым показателем.

При построении базового БОД ИНС выделены три фактора, влияющие на достижение целевого показателя:

1. *Влияние санкционных и экологических ограничений.*

«Россия развивает передовые технологии и инфраструктуру в экстремальных климатических условиях, сотрудничая с Китаем и Южной Кореей и даже в определенной степени с Японией»². «Это не может не вызвать раздражение неоконсерваторов Вашингтона и спонсоров военно-промышленного комплекса США»³. Поэтому нельзя исключать возможность введения санкций со стороны их союзников как против государств-участников совместных проектов в Российской Арктике, так и против отдельных компаний. В декабре 2021 г. Президент Франции Эммануэль Макрон запретил⁴ французским банкам финансировать российский проект «Арктик СПГ-2», несмотря на участие в нем французской компании TotalEnergies. Также возможно введение ограничений, увязанных с экологической тематикой⁵.

2. *Последствия COVID-19, о чем говорилось выше.*

¹ Сценарный прогноз развития Северного морского пути / Н.И. Комков [и др.] // Проблемы прогнозирования. 2016. № 2. С. 87-98.

² Ф. Уильям Энгдаль. Далеко идущие последствия освоения Россией Северного морского пути / Сайт Министерства Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики. URL: <https://minvr.gov.ru/press-center/smi-o-ministerstve/11111/>

³ «Арктическая доктрина» США: Северный морской путь будет заблокирован / Информационный портал «Рамблер». URL: https://news.rambler.ru/army/43013773/?utm_content=news_media&utm_medium=read_more&utm_source=copylink

⁴ Макрон запретил французским банкам финансировать российский проект «Арктик СПГ-2» / Информационный портал «Новости». URL: https://news.mail.ru/politics/49046353/?utm_campaign=main&utm_referrer=https%3A%2F%2Fpulse.mail.ru&utm_source=pulse_mail_ru

⁵ Севморпуть уперся в экологию / Информационный портал «Коммерсантъ». URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4072576>

3. Определяющим фактором достижения целевого показателя, на наш взгляд, следует считать *наличие необходимой грузовой базы*. Не будет грузов – не будет и объемов перевозки.

В сентябре 2020 г. Государственная корпорация «Росатом» предложила скорректировать целевой показатель¹ до 60 млн т. Основными причинами этого называются:

- отказ ООО УК «Востокуголь» от планов по добыче до 19 млн т угля в год к 2024 г., текущий план предусматривает лишь 1 млн т;
- потенциал поставки нефти по проекту «Восток Ойл» ПАО «НК «Роснефть» был оценен в 25 млн т, однако такой объем поставок будет достигнут после 2025 г. В 2024 г. по этому проекту можно получить лишь 9,3 млн т нефти;
- снижение прогнозов по производству СПГ ПАО «НОВАТЭК» с 46,7 до 35,5 млн т к 2024 г.

Условно будем считать, что даже при наличии достаточной грузовой базы целевой показатель не достигается при одновременном воздействии санкций и ковид-ограничений.

Построение БОД для примера

С учетом исходных данных были определены входные и выходные переменные, для входов заданы предварительные веса (табл. 1), а также задано пороговое значение $P = 0,4$.

Таблица 1

Входные и выходные переменные и их веса

Обозначение переменных	Смысловое значение переменных x_i	«Вес» переменной w_i
x_1	Санкционные и экологические ограничения	0,2
x_2	Ковид-ограничения	0,3
x_3	Недостаточная грузообразующая база	0,5
y	Целевой показатель не будет достигнут	

Таким образом, сформирован базовый БОД (рис. 2).

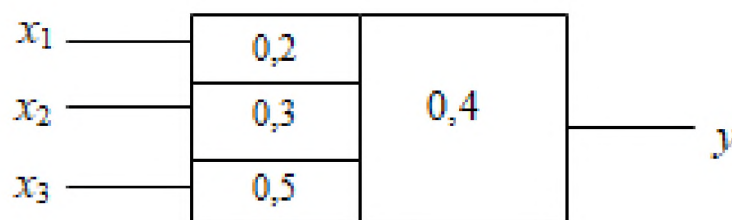


Рис. 2. Базовый БОД для заявленной цели прогнозирования

Значение эффективного входа вычисляется по формуле:

$$S = w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3. \quad (2)$$

¹ Бурмистрова С., Фадеева А. «Росатом» предложил снизить на 25% прогноз по объему грузов в Арктике. URL: <https://www.rbc.ru/business/10/09/2020/5f589b189a794752254570fb>

Значение выходной переменной определяется следующим образом:

$$y = \begin{cases} 0, & \text{если } S \leq P; \\ 1, & \text{если } S > P. \end{cases}$$

Для базового БОД разработана таблица истинности (табл. 2).

Таблица 2

Таблица истинности для базового БОД

x_1	x_2	x_3	y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

С использованием пакета Flux.jl получены новые веса входных переменных, изменено пороговое значение $P' = 0,2$, новые данные введены в БОД (рис. 3).

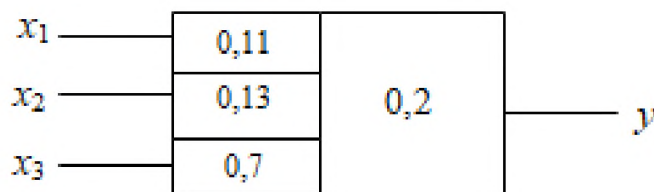


Рис. 3. Измененный БОД

Таблица истинности измененного БОД остается такой же, как и у базового БОД.

Поскольку третий вход является определяющим, осуществим его замену самостоятельным расширяющим БОД-ом.

Весами входных переменных в этом случае будут объемы перевозок по соответствующим проектам (грузообразующая база).

При этом гипотетический «новый источник грузопотока», позволяющий выявить недостающие объемы грузовой базы для достижения целевого показателя, может быть представлен как смещение θ_3 . Само значение целевого показателя будет соответствовать пороговому значению $P_3 = 80$.

Значение эффективного входа определяется по формуле:

$$S_3 = w_{31} x_{31} + w_{32} x_{32} + w_{33} x_{33} + w_{34} x_{34} + w_{35} x_{35} + w_{36} x_{36} + \theta_3. \quad (3)$$

БОД, расширяющий третий вход, приведен на рис. 4.

Таким образом, получаем двухслойную сеть, каждый слой которой состоит только из одного БОД.

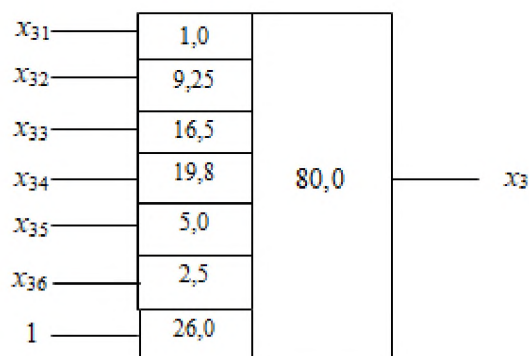


Рис. 4. БОД, расширяющий третий вход

Расчеты БОД осуществляются на языке программирования Julia (v. 1.6.1). Ввод исходных данных осуществляется в табличном процессоре Microsoft Excel (рис. 5, 6). Это делается для того, чтобы можно было легко корректировать данные (веса переменных) в зависимости от заявленных объемов грузопотоков.

	A	B	C	D
1		Смысловое значение переменных (условное наименование проекта)	Обозначение переменных	Вес переменной (объем перевозки по проекту, млн т), w_{3i}
2	1	Восток уголь	x_{31}	1
3	2	Восток Ойл	x_{32}	9,3
4	3	Ямал СПГ	x_{33}	16,5
5	4	Арктик СПГ	x_{34}	19,8
6	5	Обский СПГ	x_{35}	5
7	6	Транзитные перевозки	x_{36}	2,5
8		Смещение	θ_3	26
9		Недостаточная грузообразующая база	x_3	
10			P=	80

Рис. 5. Таблица исходных данных для БОД, расширяющего 3-й вход

G	H	I
Обозначение переменных	Вес переменной w_i	Смысловое значение переменных
x_1	0,11	Санкционные действия "партнеров"
x_2	0,13	Ковид-ограничения
x_3	0,7	Недостаточная грузообразующая база
y		Целевой показатель не будет достигнут
P=	0,2	

Рис. 6. Таблица исходных данных для 2-го БОД

Исходные данные для БОД с Excel считываются с помощью пакета XLSX.jl, после всех вычислений результаты вычислений экспортируются в Excel-файл (рис. 7).

В зависимости от целей исследования можно заменять другие входы элементов сети новыми БОД-ами, тем самым увеличивая число слоев ИНС либо число БОД-ов в каком-либо слое.

	А	В	С	Д	Е
1	x1	x2	x3	y	
2	0	0	0	0	Будет достигнут целевой показатель
3	0	1	0	0	Будет достигнут целевой показатель
4	1	0	0	0	Будет достигнут целевой показатель
5	1	1	0	1	НЕ будет достигнут целевой показатель
6					

Рис. 7. Экспорт результатов (ячейки D2:E5)

В результате программная реализация ИНС дает заключение, будет достигнуто или не достигнуто значение целевого показателя.

Подобное заключение может быть сделано и по результатам регрессионного анализа при соблюдении ряда условий, в первую очередь, устойчивого функционирования исследуемой системы и стабильных динамических рядов исследуемых показателей. Схема таких исследований направлена «из прошлого в будущее»¹.

В случае ИНС исследования направлены «из будущего к настоящему», т.е. сначала определяются основные факторы, которые могут оказывать влияние на функционирование системы в перспективе, а затем разрабатывается несколько сценариев текущего развития.

В любом случае разработанные прогнозы объемов перевозок по СМП необходимо корректировать в зависимости от состояния внешней и внутренней среды АТС².

АЭРОДРОМЫ ВОРКУТЫ – НАЗЕМНАЯ БАЗА АРКТИЧЕСКОЙ АВИАЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ*

А.А. Шевелёва

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

На территории Российской Арктики определены восемь центров развития: Кольский, Архангельский, Ненецкий, Воркутинский, Ямало-Ненецкий, Таймыро-Туруханский, Северо-Якутский, Якутский. Основными аэропортами Европейской и Приуральской Арктики (ЕиПА) явля-

¹ Артамонов Б.В. Особенности формирования стратегических моделей управления // Инновации в гражданской авиации. 2016. № 4. С. 17-22.

² Киселенко А.Н. О методологии функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики // Проблемы развития транспортной инфраструктуры северных территорий. Вып. 4. Сб. статей 4-ой Всеросс. науч.-практ. конф. 23-24 апреля 2021 г. Котлас: Котласский филиал ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова, 2021. С. 8-14.

* Работа выполнена по теме НИР «Разработка научных основ анализа функционирования и прогнозирования развития транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики» (№ гос. регистрации 121021800127-1)

ются: Мурманск, Архангельск (Талаги), Нарьян-Мар, Воркута, Салехард, Баваненково, Сабетта¹.

В районе города Воркута функционирует два аэродрома². Один аэродром входит в состав аэропорта «Воркута». Эксплуатантом аэропорта Воркута является АО «Комиавиатранс». Аэропорт имеет асфальтобетонную взлетно-посадочную полосу класса В, способную принимать самолеты: Л-410; АН-12, 24, 26; ИЛ-18, 114; ЯК-40, 42; ТУ-134; CRJ-100/200; АTR-42; ЕМВ-120ER и другие типы воздушных судов 3-4 классов, а также вертолеты всех типов. Часовая пропускная способность служб аэропорта по прибытиям/отправлениям для воздушных судов всех типов – 2 самолета/час. Среднесуточный объем пассажирских перевозок – 143 чел. Среднесуточный объем грузовых перевозок – 1,932 т.

В настоящее время регулярное воздушное сообщение Воркуты с Москвой, Санкт-Петербургом и Сыктывкарсом осуществляют авиакомпании «Комиавиатранс» и «Руслайн». Наземную базу аэропорта «Воркута» необходимо привести в соответствие с Ведомственными нормами технологического проектирования (ВНТП) – аэропорты.

Кроме гражданского аэропорта, в районе города Воркута располагается база Дальней авиации Воздушно-Космических сил России – аэродром «Советский». Существуют проект реконструкции аэродрома³ и строительства на его базе аэропортового комплекса, а также перевода в совместное базирование с гражданским сектором. Существующие мощности аэропорта Воркута вполне удовлетворяют современным потребностям в авиационных перевозках. Недостатком является техническая невозможность обеспечения регулярных рейсов «тяжелых» (I, II категории) самолетов, так как продолжению взлетно-посадочной полосы препятствуют местные гидрологические условия.

Базирование Арктической (Полярной) авиации необходимо осуществлять на аэродроме Советский (находящемся в ведении Министерства обороны РФ) с его дальнейшей реконструкцией под гражданский сектор, а также в аэропорту Воркута. Это позволит патрулировать территорию на самолетах типа АН-24 (с практической дальностью полета около 2000 км) от Мурманска на западе и почти до пролива Вилькицкого на востоке. Более современные воздушные суда, например, АН-74 и АН-140, имеют практическую дальность более 2500 км, а с максимальной топливной загрузкой – более 3000 км. Также необходимо отметить, что

¹ Шевелёва А.А. Воздушный транспорт Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: Матер. Юбилейной Междун. науч.-практ. конф. 10-11 ноября 2020 г. СПб.: ИПТ РАН, 2020. Т. 2. С. 57-59.

² Киселенко А.Н., Малащук П.А. Воркута – крупный транспортный узел российской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2016: Матер. Междун. науч.-практ. конф. 29-30 ноября 2016 г. СПб.: ИПТ РАН. Санкт-Петербург, 2016. Том 2. С. 52-54.

³ Торговая система Спецстройторг «Открытый запрос предложений на право заключения договора на выполнение буровых и лабораторных работ по инженерно-геологическим изысканиям по объекту: «Реконструкция аэродрома «Воркута» (Советский)», н.п. Советский, г. Воркута, Республика Коми (шифр объекта: 11/АЭР-В)». URL: http://www.sstorg.ru/market/view.html?action=view_pdo&type=5360&id=630555

расстояние по прямой от Мурманска до начала Северного морского пути (пролив Карские ворота) составляет около 1000 км, что на пределе эффективного радиуса наиболее распространенного арктического самолета – АН-24.

В настоящее время по данным Росавиации (на 1 января 2022 г.) на территории ЕиПА действует 14 аэропортов и аэродромов гражданской авиации, также функционируют посадочные площадки (обслуживающие самолеты Ан-2 и/или вертолеты Ми-8 и его модификации). Анализ существующей схемы регулярного авиасообщения показал, что существующая сеть авиасообщения ЕиПА не обеспечивает связанность субъектов. Между всеми столицами административных центров субъектов рассматриваемого региона в большинстве случаев отсутствует прямое авиасообщение. Непрямое (с пересадкой) авиасообщение между субъектами ЕиПА обеспечивается регулярными авиарейсами из аэропортов Московского авиаузла (Шереметьево, Домодедово, Внуково). Более разветвленная маршрутная сеть из аэропортов Московского авиаузла позволяет использовать ее в текущей сети авиасообщения ЕиПА для пересадки пассажиров на другие виды транспорта или для обеспечения стыковочных авиарейсов. При этом длительность пересадки на стыковочных рейсах может достигать нескольких часов¹.

Также анализ текущего состояния авиасообщения внутри отдельного (конкретного) субъекта ЕиПА показал не только отсутствие авиасвязанности между субъектами ЕиПА, но и с соседними федеральными округами. Внутри отдельных субъектов – административные центры регионов не связаны авиасообщением с большинством своих районов. В некоторых субъектах ЕиПА (Республика Коми, Ненецкий автономный округ (НАО), Ямало-Ненецкий автономный округ (ЯНАО)) внутрирегиональные авиаперевозки для отдаленных и труднодоступных населенных пунктов обеспечиваются регулярными рейсами вертолетов Ми-8 и его модификаций. Вертолеты также обеспечивают доставку вахтового персонала на разрабатываемые месторождения Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (Республика Коми, НАО), морскую ледостойкую стационарную платформу «Приразломная» (НАО), строящиеся объекты Утренного (Салмановского) месторождения (ЯНАО). Базирование Арктической авиации на аэродромах города Воркуты повысит авиасвязанность субъектов ЕиПА.

Город Воркута имеет магистральное железнодорожное круглогодичное сообщение с остальными частями страны по магистрали Коноша-Воркута². Существует прямое пассажирское сообщение с городами Ад-

¹ Киселенко А.Н., Фомина И.В., Шевелёва А.А. О сети авиасообщений Европейского и Приуральского Севера России // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2021. № 2 (48). С. 115-126. DOI: 10.19110/1994-5655-2021-2-115-126

² Шевелёва А.А. Воздушный транспорт Европейской и Приуральской Арктики // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2020: Матер. Юбилейной Междун. науч.-практ. конф. 10-11 ноября 2020 г. СПб: ИПТ РАН, 2020. Т. 2. С. 57-59.

лер, Киров, Лабытнанги, Москва, Нижний Новгород, Санкт-Петербург, Сыктывкар и др.

Особенностью железнодорожного узла Воркуты является наличие большой протяженности путей необщего пользования, являющихся подъездами к действующим и закрытым угледобывающим шахтам.

Также отметим наличие железнодорожного пути, связывающего Воркуту и Лабытнанги, к которому примыкает железная дорога необщего пользования Обская-Бованенково, принадлежащая ПАО «Газпром».

Отметим, что аэродромы Воркуты, имея железнодорожное обеспечение, находятся ближе всех других авиатранспортных узлов (с железнодорожным обеспечением) в Российской Арктике к трассам Северного морского пути (СМП).

Перечисленные выше преимущества аэродромов Воркуты (максимальное расстояние авиапатрулирования СМП, повышение авиасвязанности субъектов ЕиПА, железнодорожное обеспечение) позволяют сделать вывод о возможности размещения в их районе наземной базы Арктической авиации Российской Федерации.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗОЧНОГО ПРОЦЕССА ВЫВОЗА МУСОРА РАЗДЕЛЬНОГО СБОРА В РЕГИОНАЛЬНОМ ЦЕНТРЕ

А.А. Богомолов, к.т.н.

Вологодский государственный университет, г. Вологда

На сегодняшний день состоянием окружающей среды обеспокоено все население нашей страны. Отравление идет почти из каждой отрасли промышленности. Наиболее опасной для среды являются отрасли по переработке и захоронению отходов.

В России каждый год образуется около 7 млрд т отходов, 20% из которых приходится на твердые бытовые отходы. Около 90% всего объема отходов в стране вывозится на полигоны. Только 7% перерабатывается и 3% сжигается. Твердые бытовые отходы делятся на 4 основные группы: пищевые отходы – 48%, пластик – 7%, бумага и картон – 36%, стекло – 9%.

При скоплениях отходов на мусорных полигонах образуется свалочный газ, который является пожароопасным и взрывоопасным. Полигоны представляют санитарную опасность, потому что там развиваются патогенные микроорганизмы, переносчики инфекционных заболеваний. Следует указать длительный срок разложения твердых отходов, в результате чего происходит расширение территории и создание новых полигонов.

Самым опасным материалом является пластик со сроком разложения 400 лет и степенью опасности от высокой до низкой. Экологическое

положение усугубляется, поскольку происходит выбрасывание и химических отходов. За последние 10 лет количество отходов увеличилось в 2 раза. К 2022 г. в эксплуатацию ввели 61 предприятие по обращению с отходами в 34 регионах России, уровень сортировки достиг 35%.

Организация мусоросортировочной линии и перерабатывающего завода позволит уменьшить утилизацию мусора на 50%. С увеличением и замещением контейнерных площадок для раздельного мусора можно добиться до 90% переработки твердых отходов.

Переход на раздельный сбор и вывоз отходов позволит снизить загрязнение окружающей среды, организовать селективный сбор отходов с последующим вторичным использованием.

Основной задачей по снижению транспортной составляющей является подбор спецподвижного состава, который осуществляет сбор и доставку отходов на сортировку. Просчитывается оптимальная маршрутная сеть движения транспортных средств по точкам сбора отходов¹.

С транспортировкой отходов и мусора ежедневно решают задачи все населенные пункты. При возникновении отказов в своевременной уборке на площадке работу транспортной системы оценивают многие. Нарушение нормального режима влечет за собой нарушение нормального функционирования большого числа звеньев процесса. Поэтому отлаженная система позволит организовать работу с определенной производительностью, оптимальным транспортным процессом перевозки отходов, минимальными затратами.

В настоящий момент простым способом является сбор отходов в контейнеры на стационарной площадке². Для накопления отходов используются специальные контейнеры объемом 0,7-1,1 м³, контейнеры закрытого типа с объемом 6 м³ и подземные контейнеры объемом 5 м³. Для макулатуры – 1,2 м³. Для промышленного, строительного мусора применяют накопители с объемом 8 м³.

Для извлечения отходов из подземных контейнеров используют кран-манипулятор на базе мусоровоза. Схема с применением сменных контейнеров и биг-бэгов предусматривает эксплуатацию контейнерных мусоровозов. Применяют специальную технику с боковой, задней и редко с фронтальной загрузкой³.

¹ Чернявская Е.С. Совершенствование организации перевозочного процесса для раздельного вывоза отходов // Молодые исследователи – регионам: Матер. Междун. науч. конф.: в 3 томах, Вологда, 23-24 апреля 2019 г. Вологда: Вологодский государственный университет, 2019. С. 40-42.

² Богомолов А.А. Система перевозочного процесса для раздельного вывоза отходов // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургического производства: технология и надежность машин, приборов и оборудования: Матер. XIV Междун. науч.-техн. конф., Вологда, 10 декабря 2019 г. Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. С. 346-348.

³ Богомолов А.А. Способы раздельного сбора отходов в городах и вывоза мусора // Наземные транспортно-технологические комплексы и средства: Матер. Междун. науч.-техн. конф., Тюмень, 8 февраля 2021 г. / Под общей редакцией Ш.М. Мерданова. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2021. С. 23-27.

Перевозочный процесс по оптимальной схеме движения предполагает движение с минимальным временем, наполняемостью контейнеров на площадках и оптимальной загрузкой транспортных средств. Цель минимизации определяет расходы и увеличение дохода, оптимизации общего времени и пути обхода всех точек в городе до полной загрузки за минимальное время с минимальными трудовыми и транспортными затратами, затратами на оборудование и обслуживание данного оборудования. Наиболее существенные факторы, которые влияют на транспортный процесс – это количество заполненных контейнеров, загруженность отдельных участков транспортной сети, подъезд к контейнерной площадке, особенности и специфика улиц с ограниченным и односторонним движением.

Обозначим через Z^* минимальный путь следования (по кратчайшему расстоянию) из точки i в точку N . Время следования из точки i в точку j равно t_{ij} . Точка j должна выбираться таким образом, чтобы путь из точки j в N был частью оптимального пути из точки i в N . Обозначим путь из точки j в N через Z_j^* . Тогда точка j выбирается из условия минимизации суммы $t_{ij} + Z_j^*$. Получаем уравнение Беллмана:

$$Z_i^* = \min_{j \neq i} \{t_{ij} + Z_j^*\}. \quad (1)$$

Построение маршрута для каждой машины необходимо выстраивать каждый раз, с учетом ее технических характеристик и наполненности площадок сбора, фрагменты районов представлены на рис. 1 и 2.



Рис. 1. Фрагмент кратчайшей связующей схемы одного из районов города

При построении маршрута учитывается одностороннее движение и особенности проезда дворовых территорий, стоянок личного транспорта, «преград» из блоков и шлагбаумов.



Рис. 2. Фрагмент схемы пунктов погрузки одного из районов города

Высчитывая возможную загрузку контейнеров, можно определить вероятность заполнения автотранспортного средства в конце маршрута.

Если транспортное средство не наполнено на 100%, автомобиль начинает движение по второму маршруту до полной загрузки. По аналогичной схеме высчитаем следующие маршруты по следующим точкам сбора.

Определив расстояние первого маршрута, возможное время прохождения с учетом погрузки, рассчитав данные по остальным маршрутам, находим общую протяженность длины следования проезда по территории. Из этих данных определяем общее время, затрачиваемое автомобилем, количество смен работы автомобиля, число автомобилей для удовлетворения потребностей вывоза отходов всего города.

В результате построения «нового» движения транспортных средств на 55 маршрутах происходит снижение расхода топлива и горюче-смазочных материалов на 20%, затрат на ТО и Р транспортных средств на 10%, себестоимость перевозок снижается на 10%. Эффект от вторичного использования отсортированных отходов очевиден.

Выводы: Для успешной реализации методов по эффективному обращению с отходами потребуется не только привлечение материальных ресурсов, но и грамотная организация раздельного сбора мусора, повышение экологической грамотности жителей, закупка современных мусоровозов, мусоросортировочных комплексов и линий. Использование алгоритма позволит оптимизировать маршруты с оптимизацией общего времени и расстояния всех маршрутов с оптимальной грузоподъемностью экономической целесообразности.

ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГЕ В РЕГИОНАХ СЕВЕРА*

С.Л. Садов, д.э.н., А.И. Степсков

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Переход к автотранспорту на электрической тяге – один из многих направлений декарбонизации экономики. Он способствует достижению, по крайней мере, двух целей в области устойчивого развития, принятых ООН: устойчивые города и населенные пункты (№ 11) и борьба с изменением климата (№ 13)¹. Первая цель подразумевает решение следующих задач:

- обеспечить устойчивую транспортную инфраструктуру, повысить безопасность дорожного движения, увеличить использование общественного транспорта, уделяя внимание нуждам женщин, детей, людей с инвалидностью и пожилых лиц;

- снизить негативное экологическое воздействие городов, уделяя особое внимание качеству воздуха и обращению с твердыми бытовыми отходами.

Достижение второй цели требует включения мер реагирования на изменение климата в политику и планирование на национальном уровне.

Из перечисленных задач широкое использование транспорта на электрической тяге в первую очередь способно улучшить экологическую обстановку, особенно в крупных городах, за счет уменьшения загрязнения воздушной среды. Для России это особенно актуально, поскольку более половины транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания (ДВС) имеет экологический стандарт от Евро-0 до Евро-3 или не имеет его вообще². Преимущества электромобилей есть и в плане безопасности движения, и в борьбе с изменениями климата через уменьшение углеродного следа транспорта.

Небезынтересно отметить, что проблема выбора между электромобилями и автомобилями с ДВС уже стояла в прошлом. Электромобили появились раньше, и в конце XIX – начале XX веков их было больше. Первым автомобилем, преодолевшим психологически важный рубеж скорости в 100 км/ч, был именно электромобиль – La Jamais Contente в конце XIX века³. В то время автомобили были предметом роскоши и цены на них не играли решающего влияния на популярность того или ино-

* Статья подготовлена в рамках НИР № 121072700045-1 «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития»

¹ Цели в области устойчивого развития. URL: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/sustainable-development-goals/>

² Структура автопарка РФ и Москвы по экологическим классам. URL: <https://www.autostat.ru/infographics/38282/>

³ Первый автомобиль, достигший 100 км/ч – электромобиль La Jamais Contente. URL: <https://electricmotorsclub.ru/blog/first-car-100-kmh-electric/>

го типа. Скорости тогда были небольшие, города – значительно меньше современных, и электромобилю хватало зарядки для поездок в пределах городов. В Европе и Америке в то время уже шла массовая электрификация, поэтому даже представители среднего класса не испытывали нужды с зарядкой своих аккумуляторов¹. А простота в обслуживании и управлении делала электромобиль более популярным. Но аккумуляторные батареи и недостаточный запас хода оказались ахиллесовой пятой электрокаров, когда встал вопрос о массовой автомобилизации, расширении сети автодорог и использовании автотранспорта для междугородных перевозок. Прогресс у ДВС оказался быстрее, и, благодаря относительной дешевизне и скорости заправки, бензиновые авто стали преобладать. Возникшая вокруг них инфраструктура сделала их более практичным и удобным средством передвижения, и об электромобилях с 1930-х годов почти забыли. О них вспомнили в конце XX века, когда экологические проблемы городов потребовали радикальных мер для их решения.

С позиции электроэнергетики массовый переход на электромобили означает рост электропотребления и встает вопрос – есть возможность его покрыть? В России в целом в настоящее время наблюдается избыток генерирующих мощностей, поэтому проблема дефицита электроэнергии не станет препятствием кратному расширению парка электромобилей. Это относится и к регионам Севера.

Но у Севера есть своя специфика, осложняющая массовый перевод автомобилей на электротягу и усугубляющая связанные с их зарядкой проблемы. К ним можно отнести:

1) редкую сеть автодорог и населенных пунктов с большими расстояниями между ними;

2) суровость климата – преобладание периода с низкими и отрицательными температурами, что существенно снижает дальность хода.

Рассмотрим плюсы и минусы широкомасштабного использования электромобилей.

Плюсы для общества:

- снижение углеродного следа автотранспорта;
- решение экологических проблем городов – 0% вредных выбросов в окружающую среду и атмосферу;
- повышение эффективности использования энергоресурсов;
- кумулятивный эффект совместного развития возобновляемых источников энергии и электротранспорта.

Минусы для общества:

- необходимость создания новой инфраструктуры для зарядки электромобилей: либо максимально приближенной к местам их парковки, либо максимально быстрой;

¹ История электромобилей: от истоков зарождения в 19-м до взлета и падения в 20-м веке. URL: <http://dr-znai.com/istoriya-elektromobilej.html>

- затраты по активной поддержке отрасли и ее инфраструктуры до 2030 г., включая преодоление внедренческого барьера до появления раскручивающейся спирали «расширение спроса на электромобили – уменьшение их себестоимости – рост и улучшение обслуживающей инфраструктуры»;

- наращивание мощностей по утилизации отработавших аккумуляторов, содержащих значительное количество вредных веществ.

Преимущества для владельцев электромобилей:

- удобство и легкость управления;
- более простая механика и большая надежность электромобилей;
- меньшие габариты электрического двигателя при сравнимой мощности с ДВС;
- шумовое загрязнение окружающей среды электромотором меньше;
- за счет компактного двигателя и иной компоновки узлов во многих электромобилях имеется дополнительный багажник;
- эксплуатация электромобиля обойдется дешевле в несколько раз по сравнению с обычным автомобилем;
- нет необходимости использовать ископаемое топливо;
- экономия на расходных материалах для техобслуживания;
- наличие возможности возврата части затраченной на торможение транспортного средства энергии (рекуперация);
- возможность реализации технологии Vehicle-to-grid;
- нет необходимости прогревать двигатель после запуска.

Минусы для их владельцев:

- необходимость частой подзарядки и ограниченная дальность хода, вызванные недостаточной емкостью батареи;
- длительная зарядка от стандартных источников переменного тока;
- сложность согласования с электросетями установки домашней зарядной станции;
- длительность обычной зарядки при существующей нехватке парковочных мест, оборудованных зарядным устройством;
- длительность даже быстрой зарядки по сравнению с заправкой топливом автомобилей с ДВС;
- необходимость поиска подходящей зарядной станции;
- снижение емкости батарей при низких температурах и в процессе эксплуатации;
- отсутствие серийных отечественных моделей электромобилей;
- небольшой жизненный цикл аккумуляторов;
- высокая цена.

Если обратить внимание на распространенность электромобилей в мире, то увидим, что лидерами по числу электрокаров на душу населения являются страны Северной Европы (табл. 1). А в Норвегии доля электромобилей в 2021 г. уже превысила 22%.

Таблица 1

Подушевое количество электромобилей, 2021 г.

Страна/регион	Число электромобилей на 1000 человек
Китай	3,3
США	5,2
Канада	5,5
Европа	6,1
Германия	8,4
Нидерланды	17,7
Швеция	20,6
Исландия	36,8
Норвегия	81,0

Источник: <https://aftershock.news/?q=node/1001635&full>

В чем секрет успеха североевропейских стран? Во-первых, это страны с высоким уровнем доходов населения, и ее жителям легче решиться на покупку более дорогого электромобиля, тем более с государственной поддержкой. Во-вторых, развитая инфраструктура зарядных станций, в том числе быстрых. В-третьих, по нашему мнению, причина кроется также в их энергетике, в обеспеченности с избытком дешевой электроэнергией из экологически чистых, в своем подавляющем большинстве, источников (рис. 1). Например, Норвегия по производству электроэнергии на душу населения занимает первое место в мире¹. При этом, несмотря на наличие собственных больших запасов углеводородов, 97,5% электроэнергии вырабатывается из возобновляемых источников энергии (ВИЭ), в подавляющем большинстве на гидроэлектростанциях². В Норвегии имеется более 800 ГЭС с установленной мощностью 31 ГВт и среднегодовым производством электроэнергии 133 млрд кВт-ч. Норвегия не только полностью снабжает свою территорию электроэнергией, но и продает ее другим государствам по подводным силовым кабелям. Поэтому именно в Норвегии есть большой резон в переходе к электромобилям в плане декарбонизации, чем в странах с выработкой электроэнергии на основе ТЭС. Схожее положение и в Исландии (здесь велика доля геотермальной энергетики) и в Швеции (здесь энергетика не столь чиста в смысле достижения безуглеродности, но и доля электромобилей здесь ниже).

Для стимулирования покупок электромобилей Правительство Норвегии:

- 1) частично финансирует приобретение авто;
- 2) водители электрокаров имеют дополнительные льготы:
 - освобождаются от налогов и, естественно, от топливных акцизов;
 - могут бесплатно пользоваться местами на парковках;
 - имеют скидку или отмену оплаты на проезд по платным дорогам, мостам, тоннелям;

¹ Электроэнергетика в Норвегии. URL: http://www.norge.ru/elektro_energi/

² Энергетический профиль Норвегии. URL: <https://www.eeseaec.org/energeticeskij-profil-norvegii>

- используют для движения полосы для общественного транспорта (это уже представляет проблему).

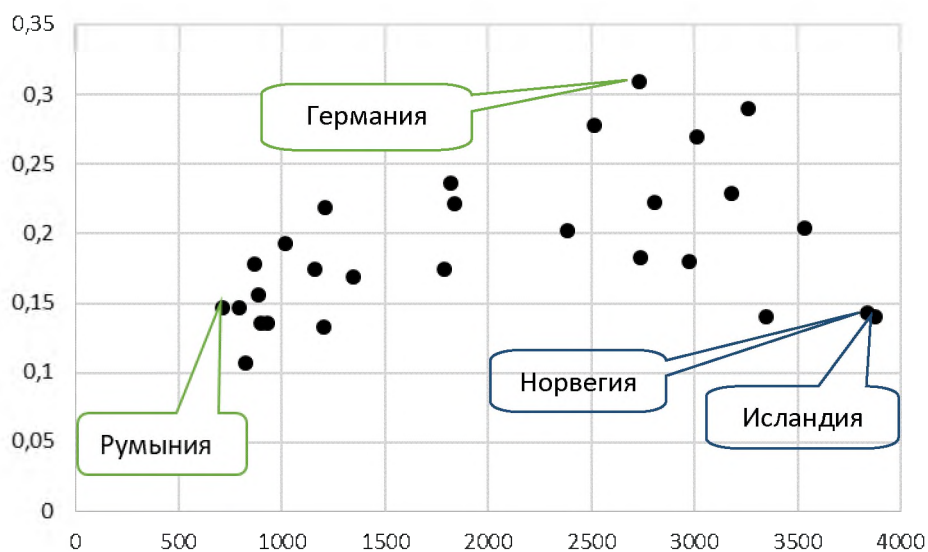


Рис. 1. Зависимость стоимости электроэнергии (евро/кВт·ч) от средней зарплаты (евро) стран Европы в 2021 г.

Данные меры и в России принесли бы положительные сдвиги в распространении электромобилей. Но у страны для этого недостаточно финансовых возможностей.

Для удобства владельцев экомашин на всей территории Норвегии расположены электростанции. Зарядить электромобиль в разы дешевле, чем обычный транспорт ископаемым топливом. Существуют и пункты с бесплатной подзарядкой. Льготы имеют и компании, развивающие данную инфраструктуру. По мере продвижения к выполнению главной цели – доведению к 2025 г. доли продаж электромобилей на норвежском авторынке до 100%, – льготы для владельцев электрокаров будут пересмотрены и скорее всего отменены.

Показательно, что объемы выбросов CO₂ в Норвегии (рис. 2) четко демонстрируют стабилизацию и снижение, начиная с конца XX века. Это совпадает с широким распространением электромобилей, которые потребляют экологически чистую безуглеродную электроэнергию местных ГЭС.

В России, как уже упоминалось, принята «Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года». И среди пилотных территорий, в которых будет реализовываться Концепция в части создания зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств до 2024 г.¹, есть один северный регион – Сахалинская область. Климатически область входит в зону муссонов умеренных широт. При этом среднегодовая температура Южно-Сахалинска составляет +2,8°C, диапазон изменения среднесуточных температур от –12,2°C (январь) до +17,3°C (ав-

¹ Распоряжение Правительства РФ от 24.12.2021 г. № 3835-р. URL: <http://government.ru/docs/44250/>

густ). Продолжительность периода со среднесуточной температурой ниже 0°C составляет 154 суток, продолжительность отопительного периода – 230 суток. Климатические показатели Южно-Сахалинска близки показателям Петрозаводска и Сыктывкара, а климат региона в целом можно считать отвечающим условиям Севера¹. Малая плотность населения, низкая плотность дорожной сети и ее древовидная структура также характерны для северных регионов. Так что принадлежность Сахалинской области к северным регионам вполне оправдана, а не вызвана лишь его удаленностью от Центральной России.

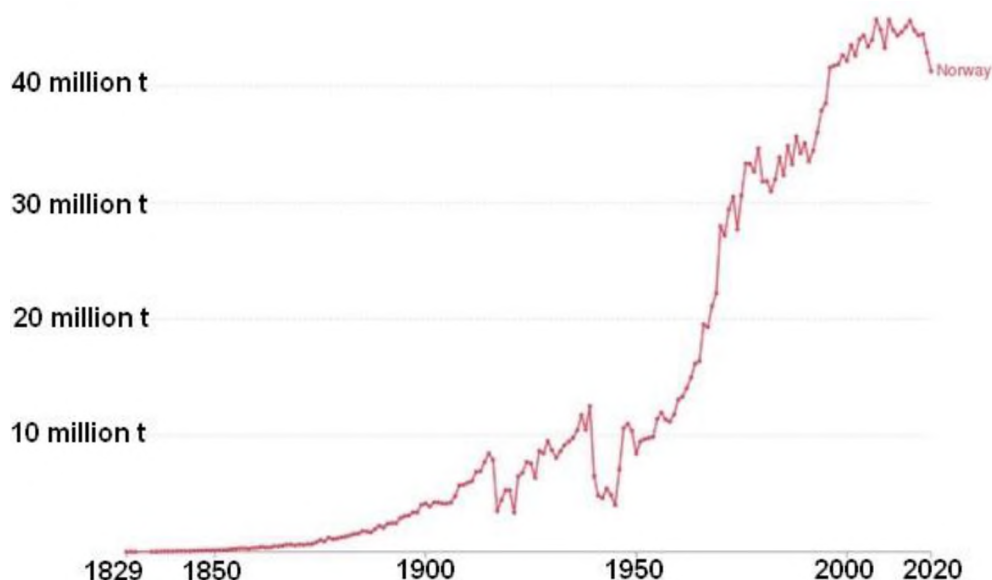


Рис. 2. Годовая эмиссия CO₂ в Норвегии²

Согласно Концепции и учитывая социальную значимость и позитивный экологический результат проекта создания и расширения сети электрозаправочных станций, Правительством Сахалинской области предусматриваются следующие меры государственной поддержки³.

Так, для частных инвесторов:

- введен льготный тариф (30%) на электроэнергию для субъектов, занимающихся видом экономической деятельности «45.20.5 Деятельность по зарядке аккумуляторных батарей транспортных средств с электродвигателями», что стимулирует частных инвесторов к развитию зарядной инфраструктуры на территории Сахалинской области;
- предусматривается сопровождение органами исполнительной власти и администрациями муниципальных образований вопросов размещения и технологического присоединения станций.

Для владельцев электрокаров:

- с 2022 г. отменяется транспортный налог;
- предусматривается выделение бесплатных парковочных мест на платных муниципальных парковках для электромобилей.

¹ Климат Сахалина. URL: http://sakhmeteo.ru/climat/climate_sakh.php

² World carbon emission. URL: <http://www.carbonfootprintofnations.com/21/infographics.htm>

³ Электрический транспорт. URL: <https://minenergo.sakhalin.gov.ru/electro-transport/>

Эти меры выглядят необходимыми, но недостаточными для преодоления внедренческого барьера, о котором говорилось выше. Тем более учитывая то обстоятельство, что суровый климат ухудшает потребительскую привлекательность электромобилей за счет существенного уменьшения емкости батареи (до 35-70% при $t -20^{\circ}\text{C}$ в зависимости от типа аккумулятора)¹ и, соответственно, пробега зимой. Это делает проблематичным осуществление междугородных поездок при умеренных и сильных морозах.

Итак, есть две цели, достижению которых содействует перевод автомобилей на электрическую тягу:

- 1) улучшение экологической обстановки в городах;
- 2) снижение выбросов CO_2 .

При этом:

- суровый климат усугубляет сложности эксплуатации электромобилей за счет снижения емкости батарей;
- небольшой срок службы батарей (3-4 года при ежедневных поездках) требует создания инфраструктуры по их утилизации;
- малый удельный вес Севера в России и особенно в мире не даст заметного снижения эмиссии CO_2 ;
- генерация электроэнергии России базируется в основном на ТЭС, поэтому снижение выбросов CO_2 будет существенно меньше, чем при безуглеродной электроэнергетике.

В какой мере способствует решению указанных двух задач электрификация автотранспорта северных регионов, и стоит ли это затрат средств и усилий? В настоящее время массовое использование электромобилей на Севере не имеет смысла при решении второй задачи – уменьшения эмиссии CO_2 . Ее решение будет зависеть от других территорий, более густонаселенных, и где сосредоточена основная масса автомобилей и промышленных предприятий. Единственно, для чего необходимы электромобили в северных регионах, – это для использования в городах с неблагоприятной и тяжелой экологической обстановкой с целью ее улучшения. Для поездок по сравнительно небольшим компактным северным городам будет достаточно существующих аккумуляторных батарей даже в сильные морозы.

¹ Григорьев С.И., Анисимов Е.Е. Перспективы эксплуатации электромобилей на крайнем Севере // Молодой ученый. 2016. № 29 (133). С. 67-70.

ИЗУЧЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ГАЗОБАЛЛОННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ

А.А. Богомолов, к.т.н.

Вологодский государственный университет, г. Вологда

В мире на сегодняшний день насчитывается более 60 млн единиц транспорта, причем 45 млн приходится на легковой и 4,3 млн – на легковой коммерческий транспорт.

Увеличение количества транспортных средств обусловило ряд проблем, которые связаны с использованием энергоносителей и их влиянием на окружающую среду. В крупных городах выбросы отработавших газов автомобиля в атмосферу достигают 80-85% от основных факторов загрязнения. В последнее время для снижения выбросов многие концерны и предприятия идут по направлению эффективного использования газомоторного топлива. Газомоторное топливо представляется перспективным и проверенным энергоносителем.

При эксплуатации подвижного состава в условиях Северо-Западного федерального округа возникают некоторые моменты, которые оказывают влияние на показатели деятельности автотранспортных предприятий и надежность автомобиля в целом. Наиболее популярными и надежными в настоящее время являются автомобильные системы газобаллонного оборудования четвертого поколения¹.

Газомоторное топливо является перспективным и проверенным энергоносителем, отличающимся высокой экологичностью и эффективностью использования. В перспективе можно наблюдать высокий рост применения сжиженного природного газа, который по энергетическим показателям приближается к нефтяному топливу. Также запасы природного газа превосходят запасы других видов топлив. Поэтому нужно решать проблемы, которые встречаются при применении газомоторного топлива, чтобы повышать энергобезопасность и диверсификацию энергоносителей для автомобилей².

При решении организации технического обслуживания и ремонта автомобилей важное значение имеет создание исследовательской базы, а именно расчет ресурса, определение допустимых отклонений параметров, определение периодичности обслуживания, потребности в запасных частях и т.д.³

¹ Богомолов А.А. Ознакомительная оценка газобаллонного оборудования для легковых автомобилей // Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ – 2020): Сб. статей XII Междун. науч.-техн. конфер., посвященной 25-летию кафедры технологии материалов и транспорта, Курск, 23 октября 2020 г. Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. С. 36-41.

² Богомолов А.А. Сложности использования газомоторного топлива на автомобиле // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте: Матер. XV Междун. науч.-техн. конфер., Вологда, 8 декабря 2020 г. Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. С. 242-244.

³ Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов. 4е изд., перераб. и дополн. / Е.С. Кузнецов, А.П. Болдин, В.М. Власов и др. Москва: Наука, 2001. 535 с.

Исследование неисправностей легковых автомобилей с газобаллонным оборудованием позволило определить частоты случаев на определенных пробегах. Объем выборки составил 79 значимых отказа. Неисправности наблюдались на пробеге автомобилей от 10 до 190 тыс. км (распределение следует нормальному закону). Больше всего технических воздействий приходилось из-за датчиков, редукторов, форсунок с электронным блоком управления. Среднее значение ресурса узлов газобаллонного оборудования до отказа составляет 96 тыс. км.

При обращении учитывались сопутствующие ремонтные воздействия. Данные отражены в табл. 1.

Таблица 1

Операции по сопутствующему ремонту

Наименование узла, агрегата	Количество технических воздействий
Редуктор	11
Форсунки	9
Датчики	15
Нарушение герметичности системы	4
Фильтр	6
Электронный блок управления	9
ИТОГО	54

В результате обработки статистики среднее квадратическое отклонение составило 37,93, дисперсия 1439,26. Проведя расчеты выравнивающих теоретических частот, можно сделать вывод, что расхождение оказывается случайным, и данные выборки согласуются¹.

Воспользовавшись распределением Вейбулла-Гнеденко, определили коэффициент вариации 0,329, который свидетельствует о нормальности распределения. Правильность гипотезы проверяли с помощью критерия Пирсона. В табл. 2 представлены расчетные значения.

Таблица 2

Расчетные значения

i	n_i	n_i'	$n_i - n_i'$	$(n_i - n_i')^2$	$(n_i - n_i')^2 / n_i'$	n_i^2	n_i^2 / n_i'
1	3	5	-2	4	0,8	9	1,80
2	11	15	-4	16	1,067	121	8,07
3	16	24	-8	64	2,667	256	10,67
4	22	22	0	0	0	484	22,00
5	18	10	8	64	6,4	324	32,40
6	6	3	3	9	3	36	12,00
7	3	0	3	9	3	9	9,00
Σ	79	79			$\chi^2_{\text{набл}} = 16,94$		95,94

По таблице критических точек распределения χ^2 по уровню значимости $\alpha = 0,025$ и числу степеней свободы $k = 4$ находим $\chi^2_{\text{кр}}(0,025; 4) = 11,1$

Так как $\chi^2_{\text{набл}} < \chi^2_{\text{кр}}$, то нет оснований отвергать нулевую гипотезу,

¹ Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике. Москва: Высшая школа, 1999. 479 с.

расхождение эмпирических и теоретических частот незначительно.

Из расчетов видно, что средний пробег автомобиля с газобаллонным оборудованием 96960 км. Более 60% неисправностей приходится в промежутке от 88500 до 105510 км. Так как в среднем ресурс газобаллонного оборудования составляет 77600 км (без корректирующих коэффициентов), то данные результаты можно признать соответствующими нормативу. Вполне возможно при повышении качества проведения установки и работ по обслуживанию газовой аппаратуры¹.

Для оценки математического ожидания возникновения неисправности служит доверительный интервал, показывающий наибольшую и наименьшую вероятность возникновения той или иной неисправности:

$$P_1 \leq P \leq P_2$$

где P_1, P_2 – верхняя и нижняя границы интервала, определяемые по формуле:

$$P_{1,2} = \frac{n}{n+t^2} \left[\omega + \frac{t^2}{2n} \pm t \sqrt{\frac{\omega(1-\omega)}{n} + \left(\frac{t}{2n}\right)^2} \right] \quad (1)$$

где $n = 63$ – количество наблюдений (63 автомобилей);

t – табличная величина, равная 1,996 при доверительной вероятности $\gamma = 0,95$ (95% результатов попадут в данный интервал);

ω – опытная вероятность события (m – число благоприятных исходов события – возникновения неисправности).

Для определения наиболее вероятного числа одновременно возникших неисправностей используют производящую функцию вида:

$$A = \varphi(z) = (p_1 z + q_1)(p_2 z + q_2) \dots (p_n z + q_n) \quad (2)$$

где p_i – вероятность появления i -го события, ($p_i = m_i/n_i$);

q_i – вероятность не появления i -го события, ($q_i = 1 - p_i$).

Доверительные интервалы вероятности возникновения неисправностей указаны в табл. 3.

Таблица 3

Доверительные интервалы вероятности возникновения неисправностей

Неисправности	m	ω	P_1	P_2	P_{cp}
Редуктор	11	0,14	0,093	0,498	0,296
Форсунки	9	0,11	0,064	0,437	0,250
Датчики	15	0,19	0,159	0,614	0,386
Не герметичность узлов	4	0,05	0,004	0,269	0,137
Фильтр	6	0,08	0,024	0,339	0,182
ЭБУ	9	0,11	0,064	0,437	0,250

¹ Богомолов А.А. Сложности использования газомоторного топлива на автомобиле // Автоматизация и энергосбережение в машиностроении, энергетике и на транспорте: Матер. XV Междун. науч.-техн. конф., Вологда, 8 декабря 2020 г. Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. С. 242-244.

Для определения наиболее вероятного числа одновременно возникших неисправностей используют производящую функцию. С учетом полученных результатов производящая функция примет вид:

$$\begin{aligned}\varphi(Z) &= (0.14z + 0.86)(0.11z + 0.89)(0.19z + 0.81)(0.05z + 0.95) \times \\ &\quad \times (0.08z + 0.92)(0.11z + 0.89) \\ \varphi(Z) &= 1.28744 \cdot 10^{-6} z^6 + 7.35 \cdot 10^{-5} z^5 + 0.0017 z^4 + 0.019 z^3 + 0.1187 z^2 + \\ &\quad + 0.378 z^1 + 0.4822 z^0\end{aligned}$$

Результаты расчетов производящей функции приведены в табл. 4, из которой видно, что наиболее вероятно невозникновение неисправности (48,22%). Также высока вероятность возникновения одной неисправности (37,81%). С учетом расчета доверительных интервалов с большой вероятностью можно утверждать, что это будут неисправности датчиков.

Таблица 4

Вероятность одновременного возникновения неисправностей

Количество одновременно возникших неисправностей	6	5	4	3	2	1	0
Вероятность возникновения, %	$1,28744 \cdot 10^{-4}$	$7,35 \cdot 10^{-3}$	0,17	1,9	11,87	37,81	48,22

По полученным результатам исследования трудоемкости ремонта можно сказать, что наиболее вероятной востребованной операцией будет необходимость в техническом воздействии редуктора и датчиков.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ*

А.А. Гасникова, к.э.н.

*Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина
ФИЦ «Кольский научный центр РАН», г. Апатиты*

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам социально-экономического развития арктических регионов России. Это объясняется важностью данных территорий в геополитическом плане, их заметной ролью в обеспечении экономической и национальной безопасности России. В Арктике сосредоточены большие запасы природных ископаемых ресурсов, среди которых выделяются запасы углеводородов. Как отмечено в работе¹ со ссылкой на Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации, суммарные ресурсы российской Арктики превышают 510 млрд тонн нефтяного эквивалента. Арктические моря обладают значительными биологическими ресурсами, Северный морской путь предоставляет транспортные возможности. Уникальные арктические просторы являются домом для многих коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока (КМНС).

Огромная и трудная для освоения Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) требует экономического присутствия – хозяйственного освоения, обживания, улучшения условий жизни коренного населения и приехавших в эти суровые края специалистов. В работе² отмечено, что для промышленного, а также социального, освоения любой территории энергообеспечение выступает ключевым вопросом. Арктика не является исключением – напротив, вопросы энергообеспечения приобретают особую актуальность в условиях холодного климата Арктики, рассредоточенности потребителей и их отдаленности от промышленных центров.

* Работа подготовлена в рамках исследования по теме «Взаимодействие глобальных, национальных и региональных факторов в экономическом развитии Севера и Арктической зоны Российской Федерации» по госзаданию ФИЦ КНЦ РАН

¹ Череповицын А. Е., Соловьева В. М. Анализ сырьевого углеводородного потенциала российской Арктики // Наукосфера. 2020. № 11-2. С. 257-261. DOI: 10.5281/zenodo.4293527

² Ампилов Ю. Энергетическое развитие российской Арктики в эпоху энергоперехода // Энергетическая политика. 2022. № 1 (167). С. 30-43. DOI: 10.46920/2409-5516_2022_1167_30

Поэтому государственное регулирование обеспечения потребителей АЗРФ электрической и тепловой энергией является важной задачей.

В данной работе рассмотрены некоторые особенности государственного регулирования энергообеспечения потребителей в арктических субъектах РФ. Исследование проводилось на примере четырех субъектов РФ (далее также – регионов, арктических регионов, арктических субъектов РФ), территории которых полностью включены в АЗРФ. К данным регионам относятся Мурманская область, Ненецкий автономный округ (АО), Ямало-Ненецкий АО, Чукотский АО.

Распределение полномочий в сфере государственного регулирования энергообеспечения потребителей определено в законодательстве РФ. Большинство полномочий закреплено на федеральном уровне. Федеральный центр определяет правила работы рынка электро- и теплоэнергии, устанавливает основы ценообразования в энергетике, определяет требования к энергетическому оборудованию и решает другие вопросы. На федеральном уровне разрабатываются основные направления энергетической политики страны. Субъекты РФ более ограничены в своих действиях: они устанавливают некоторые цены (тарифы) в электро- и теплоэнергетике и осуществляют контроль этих цен, согласовывают развитие энергоинфраструктуры на своей территории, ведут собственную энергетическую политику, не противоречащую ограничениям, заданным выше.

Региональная энергетическая политика реализуется исполнительной властью субъектов РФ. Заметим, что федеральное законодательство предоставляет регионам некоторую свободу в формировании собственной системы органов исполнительной власти¹. На сегодняшний день в Мурманской области функционируют министерства и комитеты, а в трех полностью арктических автономных округах – департаменты и управления.

Для реализации энергетической, и более широко – социально-экономической, – политики в регионах разрабатываются и реализуются государственные программы субъектов федерации. Такие программы разрабатываются в русле заданных на федеральном уровне ориентиров, но с учетом специфики регионов. Как отмечают исследователи, «государственные программы субъекта РФ в силу своего содержания, структуры, процедуры принятия не являются правовыми актами как таковыми»². Однако, будучи документами стратегического планирования, включающими перечни мероприятий, для которых разработаны сроки и ресурсы и определены исполнители, государственные программы

¹ Хмара В.А., Псарев Э.А. Система и структура органов исполнительной власти субъектов РФ (на примере Северо-Западного федерального округа) // Балтийский гуманитарный журнал. 2017. Т. 6. № 3 (20). С. 372-374; Мегаева С.В., Хадзегов А.Н. Сущность организационной структуры органов государственной власти субъекта Российской Федерации // Тенденции развития науки и образования. 2020. № 65-2. С. 32-35. DOI: 10.18411/lj-09-2020-47

² Артамонов А.Н. Правовые акты высшего исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации // Общество и право. 2021. № 2 (76). С. 130.

направляют развитие той или иной отрасли или сферы общественной жизни. В настоящее время «государственные программы рассматриваются как важный инструмент регулирования социально-экономического развития страны и регионов»¹, поэтому им уделяется большое внимание в данном исследовании.

Региональные органы государственной власти выступают исполнителями (ответственными исполнителями, соисполнителями) государственных программ субъектов федерации. Для каждой государственной программы региона определен ответственный исполнитель, могут быть определены соисполнители или участники программы. В числе участников государственных программ, проанализированных в рамках исследования, помимо министерств или департаментов, в некоторых случаях указаны муниципальные образования, предприятия, учреждения.

В табл. 1-4 приведены данные об основных государственных программах четырех арктических субъектов РФ². В указанные таблицы включены только те государственные программы (а также подпрограммы, отдельные мероприятия, направления), которые затрагивают вопросы энергообеспечения потребителей.

Таблица 1

Основные государственные программы Мурманской области,
реализация которых связана с энергообеспечением

Региональная государственная программа ³ , подпрограммы	Ответственный исполнитель, соисполнители
Экономический потенциал. Подпрограмма 1. Создание условий для привлечения инвестиций, развития и модернизации промышленного комплекса, повышения конкурентоспособности производства (деятельности)	Министерство развития Арктики и экономики Мурманской области* ⁴ Комитет по конкурентной политике Мурманской области; Министерство имущественных отношений Мурманской области
Комфортное жилье и городская среда. Подпрограмма 4. Обеспечение устойчивой деятельности ТЭК Мурманской области и повышения энергетической эффективности	Министерство строительства Мурманской области* Министерство энергетики и ЖКХ Мурманской области; Министерство имущественных отношений Мурманской области

Следует отметить, что, помимо указанных в табл. 1-4, в каждом регионе есть и другие органы власти, деятельность которых прямо или косвенно связана с организацией или развитием энергообеспечения потребителей. Так, за формирование экономической политики региона в

¹ Мищенко В.В., Резинкин А.Ю. Практика реализации государственных программ в регионах: итоги, проблемы, перспективы (на материалах Алтайского края) // Бизнес. Образование. Право. 2019. № 2 (47). С. 42. DOI: 10.25683/VOLBI.2019.47.212

² Источником текстов государственных программ послужил Интернет-портал электронного фонда Консорциума «Кодекс». URL: <https://docs.cntd.ru>

³ Государственная программа Мурманской области «Экономический потенциал» утверждена постановлением Правительства Мурманской области от 11 ноября 2020 г. № 780-ПП; Государственная программа Мурманской области «Комфортное жилье и городская среда» утверждена постановлением Правительства Мурманской области от 13 ноября 2020 г. № 795-ПП.

⁴ В данной и последующих таблицах ответственный исполнитель отмечен звездочкой*

целом в соответствующих регионах отвечают Департамент финансов и экономики Ненецкого АО, Департамент финансов, экономики и имущественных отношений Чукотского АО. Департамент внутреннего контроля и надзора Ненецкого АО осуществляет государственный контроль соблюдения требований законодательства об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности.

Таблица 2

Основные государственные программы Ненецкого АО,
реализация которых связана с энергообеспечением

Региональная государственная программа ¹ , отдельные мероприятия, подпрограммы	Ответственный исполнитель, соисполнители
Модернизация жилищно-коммунального хозяйства Ненецкого АО. Отдельное мероприятие 7. Создание централизованной системы учета потребителей жилищно-коммунальных услуг, тарификации жилищно-коммунальных услуг и формирования единых платежных документов. Подпрограмма 1. Модернизация объектов коммунальной инфраструктуры. Подпрограмма 2. Обеспечение доступности коммунальных услуг. Подпрограмма 6. Развитие энергетического комплекса в Ненецком АО.	Департамент строительства, жилищно-коммунального хозяйства, энергетики и транспорта Ненецкого АО*
Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан, проживающих в Ненецком АО. Отдельное мероприятие 7. Реализация государственной политики в сфере строительства, жилищно-коммунального хозяйства, энергетики и транспорта.	Департамент строительства, жилищно-коммунального хозяйства, энергетики и транспорта Ненецкого АО*

За координацию и контроль деятельности по предоставлению гражданам субсидий на оплату коммунальных услуг в предусмотренных законом случаях отвечают Министерство труда и социального развития Мурманской области, Департамент социальной защиты населения Ямало-Ненецкого АО, Департамент социальной политики Чукотского АО. Департамент внутренней политики Ненецкого АО и Департамент по делам коренных малочисленных народов Севера Ямало-Ненецкого АО в пределах своей компетенции могут вносить предложения по ограничению хозяйственной деятельности на территориях традиционного проживания коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока, и такие ограничения могут повлиять на реализацию проектов в сфере ТЭК. В Чукотском АО за подготовку предложений по обеспече-

¹ Государственная программа Ненецкого автономного округа «Модернизация жилищно-коммунального хозяйства Ненецкого автономного округа» утверждена постановлением Администрации Ненецкого АО от 22.10.2014 г. № 399-п; Государственная программа Ненецкого автономного округа «Обеспечение доступным и комфортным жильем и коммунальными услугами граждан, проживающих в ненецком автономном округе» утверждена постановлением Администрации Ненецкого АО от 14.11.2013 г. № 415-п.

нию защиты исконной среды обитания коренных малочисленных народов отвечает Управление по делам коренных малочисленных народов Чукотки Аппарата Губернатора и Правительства Чукотского АО.

Таблица 3

Основные государственные программы Ямало-Ненецкого АО,
реализация которых связана с энергообеспечением

Региональная государственная программа ¹ , направления государственной программы	Ответственный исполнитель, соисполнители
Развитие энергетики и жилищно-коммунального комплекса. Направления: 1. Газификация. 2. Электроэнергетика. 3. Коммунальная инфраструктура и обеспечение жилищно-коммунальными услугами. 5. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности	Департамент тарифной политики, энергетики и жилищно-коммунального комплекса Ямало-Ненецкого АО*; Департамент строительства и жилищной политики Ямало-Ненецкого АО; Департамент государственного жилищного надзора Ямало-Ненецкого АО
Экономическое развитие и инновационная экономика. Направления: 1. Эффективное управление экономикой региона. 2. Развитие промышленного потенциала.	Департамент экономики Ямало-Ненецкого автономного округа*; Департамент государственного заказа Ямало-Ненецкого АО; Департамент имущественных отношений Ямало-Ненецкого АО

В каждом субъекте федерации создан орган, который в рамках своих полномочий в соответствии с законодательством устанавливает подлежащие государственному регулированию цены (тарифы) в электро- и теплоэнергетике. В рассматриваемых регионах к таким органам относятся Комитет по тарифному регулированию Мурманской области, Управление по государственному регулированию цен (тарифов) Ненецкого АО, Департамент тарифной политики, энергетики и жилищно-коммунального комплекса Ямало-Ненецкого АО, Комитет государственного регулирования цен и тарифов Чукотского АО.

Вопросами экологической безопасности и рационального использования природных ресурсов (которые используются в том числе для производства электро- и теплоэнергии) занимаются Министерство природных ресурсов, экологии и рыбного хозяйства Мурманской области, Департамент природных ресурсов, экологии и агропромышленного комплекса Ненецкого АО, Департамент природно-ресурсного регулирования, лесных отношений и развития нефтегазового комплекса Ямало-Ненецкого АО, Департамент природных ресурсов и экологии Чукотского АО. В контексте развития энергетики вопросы экологии подлежат рассмотрению, поскольку предприятия ТЭК являются источниками выбро-

¹ Государственная программа Ямало-Ненецкого автономного округа «Развитие энергетики и жилищно-коммунального комплекса» утверждена постановлением Правительства Ямало-Ненецкого АО от 25.12.2013 г. № 1144-П; Государственная программа Ямало-Ненецкого автономного округа «Экономическое развитие и инновационная экономика» утверждена постановлением Правительства Ямало-Ненецкого АО от 25.12.2013 г. № 1111-П.

сов загрязняющих веществ, провоцируют тепловое загрязнение окружающей среды, влияют на природный ландшафт.

Таблица 4

Основные государственные программы Чукотского АО,
реализация которых связана с энергообеспечением

Региональная государственная программа ¹ , подпрограммы	Ответственный исполнитель, соисполнители
Развитие энергетики Чукотского АО. Подпрограмма. Энергосбережение и повышение энергетической эффективности. Подпрограмма. Развитие и модернизация электроэнергетики. Подпрограмма. Развитие газовой отрасли. Подпрограмма. Развитие угольной промышленности.	Департамент промышленной политики Чукотского АО*
Развитие жилищно-коммунального хозяйства и водохозяйственного комплекса Чукотского АО. Подпрограмма. Государственная поддержка ЖКХ. Подпрограмма. Создание условий для развития коммунального комплекса. Подпрограмма. Реализация мероприятий по развитию коммунальной инфраструктуры	Департамент промышленной политики Чукотского автономного округа*

Более подробный анализ задач, функций или полномочий органов государственной власти арктических регионов России в сфере регулирования энергообеспечения, представлен в работе².

Таким образом, в каждом из рассматриваемых регионов разработаны несколько государственных программ, которые в той или иной степени нацелены на развитие энергетики и на обеспечение надежного энергоснабжения потребителей. При этом не всегда в регионе разрабатывается отдельная государственная программа, направленная на развитие энергетики, иногда решение вопросов развития энергетической инфраструктуры предусмотрено в программах экономического развития, охватывающих более широкий круг вопросов. Так, из четырех регионов только в Ямало-Ненецком и Чукотском АО имеются государственные программы, в названии которых напрямую присутствует словосочетание «развитие энергетики». Заметим, что задачи развития энергетики и энергообеспечения потребителей часто рассматриваются в комплексе с задачами развития или модернизации жилищно-коммунального комплекса.

¹ Государственная программа «Развитие энергетики Чукотского автономного округа» утверждена Постановлением Правительства Чукотского АО от 28.01.2016 г. № 41; Государственная программа «Развитие жилищно-коммунального хозяйства и водохозяйственного комплекса Чукотского автономного округа» утверждена Постановлением Правительства Чукотского АО от 29.02.2016 г. № 92.

² Гасникова А.А. Учет различных факторов в регулировании энергообеспечения в арктических регионах // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2020. № 3 (69). С. 131-143. DOI: 10.37614/2220-802X.2.2020.69.009

Государственные программы субъектов федерации являются важным инструментом региональной энергетической политики, они охватывают основные вопросы развития энергетики. За разработку и реализацию таких программ отвечают региональные органы власти – как правило, это региональные министерства или департаменты, основные полномочия которых охватывают сферу экономики или энергетики. Также в арктических субъектах РФ созданы органы власти, которые отвечают за регулирование и контроль цен (тарифов) в энергетике, за финансовую поддержку отдельных категорий потребителей энергии, за обеспечение экологической безопасности и рачительное отношение к местным природным энергоресурсам. В автономных округах есть органы власти, отвечающие за соблюдение прав коренных народов Севера, в том числе при реализации на территории их проживания проектов в сфере ТЭК.

Организация надежного, качественного, доступного энергообеспечения потребителей требует решения целого комплекса вопросов. Каждый субъект федерации выстраивает свою систему органов власти для их решения. С организацией энергообеспечения связана деятельность многих региональных органов власти, если не прямо, то косвенно.

ОЦЕНКА РАЗВИТИЯ ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ В РАЙОНЕ ПОРТА ИНДИГА НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА В НЕЧЕТКОЙ СРЕДЕ*

П.Е. Мезенцев¹, к.т.н., А.А. Костин¹, К.Б. Кожов², к.т.н.

¹*Институт теплофизики УрО РАН,*

²*Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург*

Введение. В географическом плане Ненецкий автономный округ (НАО) почти весь расположен за полярным кругом, граничит с Архангельской областью, Республикой Коми и Ямало-Ненецким автономным округом, береговая линия округа омывается Белым, Баренцевым, Карским морями Северного Ледовитого океана. Рельеф местности в основном равнинный. Главной водной артерией является река Печора, также в округе расположено много других рек и озер. По силе ветров северная часть округа относится к V ветровому району, а островная часть НАО – к VI, что создает условия для развития ветроэлектростанций (ВЭС)¹. Доставка грузов в труднодоступные

* Статья подготовлена в соответствии с утвержденным планом НИР Института экономики УрО РАН на 2022 г.

¹ Кожов К.Б., Серков Л.А. Развитие ветроэнергетики на Ямале как фактор повышения энергоэкономического потенциала ЯНАО // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2020: Сб. статей Седьмой Всеросс. науч.-практ. конф. (с междунар. участ.). В 2 ч. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2020. Ч. II. С. 116-124.

населенные пункты и вахтовые поселки нефтяников и газовиков в основном осуществляется на вертолетах. Так как в НАО преобладает добывающая промышленность, ориентированная на разработку углеводородных месторождений, то соответственно в регионе получил широкое развитие трубопроводный транспорт, представленный внутрипромысловыми и межпромысловыми нефтепроводами и газопроводами нефтегазодобывающих компаний. Суда морского и речного назначения доставляют грузы в морские порты округа Нарьян-Мар и Амдерма, а также в 16 портопунктов, расположенных в устьях рек, предназначенных для «Северного завоза».

В перспективных планах развития предполагается строительство железной дороги до порта Индига. Проект строительства железнодорожной линии «Сосногорск – Индига» протяженностью 612 км, проходящей по территории Ненецкого автономного округа и Республики Коми, является частью проекта «Баренцкомур». Он внесен в Стратегию развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года. Железнодорожная линия свяжет порт Индига с основными грузообразующими регионами России, станет альтернативным маршрутом для экспорта нефтегазовых, минеральных и лесных ресурсов на перспективные мировые рынки. При этом бухта Индига обладает рядом преимуществ по сравнению с другими портами НАО: глубина порта до 18 м, возможность принимать многотоннажные танкеры, круглогодичный период навигации, расположение на берегу Баренцева моря, открытость для выхода судов в Атлантику и Тихий океан по Северному морскому пути. Порт предназначен для перевалки широкой номенклатуры грузов с наземного транспорта на морской, доставки грузов из основных грузообразующих регионов Российской Федерации – Республики Коми, Пермского края, Урала, Кемеровской области, Казахстана в Европу, Америку, Канаду, Китай и в Азиатско-Тихоокеанский регион.

Исходя из этого в качестве альтернативных вариантов энергоисточников для обеспечения надежного и качественного электроснабжения порта Индига и прилегающих районов округа могут рассматриваться плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС)¹ и традиционные источники, работающие на дизельном топливе – дизельные электростанции (ДЭС) – и на природном и попутном нефтяном газе – газо-поршневые электростанции (ГПЭС) и газотурбинные электростанции (ГТЭС).

В НАО суммарная установленная электрическая мощность двух наиболее крупных структурных энергоснабжающих единиц ГУП НАО «Нарьян-Марская электростанция» и ДЭС сельских поселений составляет 38 МВт и 31 МВт, соответственно². Исходя из этого при проведении

¹ Родионова В.Г. Экономика и технологии плавучих атомных теплоэлектростанций: ПАТЭС «Академик Ломоносов». Гуманитарный вестник. 2017. Вып. 10. С. 18-36.

² Постановление губернатора Ненецкого автономного округа от 11 мая 2021 г. № 32-пг «Об утверждении схемы и программы развития электроэнергетики Ненецкого автономного округа на 2021 – 2025 годов».

исследований мощности рассматриваемых вариантов энергоисточников ориентировочно оценивались в размере 60-70 МВт.

При определении возможных путей дальнейшего развития энергетического комплекса НАО важно учитывать, что нефтяные терминалы и магистральные трубопроводы все больше приближаются к населенным пунктам и природоохранным зонам. Это увеличивает необходимость и важность использования экологического критерия при сравнении вариантов энергоисточников. Возникновение все большего количества катастроф и крупных аварий техногенного происхождения в энергетической сфере требует разработки нормативной и практической проработки критерия надежности энергосистем в районах Крайнего Севера¹.

Таким образом, задачи развития энергетики в районах Крайнего Севера, в частности выбора возможных перспективных энергоисточников, необходимо решать в многокритериальной постановке, а с учетом значительной неопределенности прогнозной исходной информации – и с использованием экспертных процедур, методов теории нечетких множеств и нечеткой логики².

Многокритериальное сравнение вариантов при неопределенной исходной информации. Предлагаемая задача формулируется как сравнение нескольких вариантов развития по конечному числу критериев. Также необходимо отметить, как характерную особенность, достаточно широкие диапазоны неопределенности исходной информации. Подобные задачи успешно решаются с применением аппарата теории нечетких множеств³. Учитывая высокую неопределенность условий сооружения энергоисточников в АЗРФ, оценку вариантов по критериям предлагается проводить с использованием экспертных процедур⁴.

После определения состава экспертов с ними был согласован удобный вид оценок вариантов – десятибалльная шкала. Для моделирования неопределенности оценок вариантов по критериям использована лингви-

¹ Лаженцев В.Н. Социально-экономическое пространство и территориальное развитие Севера и Арктики России // Экономика региона. 2018. Т. 14. № 2. С. 353-365; Лексин В.Н., Порфирьев Б.Н. Социально-экономические приоритеты устойчивого развития Арктического макрорегиона России // Экономика региона. 2017. Т. 13. Вып. 4. С. 985-1004; Петров М.Б. Формирование экономического пространства на территории Российской Арктики // Национальные интересы России и экономика морских коммуникаций в Арктике: Матер. V Всеросс. морской науч.-практ. конфер. Мурманский государственный технический университет. Мурманск, 2014. С. 55-56.

² Обоснование развития электроэнергетических систем: Методология, модели, методы, их использование / Н.И. Воропай, С.В. Подковальников, В.В. Труфанов и др.; Отв. ред. Н.И. Воропай. Новосибирск: Наука, 2015. 448 с.; Богатырев Л.Л., Куклин А.А., Мызин А.Л., Мезенцев П.Е. Диагностирование энергетической безопасности и надежности топливо- и энергоснабжения методами теории нечетких множеств // Известия РАН. Энергетика. 2004. № 4. С. 33.

³ Заде Л.А. Основы нового подхода к анализу сложных систем и процессов принятия решений // Математика сегодня. М.: Знание, 1974. С. 5-49.

⁴ Орлов А.И. Методы принятия управленческих решений: учебник. М.: КНОРУС, 2018. 286 с.

стическая переменная типа «около Б» с диапазоном неопределенности в десять баллов и с линейным видом функции принадлежности¹.

Попарное (бинарное) сравнение вариантов по критериям является началом решения задачи. Оно представляется в виде квадратной матрицы размерностью, равной числу вариантов. Для нахождения значений элементов такой матрицы осуществляется перебор всех возможных сочетаний оценок одного и другого вариантов. В качестве значения элемента матрицы сравнения принимается максимальное значение функции принадлежности, при котором один вариант лучше другого. Математически для нестрогого порядка (чем больше, тем лучше) это записывается в виде следующей формулы²:

$$r_{ij}^k = \sup_{\substack{x, y \in X \\ x \geq y}} [\min\{\mu_i^k(x), \mu_j^k(y)\}],$$

где $\mu_i^k(x), \mu_j^k(y)$ – функции принадлежности оценок i -й и j -й альтернатив по критерию k ;

Из этого следует, что если бальная оценка i -ой альтернативы больше или равна оценке j -й альтернативы, то значение элемента бинарного отношения предпочтения равно единице ($r_{ij} = 1$). В остальных случаях значение элемента матрицы бинарного отношения предпочтения определяется как ордината точки пересечения функций принадлежности альтернатив. Для принятой линейной формы записи нечеткого значения границы соответствует уравнению:

$$-a_i x + b_i = a_j x + b_j.$$

Путем несложных преобразований можно получить выражение для расчета значения элемента бинарного отношения предпочтения:

$$r_{ij} = 1 - \frac{c_j - c_i}{2d}.$$

где c_i, c_j – бальные оценки вариантов i и j ; d – величина диапазона неопределенности.

Таким образом, будут получены матрицы нечетких отношений предпочтения по всем критериям:

$$R^k = \begin{bmatrix} 1 & r_{12}^k & \dots & r_{1n}^k \\ r_{21}^k & 1 & \dots & r_{2n}^k \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{n1}^k & r_{n2}^k & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad k = \overline{1, m}.$$

Для выбора наиболее рациональной альтернативы с точки зрения выбранных критериев целесообразно использовать алгоритм, состоящий из четырех этапов.

¹ Моделирование состояния и прогнозирование развития региональных экономических и энергетических систем / Э.Г. Альбрехт и др.; под ред. А.И. Татаркина, А.А. Макарова. М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2004. 462 с.

² Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации. М.: Наука. Гл. редакция физ.-мат. литературы, 1981. 208 с.

1. Строятся нечеткие отношения F и Q , определяющие множество эффективных альтернатив и ранжировку альтернатив в этом множестве, соответственно:

$$\mu_F(x, y) = \min\{\mu_1(x, y), \dots, \mu_m(x, y)\},$$

$$\mu_Q(x, y) = \sum_{i=1}^m \lambda_j \mu_j(x, y),$$

где λ_j – важность или вес j -го критерия.

2. Определяются нечеткие подмножества недоминируемых альтернатив в указанных множествах:

$$\mu_F^{HD}(x) = 1 - \sup_{y \in X} [\mu_F(y, x) - \mu_F(x, y)],$$

$$\mu_Q^{HD}(x) = 1 - \sup_{y \in X} [\mu_Q(y, x) - \mu_Q(x, y)].$$

3. Находится степень недоминируемости каждого варианта, как пересечение множеств $\mu_F^{HD}(x)$ и $\mu_Q^{HD}(x)$:

$$\mu^{HD}(x) = \min\{\mu_F^{HD}(x), \mu_Q^{HD}(x)\}.$$

4. Рациональными считаются альтернативы с наибольшей степенью недоминируемости.

Сопоставление вариантов генерирующих источников в районе порта Индига.

Для сопоставления были рассмотрены 5 вариантов:

- 1) ветроэнергетические установки (ВЭС);
- 2) газотурбинные установки (ГТЭС);
- 3) дизель-генераторные установки (ДЭС);
- 4) газо-поршневые установки (ГПЭС);
- 5) плавучие атомные теплоэлектростанции (ПАТЭС).

Оценка каждого рассматриваемого варианта энергоисточников проводилась по 3 критериям:

- 1) экономический;
- 2) энергобезопасность (надежностный);
- 3) экологический.

Критериальные оценки вариантов, по причине прогнозного характера, являются неопределенными (размытыми), что обуславливает целесообразность применения методов нечеткой математики для многокритериального ранжирования альтернатив и выбора наиболее эффективного энергоисточника.

При проведении исследований рассматриваемым в работе критериям экспертным образом были присвоены коэффициенты важности: Экономическому – 0,40; Энергобезопасности (надежностному) – 0,36; Экологическому – 0,24. По условию методики сумма коэффициентов важности должна быть равной единице.

Затем проведена оценка рассматриваемых вариантов энергоисточников по десятибальной шкале, представленная в табл. 1.

Таблица 1

Оценки вариантов энергоисточников по десятибалльной шкале

Критерий	Наименование варианта	Оценка варианта
1.Экономический	ВЭС	6
	ГТЭС	10
	ДЭС	7
	ГПЭС	8
	ПАТЭС	5
2.Энергобезопасность	ВЭС	3
	ГТЭС	9
	ДЭС	6
	ГПЭС	8
	ПАТЭС	10
3.Экологический	ВЭС	10
	ГТЭС	6
	ДЭС	2
	ГПЭС	5
	ПАТЭС	8

По предложенной авторской методике проведены расчеты недоминируемости вариантов энергоисточников при принятом диапазоне неопределенности 5 баллов. По этим величинам проведено ранжирование вариантов, приведенное в табл. 2.

Таблица 2

Результат ранжирования вариантов энергоисточников по степени недоминируемости

№	Наименование варианта	Степень недоминируемости	Ранг
1	ВЭС	0,4	4
2	ГТЭС	1	1
3	ДЭС	0,1	5
4	ГПЭС	0,8	2
5	ПАТЭС	0,5	3

В результате проведенных расчетов наилучшим оказался энергоисточник на базе газотурбинных технологий с коэффициентом недоминируемости, равным 1, несколько хуже оценки у газопоршневой электростанции (0,8). Выбор газотурбинных технологий обусловлен еще и тем, что программами Правительства РФ реализуется широкомасштабное обеспечение топливно-энергетического комплекса газотурбинным оборудованием российского производства в рамках импортозамещения. К преимуществам российских газовых турбин несомненно можно отнести и то, что они по своим характеристикам не уступают зарубежным аналогам, но по стоимости заметно их ниже, а также они имеют высокое качество вырабатываемой энергии, высокие показатели топливной эффективности, низкую себестоимость выработки электрической и тепловой энергии, возможность работы на различных видах топлива (газообразном и жидком).

На третьем месте находится ПАТЭС (0,5), что, по-видимому, обусловлено достаточно высокими капиталовложениями, требуемыми для сооружения этого объекта. Следующим вариантом являются ветроэлектростанции (0,4), которые хотя уже реализованы на территории НАО, но имеют незначительные мощности на уровне сотни киловатт. Переход же на более мощные ветропарки требует значительных затрат на разработку новых технологий для работы ВЭС в суровых климатических условиях Крайнего Севера. Самым худшим вариантом оказалась ДЭС (0,1), которая имеет высокие затраты по топливной составляющей и значительное негативное влияние на окружающую среду.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗЕЛЕННОГО ЭНЕРГОПЕРЕХОДА В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ*

С.В. Разманова¹, д.э.н., О.В. Нестерова²

¹Филиал ООО «Газпром ВНИИГАЗ» в г. Ухта,

²Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта

В последнем десятилетии мировая энергетическая политика претерпевает существенные изменения в связи с продвигаемыми стратегиями в области климата и энергетической безопасности. Европейские страны предпринимают усилия по декарбонизации экономики, провозглашая зеленый энергопереход в экономической сфере, под которым подразумевается постепенный отказ от использования в отраслях производства и домашних хозяйства традиционных источников энергии в пользу возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Поскольку Арктика играет важную роль в процессах формирования и изменения климата планеты Земля (ведь недаром ее именуют «кухня погоды»), использование ВИЭ в данном регионе может позитивно отразиться не только на состоянии экологии и окружающей среды арктических территорий, но и территорий прилегающих к ним стран.

Потепление климата несет в себе множество рисков, связанных с доставкой и хранением топлива. Из-за просадки мерзлого грунта получают повреждения мосты, дорожное полотно, железнодорожные пути, здания, инженерные сооружения и т.д. Таяние многолетне-мерзлотных пород идет не с юга на север, а более сложным и не всегда прогнозируемым путем. Усиленно разрушаются берега Арктических морей, нанося

* Исследование выполнено в рамках проекта Министерства науки и технологий КНР «Потенциальное сотрудничество между Китаем и Россией в области энергетики в рамках цели «Углеродная нейтральность»: новые методы, новые горизонты и новые стратегии» (№ DL2021180001L). This work was supported by Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China with the title «Potential cooperation between China and Russia in the field of energy within the framework of the «Carbon neutrality» goal: new methods, new horizons and new strategies» (The Project Number: DL2021180001L)

немалый ущерб вспомогательной береговой инфраструктуре. Дальнейшее изменение климата в Арктическом регионе будет нарушать стабильную деятельность всех отраслей хозяйства, включая энергетический комплекс, и повышать себестоимость энергоресурсов.

Арктическая зона РФ располагает широким спектром возможностей для ВИЭ. Среди них ключевыми являются энергия ветра, солнечная энергия, в отдельных районах – энергия растительной биомассы, энергия морских волн и приливов. Проводятся поисковые исследования по энергетическому использованию разности температур морской воды¹. К примеру, «обширные акватории шельфов способствуют получению возобновляемых источников энергии – энергии ветра, морских волн и приливов, поэтому в зоне шельфов располагают приливные электростанции и ветроэлектростанции»². Зарубежные и отечественные исследователи рассматривают возможности перехода от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии на арктических территориях США (Аляска), Канады, Дании (о. Гренландия) и РФ. Обозначая проблемы, связанные с поставками энергоресурсов в населенные пункты Арктической зоны, ученые отмечают «важность глобальной повестки дня по борьбе с изменениями климата и предлагают сконцентрировать усилия по стимулированию внедрения ВИЭ на таких ключевых факторах, как экономика и технологическая инфраструктура»³. По мнению представителя посольства Нидерландов в России И. Стоела, «использование ВИЭ в удаленных территориях России, в частности в Арктике, особенно за счет имеющихся ресурсов – солнечной энергии – является перспективной возможностью для выхода на рынок ВИЭ»⁴.

Применение ВИЭ актуально для Арктики в силу ряда причин. Например, существенная экономия затрат по сравнению с традиционными видами энергии. На сегодняшний день на Крайнем Севере диапазон тарифов на электроэнергию составляет 25-235 руб. за кВт/ч, что в десятки раз выше в сравнении с другими регионами. Тепловая энергия для потребителей составляет от 3 до 20 тыс. руб. за 1 Гкал, что в 4-17 раз выше, чем в среднем по стране. В это же время цены на производство электроэнергии в данном регионе составляют: на солнечных электростанциях в

¹ Митько А.В., Сидоров В.К. Перспективы ВИЭ в Арктике // Neftegaz.RU, 2020. № 8. URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/arktika/624988-perspektivy-vie-v-arktike/>

² Разманова С.В., Нестерова О.В. Арктический шельф: актуальные экономические проблемы разработки углеводородных месторождений // Экономика и экологический менеджмент. 2022. № 1 (48). С. 45-54.

³ Mortensen L., Hansen A.M., Shestakov A. How three key factors are driving and challenging implementation of renewable energy systems in remote Arctic communities // Polar Geography. 2017. Vol. 40 (3). Pp. 163-185; Потравный И.М., Яшалова Н.Н., Бороухин Д.С., Толстоухова М.П. Использование возобновляемых источников энергии в Арктике: роль государственно-частного партнерства // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2020. Т. 13. № 1. С. 144-159. DOI: 10.15838/esc.2020.1.67.8

⁴ Андрухова О.В., Разманова С.В. Экономическое развитие нефтедобычи в России в условиях альтернативной энергетики и декарбонизации // Социальные и экономические системы. 2022. № 3 (25). С. 268-302.

среднем 9,5 руб. кВт/час, ветряных – 6,5 руб. кВт/час, новых парогазовых установках – 3,5 руб. кВт/час.

Главной задачей при сооружении объектов энергетики на основе ВИЭ является возведение электростанций с использованием новейших технологий, обеспечивающих минимальные риски для арктической флоры и фауны, а также надежную эксплуатацию оборудования в сложных климатических условиях Арктики.

С точки зрения предсказуемости в первую очередь необходимо уделить внимание **приливному станциям**, поскольку сделать предварительный расчет движения масс воды существенно легче, чем определить силу и движение ветра или солнечную активность в регионе.

Принцип работы приливных электростанций основан на применении энергии приливов и отливов, происходящих с определенной периодичностью под воздействием гравитационного поля Луны и Солнца. Приливная электрическая станция (ПЭС) представляет собой комплексную инженерную систему, при помощи которой кинетическая энергия воды преобразуется в электрическую энергию. Основным элементом любой электростанции является генератор, вырабатывающий электрический ток, отличие состоит в механизме, приводящем его во вращательное движение. В случае с ПЭС данным механизмом является гидротурбина, которая может быть различной мощности, в зависимости от того, где расположена конкретная станция. Приливные станции могут размещаться в бухте или вдоль береговой линии. В зависимости от типа размещения выделяют четыре типа ПЭС: приливо-отливные, лагунные, динамические, генераторы приливного потока.

Определяющее условие экономической целесообразности строительства приливных электростанций заключается в том, что перепад уровней воды должен составлять не менее четырех метров. Поэтому ПЭС строятся в местах самого большого повышения уровня моря. К примеру, самые высокие приливы на Земле фиксируются в бухте Фанди (Канада) и составляют 18 м. В России самые высокие приливы наблюдаются в районе Пенжинской Губы (Охотское море), на побережье Мезенского залива (Белое и Баренцево моря) и доходят до отметок 13 и 10 м, соответственно.

Сегодня в Российской Федерации насчитывается несколько приливных электростанций, находящихся в стадии эксплуатации или проектирования: Кислогубская ПЭС, Малая Мезенская ПЭС, Северная ПЭС, Пенжинская ПЭС, Тугурская ПЭС (табл.1). Следует заметить, что все перечисленные станции находятся в северных широтах: на территории АЗРФ (Белое и Баренцево море), а также на полуострове Камчатка (Охотское море).

Получение электричества с использованием энергии приливов и отливов пока не обрело массовый характер, по причинам экономической целесообразности. К примеру, действующая в РФ с 1968 г. Кислогубская ПЭС сегодня используется только в качестве экспериментальной базы

для исследований в области извлечения энергии приливной силы. На текущий момент станция не обеспечивает энергией даже процесс собственной эксплуатации и состоит на учете у государства только как памятник науки и техники. Однако уже экспериментальная установка «Малая Мезенская ПЭС» (2007 г.) при проведении испытаний подтвердила КПД энергоблока в размере 70%¹.

Таблица 1

Основные технические характеристики существующих и перспективных проектов строительства приливных электростанций в Арктической зоне

Наименование проекта	Основные характеристики проекта
1. Действующие	
1.1 Кислогубская ПЭС	
Электрическая мощность	1,7 МВт
Тип турбин	ортогональные
Количество турбин	2 комплекта
Количество генераторов	2 ед.
ОРУ	35 кВ
1.2 Малая Мезенская ПЭС	
Электрическая мощность	1,5 МВт
Тип турбин	ортогональные
Количество турбин	1 комплект
Количество генераторов	1 ед.
2. Перспективные	
2.1 Северная ПЭС	
Проектная мощность	12,0 МВт
Годовая выработка электроэнергии	23,8 млн кВт/час
2.2 Пенжинская ПЭС	
Проектная мощность	21,4 ГВт
Годовая выработка электроэнергии	50,0-240 млрд. кВт/час
2.3 Тугурская ПЭС	
Проектная мощность	8,0 ГВт
Годовая выработка электроэнергии	20,0 млрд. кВт/час

Продвижение политики в области климата и снижения углеродных выбросов в атмосферу сделало водород топливом будущего практически для всего мира. Водород является оптимальным рычагом декарбонизации для многих отраслей, кроме того, рано или поздно все промышленные компании попадут под углеродный налог. В 2021 г. компания «Н2 Чистая Энергия» подписала соглашение о разработке проекта Пенжинской приливной станции, расположенной в Охотском море. Проект Пенжинской ПЭС по производству электроэнергии (годовая выработка – 240 млрд кВтч /год) будет одним из самых мощных в мировой практике. В комплексе с ПЭС планируется строительство завода по производству «зеленого водорода». Колоссальная мощность станции позволит выпускать его в огромных количествах и тем самым занять порядка 25% рыночной ниши на перспективном мировом рынке водорода. Эксперты отмечают, что «построив Пенжинскую ПЭС, российские власти получат

¹ Станулевич В. 10-метровые Мезенские приливы дадут электричество семи Петербургам. URL: <https://regnum.ru/news/3127599.html>

столько углеродных кредитов, что все поставки ископаемого топлива из России сразу станут углеродно-нейтральными...»¹. В данный момент осуществляется ТЭО проекта и, в лучшем случае, к строительству можно будет приступить через 2-3 года. Срок реализации первой очереди планируется к 2035 г. Пенжинский район с северной части граничит с Чукотским АО и Якутией, входящими в состав АЗРФ. Следовательно, Пенжинская ПЭС будет не только способствовать экспорту топлива в Японию, Корею и другие страны, но также сможет обеспечивать энергоресурсами значительную часть Русской Арктики.

Ветроэнергетические установки (ВЭУ) используются для преобразования энергии воздушного потока в электроэнергию. Северные регионы РФ обладают достаточным потенциалом для развития возобновляемой энергии, среди которых ключевой является энергия ветра. Районы вдоль северных морских границ РФ характеризуются средними скоростями ветра более 6-7 м/с, что крайне привлекательно для практического применения ветроэнергетических установок. Использование ВЭУ принято считать экономически обоснованным при среднегодовой скорости ветра, превышающей 4-5 м/с на высоте 10 м. По прогнозам специалистов, по мере потепления климата в арктическом регионе будут многократно усиливаться частота и сила ветра. Кроме того, холодный воздух обладает более высокой плотностью, чем горячий, а значит энергоэффективность ВЭУ при одной и той же скорости ветра будет гораздо выше. В комплексе эти аспекты создают благоприятные условия для развития ветроэнергетики в северных районах. Необходимо отметить, что для функционирования ветроустановок наибольшую опасность в условиях Арктики могут представлять технологические риски² в части сбоев работы оборудования за счет:

- снижения выработки ВЭУ в связи с обледенением лопастей и оборудования;
- возникновения коротких замыканий при попадании влаги в электрическое оборудование;
- угрозы поломки опор, башен и лопастей;
- увеличения вибрации оборудования в связи с его дисбалансом по причине обледенения.

Поэтому при выборе ВЭУ необходимо учитывать суровые климатические условия районов Севера и АЗРФ, перепады температур в течение года, ураганы, обледенение лопастей и прочие риски природного характера.

¹ Бахтина О. Оговорочка по Фрейду В. Путина или Пенжинская приливная электростанция. URL: <https://neftegaz.ru/news/energy/700447-ogovorochka-po-freydu-v-putina-ili-penzhinskaya-prilivnaya-elektrostantsiya/>

² Соловьев Д.А. Малая энергетика в Арктике: проблемы адаптации и риски // Энергия: экономика, техника, экология, 2017. № 11. С. 14-21.

На сегодняшний день в Арктике уже работает несколько ветро-электростанций:

- экспериментальная ветроэнергетическая станция в Лабытнанги;
- проект «Полярис» в ЯНАО;
- Анадырская ветряная электростанция на мысе Обсервации Анадырского района с 10 ветрогенераторами в Чукотском АО;
- экспериментальная ветроэнергетическая станция «Быков мыс» в поселке Тикси;
- ветропарк в поселке Тикси с тремя ветроустановками.

По типам мощности генерируемой энергии ВЭУ классифицируются следующим образом:

- установки большой мощности свыше 1 МВт;
- установки средней мощности от 100 кВт до 1 МВт;
- установки малой мощности от 5 до 99 кВт;
- установки очень малой мощности менее 5 кВт.

Опираясь на статистические данные о потреблении электроэнергии в бытовых условиях и предполагаемой годовой выработке некоторых ветрогенераторов, можно предположить, что их использование для генерации электрической энергии будет экономически целесообразно:

- ВЭУ мощностью 5 кВт – в поселениях численностью не более 50 человек;
- ВЭУ мощностью 10 кВт – в населенных пунктах с численностью 50-100 человек;
- ВЭУ мощностью 50 кВт – в населенных пунктах с численностью более 100 человек.

В северном регионе, в связи с низкой плотностью населения и удаленностью населенных пунктов друг от друга, а также характером проживания субъектов вне населенных пунктов из-за особенностей условий работы и другой деятельности (оленоводы, геологи, туристы, охотники, рыбаки), важное значение приобретает автономное энергоснабжение на основе ветроэнергетических установок малой мощности. Кроме того, на севере есть объекты – метеостанции, маяки, нефтедобывающие платформы, – нуждающиеся в непрерывном энергоснабжении. Ветроэнергетика также используется для обеспечения энергией газовых месторождений, например, в ЯНАО. ПАО «Новатек», являющаяся пионером в строительстве заводов по сжижению газа в арктических областях Западной Сибири, активно применяет ВИЭ (солнечные панели и ветрогенераторы) для систем обслуживания телемеханики и крановых узлов трубопроводов, снижая косвенные выбросы парниковых газов. Для энергоснабжения объектов будущего проекта «Восток Ойл» (ПАО «НК» Роснефть») также планируется использование технологий ВИЭ, включая ветрогенерацию.

Отдельно скажем о военных: по арктическим широтам проходит около шестнадцати тысяч километров государственной границы РФ,

охрана которой – задача государственной важности. Только в материковой заполярной части РФ развернуты шесть военных баз. В Российской Арктике созданы уникальные объекты ПВО «Арктический трилистник» и «Арктический клевер». Есть десять арктических военных аэродромов¹. Правительство РФ планирует ввести еще несколько военных баз на архипелагах и островах вдоль Северного морского пути. Ветроэнергетика может использоваться как вспомогательный ресурсный фактор на военных базах и погранзаставах, активно использующих в данное время дизельное топливо и малую атомную генерацию.

Вместе с тем следует отметить, что в большинстве случаев ветрогенераторы не могут обеспечить производство необходимой энергии и работают в составе комбинированных установок, включающих солнечные батареи. Аналогичная проблема наблюдается и при эксплуатации ПЭС. Учитывая факт неравномерности работы, использование ПЭС принято считать наиболее эффективным в объединенных системах с ГЭС, ТЭС, АЭС и ГАЭС.

Солнечные электростанции (СЭС) используются для преобразования солнечной тепловой и фотоэлектрической энергии в электроэнергию. В АЗРФ имеются разнообразные ниши для практического применения солнечной энергии. Суммарная продолжительность световых периодов в течение года для любой точки земли одинакова. Для районов, расположенных в высоких широтах, толщина проходимого солнечными лучами атмосферного слоя выше в связи с более низким солнцестоянием над горизонтом.

В холодном климате потенциал производства солнечной энергии увеличивается. Чем ниже температура воздуха, тем эффективнее работают фотоэлементы: при 0°C солнечный элемент будет иметь на 10% более высокий КПД, чем при 20°C. Следовательно, среднегодовое поступление солнечной энергии в Арктике днем может достигать до 2-5 кВт/ч, а в некоторых районах до 5-6 кВт/ч. Солнечные панели на Крайнем Севере работают хорошо, а низкие температуры только повышают их эффективность. Практика работы СЭС на Шпицбергене показала, что применение данной установки оказалось почти в три раза рентабельней, чем на материке.

Наряду с ВЭУ, солнечные установки также могут обеспечивать энергией некоторые группы потребителей, находящихся продолжительное время вне зоны действия централизованных или локальных электросетей. Новейшие российские разработки в области солнечных технологий позволяют монтировать «солнечные» крыши домов для вахтовых поселков, аэродромов, мобильных зданий и операторских, бытовых помещений для геологов и буровиков. «Солнечная черепица» одновременно

¹ Битва за Арктику: Почему Северный Ледовитый океан может стать ареной Третьей мировой войны. URL: <https://pda.kp.ru/daily/27397/4592718/>

может генерировать электричество, нагревать воду и способствовать таянию снежного покрова на крыше.

Солнечные станции на территории российской Арктики находятся в ЯНАО, на Чукотке, в Архангельской и Мурманской областях. Несмотря на долгую полярную ночь, которая сильно сокращает получение солнечного света, СЭС представляют огромный интерес для развития энергообеспечения северных регионов. В настоящее время считается возможным устанавливать микрогенерацию в качестве основного (аварийного и резервного) источника энергии на сейсморазведочных судах и платформах, объектах обустройства месторождений.

Сравнительная оценка достоинств и недостатков применения ВИЭ в Арктике представлена в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная оценка достоинств и недостатков
применения ВИЭ в Арктике

Оценка технологии	Наименование ВИЭ		
	ПЭС	ВЭУ	СЭС
Достоинства ВИЭ			
экологическая чистота и отсутствие вредных выбросов в биосферу	V	V	V
минимальное воздействие на арктическую экосистему (в т.ч. флору, фауну)	V	X	X
длительный срок эксплуатации	V	X	V
низкая себестоимость вырабатываемой энергии	V	V	V
для содержания требуется меньший объем энергетических затрат	V	X	X
возможность расчета количества вырабатываемой энергии	V	V	V
время восстановления подводной/наземной флоры и фауны не более 3-х лет	V	X	X
работа ВИЭ не влияет на судоходство в регионе	V	V	V
плотина исключает появление ледяных торосов	V	X	X
дополнительная защита береговой зоны от штормов	V	X	X
не требуется отчуждения земель для размещения ВИЭ	V	X	X
по плотине строятся автомобильные и железные дороги	V	X	X
относительно низкий уровень начальных капложений	X	V	X
снижение или отсутствие топливной составляющей в стоимости электроэнергии	V	V	V
Недостатки ВИЭ			
высокие затраты на строительство при продолжительном сроке окупаемости всего проекта	V	X	V
малая мощность вырабатываемой энергии	V	V	V
цикличность работы, характеризующаяся нерегулярным действием в период пассивной фазы (перед приливом и после отлива для ПЭС, отсутствие ветра для ВЭУ, ночное или пасмурное время для СЭС)	V	V	V
невозможность совмещения зоны ВИЭ с туристической зоной	V	V	X
высокую стоимость обслуживания и зависимость от климатических условий региона	X	V	V
особые требования к конструкции и материалам, используемым при постройке и обслуживании установок	X	V	V
полноценная работа только в составе комбинированных установок	V	V	V

Проблема работы солнечных и ветровых электростанций в неблагоприятных условиях частично решается за счет оборудования их аккумуляторами для запасания энергии и дальнейшего его использования. Среди электрохимических накопителей энергии лидером по объемам производства являются свинцово-кислотные аккумуляторы, популярность которых держится на освоенной конструкции и технологии производства, а также на относительной дешевизне.

Очевидно, что в полной мере ВИЭ смогут прийти на замену традиционным энергоресурсам не ранее, чем через несколько десятилетий. На текущий момент большинство регионов РФ на протяжении календарного года находится в зоне низких температур, поэтому с целью снижения рисков техногенного характера основным источником энергии в них выступают гидро-, тепловые и атомные электростанции. «В защиту традиционных источников энергии выступают и факторы масштабности территории, наличия значительного количества полноводных рек и иных природных ресурсов»¹. Однако текущий мировой энергетический кризис, вызванный дефицитом традиционных энергоресурсов, предоставляет Российской Федерации огромный шанс реализации проектов на основе ВИЭ, в том числе приливных электростанций, способных в перспективе стать как источником дешевой электроэнергии, так и посредником в производстве «зеленого водорода».

АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СФЕРЫ

С.Л. Массунов

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Российская энергетика, в том числе и энергетика Республики Коми, в настоящее время подошла к такому рубежу, когда необходимо определиться с вектором дальнейшего развития. Суть новой энергетической идеи, выработанной мировой энергетической элитой, заключается в простом принципе – нельзя больше использовать энергию и ее потенциальные возможности так, как это привыкли делать раньше. Нужны кардинальные перемены, нужна новая энергетическая политика, позволяющая осуществить поэтапный перевод энергетики в другое, более эффективное русло развития, позволяющее удовлетворить энергетические и

¹ Крестовских Т.С., Разманова С.В. Обоснование стратегических приоритетов социально-экономического развития северного региона // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Севера: Вестник НИЦ корпоративного права, управления и венчурного инвестирования СГУ. Сыктывкар: СГУ, 2021. № 1. С. 31-40.

жизненные потребности нынешнего и будущего поколений, сохранить здоровую окружающую среду и благоприятное состояние ресурсно-природного потенциала.

В связи с этим основные усилия современной энергетической политики должны быть направлены прежде всего на разработку рациональной стратегии развития, предполагающей, во-первых, решение вопросов стимулирования современных инновационных энерготехнологий, во-вторых, достижение рационального баланса между экономическими проблемами и задачами охраны окружающей среды.

В большинстве развитых стран мира решение этой «сверхзадачи» видится в направлении опережающего развития, во-первых, возобновляемых электростанций – солнечной, ветровой, гидроэнергетики, во-вторых, в размещении локальных энергоисточников небольшой мощности на местных видах топлива. Однако небольшим препятствием в этом направлении является их плохой экономический «послужной список» – все они безальтернативно неконкурентоспособны по сравнению с энергетикой на органическом топливе.

Например, доля солнечно-ветровой генерации в Германии к 2020 г. достигла 32%¹, а стоимость электроэнергии при этом оказалась на 45%² выше среднеевропейских значений – 33,77 против 18,42 $\text{ct}_{\text{€}}/\text{kBt}\cdot\text{ч}$, причем 44% из них – 15 $\text{ct}_{\text{€}}/\text{kBt}\cdot\text{ч}$ – составляет цена возобновляемой генерации³, так называемые «зеленые» налоги.

Помимо высокой стоимости, альтернативная энергетика страдает еще более существенным недостатком – ненадежностью выработки энергии, которая сильно зависит от погодных условий и способна существенно повлиять на надежность электроэнергетических систем в целом. Так, например, холодной зимой 2021 г. в той же Германии из-за обмерзания лопастей было остановлено более 30 тыс. ветротурбин, что поставило электроэнергетическую систему страны на грань энергокатастрофы⁴. В это же время в американском штате Техас также из-за рекордных холодов и снегопадов, которые привели к массовому отключению альтернативных энергоисточников, стоимость электроэнергии подскочила почти в три раза – с 12 до 30 $\text{ct}_{\$}$ за $\text{kBt}\cdot\text{ч}$ ⁵, а оптовые цены при этом достигли величины в 9000 $\text{\$/MBt}\cdot\text{ч}$, превысив тариф для обычных условий

¹ Электроэнергетический комплекс Германии. URL: <https://www.eeseaec.org/elektroenergeticeskij-kompleks-germanii>

² Рейтинг стран по стоимости электроэнергии. URL: <https://svspb.net/novosti/rejting-stran-elektroenergii>

³ Эффект зеленой энергетики: немцы доигрались до самой дорогой электроэнергии. URL: <https://yandex.ru/turbo/eadaily.com/s/ru/news/2021/01/15/effekt-zelenoy-energetiki-nemcy-doigralis-dosamoym-dorogoy-elektroenergii>

⁴ Алексей Кочетов. Как Европа доказала всему миру бесперспективность развития альтернативной энергетики на собственном примере. URL: <https://zen.yandex.ru/media/dbk/kak-evropa-dokazala-vsemumiru-besperspektivnost-razvitiia-alternativnoi-energetiki-na-sobstvennom-primere-6141ae983ca08b14bb93ce8f>

⁵ Семён Гольдштейн. В США взвинтили цены на электричество из-за морозов. URL: <https://lenta.ru/news/2021/02/17/elprice/>

в 180 раз¹. Однако принятые меры так и не предотвратили массовые отключения электроэнергии для населения.

На самом деле все эти и другие многочисленные примеры говорят о том, что в 21-м столетии органическое топливо все еще будет играть одну из основных ролей на глобальном мировом энергетическом рынке. Без него расходы потребителей будут неоправданно расти, а надежность энергоснабжения безнадежно страдать.

Учитывая перспективную актуальность органической генерации и констатацию того факта, что основные направления энергетической политики, структура электроэнергетической системы определяются в основном инвестиционными затратами в энергоисточники разного типа, которые тем самым фактически задают степень воздействия на окружающую среду, в данной статье рассмотрен вопрос трансформации инвестиций в оборудование экологического назначения традиционных электростанций в период эпохального перехода развитых зарубежных стран к новому типу энергостратегии – широкому использованию нетрадиционной энергетики.

Происходившие в это время изменения инвестиционной составляющей экологического назначения в мировой энергетической сфере определялись тремя тенденциями:

- во-первых, это общая нестабильность мировой экономики, связанная с возникшим в 2008 г. мировым финансово-экономическим кризисом, который вызвал беспрецедентный рост стоимости энергетических объектов. Как отмечалось в ряде зарубежных публикаций, расходы на энергостроительство за несколько лет значительно увеличились и являлись весьма неопределенными (в американских источниках использовались весьма наглядные эпитеты – «парящие», «ошеломляющие»);

- во-вторых, последовавшим за кризисом инфляционным процессом, увеличившим стоимость традиционных энергоисточников за период 2010-2020 гг. в среднем на 10-16%;

- и, в-третьих, настоятельным требованием развитых европейских стран в ближайшей перспективе обязательной декарбонизации процессов выработки энергии.

При этом особенности происходивших трансформаций определялись типом используемого природоохранного оборудования и в какой-то мере региональными факторами размещения электростанций. Проанализируем данные изменения на примере наиболее значимой с инвестиционной точки зрения природоохранной системы современных электростанций на органическом топливе – технологии улавливания диоксида серы (SO₂).

Наиболее распространенным и дорогим способом борьбы с выбросом SO₂ при производстве энергии является мокрое скрубберное обесесе-

¹ Victoria Cavaliere. Why some Texas residents are ending up with \$5,000 electric bills after the winter storms. URL: <https://www.businessinsider.com/why-texas-residents-hit-with-soaring-electric-bills-winter-storms-2021-2>

ривание с использованием известняка или извести (wFGD). Например, в США подобное оборудование установлено примерно на 92% мощности производства энергии на угольном топливе. Согласно оценкам 2000 г., уровень неопределенности инвестиций в данную технологию, в зависимости в основном от содержания серы в угле и мощности блока тепловой электростанции (ТЭС), достигал величины $\pm 20\%$. Средние значения затрат в начале 2000-х годов составляли диапазон в 190÷230 \$/кВт при мощности нового блока 300-600 МВт и эффективности очистки в 90%¹. При этом специалистами было отмечено, что за период с 1990-х годов в результате инженерных и оптимизационных улучшений практически достигнут для нее возможный минимум капитальных вложений.

Более высокие затраты в этом случае (на 30÷50%) могут быть связаны с использованием различного рода физических или химических процессов восстановления побочных продуктов с получением товарного продукта в виде концентрированной SO₂, серной кислоты или элементарной серы вследствие возрастания сложности системы (так называемый «регенерируемый процесс»).

При применении несколько другого механизма данного способа сероулавливания – «мокро-сухого» или распылительной сушилки («spray dryer») отмечался более низкий уровень инвестиций – 175 \$/кВт. Однако эта технология использовалась при низком содержании серы в угле (S^p < 2%) и модифицированной ткани фильтра твердых частиц.

Наиболее дешевым механизмом сероочистки является сухой известняковый (инжекция сорбента на основе кальция либо непосредственно в печь, либо в зоны вблизи экономайзера, либо ниже по потоку без спецрезервуара сероудаления) – 50÷100 \$/кВт, однако эффективность его невелика – 40÷70 %. При этом последняя цифра связана с необходимостью добавления к системе электрофильтров (ESP) дополнительного тканевого фильтра (ВН) стоимостью около 50 \$/кВт.

Оценки инвестиций в 2004-2006 гг. отличаются от вышеприведенных 2000-х годов ненамного – на 3÷11%. Для обычно распространенного метода wFGD при мощности блока: 300-600 МВт – 222 \$/кВт, 600-900 МВт – 234 \$/кВт, более 900 МВт – 245 \$/кВт, и средних значениях – 243 \$/кВт².

В результате экономического кризиса 2008 г. произошел существенный скачок стоимости рассматриваемых природоохранных систем. Этот процесс проиллюстрирован на рис. 1, который показывает изменение проектных значений инвестиций в скрубберные системы двух электростанций США – блоков № 1, 2 ТЭС Fort Martin мощностью по

¹ Ivan M. Torrens. Environmental controls for coal-fired power plants. URL: http://pdfs.usaid.gov/pdf_docs/PNABK358.pdf

² Robert Peltier. Air quality compliance: latest costs for SO₂ and NO_x removal, Power magazine, June 13, 2009. URL: <http://www.masterresource.org/coal/air-quality-compliance-latest-costs-for-so2-and-nox-removal-effective-coal-clean-up-has-a-higher-but-known-price-tag/>

576 МВт и блоков № 1, 2, 3 ТЭС Hatfield Ferry (по 570 МВт), за время их реконструкции 2004-2009 гг.

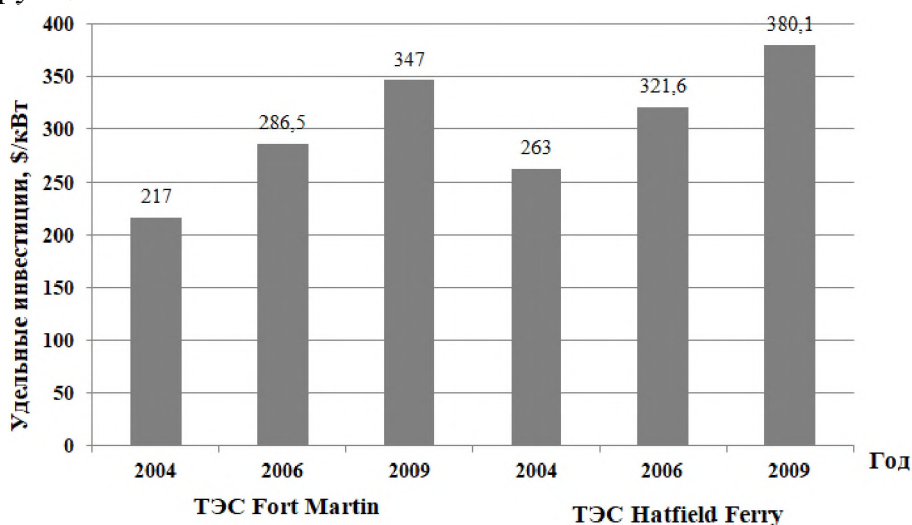


Рис. 1. Изменение стоимости мокрой известняковой сероочистки электростанций США – блоков № 1, 2 ТЭС Fort Martin мощностью по 576 МВт и блоков №1, 2, 3 ТЭС Hatfield Ferry (по 570 МВт), за время их реконструкции 2004-2009 гг.

При этом видно, что за время реконструкции – кризисный и пост-кризисный периоды в мировой экономике, скрубберная система ТЭС Fort Martin подорожала относительно проектных значений на 60%, ТЭС Hatfield Ferry – на 45 %.

Характерным является резкий рост стоимости систем во время кризиса – согласно данным Комитета по производительности США (EUCG) за полгода – с декабря 2007 г. по июнь 2008 гг., технология мокрой известняковой сероочистки при новом строительстве в диапазоне мощностей 300-600 МВт подорожала на 57% – до 349 \$/кВт, 600-900 МВт – на 22% – до 284 \$/кВт, более 900 МВт – на 18% – до 290 \$/кВт, при средних значениях – на 22 % – до 296 \$/кВт¹.

Подобная же картина наблюдается при реконструкционных работах: в диапазоне мощности 300-600 МВт подорожание составило 50% – до 471 \$/кВт, 600-900 МВт и более – 13% – до 359 \$/кВт, при росте средних значений на 16% – до 370 \$/кВт.

В посткризисный период времени – после 2008 г. – рост стоимости природоохранного оборудования продолжился. Как отмечается в зарубежных работах, с 2006 по 2011 гг. инвестиции в скрубберные системы ТЭС 500 МВт увеличивались в среднем на величину около 16 \$/кВт в год и достигли величины 282÷508 \$/кВт². К 2013 г. значения инвестиций стабилизировались на уровне 450÷900 \$/кВт, причем для блока нового строительства 600 МВт на высокосернистом угле в среднем оценивались

¹ A comparison of combustion technologies for electricity generation. The Pembina Institute, 2009. 56 p.

² Freese Barbara, Steve Clemmer, Claudio Martinez, Alan Nogee. A Risky Proposition: The Financial Hazards of New Investments in Coal Plants. Union of Concerned Scientists. URL: http://www.ucsusa.org/assets/documents/clean_energiya-risky-propositio-report.pdf

в 513 \$/кВт¹. Согласно другому источнику, диапазон стоимости чуть шире – для мощности 28÷1300 МВт – 1149÷331 \$/кВт при средних значениях 677 \$/кВт². В последующий период – до 2018 г. вследствие инфляционных процессов данный способ сероочистки подорожал для блока в 650 МВт в среднем на 16% – до величины 590 \$/кВт.

Следует отметить, что все приведенные выше значения изменений инвестиций в сероулавливающее оборудование ТЭС относятся к условиям одной страны – США, для которой наблюдалась максимальная эскалация стоимости угольных энергоисточников. В странах Европы капитальные вложения в подобные технологии практически остались на докризисном уровне. Например, в Румынии удельные инвестиции в скрубберную систему четырех блоков ТЭС Deva небольшой мощности (по 216 МВт) в 2012 г. составили величину в 232 \$/кВт³. В Германии за рассматриваемый промежуток времени их стоимость изменилась в среднем на 23% – со 165 \$/кВт в 2007 г. до 203 \$/кВт в 2012 г. в случае нового строительства и на 28% для вариантов модернизации эксплуатируемых ТЭС – с 210 до 270 \$/кВт⁴.

В отличие от США и Европы, в развивающихся странах Юго-Восточной Азии, АТР процесс замедления развития мировой экономики практически не повлиял на уровень инвестиций в природоохранное оборудование. Например, в Индии капитальные вложения в скрубберную систему на ТЭС Koradi 2×660 МВт в штате Махараштра в 2016 г. составили 74 \$/кВт⁵. Согласно средним оценкам, диапазон изменения стоимости данной системы по стране в целом составил величину 100÷200 \$/кВт в зависимости от содержания серы в угле и степени очистки дымовых газов⁶.

В приведенном выше анализе, с нашей точки зрения, интересным моментом является динамика трансформации за время кризиса относительной стоимости природоохранных технологий в общей стоимости энергоисточника (рис. 2).

Учитывая зависимость на рис. 2, можно сделать вывод о том, что инвестиции в наиболее дорогие природоохранные системы – скрубберы

¹ Metin Celebi. Coal Plant Retirements and Market Impacts. Colorado, 2014. URL: http://www.brattle.com/system/publications/pdfs/000/004/982/original/Coal_Plant_Retirements_and_Market_Impacts.pdf

² Jim Lazar, David Farnsworth. Incorporating Environmental costs in Electric Rates. Vermont, 2016. URL: <http://www.raponline.org/wp-content/uploads/2016/05/rap-lazarfarnsworth-incorporatingenvironmentalcostsinelectricrates-2011-10.pdf>

³ Project Description Set for the Investment Project “Flue Gas Desulfurisation systems 3, 4, 5 and 6 for the 210 MW Generation Units of Deva TPP”, Romania Ministry of Economy. URL: http://www.minind.ro/invest/new/Electric_Energy_Sector/SC_ELECTROCENTRALE_DEVA_SA/ED309_FISA_desulfurare_termen_12012009_EN.pdf

⁴ Elco den Boer, Maarten't Hoen. Scrubbers – An economic and ecological assessment. Delft, 2015. 45 p. URL: <http://www.nabu.de/downloads/150312-Scrubbers.pdf>

⁵ Maharashtra power plant agrees to set up desulphurization unit. 2016. URL: <http://www.downtoearth.org.in/news/mahagenco-koradi-to-install-fgd-55113>

⁶ Maureen Cropper, Shama Gamkhar, Kabir Malik, Alex Limonov, Ian Portridge. Air Pollution Controll in India: Getting the Prices Right. URL: <http://www.aeaweb.org/conferece/2012/retneve.php>

сероулавливания – за последнее время росли несколько большими темпами, чем в основное оборудование электростанции – в среднем на 7%. Объяснить подобного рода тенденцию объективными причинами довольно затруднительно. Можно лишь предположить интенцию к искусственному занижению уровня конкурентоспособности угольных энергоисточников по сравнению с газовыми и лоббируемыми в последнее десятилетие электростанциями на возобновляемой основе.

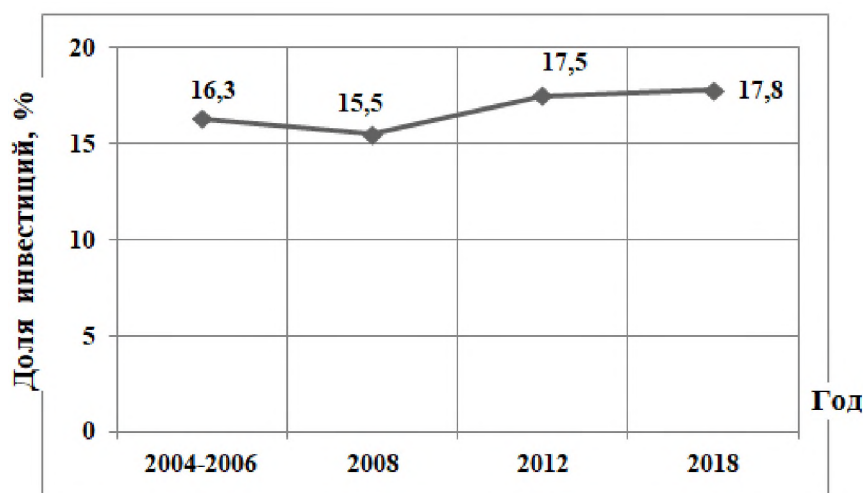


Рис. 2. Динамика относительной стоимости скрубберной системы в общей стоимости угольной ТЭС за время кризиса и посткризисный период

Если в результате приведенного выше анализа свести показатели всех природоохранных систем электростанции на угольном топливе в итоговые значения в целом по энергоисточнику, получается динамика изменения суммарной относительной экологической стоимости, представленная в табл. 1.

Таблица 1

Изменение удельных инвестиций в природоохранные системы и их доли в общей стоимости угольной электростанции (США) в кризисный и посткризисный периоды

Год оценки	Удельные экоинвестиции в ТЭС, \$/кВт	Доля в общей стоимости ТЭС, %
2004-2006	474	34,7
2008	794	35,3
2012-2013	1172	40,0
2019	1331	41,0

Те же данные показаны на рис. 3 в сравнении общих инвестиций в угольные электростанции с изменением экологической составляющей и наиболее дешевые из возобновляемых источников – наземные ветровые электростанции.

Согласно данным табл. 1 и рис. 3, можно сделать заключение о том, что:

- во-первых, основные тенденции изменения инвестиций в энергоисточники на органическом топливе в масштабе мировой энергетики

зеркальным образом повторились в особенностях роста стоимости их природоохранных систем;

- во-вторых, средний темп роста суммарных инвестиций в природоохранное оборудование электростанций в результате экономического кризиса 2008 г. и инфляционных процессов последующего времени оказался выше на 15% темпа роста стоимости самой ТЭС;

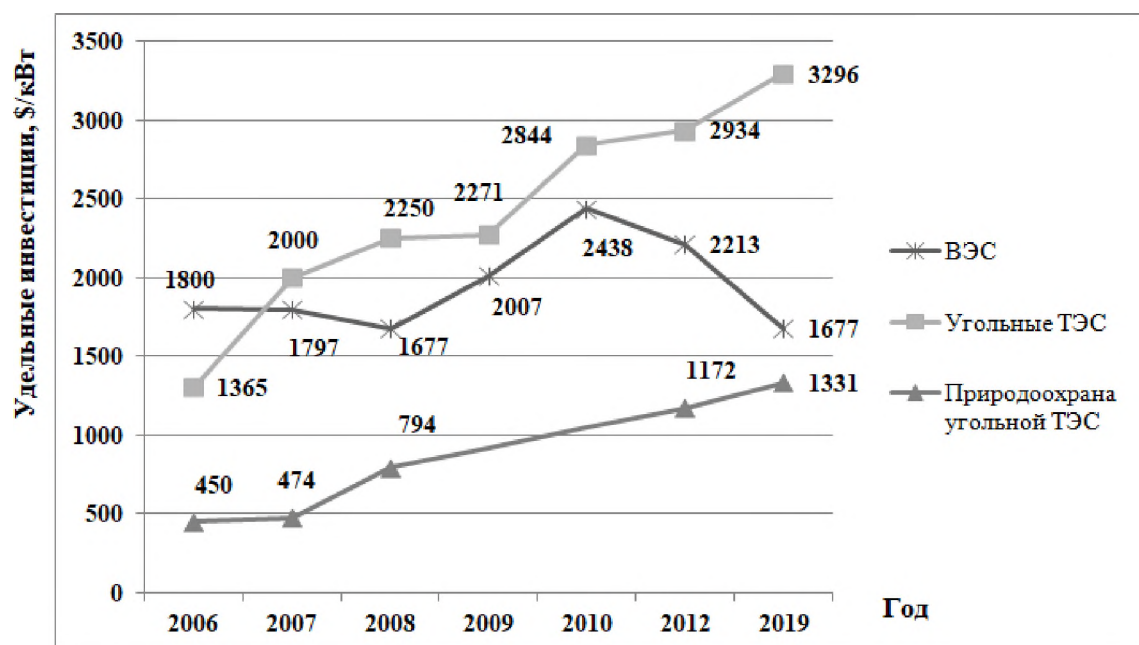


Рис. 3. Изменение стоимости строительства угольных электростанций и их экологической составляющей в сравнении с показателями наземной ветровой электростанции согласно данным энергетического агентства EIA (США) за период 2006-2019 гг.

- в-третьих, предпринимаемые правительствами зарубежных стран титанические усилия по удорожанию энергоисточников, вырабатывающих наиболее дешевую энергию, а именно работающих на угольном топливе, привели к закономерному результату – более 40% стоимости угольной электростанции приходится на природоохранные системы. Хотя в развивающихся странах (Юго-Восточной Азии, АТР) такой тенденции не наблюдается;

- и, в-четвертых, угольные электростанции за рассматриваемые два десятилетия в результате проводимой развитыми странами политики оказались с экономической точки зрения неконкурентоспособными по сравнению с возобновляемой энергетикой, а также энергетикой на газовом топливе.

Можно предположить, что в основе показанной тенденции политическая подоплека, а именно, с одной стороны, стремление стран Евросоюза избавиться от российской энергозависимости за счет стратегии развития неконкурентоспособных на рубеже 2000-х годов возобновляемых энергоисточников, с другой стороны, стремление Соединенных Штатов

подтянуть конкурентность собственного сланцевого газа по сравнению с угольным топливом.

На эти же цели направлены требования Парижского соглашения в рамках Рамочного соглашения ООН 2015 г. по декарбонизации выработки энергии. Следует отметить, что в результате его реализации инвестиции в угольные энергоисточники еще дополнительно возрастут как минимум на величину в 60% при условии простого улавливания CO₂ из дымовых газов¹. Т.е экологическая составляющая органических энергоисточников составит величину в 100% их энергетических инвестиций. О какой конкурентоспособности в таком случае может идти речь?

С другой стороны, только само предположение о рациональности утилизации выбросов углекислого газа (долгосрочной изоляции от атмосферы) при производстве энергии на органическом топливе представляется утопией. Тем более что ряд климатологов считает кампанию против CO₂ глобальной аферой², такой же как и недавний громкий процесс с озоновыми дырами и фиаско «исторического в мировом масштабе» Монреальского протокола 1987 г., согласно которому основными разрушителями озонового слоя считались фреоны R-11 и R-12. Однако прошло уже 20 лет, как полностью прекращено их производство и использование, но озоновый слой то восстанавливается, то истощается независимо от каких-либо используемых человеком веществ.

Резюме.

Можно констатировать, что в развитых странах тенденция занижения конкурентоспособности традиционной энергетики связана в том числе и с опережающим ростом ее природоохранных инвестиций. Однако поскольку она обладает рядом существенных преимуществ по сравнению с альтернативной генерацией, и в первую очередь в достижении наиболее оптимального сочетания энергетических, экономических и экологических критериев, несмотря на поднятую в последнее время шумиху вокруг таких «прорывных» направлений как альтернативное и водородное, представляется целесообразным:

- исследование объективности и рациональности применяемых в настоящее время в энергетике природоохранных критериев и эколого-экономических механизмов с привлечением оценок теории экологических рисков;

- изучение вопросов использования инновационных органических энерготехнологий, главным образом с применением угля, поскольку последний является наиболее распространенным энергетическим топливом в России, в том числе в Республике Коми (Интинское, Воркутинское, Воргашорское, Усинское, Сейдинское месторождения);

- исследование адаптационных возможностей угольной генерации к изменяющимся условиям рынка энергии – достижение их большей

¹ Capital Cost and Performance Characteristic Estimates for Utility Scale Electric Power Generating Technologies. URL: https://www.eia.gov/analysis/studies/powerplants/capitalcost/pdf/capital_cost_AEO2020.pdf

² Буланова О. Глобальное потепление – всемирная афера. URL: <https://aprosh.livejournal.com/783544.html>

эксплуатационной маневренности как возможная поддержка энергопроизводства возобновляемых энергоисточников;

- необходимость разработки независимой национальной современной энергетической политики, исключаящей, во-первых, бюджетное субсидирование неэффективных альтернативных вариантов энергоснабжения, и прежде всего за счет необоснованного роста тарифов для населения, и, во-вторых, государственное участие в авантюрных, теоретически необоснованных международных проектах, не отвечающих интересам Российского государства.

ОПЫТ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ЭКОНОМИКИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО БАЛАНСА*

О.В. Бурый, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Количественное определение объема выбросов парниковых газов (ПГ) в Российской Федерации регламентируется разработанными еще семь лет назад методическими указаниями (распоряжение от 16.04.2015 г. № 15-р и приказ от 30.06.2015 г. № 300 Минприроды России). Документами подразумевается наличие у эмитента всех необходимых исходных данных для самостоятельного расчета. Перечень возможных источников очень широк, и при этом он должен гарантировать воспроизводимость расчетов. Важно отметить, что если у подотчетной организации есть обособленные подразделения в различных регионах, то по ним ведется раздельный учет, что в теории дает возможность сформировать региональный срез информации для сравнительного анализа эффективности климатической политики.

Сегодня для целей независимого аудита такие данные об эмиссии ПГ недоступны в разрезе отдельных субъектов Российской Федерации. Соответственно, нами была предпринята попытка разработать альтернативный способ оперативного определения вклада конкретного региона в общую эмиссию на примере Республики Коми, основываясь только на открытых данных о производстве и потреблении топлива и энергии.

Таким источником объективной информации может стать топливно-энергетический баланс (ТЭБ). Он выступает неотъемлемой частью ежегодно составляемой Схемы и программы развития электроэнергетики для каждого региона России. Главным препятствием широкого примене-

* Статья подготовлена в рамках НИР № 121072700045-1 «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития»

ния ТЭБ для оценки углеродного следа выступает его обобщенный характер: все показатели в нем приведены в тоннах условного топлива. Эти данные сложно правильно перевести в CO₂-эквивалент прямых и косвенных выбросов.

Целью исследования является оценка углеродного следа экономики региона с помощью топливно-энергетического баланса.

Для достижения поставленной цели требуется решение нескольких связанных задач:

- 1) анализ различных подходов и методов оперативной оценки углеродного следа региональной экономики;
- 2) выбор способа приведения показателей топливно-энергетического баланса к требуемой форме для построения простейшей модели эмиссии парниковых газов;
- 3) предварительная оценка и анализ особенностей углеродного следа экономики Республики Коми.

В качестве экспериментальной площадки для апробирования специального регулирования, создания системы сбора, обработки и верификации данных об эмиссии ПГ Правительством России была выбрана Сахалинская область. Полученный ею опыт до 2028 г. предполагается распространить на остальную территорию страны. К сожалению, данных о реальных результатах эксперимента, опубликованных в научной литературе, явно недостаточно, что актуализирует задачу поиска новых методов оценки «углеродного» вклада регионов еще до истечения запланированного периода.

Опыт регионального распределения обязательств по сокращению выбросов парниковых газов в Казахстане представлен в работе Истомина И.С.¹ В России оценка экономических последствий сокращения эмиссии на уровне макрорегиона дана Джурка Н.Г. и Деминой О.В., но только в секторе энергетики². Пакина А.А. и Тульская Н.И. предлагают собственную методику и результаты расчета углеродоемкости на примере Татарстана, сравнивая существующий уровень производства с поглощающей способностью природных комплексов³.

Снижение эмиссии ПГ является частью энергетического перехода, характеризующегося возрастанием удельного веса высокоэффективных энергетических ресурсов и преобразованных энергоносителей в структу-

¹ Истомин И.С. Региональное распределение обязательств по сокращению парниковых газов в Казахстане для достижения целей в Парижском соглашении // Проблемы региональной экологии. 2020. № 4. С. 107-112. DOI: <https://doi.org/10.24411/1728-323X-2020-14107>

² Джурка Н.Г., Демина О.В. Оценка экономических последствий сокращения выбросов в системе энергоснабжения региона: опыт Дальнего Востока // Регионалистика. 2020. Т. 7. № 2. С. 5-23. DOI: <https://doi.org/10.14530/reg.2020.2.5>

³ Пакина А.А., Тульская Н.И. Оценка углеродоемкости Татарстана в целях управления природопользованием // Вестник Московского государственного университета. Серия 5: География. 2021. № 2. С. 110-115.

ре энергетического баланса¹. Особенности составления и анализа ТЭБ регионов рассмотрены в работах Ратмановой И.Д.², Санеева Б.Г.³ и др.

Балансовый метод позволяет фиксировать изменения в структуре производства и потребления топлива и энергии, определять устойчивые тенденции развития как энергетического сектора, так и экономики региона в целом, рассчитывать показатели эффективности функционирования. Поэтому логичным было попытаться приспособить содержащиеся в нем данные для изучения роли регионов в решении задач борьбы с глобальным изменением климата, прежде всего в части регулирования эмиссии парниковых газов.

В настоящее время применяется четыре вида количественных методов определения выбросов ПГ:

- метод расчета на основе данных о деятельности и коэффициентов выбросов;
- метод расчета на основе материально-сырьевого баланса;
- метод расчета на основе периодических измерений выбросов парниковых газов;
- метод непрерывного мониторинга выбросов парниковых газов.

Выбор конкретного метода определяется эмитентом самостоятельно. В результате возможны расхождения в получаемых результатах на уровне агрегации (муниципалитет – регион – страна), обусловленные особенностями того или иного методов подсчета. Это сильно затрудняет сравнительный анализ.

Единый (сводный) топливно-энергетический баланс составляется во всех регионах Российской Федерации и муниципальных образованиях по единой утвержденной методике на основании формы государственной статистической отчетности 1-ТЭБ. Он включает три раздела: производство энергетических ресурсов, первичное энергопотребление (преобразование энергоресурсов) и конечное энергопотребление.

Этим разделам можно поставить в соответствие сферы охвата выбросов парниковых газов, применяемые в международной климатической отчетности:

- прямые выбросы ПГ (scope 1) – это эмиссия из собственных или контролируемых компанией источников: генерации энергии, технологических процессов, обращения с отходами, а также фугитивные выбросы в атмосферу (например, метана в процессе дегазации угольных шахт);

¹ Некрасов В.Л. Энергетический переход. Теоретико-методологические аспекты исследования // Вестник Томского государственного университета. 2007. № 3 (300). С. 57-60.

² Ратманова И.Д., Кулешов М.А. Формирование сводного топливно-энергетического баланса в рамках региональной информационно-аналитической системы // Вестник Ивановского государственного энергетического университета. 2014. Вып. 4. С. 58-63.

³ Санеев Б.Г., Соколов А.Д., Музычук С.Ю., Музычук Р.И. Топливо-энергетические балансы в системе комплексного исследования региональных ТЭК // Известия Академии наук. Энергетика. 2011. № 2. С. 21-35.

- косвенные выбросы ПГ (scope 2) – это все выбросы в атмосферу в результате производства потребленной компанией электроэнергии, пара, тепла и холода.

Исходная информация для анализа представляет собой таблицы производства-потребления ресурсов, составленные по данным Единых топливно-энергетических балансов Республики Коми за 2008-2019 гг. Фактически временной ряд разбит на два интервала – 2008-2015 и 2016-2019 гг., что обусловлено ограничениями полученных исходных ТЭБ.

Схема и программа развития электроэнергетики Республики Коми на пятилетний период утверждается распоряжением правительства региона и подлежит обязательному обновлению каждый год. Документ находится в открытом доступе (например, через справочно-поисковую систему «КонсультантПлюс») и содержит данные о производстве и потреблении всех топливно-энергетических ресурсов за предшествующие пять лет. Наиболее ранние показатели, доступные в электронном виде, датируются 2008 г., что и определяет левую границу временного ряда.

К сожалению, с 2017 г. большая часть данных о существующем состоянии электроэнергетики Республики Коми (и смежных видов деятельности топливно-энергетического сектора) была переведена составителями в режим «для служебного пользования». Поэтому данные за 2016 г. и последующие годы получены на основании официального запроса в региональные органы исполнительной власти. Последним отчетным периодом по состоянию на начало 2022 г. был 2019 г. Таким образом, он и выбран в качестве правой границы анализируемого временного ряда.

Ситуация с «закрытием» данных не имеет под собой объективных оснований. Формально это делается с целью недопущения косвенной идентификации хозяйствующих субъектов и раскрытия их первичных статистических данных (требование Федерального закона от 29.11.2007 г. № 282-ФЗ «Об официальном статистическом учете и системе государственной статистики в Российской Федерации», п. 5 ст. 4, ч. 1 ст. 9). Все это сильно ограничивает возможности сторонних исследователей и аналитиков для независимого повтора (проверки) проведенных расчетов, тем самым нарушается основополагающий научный принцип воспроизводимости эксперимента.

Работа с двумя источниками информации обнаружила несколько проблем. Во-первых, ТЭБ 2008-2015 гг. имеет немного иную структуру: по видам топлива присутствует раздел «прочее твердое топливо» (на него приходится около 1% произведенных в регионе энергетических ресурсов) и три самостоятельных вида экономической деятельности в части конечного потребления (добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, производство и распределение электроэнергии, газа и воды). В ТЭБ 2016-2019 гг. данный раздел отсутствует, а перечисленные выше отрасли агрегированы в сектор «Промышленность». Во-вторых, в

ответе на запрос, не являющимся официальным документом, вероятны ошибки и опечатки, обнаружение, верификация и исправление которых требует значительных усилий и привлечения дополнительных статистических материалов.

Динамика основных составляющих ТЭБ Республики Коми представлена на рис. 1. Расчет проводился по итоговым значениям баланса, что позволяет нивелировать структурные различия, прежде всего разнесение производства и потребления энергоресурсов по видам экономической деятельности. Отчетливо заметно снижение темпов производства энергетических ресурсов, обусловленное комплексом факторов, на первое место из которых следует поставить неуклонное истощение сырьевой базы ископаемых видов топлива, а также ограничения добычи в рамках соглашения ОПЕК+. Вместе с тем, конечное энергопотребление и обеспечивающее его преобразование энергоресурсов в секторе электро- и теплоэнергетики демонстрирует уверенный рост.

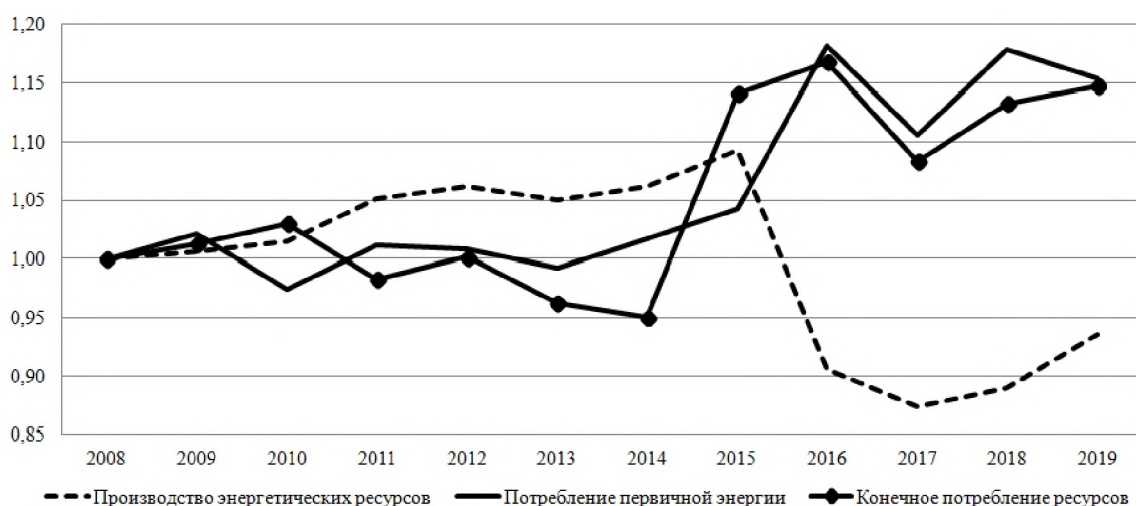


Рис. 1. Динамика топливно-энергетического баланса Республики Коми к уровню 2008 г.

Эмиссия парниковых газов, вероятно, отражает указанные тренды: ожидаемое снижение в производстве и рост в преобразовании и потреблении, компенсируемый практически полным замещением угля природным газом на локальном рынке (после 2023 г.).

В процессе составления ТЭБ все виды натурального топлива пересчитываются в условные по их фактическим калорийным эквивалентам, определяемым как соотношение низшей теплотворной способности рабочего топлива к теплотворной способности 1 кг условного топлива (7000 ккал/кг). Для быстрого пересчета условного топлива в CO_2 -эквивалент были использованы переводные коэффициенты для разных видов топлива, а также удельные показатели для электрической и тепловой энергии. Коэффициент окисления топлива принимается для всех видов топлива, по умолчанию равным 1,0 (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты перевода тонны условного топлива
в тонну CO₂-эквивалента

Энергетического ресурсы	Коэффициент выбросов, т CO ₂ /т у.т.
Уголь воркутинский	2,71
Нефть, включая конденсат	2,15
Нефтепродукты ¹⁾	2,19
Газ горючий естественный	1,59
Прочее твердое топливо ²⁾	0,00
Электрическая и тепловая энергия ³⁾	1,56

¹⁾ Средневзвешенное значение по продуктовой корзине Ухтинского нефтеперерабатывающего завода.

²⁾ Древесина, древесные отходы, древесный уголь или иные материалы биологического происхождения, используемые в технологических процессах в качестве топлива или восстановителя, не учитываются при определении выбросов CO₂.

³⁾ Средневзвешенное значение по топливной корзине электрических станций и котельных Республики Коми.

Простейшая модель эмиссии парниковых газов на основе топливно-энергетического баланса может иметь следующий вид:

$$E_{CO_2} = FC_y \cdot EF_y + FC_n \cdot EF_n + FC_{np} \cdot EF_{np} + FC_r \cdot EF_r + (FC_{эз} + FC_{тэз}) \cdot EF_{э},$$

где:

E_{CO_2} – выбросы от стационарного сжигания топлива, т CO₂/год;

FC – расход энергетического ресурса соответствующего вида (уголь, нефть, нефтепродукты, природный газ, электрическая и тепловая энергия), т у.т.;

EF – коэффициент выбросов парникового газа, т CO₂/т у.т.

Если рассматривать первый раздел баланса как совокупный объем эмиссии ПГ, обусловленный непосредственно добычей и производством традиционных невозобновляемых топливно-энергетических ресурсов на территории Республики Коми, то регион ответственен за ежегодные выбросы в мировую атмосферу порядка 98-107 млн т CO₂-эквивалента (рис. 2).

Часть указанных выбросов происходит непосредственно на территории Республики Коми, главным образом в процессе сжигания топлива на стационарных источниках, а также транспортом, но большая часть экспортируется в качестве сырья в другие регионы и страны. При этом речь идет о наиболее углеродоемких ресурсах: коксующемся угле, сырой нефти и нефтепродуктов. Например, потенциальная эмиссия CO₂ от сжигания угля, добытого в Республике Коми, составляет 18,4 млн т, реальное же значение с учетом незначительного ввоза для удовлетворения потребностей населения и малых котельных всего 2,3 млн т.

Структура промежуточного потребления топлива в энергетике Республики Коми (второй раздел ТЭБ) в целом благоприятна для окружающей среды. Доля природного газа достигала в рассматриваемый период почти 70%, угля 17%. Удельный вес газа практически не менялся

все эти годы, отмечалось снижение удельного веса угля и мазута при росте потребления черного щелока и древесных отходов. Кардинально ситуация изменилась в 2019 г. с остановкой добычи энергетического угля в Инте и с 2022 г. в Воркуте. Крупнейшая угольная ТЭЦ-2 Воркуты уже переведена на газ, а центральная водогрейная котельная с мазута на газ, что позволило сократить выбросы ПГ на 12 тыс. т в год. Остальные угольные станции будут выведены из эксплуатации в ближайшие несколько лет.

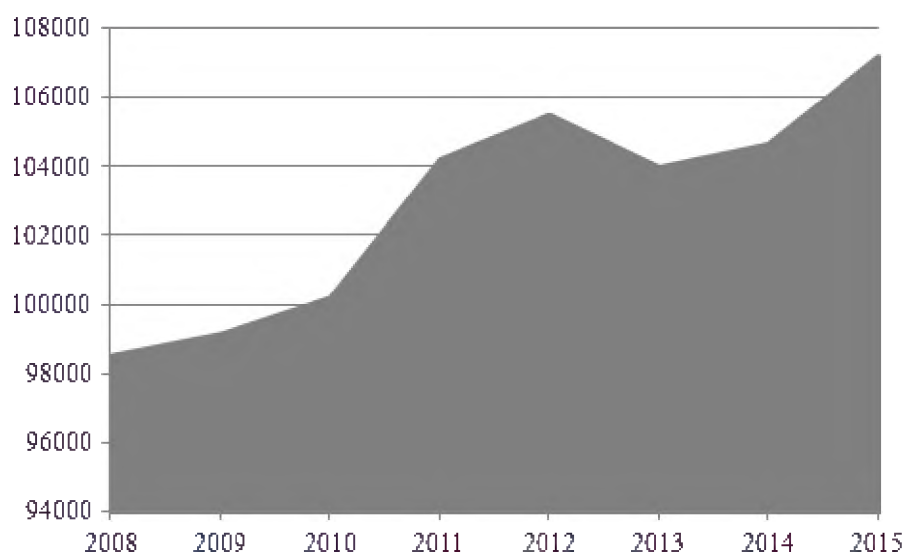


Рис. 2. Потенциальная эмиссия парниковых газов от произведенных в Республике Коми энергетических ресурсов (тыс. т CO₂-эквивалента)

В Республике Коми имеется некоторый потенциал низкоуглеродного развития энергетики за счет наращивания сегмента биотоплива. В настоящее время 70% отходов деревообработки используется в качестве топлива для выработки энергии собственных нужд. Однако надежность энергоснабжения в данном случае сильно зависит от финансового состояния лесозаготовок и деревообрабатывающей промышленности и перспективной экспортной стратегии.

В части конечного потребления топливно-энергетических ресурсов (третий раздел баланса) и связанными с этим выбросами парниковых газов отсутствуют какие-либо наблюдаемые аномалии (рис. 3).

«Потребляемая» часть ТЭБ в пересчете на CO₂-эквивалент составляет – 29-34 млн т в год или 28-32% от потенциальной эмиссии «производимой» части. Агрегированный сектор промышленного производства отвечает за 60-65% эмиссии углекислого газа непосредственно на территории региона. С учетом транспорта, куда входит прокачка нефти и газа по магистральным трубопроводам, доля негативного воздействия на окружающую среду возрастет до 80%. Переход к высокоэффективным энергетическим ресурсам пока ограничен газификацией системной энергетики и домашних хозяйств Республики Коми.

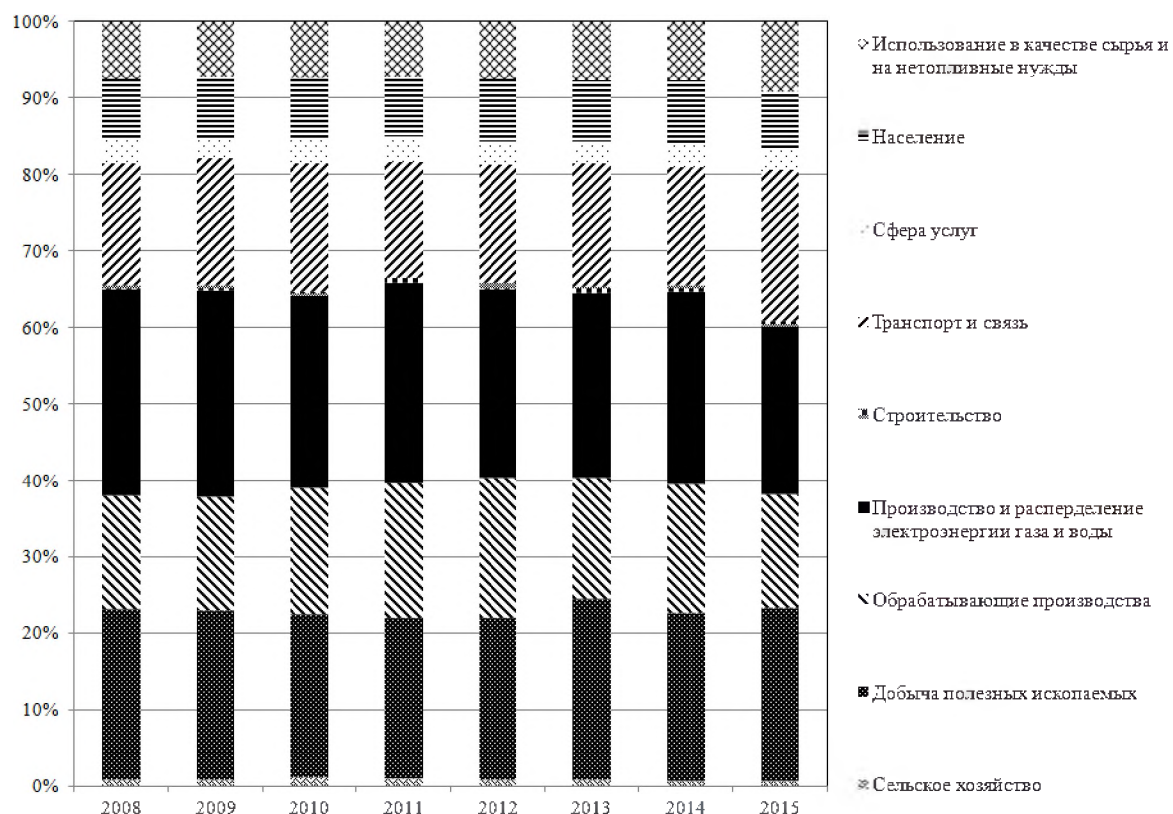


Рис. 3. Структура эмиссии парниковых газов по видам экономической деятельности Республики Коми

Таким образом, по результатам анализа ТЭБ Республики Коми за 2008-2019 гг. можно сделать следующие выводы относительно методов и инструментов наблюдения за эмиссией парниковых газов на региональном уровне.

1. Существующая методика по количественному определению объема выбросов парниковых газов организациями предполагает самостоятельный расчет эмитентом с использованием различных подходов, что вызывает вопросы в части сравнимости агрегированных показателей на уровне региона для определения вклада последних в общую эмиссию и достижения национальных целей климатической повестки. Методика инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации носит добровольный, рекомендательный характер и по факту не применяется в Республике Коми. Это делает невозможным межрегиональные сравнения.

2. Для решения указанных проблем предложено использовать информационные возможности сводного топливно-энергетического баланса, составляемого в каждом регионе на регулярной основе и по единой методике. Схема и программа развития электроэнергетики конкретного субъекта Российской Федерации содержит как сам ТЭБ, так и аналитические материалы, позволяющие уточнить особенности производства и потребления энергетических ресурсов по видам экономической деятельности и даже конкретным предприятиям. ТЭБ дает возможность оценить как потенциальную эмиссию ПГ от производства всех видов энергетиче-

ских ресурсов, так и фактическую, локализованную в местах непосредственного их потребления.

3. Объективным ограничением широкого применения ТЭБ для анализа эмиссии парниковых газов является сильно приближенный характер получаемых оценок, не учитывающий технологических особенностей конкретных производств, включая практику обращения с отходами и непроизводительными потерями энергетических ресурсов (утечками метана, сжиганием попутного газа на факелах, фугитивными выбросами и т.п.). Субъективным препятствием следует признать необоснованное закрытие доступа к ТЭБ и части аналитической информации со стороны региональных органов исполнительной власти. Получение необходимых данных по специальным запросам не исключает наличия ошибок и методических несоответствий, крайне затратно по времени и в итоге не обеспечивает достоверность и воспроизводимость результатов исследования.

ПРИМЕНЕНИЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ТОПОЛОГИИ 140-УЗЛОВОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ*

Н.Э. Готман, Г.П. Шумилова, к.т.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Решаемая в данной работе задача заключается в применении сетей глубокого обучения (Deep Learning Neural Networks (DLNN))¹ для определения состояния линий электропередачи электрической сети в переходном режиме на основе данных, измеренных устройствами синхронизированных векторных измерений (УСВИ). Эта задача является одной из востребованных и сложных задач, возникающих при оперативном управлении электроэнергетической системой.

Глубокие нейронные сети становятся одним из самых популярных методов машинного обучения при создании систем искусственного интеллекта в разных областях, таких как распознавание речи, обработка естественного языка, компьютерное зрение, медицинская информатика и др.² Их отличительными особенностями являются большее количество нейронов в слоях, более сложные способы соединения, автоматическое

* Статья подготовлена в рамках НИР № 121072700045-1 «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития»

¹ Паттерсон, Дж. Глубокое обучение с точки зрения практика (пер. с англ.) / Дж. Паттерсон, А. Гибсон. М.: ДМК Пресс, 2018. 418 с.

² Cardoso, P.E.A. Deep learning applied to PMU data in power systems: Ph.D. thesis. Faculdade De Engenharia Da Universidade Do Porto, 2017. 105 p. URL: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/106289/2/204483.pdf>

выделение признаков и увеличение вычислительных мощностей для обучения¹.

Существуют различные архитектуры DLNN. К сетям глубокого обучения относятся: многослойный перцептрон (такую сеть называют полносвязной)¹, неокогнитрон, автокодировщики, сверточные нейронные сети, ограниченная машина Больцмана, глубокие сети доверия, сети долго-краткосрочной памяти, управляемые рекуррентные нейронные и сети остаточного обучения².

В настоящее время выполнено много исследовательских работ по применению сетей глубокого обучения в энергосистемах: для прогнозирования нагрузки³, кибербезопасности⁴, для определения места короткого замыкания в линии⁵, восстановления энергосистемы после аварии, выявления дефектов поврежденного оборудования в результате короткого замыкания⁶. Эти исследования охватывают такие области энергетики, как энергопотребление, умные сети (smart grid), рынок электроэнергетики, надежность и др.⁷

В данной работе для определения изменений в топологии 140-узловой электрической сети в реальном времени используется классификатор на основе сверточной нейронной сети, аналогичный разработанному ранее авторами для 14-узловой электрической сети⁸.

Сверточные нейронные сети. Для решения задачи определения изменения состояния линии в переходном режиме из всех перечисленных выше архитектур DLNN наиболее подходят сверточные нейронные сети (СНС). СНС получает входные данные, преобразует их с помощью ряда взаимосвязанных слоев и на выходе выдает набор вероятностей (оценок). Существует много вариантов архитектуры СНС, но все они основаны на чередовании слоев, показанных на рис. 1.

Здесь имеются три основные группы слоев: 1) входной слой;

¹ Хайкин С. Нейронные сети: полный курс. 2-е изд., испр. / пер. с англ. М: ООО «И.Д.Вильямс», 2006. 1104 с.

² Созыкин А.В. Обзор методов обучения глубоких нейронных сетей // Вестник ЮУрГУ. Серия: Вычислительная математика и информатика. 2017. Т. 6. № 3. С. 28-59.

³ Shi, H. Deep learning for household load forecasting-A novel pooling deep RNN / H. Shi, M.H. Xu, R. Li // IEEE Trans. Smart Grid, 2017. Vol. 9. No. 5. P. 5271-5280.

⁴ Wang, H.Z. Deep learning-based interval state estimation of AC smart grids against sparse cyber attacks / H.Z. Wang, J.Q. Ruan, G. Wang, et al // IEEE Trans. Ind. Inf., 2018. Vol. 14. No. 11. P. 4766-4778.

⁵ Li, W.T. Real-time faulted line localization and PMU placement in power systems through convolutional neural networks / W.T. Li, D. Deka, M. Chertkov, M. Wang // IEEE Transactions on Power Systems, 2019. Vol. 34. No. 6. P. 4640-4651.

⁶ Muhammad, A. Deep learning application in power system with a case study on solar irradiation forecasting / A. Muhammad, J.M. Lee, S.W. Hong, S.J. Lee, and E.H. Lee // in Proc. Int. Conf. Artif. Intell. Inf. Commun. (ICAIIIC), Feb. 2019. P. 275-279.

⁷ Zhang, D. Review on the research and practice of deep learning and reinforcement learning in smart grids / D. Zhang, H. Xiaoqing and D. Chunyu // Review on the research and practice of deep learning and reinforcement learning in smart grids // CSEE Journal of Power and Energy System. Vol. 4. No. 3. 2018. P. 362-370.

⁸ Готман Н.Э., Шумилова Г.П. Идентификация изменения состояния линии по векторным измерениям в переходном режиме на основе сетей глубокого обучения // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 71. Надежность энергоснабжения потребителей в условиях их цифровизации. В 3-х книгах. / Книга 2 / Отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2020. С. 171-180.

2) слои выделения признаков; 3) слои классификации. Входной слой принимает трехмерные сигналы. Слои выделения признаков имеют повторяющуюся структуру (свертка $\rightarrow$ *ReLU* $\rightarrow$ пулинг). Сверточный слой представляет из себя набор карт признаков, у которых есть сканирующее ядро (или, по-другому, фильтр). Мы получаем вход, применяем к нему ядро свертки и получаем на выходе карту признаков¹⁰.

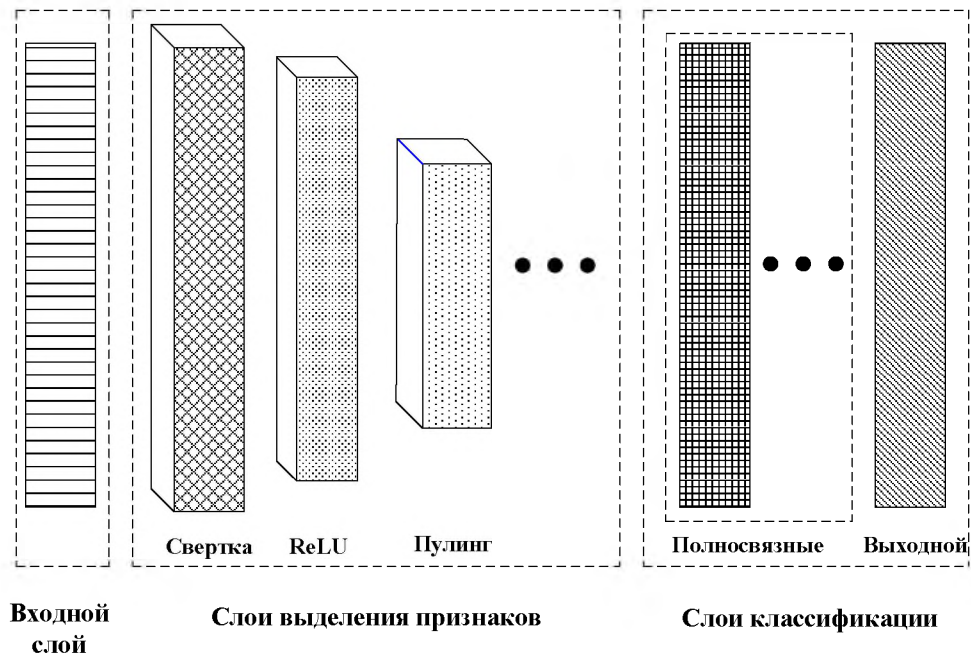


Рис. 1. Архитектура сверточной нейронной сети

Перед началом расчетов на модели с СНС входные данные нормализуются. Нормализация входных данных необходима для адекватного применения математических моделей и компьютерных расчетов при вычислениях, связанных с большими и малыми величинами, для равномерного их распределения, представления значений в области $[0,1]$. В конечном счете нормализация увеличивает информативность данных. Обычно используется формула, которая позволяет растянуть данные, подаваемые на вход СНС, от 0 до 1:

$$f(x_i, \min, \max) = \frac{x_i - \min}{\max - \min},$$

где f – функция нормализации, x_i – элемент входных данных, $\min$, $\max$ – соответственно, минимальное и максимальное значения среди элементов входного образца.

Для получения базы данных для решения задачи определения топологии электрической сети при исследовании 140-узловой тестовой схемы авторы использовали пакет ANDES.

Программный пакет ANDES. ANDES – это бесплатный программный пакет с открытым исходным кодом, разработанный на основе языка программирования Python для моделирования и численного анали-

за работы энергосистемы¹. Пакет имеет гибридную символьно-числовую структуру для моделирования дифференциальных алгебраических уравнений². Основным разработчиком пакета является Хантао Цуй – доцент Школы электротехники и вычислительной техники Университета штата Оклахома.

Пакет ANDES позволяет разрабатывать абстрактные модели в символьном слое независимо от тестовой схемы. При этом время вычислений для обработки уравнений зависит от количества и сложности типов моделей, а не от количества устройств в конкретной тестовой схеме.

Исследуемая 140-узловая система NPCC. 140-узловая система Северо-восточного координационного совета по энергетике (NPCC)³ представляет собой упрощенный эквивалент северо-восточного региона Восточного межсетевого объединения энергосистемы США (зона управления шести штатов региона Новой Англии: Коннектикут, Мэн, Массачусетс, Нью-Гэмпшир, Род-Айленд, Вермонт и штата Нью-Йорк) и Канады (провинции Онтарио, Квебек, Нью-Брансуик и Новой Шотландии)⁴. В частности, энергосистема шести штатов Новой Англии представляет собой известную 39-узловую тестовую систему IEEE.

Данная тестовая схема представлена на рис. 2.

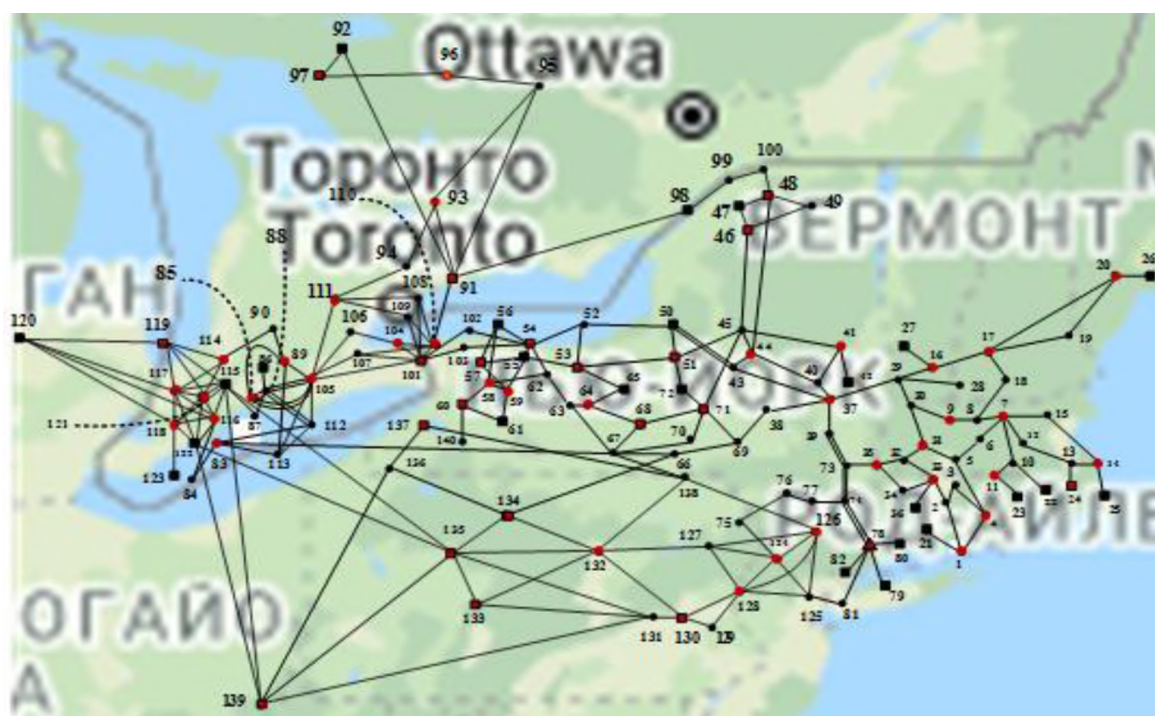


Рис. 2. 140-узловая энергосистема NPCC

¹ ANDES. Python software for symbolic power system modeling and numerical analysis. – URL: <https://docs.andes.app/en/stable/index.html>

² Cui, H. Hybrid Symbolic–Numeric Framework for Power System Modeling and Analysis / H. Cui, F. Li, K. Tomsovic // ar Xiv:2002.09455v2 [eess.SY]. 2020. 12 Aug 2020. P. 1-13.

³ Northeast Power Coordinating Council. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Northeast_Power_Coordinating_Council

⁴ Lei, Y. A Study on Wind Frequency Control under High Wind Penetration on an NPCC System Model / Y. Lei, Y. Liu, G. Kou. URL: <https://yandex.ru/search/?clid=2261484&text=A+Study+on+Wind+Frequency+Control+under+High+Wind+Penetration+on+an+NPCC+System+Model+Yin+Lei1%2C+Yong+Liu1%2C+Geifei+Kou1%2C&lr=19>

Система включает в себя 48 генераторов, 233 линии и 92 нагрузочных узла. На рис. 2 генераторные узлы изображены в виде квадратов, а нагрузочные узлы – в виде кругов. Базовый узел (78) изображен треугольником.

Расчеты на ANDES выполнялись в Google Colab. Это бесплатная интерактивная облачная среда для работы с кодом. В основе «Колаборатории» – блокнот Jupyter (Jupyter notebook) для работы на Python с базой на Google диске. Блокнот Jupyter включает в себя команды программного кода, пояснительного текста, графики и иллюстрации. Colab позволяет использовать для анализа и визуализации данных все возможности библиотек Python.

Для получения базы данных в Google Colab написана программа на языке Julia, в которой и подключался пакет ANDES.

В пакете ANDES заложена возможность построения графиков по результатам расчетов. Ниже приведены графики, полученные для случая отключения и включения через 3 секунды линии 11, соединяющей узлы 7 и 15. На рис. 3 представлен фрагмент 140-узловой энергосистемы NPCC с отмеченной линией 11.

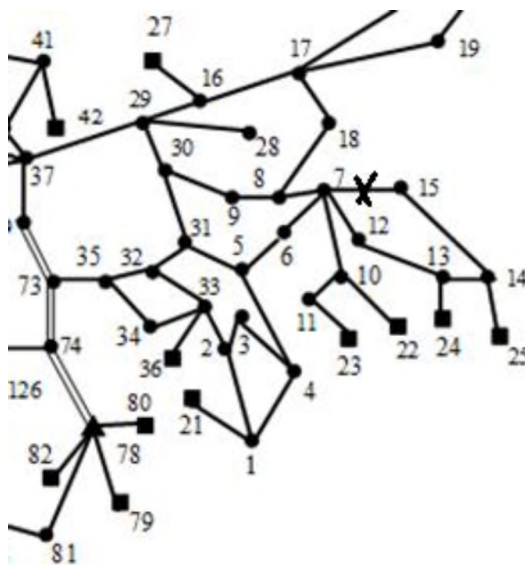
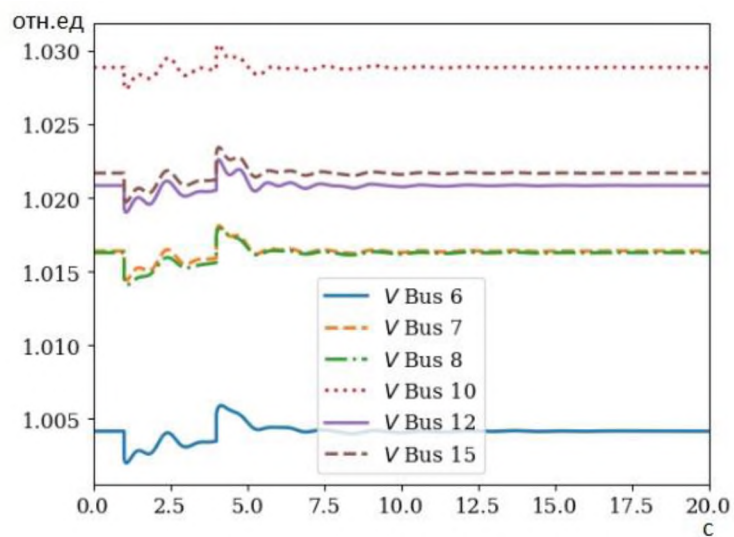


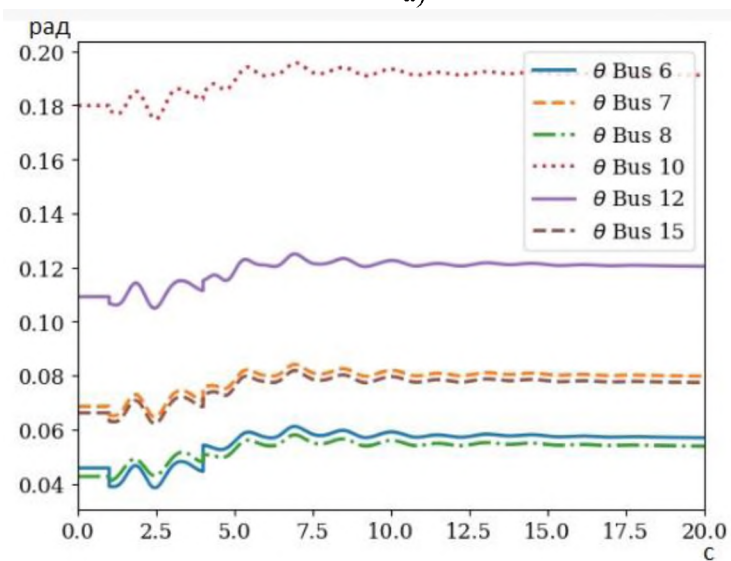
Рис. 3. Фрагмент тестовой схемы NPCC (отмечена линия 11)

Графики фаз и модулей напряжения в узлах 6, 7, 8, 10, 12, 15, ближайших к линии 11, и графики углов роторов генераторов в узлах 22, 23, 24, 25, расположенных вблизи линии 11, приведены на рис. 4.

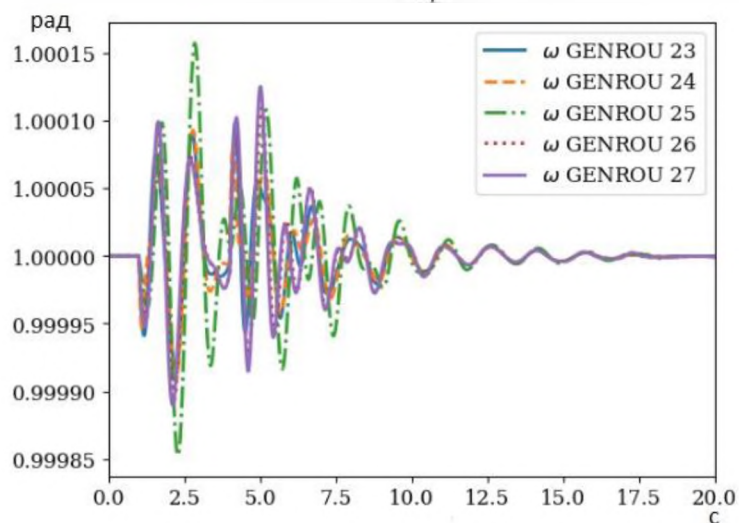
Кривые изменения модулей и фаз напряжения в узлах и углов роторов генераторов демонстрируют их реакцию на рассматриваемую аварийную ситуацию.



а)



б)



в)

Рис. 4. Графики модулей напряжения (а), фаз напряжения (б) и углов роторов генераторов (в) в узлах, расположенных вблизи линии 11 (GENROU – используемые в данных узлах модели генераторов)

Результаты исследований. Для решения рассматриваемой задачи необходимо подготовить базу данных для обучения и тестирования СНС. С этой целью рассчитаны 600 режимов путем изменения нагрузки во всех нагрузочных узлах в диапазоне от 75 до 125 процентов от базового уровня нагрузки в узле. Для каждого режима проведены расчеты переходных процессов с использованием пакета ANDES, связанных с отключением одной из линий и включением ее через три секунды устройством автоматического повторного включения (АПВ). Результаты расчетов половины режимов использовались для обучения сверточной нейронной сети, а остальные 300 – для тестирования.

При реализации современных алгоритмов распознавания топологии электрической сети используются данные, передаваемые устройствами синхронизированных векторных измерений. Размещение УСВИ в энергосистеме в количестве 57 получено как результат оптимальной расстановки по критерию минимума количества устройств¹, обеспечивающих топологическую наблюдаемость энергосистемы.

Для базы данных использовались изменения фазы напряжения в узлах расстановки УСВИ и модулей токов по линиям, инцидентных узлам расстановки УСВИ. При этом добавлялся случайным образом шум: для фазы напряжения $\pm 0,5^\circ$, для модуля тока $\pm 0,5\%$. Величина шума определялась из расчета, что УСВИ имеют относительную погрешность измерения напряжений и токов не более $\pm 0,2\%$, и векторные измерения содержат в себе не только погрешность УСВИ, но и погрешность измерительных трансформаторов.

Расчеты проводились по программе, разработанной на языке *Julia* с применением пакета *Flux* (библиотеки машинного обучения, включающей и функции для создания моделей СНС).

Во всех расчетах использовались: в качестве функции активации для сверточных слоев – функция *ReLU*, для слоя классификации (полносвязного слоя) – логистическая функция *softmax*; в качестве функции потерь – перекрестная энтропия; в качестве функции оптимизации – *Adam* (алгоритм градиентной оптимизации стохастических целевых функций первого порядка).

Были рассмотрены 10 вариантов данных. В первом из них использовались изменения величин измерений для первого временного среза после начала переходного режима, при этом количество входных параметров для СНС составило 256. Изменения величин измерений для одного временного среза рассчитывались как разница между измерениями текущего временного среза и измерениями предшествующего временного среза. Промежуток времени между временными срезами равен 0,02 с, что

¹ Хохлов М.В., Голуб И.И. Унифицированный подход к оптимизации размещения РМУ в сети для обеспечения надежности наблюдаемости ЭЭС // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 65. Надежность либерализованных систем энергетики / Отв. ред. Н.И. Воропай, А.Н. Назарычев. Иркутск: ИСЭМ СО РАН. 2015. С. 591-601.

соответствует частоте выборке УСВИ. Поскольку для решения задачи применялась СНС, то на вход сети подавалась матрица $1 \times 256 \times 1$.

Во втором варианте данных использовались изменения измерений для двух временных срезов. В этом случае количество входных параметров составило 512, и на вход СНС подавалась трехмерная матрица $2 \times 256 \times 1$. Аналогично выполнено для всех остальных вариантов. Таким образом, в десятом варианте количество входных параметров составило 2560, и на вход сети подавалась матрица $10 \times 256 \times 1$. Для каждого варианта входных параметров применялась своя архитектура СНС.

Результаты расчетов приведены в табл. 1. Наименьшая точность расчетов соответствует первому варианту данных. Начиная с шестого варианта, точность определения изменения топологии рассматриваемой сети в случае отключения/включения одной из линий составляет более 95%. Таким образом, накопление данных от УСВИ с начала аварийной ситуации позволило улучшить точность определения изменения топологии сети.

Таблица 1

Точность определения изменения топологии для различных вариантов

Вариант данных	Размерность входных параметров	Точность расчета (%)
1	$1 \times 256 \times 1$	91,48
2	$2 \times 256 \times 1$	92,19
3	$3 \times 256 \times 1$	92,81
4	$4 \times 256 \times 1$	92,71
5	$5 \times 256 \times 1$	92,79
6	$6 \times 256 \times 1$	95,20
7	$7 \times 256 \times 1$	95,00
8	$8 \times 256 \times 1$	95,68
9	$9 \times 256 \times 1$	95,30
10	$10 \times 256 \times 1$	95,11

Заключение. В работе проведены исследования по определению состояния линии электропередачи (включена/отключена) на модели реальной 140-узловой системы NPCC (США, Канада). Рассмотрено применение программного пакета ANDES для получения базы данных при решении данной задачи в переходном режиме энергосистемы.

Разработанный ранее классификатор на основе сверточной нейронной сети для определения изменений в топологии электрической сети в реальном времени для 14-узловой электрической сети позволяет отслеживать топологию энергосистемы большого масштаба. Данный классификатор обрабатывает большой объем входных данных, поступающих от 57 устройств синхронизированных векторных измерений фаз и модулей напряжений и токов, установленных в электроэнергетической системе. Наибольшая точность определения отключения/включения линии составляет 95,68% для варианта, в котором используются данные о фазах напряжений и модулях токов восьми временных срезов переходного процесса.

ПОСТРОЕНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКОВ АКАУЗАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ*

М.В. Хохлов, к.т.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Введение. Существует два подхода к имитационному моделированию физических систем: каузальный и акаузальный. Каузальное (причинно-следственное) моделирование берет начало в 60-х годах XX века. При таком подходе моделируемая система описывается системой обыкновенных дифференциальных уравнений в явной форме записи, так что алгоритм ее решения может быть представлен блок-схемой. Выходной сигнал каждого блока, составляющего модель системы, явно выражается через его входные сигналы. В связи с этим используют также термин блок-ориентированное моделирование. Наиболее известной инструментальной средой для блок-ориентированного моделирования является Matlab/Simulink. Каузальный подход является естественным для построения моделей систем управления, где направленность сигналов и, следовательно, порядок вычислений однозначно определены, а для объекта управления – физической системы – можно найти математическое описание с использованием передаточных функций с входом и выходом.

При акаузальном моделировании не требуется определять причинно-следственные связи и представлять математическую модель алгоритмическим способом. Большинство физических систем описывается дифференциально-алгебраическими уравнениями, заданными в неявной форме, и именно в таком виде – в виде уравнений – задается модель. В литературе можно встретить также термины моделирование на основе уравнений или физическое моделирование. Как и языки алгебраического моделирования¹, языки акаузального физического моделирования относятся к декларативным языкам. Трансформация уравнений, определение порядка их решения, формирование выражений производных возлагается на компилятор языка. Такой подход моделирования резко сокращает время программной реализации имитационной модели и позволяет сосредоточиться на физике процесса, экспериментах с различными математическими моделями системы и ее элементов, анализе результатов.

Направление акаузального моделирования активно развивается за рубежом, но слабо представлено в отечественных исследованиях. В дан-

* Статья подготовлена в рамках НИР № 121072700045-1 «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития»

¹ Хохлов М.В. Оптимизационные расчеты в электроэнергетике на основе языков алгебраического моделирования // Актуальные проблемы, направления и механизмы развития производительных сил Севера – 2016: Матер. Пятого Всеросс. науч. семинара: в 2 ч. Сыктывкар: ООО «Коми республиканская типография», 2016. Ч. II. С. 123-134.

ной работе показано применение этой технологии для моделирования электромеханических переходных процессов электроэнергетической системы (ЭЭС). Акцент сделан на свободно доступные языки моделирования. Представлены сравнительные результаты для IEEE тестовой 39-узловой ЭЭС с использованием Modelica, Simscape, Modia.jl и ModelingToolkit.jl.

Моделирование электромеханических переходных процессов.

Одной из важнейших задач электроэнергетики является обеспечение устойчивости параллельной работы электростанций и энергосистем. В любой энергосистеме непрерывно происходят малые возмущения и случаются события, являющиеся более или менее значительными возмущениями: короткие замыкания на линиях электропередачи, отключения генераторов, вызванные их повреждениями, сбросы нагрузки при отключениях кабельных и воздушных линий и пр.

Большая роль при изучении устойчивости переходных процессов, порождаемых возмущениями, отводится имитационному моделированию. Моделирование электромеханических переходных процессов (ЭМПП) сводится к численному решению системы дифференциальных и алгебраических уравнений, описывающих математическую модель ЭЭС:

$$\begin{aligned}\dot{y}(t) &= f(x(t), y(t), t), \\ 0 &= g(x(t), y(t), t),\end{aligned}\tag{1}$$

где y и x – векторы дифференциальных и алгебраических переменных соответственно, f и g – нелинейные векторные функции. Система (1) является жесткой и, как правило, для ее решения в настоящее время используют неявные методы интегрирования. Разрывы в первых производных дифференциальных переменных, вызванные дискретными событиями в ЭЭС, определяют систему (1) как дискретно-непрерывную, а ЭЭС как гибридную систему.

В последние годы появился новый класс моделей¹, связанный с ослаблением допущений, принятых в классической детерминистической модели (1). Учет источников стохастической генерации (ветровые и солнечные электростанции) и случайного характера электропотребления приводит к рассмотрению системы (1), возмущенной случайным винеровским процессом. Результатом является модель, описываемая стохастической системой дифференциальных и алгебраических уравнений. Добавление пуассоновской составляющей позволяет учесть случайные импульсные воздействия, такие как скачкообразное изменение потребления, переключение ответвления обмотки трансформатора с РПН и пр. Такие системы называют системами диффузионно-скачкообразного типа, и их моделирование требует использования соответствующих численных методов. Еще одна модификация модели (1) связана с учетом задержек при обработке сигналов в системе управления ЭЭС и передаче

¹ Milano F., Liu M., Murad A.A., and etc. Power system modeling as stochastic functional hybrid differential-algebraic equations // IET Smart Grid, May, 2022. Pp. 1-23.

данных по коммуникационной сети. Исследование их влияния на переходной процесс требует решения дифференциально-алгебраической системы уравнений с запаздывающим аргументом.

Использование той или иной модели определяется целями и задачами исследования: изучение поведения системы при малых (статическая устойчивость) или больших (динамическая устойчивость) возмущениях, определение изменений параметров режима во времени (анализ) или схем и характеристик регулирующих устройств и оборудования (синтез).

Языки акаузального моделирования. Инициатором создания языка для моделирования физических систем на основе уравнений был Х. Эльмквист из Лундского университета (Швеция). Первая спецификация декларативного объектно-ориентированного языка под названием Modelica¹ была выпущена в 1997 г. Сегодня Modelica – стандартизированный язык с развитой библиотекой базовых моделей компонентов, широко применяемый для моделирования сложных гибридных систем в области машиностроения, авиационной и автомобильной индустрии и др. Имеются как коммерческие реализации языка, например Dymola, так и свободно доступная реализация OpenModelica.

В рамках европейского проекта iTesla (2012-2016 гг.) были проведены исследования возможности использования акаузального подхода, реализуемого языком Modelica, для моделирования ЭМПП ЭЭС. Одним из результатов проекта стала библиотека моделей компонентов iPSL, развиваемая в настоящее время как OpenIPSL² и верифицированная с использованием промышленной программы расчета ЭМПП ЭЭС PSS/E. Справедливости ради отметим более раннюю разработку – библиотеку ObjectStab³. Для моделирования динамики больших систем Системным оператором Франции в 2019 г. представлена своя библиотека PowerGrids⁴, разработанная с прицелом создания на ее основе библиотеки промышленного уровня. Однако недавно доложенные результаты тестирования⁵ показали, что хотя время расчета ЭМПП приемлемо для промышленного использования, время компиляции модели оказывается слишком высоким. Решение этой проблемы требует совершенствования компилятора языка Modelica.

¹ Elmqvist H., Mattsson S. E., Otter M. Modelica: The new object-oriented modeling language // The 12th European Simulation Multiconference, ESM'98, Manchester, UK, 1998. Pp. 1-5.

² Baudette M., Castro M., Rabuzin T., Lavenius J. etc. OpenIPSL: Open-Instance Power System Library – Update 1.5 to “iTesla Power Systems Library (iPSL): A Modelica library for phasor time-domain simulations” // SoftwareX, Vol. 7, 2018. Pp. 34-36.

³ Romero I., Larsson M., Olsson G. Object-oriented modeling and simulation of power systems using Modelica // IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, 2000, Vol. 1. Pp. 790-795.

⁴ Bartolini A., Casella F., Guironet A. Towards Pan-European power grid modelling in Modelica: Design principles and a prototype for a reference power system library // Proc. 13th International Modelica Conference, Regensburg, Germany, March 4–6, 2019. Linköping University, Electronic Press. Pp. 627-636.

⁵ Casella F., Guironet A. ScalableTestGrids – An open-source and flexible benchmark suite to assess Modelica tool performance on large-scale power system test cases // Proc. 14th International Modelica Conference, September 20-24, 2021. Linköping, Sweden. Pp. 351-358.

В 2016 г. Х. Эльмквист инициировал создание нового языка моделирования Modia.jl¹ (Dynamic Modeling and Simulation with Julia), который сочетал бы в себе моделирующие способности Modelica-подобного языка, основанного на уравнениях, с широкими функциональными возможностями Julia – высокоуровневого языка программирования для научных и технических вычислений. Изначальной целью проекта было создать платформу для экспериментов, связанных с расширением семантики языка Modelica, применением новых методов трансформации и алгоритмов численного интегрирования. В 2021 г. Modia.jl был существенно переработан² в плане синтаксиса языка и поддержки решателей систем дифференциальных и алгебраических уравнений, представленных в пакете DifferentialEquations.jl.

ModelingToolkit.jl – другой амбициозный проект на языке Julia, стартовавший в 2018 г. и представивший через три года новый язык акausalного моделирования³. Фактически ModelingToolkit.jl – это не просто декларативный язык, основанный на уравнениях, а система моделирования, внедренная в язык программирования, позволяющая пользователю создавать, используя средства компьютерной алгебры пакета SymBolics.jl, свои собственные символьные трансформации с целью оптимизации процесса компиляции с учетом специфики моделируемой физической системы. Текущая версия ModelingToolkit.jl поддерживает не только моделирование систем, описываемых дифференциальными и алгебраическими уравнениями, но и моделирование стохастических систем.

Еще один язык, заслуживающий внимание, – это язык Simscape⁴ от компании Mathworks, появившийся в Matlab в 2008 г. Хотя язык является коммерческим продуктом, его рассмотрение в данной работе объясняется тем, что Matlab/Simulink хорошо известен отечественному исследователю и активно используется для моделирования ЭЭС, включая их системы управления. Simscape расширяет возможности Simulink, позволяя пользователям создавать свои модели компонентов на языке уравнений. Автору известна лишь одна работа⁵, выполненная в рамках диссертационного исследования в технологическом институте Кюсю (Япония), в которой оцениваются возможности применения Simscape для моделирования ЭМПП на примере создания библиотеки моделей компонентов по подобию ObjectStab для анализа устойчивости работы генератора на шины бесконечной мощности.

¹ Elmqvist H., Henningsson T., Otter M. Innovations for future Modelica // Proc. 12th International Modelica Conference, May 15-17, 2021. Praga, Czech Republic. Pp. 693-702.

² Elmqvist H., Otter M., Neumayr A., Hippmann G. Modia – equation based modeling and domain specific algorithms // Proc. 14th International Modelica Conference, September 20-24, 2021. Linköping, Sweden. Pp. 73-86.

³ Ma Y., Gowda S., Anantharaman R., etc. ModelingToolkit: A composable graph transformation system for equation-based modeling // ArXiv:2103.05244, 2021. Pp. 1-11.

⁴ Miller S. Modeling physical systems as physical networks with the Simscape language // 6th Vienna International Conference on Mathematical Modelling (MATHMOD 2009), Vienna, Austria, 2009. Pp. 11-13.

⁵ Li C. Development of Simscape simulation model for power system stability analysis // Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, 2012. Pp. 1-4.

Реализация имитационной модели. При акаузальном моделировании используется компонентный принцип создания модели. Таким образом, с помощью уравнений описываются компоненты (генератор, линия электропередачи, трансформатор), которые затем объединяются в систему посредством коннекторов – аналогов физических соединений. Далее показано построение имитационной модели ЭЭС для расчета ЭМПП.

На языке моделирования коннекторы – это внешние переменные двух типов (потенциалы и потоки), смысл которых определяется предметной областью. При моделировании ЭМПП ЭЭС естественно использовать комплексные напряжение и ток:

$$\bar{V} = V_{\text{Re}} + jV_{\text{Im}}, \quad \bar{I} = I_{\text{Re}} + jI_{\text{Im}}. \quad (2)$$

Пример определения коннектора на каждом из четырех языков приведен на рис. 1.

<pre>connector Pin SI.PerUnit Vre ; SI.PerUnit Vim ; flow SI.PerUnit Ire; flow SI.PerUnit Iim; end Pin;</pre>	<pre>Pin = Model(Vre = potential, Vim = potential, Ire = flow, Iim = flow);</pre>
<pre>@connector function Pin(;name) sts = @variables(Vre(t), Vim(t), Ire(t), [connect = Flow], Iim(t), [connect = Flow]) ODESystem(Equation[], t, sts, []; name=name) end</pre>	<pre>domain Phasor variables Vre = 1 Vim = 0 end variables(Balancing = true) Ire = 0 Iim = 0 end end</pre>

Рис. 1. Представление коннектора на языках
a) Modelica, b) Modia.jl, c) ModelingToolkit.jl, d) Simscape

Модели компонентов описываются в форме, близкой к естественной математической записи. Для иллюстрации рассмотрим уравнения синхронной машины 4-го порядка¹:

$$\begin{aligned}
 \dot{\delta} &= 2\pi f \Delta\omega \\
 \Delta\dot{\omega} &= (P_m - P_e - D\Delta\omega)/M \\
 \dot{E}'_q &= (-E'_q - (x_d - x'_d)I_d + E_f)/T'_{d0}, \\
 \dot{E}'_d &= (-E'_d + (x_q - x'_q)I_q)/T'_{q0}, \\
 \begin{bmatrix} E'_d \\ E'_q \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} V_d \\ V_q \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} R_a & -x'_q \\ x'_d & R_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_d \\ I_q \end{bmatrix}, \\
 P_e &= (V_q + R_a I_q)I_q + (V_d + R_a I_d)I_d,
 \end{aligned} \quad (3)$$

¹ Milano F. Power System Modeling and Scripting. Springer, 2010. 570 p.

где $\Delta\omega = \omega - 1$, ω – скорость ротора, δ – угол ротора, f – частота, P_m – механическая мощность, P_e – электрическая мощность, D – коэффициент демпфирования, M – момент инерции, R_a , x_d , x_q , x'_d , x'_q – сопротивления машины, T'_{d0} , T'_{q0} – постоянные времени, E'_d , E'_q – ЭДС. Токи и напряжения машины в dq-координатах связаны с комплексами тока и напряжения статора соотношениями:

$$V_d + jV_q = \bar{V}e^{-j(\delta-\pi/2)}, \quad I_d + jI_q = \bar{I}e^{-j(\delta-\pi/2)}. \quad (4)$$

Математическая модель (3)-(4) может быть представлена на языках моделирования, как показано на рис. 2.

```
model SynchMachine
  Pin p
  ...
  equation
    der(delta) = 100 * Modelica.Constants.pi * dw;
    der(dw) = (Pm - Pe - D * dw) / M;
    der(e1d) = (-e1d + (xq - x1q) * iq) / T1q0;
    der(e1q) = (-e1q - (xd - x1d) * id + ef) / T1d0;
    e1q = vq + Ra * iq + x1d * id;
    e1d = vd + Ra * id - x1q * iq;
    Pe = (vq + Ra * iq) * iq + (vd + Ra * id) * id;
    p.Ire = -id * sin(delta) - iq * cos(delta);
    p.lim = id * cos(delta) - iq * sin(delta);
    p.Vre = vd * sin(delta) + vq * cos(delta);
    p.Vim = -vd * cos(delta) + vq * sin(delta);
  end Generator;
```

a)

```
SynchMachine = Model(
  p = Pin,
  ...
  equations = :[
    der(delta) = 100 * $pi * dw
    der(dw) = (Pm - Pe - D * dw) / M
    der(e1d) = (-e1d + (xq - x1q) * iq) / T1q0
    der(e1q) = (-e1q - (xd - x1d) * id + ef) / T1d0
    e1q = vq + Ra * iq + x1d * id
    e1d = vd + Ra * id - x1q * iq
    Pe = (vq + Ra * iq) * iq + (vd + Ra * id) * id
    p.Ire = -id * sin(delta) - iq * cos(delta)
    p.lim = id * cos(delta) - iq * sin(delta)
    p.Vre = vd * sin(delta) + vq * cos(delta)
    p.Vim = -vd * cos(delta) + vq * sin(delta)
  ]
)
```

b)

```
function SynchMachine(;name, ...)
  @parameters t
  der = Differential(t)
  @named p = Pin()
  ...
  eqs = [
    der(delta) ~ 100 * pi * dw
    der(dw) ~ (Pm - Pe - D * dw) / M
    der(e1d) ~ (-e1d + (xq - x1q) * iq) / T1q0
    der(e1q) ~ (-e1q - (xd - x1d) * id + ef) / T1d0
    e1q ~ vq + Ra * iq + x1d * id
    e1d ~ vd + Ra * id - x1q * iq
    Pe ~ (vq + Ra * iq) * iq + (vd + Ra * id) * id
    p.Ire ~ -id * sin(delta) - iq * cos(delta)
    p.lim ~ id * cos(delta) - iq * sin(delta)
    p.Vre ~ vd * sin(delta) + vq * cos(delta)
    p.Vim ~ -vd * cos(delta) + vq * sin(delta)
  ]
  compose(ODESystem(eqs, t, sts, ps;
    name=name), p)
end
```

c)

```
component SynchMachine
  nodes
    p = PhasorSim.Phasor();
  end
  branches
    ia: p.Ire->*;
    ib: p.lim->*;
  end
  ...
  equations
    der(delta) == 100 * pi * dw;
    der(dw) == (Pm - Pe - D * dw) / M;
    der(e1d) == (-e1d + (xq - x1q) * iq) / T1q0;
    der(e1q) == (-e1q - (xd - x1d) * id + ef) / T1d0;
    e1q == vq + Ra * iq + x1d * id;
    e1d == vd + Ra * id - x1q * iq;
    Pe == (vq + Ra * iq) * iq + (vd + Ra * id) * id;
    ia == -id * sin(delta) - iq * cos(delta);
    ib == id * cos(delta) - iq * sin(delta);
    p.Vre == vd * sin(delta) + vq * cos(delta);
    p.Vim == -vd * cos(delta) + vq * sin(delta);
  end
end
```

d)

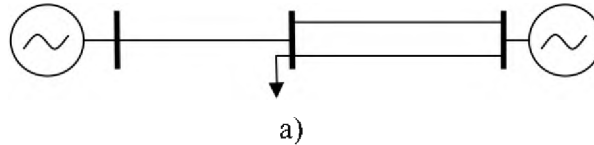
Рис. 2. Представление модели синхронной машины на языках
a) Modelica, b) Modia.jl, c) ModelingToolkit.jl, d) Simscape

Декларирование параметров ($D, M, R_a, T'_{d0} \dots$) и переменных ($\omega, \delta, P_e, E'_d, V_d, \dots$) модели машины для экономии места не показано. Отметим, что некоторые переменные могут декларироваться как входные или выходные для организации каузальной (направленной) связи с другими компонентами. Например, если моделируется генератор с автоматическим регулированием возбуждения, тогда переменная E_f машины декларируется входной, а соответствующая переменная модели системы регулирования – выходной.

Уравнения могут включать условные или логические выражения для моделирования дискретных событий. Например, уравнения модели шунта короткого замыкания на языке Modia.jl могут быть записаны в виде:

```
equations = :[
  p.lre = (time < StartTime || time > EndTime) ? 0.0 : (R*p.Vre + X*p.Vim)/(X^2 + R^2)
  p.lim = (time < StartTime || time > EndTime) ? 0.0 : (R*p.Vim - X*p.Vre)/(X^2 + R^2)
]
```

Соединения компонентов в систему описываются специальным типом уравнений связи, как показано на рис. 3. При соединении переменные напряжения коннекторов (2) компонентов устанавливаются равными, а для соответствующих переменных тока генерируется уравнение равенства их суммы нулю.



```
equation
(gen1.p, line1.p)
(line1.n, line2.p, line3.p, load.p)
(line2.n, line3.n, gen2.p)
```

b)

```
connect = :[
  (gen1.p, line1.p)
  (line1.n, line2.p, line3.p, load.p)
  (line2.n, line3.n, gen2.p)
]
```

c)

```
eqs = [
  connect(gen1.p, line1.p)
  connect(line1.n, line2.p, line3.p, load.p)
  connect(line2.n, line3.n, gen2.p)
]
```

d)

```
connections
(gen1.p, line1.p)
(line1.n, line2.p, line3.p, load.p)
(line2.n, line3.n, gen2.p)
end
```

e)

Рис. 3. Декларирование уравнений связи для схемы (a) на языках
b) Modelica, c) Modia.jl, d) ModelingToolkit.jl, e) Simscape

Компилятор языка моделирования по уравнениям компонентов и уравнениям связей формирует совокупную систему уравнений, подвергает ее последовательности символьных трансформаций, переводя акаузальное описание системы в каузальное представление, оптимизирует полученный алгоритм вычислений и генерирует на целевом языке код функций, необходимых для интегрирования полученной модели внешним решателем. Компиляция в машинный код выполняется компилятором целевого языка.

Инициализация модели. Выполнение имитационных расчетов требует инициализации динамической модели (1). Как правило, начальные значения переменных задаются таким образом, чтобы система в момент $t = 0$ находилась в равновесном состоянии. В этом случае исходными данными для инициализации являются результаты расчета установившегося режима ЭЭС.

В библиотеке OpenIPSL предложен подход¹ к инициализации путем импортирования результатов расчета в сторонней Python-программе GridCall установившегося режима для задания начальных значений переменных, внешних по отношению к компонентам: токов и напряжений коннекторов, мощностей генерации и нагрузки. Инициализация по этим данным внутренних переменных реализуется либо декларативно, добавлением в описание компоненты раздела начальных уравнений, как в PowerGrids, либо процедурно, как в OpenIPSL.

В отличие от автономного языка Modelica языки моделирования Modia.jl и ModelingToolkit.jl являются расширениями языка программирования Julia, а Simscape – языка Matlab. В таком случае расчет установившегося режима ЭЭС и инициализация переменных динамической модели могут быть без труда реализованы на самом хост-языке.

Графическое представление модели. Свободно доступная среда OpenModelica с редактором OMEdit предоставляет возможности по созданию графических образов компонентов и работе с моделью в графическом редакторе. При этом графическое представление однозначно конвертируется в текстовое и наоборот – из текстовой формы можно генерировать графическую. Средства языка Simscape также позволяют создавать графические образы компонентов и использовать все возможности графического редактора Simulink. Примеры визуального представления модели ЭЭС можно видеть на рис. 4, где PhasorSim – библиотека компонентов, созданная в рамках данной работы на языке Simscape.

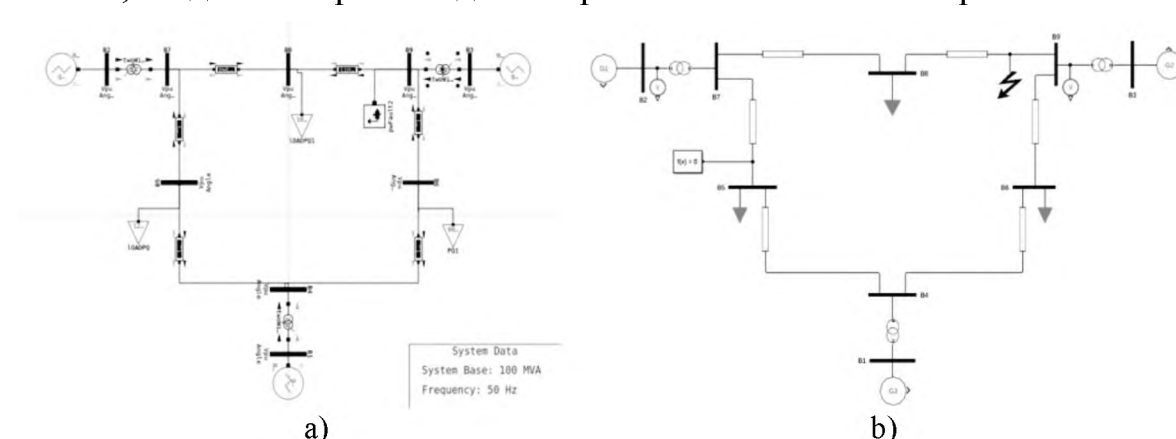


Рис. 4. IEEE тестовая 9-узловая ЭЭС в графическом представлении
а) OpenIPSL (Modelica), б) PhasorSim (Simscape)

¹ Dorado-Rojas S.A., Laera G., Fernandes M., etc. Power flow record structures to initialize OpenIPSL phasor-time-domain simulations with Python // Proc. 14th International Modelica Conference, September 20-24, 2021. Linköping, Sweden. Pp. 147-154.

Вычислительные эксперименты. На каждом языке ModelingToolkit.jl, Modia.jl и Simscape была разработана библиотека моделей основных компонентов ЭЭС. Основой служили модели из библиотеки OpenIPSL. Используемые программы: OpenModelica v1.19.2, OpenIPSL v2.0.0, Julia v1.7.2, Modia.jl v0.8.3, ModelingToolkit.jl v8.14.1, DifferentialEquations.jl v7.1.0, Matlab R2021b.

Разработанные библиотеки содержат модели: синхронной машины 2-го, 4-го и 6-го порядка, коммутируемой линии электропередачи, представленной П-образной схемой замещения, двухобмоточного трансформатора, представленного Г-образной схемой замещения, нагрузок, представленных постоянной мощностью и постоянной проводимостью, шунта короткого замыкания, а также включают упрощенные модели: системы возбуждения IEEE Type AC4, турбины с регулятором скорости TGOV1 и системного стабилизатора Speed-based PSS.

Корректность реализации моделей была проверена как по отдельности, так и в составе небольших ЭЭС путем сравнения переходных процессов с результатами, полученными в OpenIPSL. Для иллюстрации на рис. 5 приведены графики изменения напряжения в узлах 2 и 9 при коммутации линии 7-8 в 9-узловой ЭЭС на рис. 4. Расхождение в графиках не превышает 10^{-5} , что говорит об идентичности моделей.

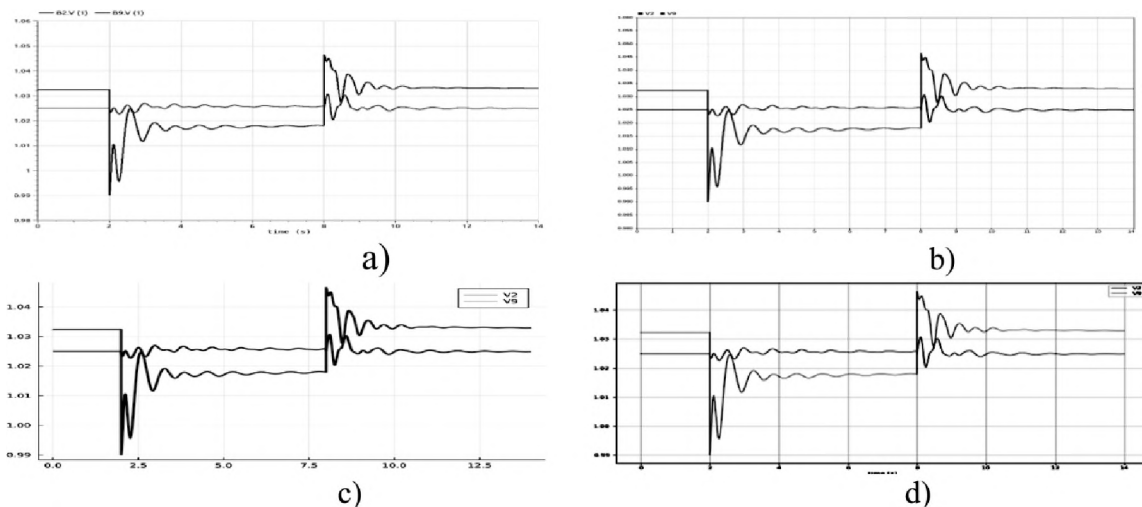


Рис. 5. Сравнение результатов расчетов ЭМПП IEEE 9-узловой ЭЭС
а) Modelica, б) Simscape, в) ModelingToolkit.jl, д) Modia.jl

Сравнение вычислительной эффективности выполнено на IEEE тестовой 39-узловой ЭЭС (рис. 6). Каждый генератор представлен машиной 4-го порядка и системой автоматического регулирования возбуждения. Шесть из них оборудованы системными стабилизаторами. Нагрузки – в форме постоянной проводимости. На модели был воспроизведен сценарий с общей длительностью 100 с, включающий короткое замыкание в узле 5 длительностью 0,15 с и отключение линии 26-28 длительностью 5 с (рис. 7). Точность расчета была задана $abstol=10^{-8}$, $reltol=10^{-6}$. Интервал сохранения результатов расчета 10 мс.

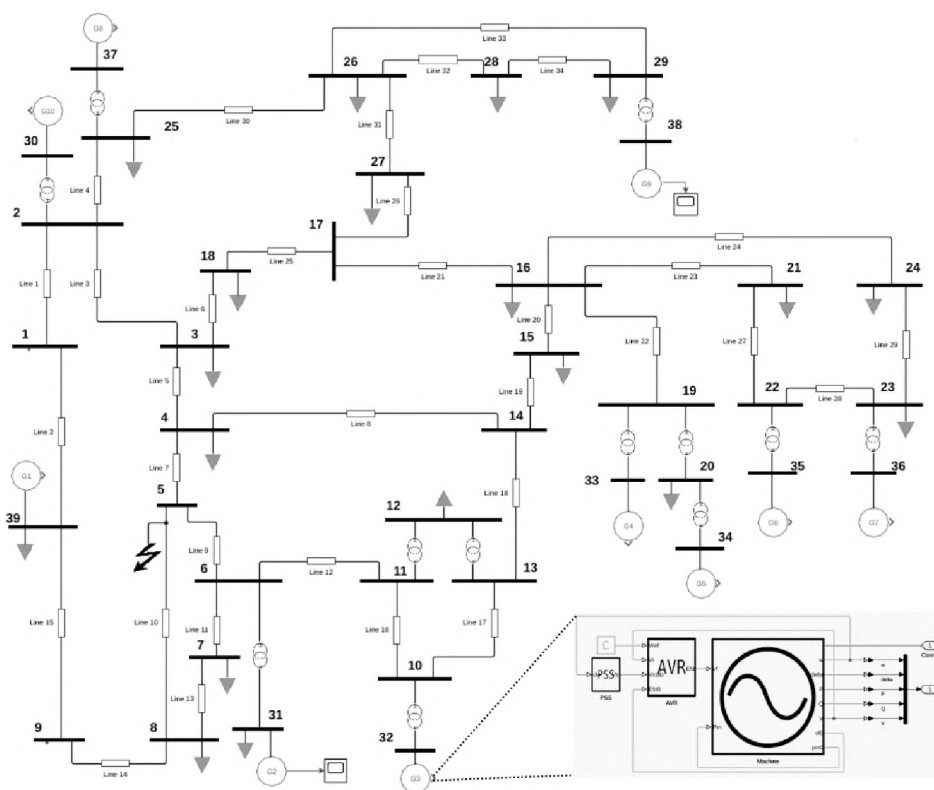


Рис. 6. IEEE тестовая 39-узловая ЭЭС

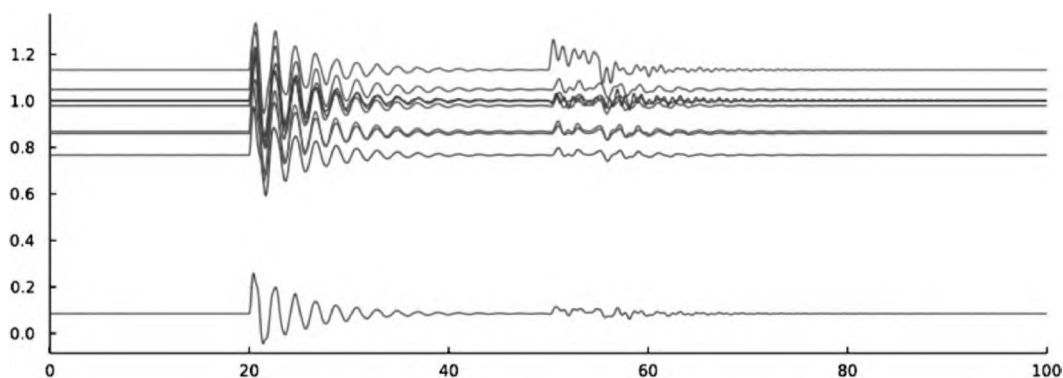


Рис. 7. Колебания относительных углов роторов в 39-узловой ЭЭС

Были проведены расчеты с различными решателями, поддерживаемыми языками моделирования. Наилучшие полученные результаты представлены в табл. 1 и требуют пояснений. Для Modelica время компиляции модели включает в себя время компиляции сгенерированного кода в машинный код, которое составляет 5,5 сек. В то же время компиляция в машинный код сгенерированных программ на ModelingToolkit.jl и Modia.jl выполняется при первом запуске симуляции. Для них в табл. 1 указано время расчета без учета этой компиляции, т.е. полученное при втором запуске.

Большое время 223 с выполнения Modia-программы связано с тем, что Modia.jl еще не поддерживает генерацию функций для разреженных расчетных матриц. Для сравнения: расчет модели на Modelica с решателем CVODE занимает с учетом разреженности 24 с, а без учета разреженности 427 с.

Таблица 1

Сравнение результатов расчета ЭМПП IEEE 39-узловой ЭЭС

Язык моделирования	Решатель	Время компиляции модели, с	Время расчета модели, с
Modelica	IDA (daeMode)	9,3	1,2
ModelingToolkit.jl	Rosenbrock23	1,1	0,76
Modia.jl	CVODE_BDF	0,6	223,0
Simscape	ode15s	46,4	12,2

В целом по результатам исследования новые языки моделирования Modia.jl и ModelingToolkit.jl выглядят перспективными. Для оценки масштабируемости ModelingToolkit.jl были проведены дополнительные расчеты ЭМПП для 78-, 156- и 195-узловой ЭЭС, полученных путем объединения нескольких 39-узловых моделей в одну. Результаты показали, что время расчета растет линейно, а именно с увеличением размерности моделируемой системы в 2 раза время симуляции также увеличивается в 2 раза.

Заключение. В современных условиях развития электроэнергетики, характеризующихся появлением новых устройств генерации, преобразования и передачи электроэнергии, требуется своевременная разработка соответствующих экспериментальных моделей. Декларативный характер языков акаузального моделирования позволяет легко и быстро создавать модели сложных физических систем, избегая трудоемкой реализации программного кода. Структурирование моделей компонентов в библиотеки моделей делает повторное использование моделей естественной частью процесса моделирования.

В работе показана возможность использования этой технологии для моделирования электромеханических переходных процессов ЭЭС. Разработаны библиотеки моделей компонентов ЭЭС на языках ModelingToolkit.jl, Modia.jl и Simscape. Хотя первые два находятся только в стадии разработки, результаты экспериментальных расчетов, проведенные на тестовых схемах, показали, что имитационные модели ЭЭС, созданные на их основе, не уступают по производительности аналогам, реализованным на Modelica, и на порядок быстрее моделей, созданных с использованием коммерческого языка Simscape. Тем не менее, для окончательных выводов необходимы дальнейшие исследования с использованием расчетных моделей большей размерности и сложности.

Бесспорным преимуществом языков моделирования, основанных на Julia, является наличие в экосистеме пакетов решателей стохастических систем дифференциальных и алгебраических уравнений, что уже используется в ModelingToolkit.jl. Следует ожидать, что по мере развития в Modia.jl также появится учет не только разреженности расчетных матриц, но и стохастичности процессов. Разработка моделей стохастической генерации и электропотребления может стать продолжением данной работы.

АНАЛИЗ ЗАРУБЕЖНЫХ ПОДХОДОВ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ КОНЦЕПЦИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ*

И.А. Чупрова

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г.Сыктывкар*

Актуальность вопроса внедрения технологий Smart Grid за рубежом объясняется несколькими общемировыми проблемами, связанными с производством и потреблением энергии:

- растущими тарифами на электрическую и тепловую энергию;
- необходимостью повышения наблюдаемости сетей;
- необходимостью формирования двусторонней связи между сетевыми компаниями и потребителями;
- управлением утечками энергии (сокращение издержек производителей и потребителей);
- необходимостью встраивания в общую сеть нетрадиционных источников энергии (с целью сокращения вредных выбросов в атмосферу).

В США и Европейском союзе создано и развивается нормативное поле путем разработки стандартов и требований к функциям, элементам, устройствам, системе взаимодействий и т.д. В рамках этих стандартов и требований разработчикам и производителям предоставлено право и возможность создавать предложения, а пользователям (энергетическим компаниям и потребителям) – формировать Smart Grid по своему усмотрению. Сейчас таких стандартов несколько сотен.

Активное формирование стратегических документов в сфере SmartGrid в ведущих экономиках мира сопровождается быстрорастущими объемами финансовых вложений в научные и инженерные разработки, их апробацию в рамках пилотных проектов, а в ряде случаев – в массовое внедрение отдельных элементов интеллектуальной энергетики (таких как «умные счетчики»).

Практически во всех странах стимулирование инновационной активности в сфере интеллектуальной энергетики осуществляется в формате государственно-частного партнерства. При этом государство не только формирует благоприятное регулятивное поле, но и в значительных объемах напрямую финансово поддерживает конкретные программы и проекты, задавая тем самым темпы и направления технологического обновления отрасли. Так, в 2010 г. наиболее крупные государственные инвестиции в развитие «интеллектуальной» электроэнергетики были выделены правительствами Китая (7,3 млрд долл.), США (7,1 млрд долл.),

* Статья подготовлена в рамках НИР № 121072700045-1 «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития»

Японии, Южной Кореи и Испании (каждая – около 0,8 млрд долл.). Европейский Союз выделил 2 млрд долл. на 9-летнюю (2010-2018 гг.) программу НИОКР в области Smart Grid.

В качестве примера для внедрения в России целесообразно рассмотреть опыт внедрения США, Китая и европейских стран.

Американский опыт

Поддержка Smart grids стала федеральной политикой. В 2007 г. был принят закон Акт об энергетической независимости и безопасности (Energy Independence and Security Act).

В США государственное финансирование развития интеллектуальной энергетики законодательно является частью принятого Конгрессом комплекса мер по стимулированию национальной экономики. Кроме этого, в стране активно развивается система венчурного финансирования внедрения данной концепции.

Президент США в качестве одной из антикризисных мер в 2009 г. назвал переход к использованию альтернативных источников энергии и попросил конгресс «действовать без промедления» для принятия закона, согласно которому производство энергии от альтернативных источников увеличится вдвое в последующие три года и обеспечит создание новой электрической сети Smart grids.

В январе 2010 г. в США Национальный институт стандартизации и технологии (NIST) принял документ, определяющий основные стандарты и технологии, которые относятся к Smart grids «Программа внедрения Smart grids в США и основные стандарты Smart grids» (Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards, Release 1.0). В документе выделены приоритетные направления:

- наблюдаемость энергосистемы;
- реакция на нагрузку и энергоэффективность потребителя;
- хранение электроэнергии;
- электрический транспорт;
- кибербезопасность;
- сетевые коммуникации;
- продвинутая система учета электроэнергии;
- управление распределенной сетью.

Intelligrids позволят точнее прогнозировать нагрузки, управлять утечками энергии, а также более полно контролировать состояние энергосистемы. Сюда входит также сбор данных о потреблении электроэнергии с измерительных инфраструктур (AMI), обработка и хранение этих данных для использования в бизнес-процессах.

Проект Intelligrids не только означает цифровую модернизацию распределительных сетей и сетей передачи энергии на дальние расстояния, но и открывает новые перспективы для производства альтернативной энергии. В настоящий момент в США не используется половина установленной мощности и столько же пропускной способности сети.

Применение двухсторонней коммуникации, улучшенных датчиков и распределенной компьютерной технологии повысит эффективность, надежность и безопасность поставки и использования энергии.

По оценке Департамента США по энергии, внутренняя модернизация сетей США по технологии Intelligrids могла бы сэкономить от 46 до 117 млрд долл. в последующие 20 лет.

Вместе со всеми этими преимуществами промышленной модернизации возможности «умных сетей» могут расширить энергетическую эффективность использования энергии у потребителя, работу домашних устройств.

«Умные сети» могут также координировать производство энергии от большого числа небольших производителей, таких как солнечные батареи, ветрогенераторы и т.д.

Известным «умным городом» является проект «Майами – город интеллектуальной энергетики» (EnergySmartMiami)¹. Его инициатором является муниципалитет города, который предполагает вложить 200 млн долл. из федерального фонда экономического стимулирования проекта на внедрение технологий Smart Grid и повышение эффективности использования возобновляемых источников энергии. Проект был поддержан компаниями Florida Power & Light Company (FPL), GE, Cisco и Silver Spring Networks.

Проект включает в себя следующие основные технологические составляющие:

1. Автоматизация и коммуникации, обеспечивающие:

- непрерывный мониторинг состояния сети;
- определение и автоматическую ликвидацию неисправностей, либо обеспечение отправки специалистов на места отказов и сбоев;
- предоставление информации для повышения надежности, эффективности и производительности всей сети.

2. Интеллектуальные счетчики. Проект предусматривает оборудование интеллектуальными счетчиками более миллиона жилых домов и корпоративных зданий. Таким образом, потребитель получит возможность управления своей нагрузкой в онлайн режиме с целью снижения стоимости потребляемого электричества.

3. Использование возобновляемых источников энергии. В ряде местных школ и вузов будут установлены солнечные энергетические системы, удовлетворяющие энергетические потребности с помощью возобновляемых источников энергии, не загрязняющих окружающую среду. Аккумуляторные батареи помогут сохранять избыточную электроэнергию и использовать ее в часы пиковой нагрузки.

¹ JOHN FARRELL Energy Smart Miami – A possible model for smart grid and DG. URL: <https://ilsr.org/energy-smart-miami-possible-model-smart-grid-and-dg/>

4. Гибридные электромобили. Автопарк компании FPL (Florida Power & Light Company) пополнят 300 гибридных электромобилей, а также сеть из 50 зарядных станций.

5. Испытания потребительских технологий. Установка интеллектуальных счетчиков позволит провести испытания других пользовательских коммуникационных и управляющих систем для выявления наиболее экономичных и привлекательных для потребителя. На начальном этапе в тысяче домов округа испытаны: домашние энергетические информационные дисплеи, или «эко-панели», для управления энергетической нагрузкой и снижения энергопотребления в часы пик; интеллектуальные устройства, связанные с интеллектуальными счетчиками, задача которых будет состоять в автоматическом изменении настроек энергопотребления и сокращения энергопотребления в часы пик; программируемые термостаты, управляемые с помощью интеллектуальных счетчиков; программное обеспечение для управления спросом и предложением электроэнергии для питания бытовой техники, систем освещения и других устройств на основе показаний интеллектуальных счетчиков.

Европейский опыт

В Европе разработки интеллектуальных сетей осуществляются с 2004 г., когда от производителей электротехнического оборудования и научных центров поступило предложение о создании Technology Platform for the Electricity Networks of the Future (Технологическая платформа для электрических сетей будущего)¹. Smart Grids European Technology Platform for Electricity Networks of the Future начала работу в 2005 г. под эгидой некоммерческой организации «Объединение очень больших энергетических сетей» (VLPGO). В 2005-2010 гг. VLPGO провела семинары и выпустила несколько обобщающих документов, которые позволили сформировать Европейскую платформу.

Сегодня в европейских странах наиболее активно развиваются технологии Smart grids, связанные с альтернативными источниками энергии, управлением энергообъединениями с помощью технологии WAMS, «умные измерения» и микросети.

После принятия пакета документов о либерализации Европейского рынка электроэнергии в 2007 г. (Third European Energy Liberalization Package) наибольшее распространение среди технологий Smart grids получили технологии «умных измерений». Согласно документам, к 2020 г. у 80% бытовых потребителей должны быть установлены «умные счетчики» электрической энергии. Уровень внедрения технологий Smart grids неодинаков в разных странах Европейского союза. Наибольшее распространение технология «умных измерений» получила в Италии, Норвегии, Швеции, Финляндии и Дании.

¹ Кобец Б.Б., Волкова И.О. Инновационное развитие электроэнергетики на базе концепции Smart Grid. М.: ИАЦ Энергия, 2010. 208 с.

В период с 2000 по 2005 гг. итальянская компания EnelSPA внедрила технологию «умных измерений» для 27 млн потребителей. Данный проект включает установку у потребителя счетчиков электрической энергии, имеющих двустороннюю связь с энергетической компанией. В качестве среды передачи данных для счетчиков использовалась силовая сеть. Система «умных измерений» имеет большое количество функциональных возможностей: удаленное отключение и включение электроэнергии у потребителя, автоматическое считывание данных со счетчиков, гибкую систему тарифов и т.д.

Большинство стран Европейского союза имеют ограниченные внедрения «умных измерений». Одной из причин является отсутствие единого европейского стандарта на счетчики и технологию передачи данных. Другая проблема заключается в отсутствии четкого представления у потребителя о преимуществах технологии Smart grids. Опросы, проведенные в Великобритании в августе 2009 г. среди 2 тыс. человек, показали, что лишь 32% населения понимают, что такое «умные измерения».

Немаловажной составляющей технологии Smart grids является автоматизация подстанций распределительной сети. Количество автоматизированных подстанций средних и низких классов напряжения, имеющих удаленное управление, не превышает 20-25% в среднем по Европейскому союзу. Исключением являются Италия и Мальта, в автоматизацию всех подстанций распределительной сети которой в рамках плана по внедрению технологии Smart grids было инвестировано 85 млн евро.

Опыт внедрения Smart Grid в Китае

Экономика Китая стремительно развивается, однако потребление энергии на душу населения составляет лишь около $\frac{1}{12}$ от потребления в США. По данным Международного энергетического агентства, почти $\frac{3}{4}$ электроэнергии Китая базируется на использовании в качестве основного топлива угля, $\frac{1}{4}$ часть электроэнергии обеспечивают ГЭС. Китай в настоящее время является крупнейшим потребителем угля по генерируемым мощностям в мире. В результате он обгоняет США по выбросам CO_2 на 8-10%. Однако Китай является мировым лидером в некоторых отраслях альтернативной энергетики, таких как ветроэнергетика, мини-ГЭС. Страна уделяет большое внимание развитию в области возобновляемых источников энергии. Например, в автономной области Внутренняя Монголия достаточно потенциальной энергии ветра для обеспечения всего Китая электроэнергией.

Особое внимание уделяется конкретным задачам реформирования сети: реструктуризации цены на электроэнергию с целью учета рыночных реалий; расширению использования возобновляемых источников энергии, в том числе гидроэнергетики, энергии ветра и биотоплива; реконструкции и новому строительству энергетических объектов; обеспечению эффективной передачи электроэнергии между регионами.

Частью пятилетнего плана Китая является создание Wide Area Monitoring system (WAMS). К 2012 г. планировалось установить регистраторы PMU на все генераторы мощностью 600 МВт и выше и все подстанции 330-750 кВ и выше. Все коммуникации используют оптоволоконную сеть, и данные от отдельных устройств поступают в центры контроля без существенных временных задержек. В данный момент в Китае функционирует более 75 регистрирующих устройств. Поскольку в стране до недавнего времени не существовала полноценная система сбора и передачи информации, было принято решение о создании подобной системы на базе информации от регистраторов PMU.

При внедрении технологий Smart grids в Китае большое внимание было уделено концепции цифровой подстанции. В 2006 г. была введена в эксплуатацию первая цифровая подстанция 110 кВ Qujing, Yunnan. К 2009 г. Китай занял лидирующее место в мире по цифровым подстанциям, введя в эксплуатацию 70 объектов. Ожидается, что рынок цифровых подстанций в Китае за ближайшие 10 лет вырастет до 4-4,5 млрд юаней в год.

Важным направлением развития технологий Smart grids в Китае является внедрение статических тиристорных компенсаторов. Производитель Rongxin Power Electronic – лидер в технологии гибких электропередач – занимает 53% всего рынка статических компенсаторов в Китае.

В августе 2009 г. в Китае была запущена первая станция по зарядке электрического транспорта (Caohi Electric Vehicle Charging Station). В 2010 г. в Китае планировалось запустить 100 станций по зарядке электрического транспорта по всей стране.

Характерной особенностью внедрения Smart grids в Китае является применение продукции местных производителей.

«План разработки ключевого оборудования интеллектуальных систем энергоснабжения» предусматривает 7 технологических направлений, 28 специальных технических решений и 137 наименований ключевого оборудования. В плане приводится анализ состояния разработок в области ключевого оборудования интеллектуальных систем энергоснабжения в Китае и за его границами.

Таким образом, развитие концепции «умных сетей» предполагает как решение локальных задач, так и задел для объединения энергосистем в глобальную энергетическую сеть.

Российский опыт

Совет директоров Группы компаний «Россети» принял новую политику в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Ключевой задачей обозначен переход от отдельных мероприятий к системным решениям. Опыт европейских стран показал, что быстро перейти от традиционных источников энергии к возобновляемым ресурсам не удастся. Следовательно, для сокращения выбросов парнико-

вых газов и негативного воздействия на окружающую среду необходимо более эффективно использовать энергоресурсы¹.

Ответом на требования времени эксперты назвали новую политику в области энергосбережения и повышения энергоэффективности группы «Россети», которая управляет 2,4 млн км линий электропередачи и 528 тыс. электрических подстанций общей мощностью более 809 тыс. МВА. Повышение эффективности управления сетями – это необходимость.

Одним из механизмов реализации политики стало внедрение и развитие системы энергетического менеджмента в соответствии с международным стандартом ISO 50001, который включает лучшие мировые практики управления в сфере энергосбережения и повышения энергоэффективности. ISO 50001 – апробированный и признанный международным сообществом инструмент повышения энергоэффективности и реализации Парижского соглашения. Система энергетического менеджмента на основе ISO 50001 является наилучшей доступной технологией (НДТ) и включена в справочник НДТ (ИТС 48-2017).

На сегодня практически во всех дочерних структурах «Россетей» функционируют на постоянной основе и совершенствуются системы энергоменеджмента. В настоящее время Технический комитет по стандартизации ТК 039 «Энергосбережение, энергетическая эффективность, энергоменеджмент» завершает работу по адаптации международного стандарта ISO 50001 с дальнейшим его утверждением новым ГОСТом (взамен ГОСТ Р ИСО 50001-2012).

Развитие системы энергетического менеджмента, ее интеграция с системой экологического менеджмента, системой управления непрерывностью бизнеса, а также стандартами по устойчивому развитию создаст прочный организационный фундамент для стабильного функционирования и развития группы «Россети».

По мнению Василия Зубакина, руководителя дирекции по энергетике «Лукойла», значимым элементом системы энергоменеджмента является энергоаудит, статус проведения которого был изменен в 2019 г. с обязательного на добровольный как для муниципальных компаний, так и компаний, осуществляющих регулируемый вид деятельности. Эксперт рассказал, что за три года это привело к резкому снижению количества и качества проводимых энергоаудитов, а в муниципальном секторе — практически к полному отказу от использования данного инструмента в хозяйственной деятельности и переходу с энергетических паспортов на энергодекларации, которые выдают по результатам анализа паспорта и отчета с разработанными в ходе проведенного энергоаудита мероприятиями.

Для инфраструктурных компаний важным инструментом повышения эффективности и развития инноваций служит также сотрудничество

¹ И. Акимов «Новый подход: «Россети» сделали акцент на энергоэффективности» URL: <https://www.gazeta.ru/business/2022/03/21/14643091.shtml>

с производителями оборудования и технологий. Пример площадки для взаимодействия – Фонд «Сколково», который уже девять лет активно участвует в проекте «Энергопрорыв». Этот конкурс можно назвать акселератором стартапов, в котором инноваторы могут принять участие в решении практических задач электросетевого комплекса, получив экспертную и менторскую поддержку от «Россетей» и Фонда «Сколково». Более 20 перспективных разработок уже получили массовое внедрение в «Россетях», еще около 50 разработок прошли опытно-промышленные испытания и готовятся к тиражированию.

Дочерняя компания «Россети ФСК ЕЭС», управляющая магистральными сетями высокого, сверхвысокого и ультравысокого классов напряжения, с 2017 г. реализует проект «Энергоэффективная подстанция». Благодаря внедрению технологических решений, можно снизить на 20% расход энергии на собственные нужды подстанций: «умные» системы охлаждения трансформаторов и реакторов, обогрев помещений теплом, которое выделяет энергетическое оборудование.

Разработка «Россети Тюмень», позволяющая снизить потребление электроэнергии на собственные нужды, как на существующих подстанциях, так и на строящихся, была признана лучшей инновационной идеей 2020 г. в секции «Энергосбережение и энергоэффективность» VI Всероссийского конкурса «Новая идея». Для проектирования энергоэффективных объектов в «Россетях» составили каталог типовых решений.

Работа по этому направлению ведется в соответствии с законом об «умных» счетчиках (№ 522-ФЗ), который обязал энергокомпании устанавливать такие приборы. «Россети» планируют до 2030 г. внедрить 18,1 млн «умных» устройств. Уже есть регионы, где задача по созданию интеллектуальной системы учета практически решена, например, Калининград.

Системы «умного» учета позволяют не только дистанционно собирать данные о потреблении, но и управлять нагрузкой: отключением, включением и ограничением мощности. Это актуально для смежного направления развития – управления спросом, когда потребитель добровольно снижает объем потребления электроэнергии в периоды пиковой нагрузки на сеть. За счет этого повышается надежность энергоснабжения, снижается потребность в генерирующих и сетевых мощностях, сглаживаются ценовые колебания. Следующий шаг – создание автоматизированных систем контроля и исполнительных устройств, принимающих решения и осуществляющих технологические действия без вовлечения персонала.

Все эти технологии нацелены на повышение надежности поставок электроэнергии, снижение затрат на эксплуатацию и снижение потерь в сети. Группа «Россети» активно развивает эти направления, и в некоторых областях российские разработки уже обеспечивают компании лидирующие позиции в сфере цифровизации.

Развитие технологий создает для энергетики дополнительные возможности, но одновременно появляются новые вызовы. Меняется ландшафт отрасли: потребитель теперь может играть более активную роль и сокращать зависимость от централизованных систем энергоснабжения с помощью ВИЭ, а в перспективе и накопителей. В этих условиях энергоэффективность влияет на конкурентоспособность отрасли в долгосрочной перспективе.

СЛОЖНОСТИ В ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ЗАЩИТ*

М.И. Успенский, к.т.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

В последнее время программистами большое внимание уделяется оценке надежности функционирования программ, используемых в критически важных приложениях и работающих в реальном режиме. Среди целого круга таких программ, выполняющих важные функции на атомных станциях, военном оборудовании и т.п., большая доля участвует в управлении и защите электрооборудования электроэнергетических систем (ЭЭС). От такого программного обеспечения (ПО) требуется высокая надежность выполнения своих функций.

В инженерном сообществе программные системы имеют репутацию неустойчивых. Известны случаи, когда ошибка программистов приводила к крупным авариям с большими финансовыми ущербами. Так, 14.08.2013 г. на восточном побережье США 55 млн человек оказались без электричества, потому что оператор ЭЭС отключил сработавший сигнал о нарушении, чтобы не мешал работать, исправил режим и забыл включить сигнал, а программа не напомнила об этом, и следующее нарушение режима привело к крупной аварии, поскольку сигнала о нем не поступило. Из-за того, что проектировщики забыли о возможности пересечения линии перемены дат, 12 истребителей, направлявшихся из США в Окинаву, потеряли доступ к данным о количестве топлива, датчикам скорости и высоты, частично нарушилась связь. В течение нескольких часов самые современные истребители Америки F-22 Raptor летели через океан совершенно беспомощными. В конце концов их удалось посадить только благодаря мастерству пилотов. И подобных примеров сотни.

* Работа выполнена в рамках темы АААА-А20-120051590026-3 «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях»

Почему же инженеры не избегают ПО, коль оно не заслуживает доверия? Обычно отмечают три основных преимущества замены аппаратного обеспечения программным:

1. Технология программного обеспечения позволяет встраивать в систему больше логики. Компьютерные системы с программным управлением могут различать большое количество ситуаций и выдавать выходные данные, соответствующие каждой из них. Системы с жесткой логикой не могли бы добиться такого поведения без непомерно большого количества аппаратных средств. Программируемое оборудование стоит дешевле, чем эквивалентная жестко связанная логика, потому что оно имеет регулярную структуру и производится массово. Экономические аспекты ситуации также позволяют системам с программным управлением выполнять больше проверок; надежность может быть увеличена за счет периодического выполнения программ, проверяющих аппаратуру.

С другой стороны, стоимость написания и сертификации действительно надежного ПО очень высока; к тому же необходимо принимать во внимание затраты на сопровождение – опять же такое, которое не подрывает надежности и безопасности. Показательный пример: только сопровождение относительно простого и не очень большого по объему (около 400 тыс. слов) программного обеспечения для бортового компьютера, установленного на американском космическом корабле типа Shuttle¹, стоил NASA 100 млн долл. год.

2. Логiku, реализованную в программном обеспечении, теоретически легче изменить, чем логику, реализованную в аппаратном обеспечении. Многие изменения могут быть сделаны без добавления новых компонентов. Если система тиражируется или находится в труднодоступном физическом месте, гораздо проще внести изменения в программное обеспечение, чем в аппаратное.

С другой стороны, изменения в программных модулях легко выполнить технически, однако трудно сделать это без внесения новых ошибок. Необходимые для гарантий безопасности верификация и сертификация означают новые большие затраты. К тому же чем длиннее время жизни программы, тем более возрастает опасность вместе с изменениями внести ошибки – например, потому, что некоторые разработчики с течением времени перестают быть таковыми, а документация редко является исчерпывающей. Между тем, масштабы изменений в ПО могут быть весьма велики. Например, ПО для космических кораблей типа Shuttle за 10 лет сопровождения, начиная с 1980 г., подверглось 14-ти модификациям, приведшим к изменению 152 тыс. строк кода (полный объем ПО – 400 тыс. строк). Необходимость модернизации ПО диктовалась периодическим обновлением аппаратной базы, добавлением функциональности,

¹ An Assessment of Space Shuttle Flight Software Development processes. Committee for Review of Oversight Mechanisms for Space Shuttle Flight Software Development Processes, National Research Council, 1993. 206 p. URL: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19930019745/downloads/19930019745.pdf>

а также происходило по причине необходимости исправления выявленных дефектов.

3. Компьютерные технологии и гибкость программного обеспечения позволяют предоставлять операторам больше информации и предоставлять ее в более полезной форме. Оператору современной системы с программным управлением может быть предоставлена информация, которая была бы немыслима в чисто аппаратной системе. Все это может быть достигнуто при использовании меньшего пространства и мощности, чем использовалось в некомпьютеризированных системах¹.

Рассматривая надежность относительно ПО, следует помнить, что:

- самое очевидное различие между программными и аппаратными технологиями – это их *сложность*. Так, точная документация в достаточно общей нотации для небольших программных систем может заполнить книжный шкаф, тогда как для аппарата достаточно несколько схем и краткого описания. Другим показателем сложности является время, которое требуется программисту для близкого знакомства с системой. Даже в небольших программных системах часто бывает так, что программисту требуется год работы с программой, прежде чем ему можно будет доверить самостоятельное внесение улучшений;

- следующее примечательное свойство программного обеспечения – *чувствительность к небольшим ошибкам*. В обычном машиностроении каждое конструктивное и производственное измерение может быть охарактеризовано допуском. От человека не требуется точного соответствия; достаточно быть в пределах установленного допуска на нужное значение. Использование допусков оправдано предположением, что небольшие ошибки имеют небольшие последствия. Хорошо известно, что в программном обеспечении тривиальные канцелярские ошибки могут иметь серьезнейшие последствия. Для программного обеспечения неизвестна полезная интерпретация допуска. Одна пунктуационная ошибка может быть катастрофической, даже если фундаментальные оплошности иногда имеют незначительные последствия;

- программное обеспечение, как известно, трудно поддается *адекватному тестированию*. Часто бывает, что часть программного обеспечения, подвергнутая тщательному и дисциплинированному тестированию, имеет серьезные недостатки. Тестирование аналоговых устройств основано на интерполяции. Предполагается, что устройства, которые хорошо работают в двух близких точках, будут хорошо работать и в промежуточных точках. В программном обеспечении такое предположение неверно. Количество случаев, которые должны быть протестированы для того, чтобы вызвать доверие к программному обеспечению, обычно очень велико;

¹ Parnas D.L., Schouwen A.J., Kwan S.P. Evaluation of Safety-Critical Software // Communications of the ACM. 1990. Vol. 33. No. 6. Pp. 636-648.

• многие из предположений, которые обычно делаются при проектировании высоконадежного оборудования, недействительны для программного обеспечения. Разработчики высоконадежного оборудования озабочены производственными отказами и явлениями износа. Они могут проводить свой анализ, исходя из предположения, что отказы не сильно коррелируют, а одновременные отказы маловероятны. Те, кто оценивает надежность аппаратных систем, должны были бы быть обеспокоены ошибками проектирования и *коррелированными отказами*; однако во многих ситуациях влияние других типов ошибок является доминирующим. В программном обеспечении мало ошибок, вносимых на этапе производства (компиляции); когда такие ошибки есть, они носят систематический, а не случайный характер. Программное обеспечение не изнашивается. Ошибки, с которыми должны быть связаны специалисты по надежности программного обеспечения, – это ошибки проектирования. Эти ошибки нельзя считать статистически независимыми. Существует множество доказательств того, что даже когда программы для данной задачи пишут люди, не знающие друг друга, они имеют тесно связанные ошибки¹.

Эти свойства являются фундаментальным следствием того факта, что математические функции, реализуемые программным обеспечением, являются не непрерывными функциями, а функциями с произвольным числом разрывов. Отсутствие ограничений непрерывности на функции, описывающей программные эффекты, затрудняет нахождение компактных описаний программного обеспечения. Отсутствие таких ограничений придает программному обеспечению гибкость, но также и сложность. Аналогично чувствительность к небольшим ошибкам и трудности тестирования можно отнести к фундаментальным математическим свойствам; вряд ли удастся найти чудодейственное лекарство. Для программных систем, критичных к надежности, всегда будет требоваться большая дисциплина и тщательный контроль.

В отличие от ситуации с аппаратными системами, нельзя добиться более высокой надежности путем дублирования программных компонентов. Просто дублируются ошибки. Даже если программы пишутся независимо друг от друга, ошибки, допущенные одним программистом, часто разделяются другими. В результате нельзя рассчитывать на повышение надежности программных систем только за счет наличия трех компьютеров там, где достаточно одного, хотя и здесь все не так просто.

Рассмотрим приложение перечисленных выше свойств и особенностей к программам микропроцессорной защиты, которые также относятся к программным системам, критичным к надежности.

¹ Bishop P.G., Pullen F.D. Error Masking: A Source of Failure Dependency in Multi-Version Programs / 1991, January. 17 p. DOI: 10.1007/978-3-7091-9123-1.3; Eckhardt D.E. et al. An experimental evaluation of software redundancy as a strategy for improving reliability / D.E. Eckhardt A.K. Caglayan J.C. Knight L.D. Lee D.F. McAllister J.P.J. Kelly // IEEE Transactions on Software Engineering. Vol.17. Is.7. 1991. Pp. 692-702. DOI: 10.1109/32.83905

Прикладные программные модули релейной защиты отличаются сравнительно небольшим объемом программ (в среднем 3-5 тыс. строк в ассемблерном эквиваленте), что определяется прежде всего требованиями к быстродействию защиты. С другой стороны, такие объемы создают хорошую обзоримость текста программы, что снижает появление ошибок при проектировании. Сюда же можно отнести то, что в ряде случаев такие прикладные программы готовятся на языках программируемых логических контроллеров (ПЛК)¹, что также позволяет снизить вероятность программной ошибки. Однако операционная среда пишется на более традиционных для ПО языках, например, Си, Ява и т.п.

Другой характерный момент этих модулей связан с тем, что то или иное нарушение режима компонентов ЭЭС может быть выявлено различными способами на основе одних и тех же входных данных и нередко на разных микропроцессорах. В традиционной защите такой подход известен как резервирование. В микропроцессорной защите он позволяет дублировать ПО при обработке входных данных, поскольку алгоритмы их обработки не повторяются. В результате при такой организации в определенной степени ослабляется ограничение по дублированию программ, поскольку подобная организация их работы, скорее, резервирование, чем дублирование, хотя при моделировании надежности они включаются параллельно с точки зрения выполнения задачи (выявления недопустимого режима). Конечно, и здесь каждая из программ может иметь свои не выявленные и не похожие между собой ошибки, но это уже ближе к дублированию аппаратной части защиты.

И конечно же, важно, чтобы система защиты не загружалась какими-либо вспомогательными фоновыми задачами, которые могут стать источником ошибок и сбойных ситуаций. Она должна быть максимально автономной, если мы считаем ее критически важным приложением. Стремление к объединению нескольких задач защиты на одном процессоре приводит к росту объема ПО, следовательно, к худшей обзоримости программ, а отсюда и к увеличению вероятности программных ошибок.

Таким образом, различные вероятностные оценки показателей надежности функционирования ПО релейной защиты, подобные оценкам аппаратной части, дают только качественную картину в довольно широком диапазоне. О количественной оценке можно судить только из статистики, которая появляется через годы эксплуатации значительного числа устройств.

Так, по статистическим данным, количество микропроцессорных устройств РЗА, находящихся в работе, в 2013 г. составило 274062

¹ Лившиц Ю.Е. Программируемые логические контроллеры для управления технологическими процессами. Минск: БНТУ, 2014. Ч. 1. 206 с.

устройств, а в 2014 г. – 319912 устройств¹. Из данных «Распределение случаев неправильной работы устройств РЗА по видам технических причин и типам устройств РЗА за период с 01.01.2020 г. по 30.06.2020 г.»² известно, что из 727 случаев отказа РЗА 29 случаев связаны с отказом аппаратной части микропроцессорных защит, а 18 случаев – с отказом или сбоем их ПО. Тогда прогнозируемое число устройств РЗА на 2020 г. по отношению к 2013 г. (за 7 лет) может составить из формулы

$$a_n = a_1(1+r)^n$$

при $r = (a_2 - a_1)/a_1$, где a_1 – число устройств первого года, a_n – число устройств на год n , r – средний годовой прирост устройств,

$$a_7 = 274062 \left(1 + \frac{319912 - 274062}{274062} \right)^7 = 809321 \text{ устр.}$$

Примем долю РЗА «Россети» в 70% от всех устройств³. Тогда грубая оценка интенсивности отказов

$\lambda = \frac{m}{0.7 \cdot N \cdot t} = \frac{18 \cdot 2}{0.7 \cdot 809321} = 6.35 \cdot 10^{-5} \text{ лет}^{-1}$. Здесь m – число отказов устройств из-за ПО, за полгода (2 в числителе), $0.7 \cdot N$ – число всех микропроцессорных защит, t – расчетный срок (год). При времени восстановления $t_{\text{в}} = 2 \text{ ч}$ ($\mu = \frac{1}{t_{\text{в}}} = \frac{8760}{2} = 4380 \text{ лет}^{-1}$) коэффициент готовности

ПО $K_{\text{гпо}} = \frac{\mu}{\lambda + \mu} = \frac{4380}{6.35 \cdot 10^{-5} + 4380} = 0.999999985$. А средняя наработка до

ошибки $t_{\Sigma} = \frac{1}{\lambda} = 15748 \text{ лет}$. Из соотношения

$d_{\text{ПО}} = \frac{m_{\text{ПО}}}{m_{\text{ПО}} + m_{\text{ПРЧ}}} \cdot 100\% = \frac{18}{727} \cdot 100\% \approx 2,5\%$, где $m_{\text{ПО}} + m_{\text{ПРЧ}} = 727$ слу-

чаев неправильной работы микропроцессорных защит, где $m_{\text{ПРЧ}}$ – число случаев неправильной работы защиты, не связанное с программным обеспечением. Отметим, что доля отказов из-за программных ошибок составила 2,5%.

Заключение

Программы микропроцессорных защит относятся к программам критически важных приложений, работающих в реальном режиме, и поэтому от них требуется высокая надежность выполнения своих функций. Учитывая развитие и широкое применение компьютерных технологий и гибкость программного обеспечения микропроцессорных защит, нельзя забывать о сложности их описания, чувствительности даже к малым отклонениям от основного алгоритма, о проблемах тестирования, связанных с отсутствием ограничений непрерывности функций программ, опи-

¹ Концепция развития релейной защиты и автоматики электросетевого комплекса // Приложение № 1 к протоколу Правления ОАО «Россети» от 22.06.2015 г. № 356пр. М., 2015. 49 с. URL: <https://mig-energo.ru/wp-content/uploads/2015/12/rza-fsk.pdf>

² Распределение случаев неправильной работы устройств РЗА по видам технических причин и типам устройств РЗА за период с 01.01.2020 г. по 30.06.2020 г. URL: https://www.soups.ru/fileadmin/files/company/rza/rza_rez_info/rza_rez_vid_teh_1-2k2020.xl

³ Захаров О.Г. Надежность цифровых устройств релейной защиты. Показатели. Требования. Оценки. М.: Инфра-Инженерия, 2018. 128 с.

сывающих алгоритмы решений, что не способствует разработке проектов с ошибками, мало влияющими на исполнение требуемых функций.

Есть ряд программных свойств, таких как краткость, языки программируемых логических контроллеров, способствующих улучшению их показателей надежности, но этого недостаточно для решения проблем надежности программ микропроцессорной защиты, как программ критически важных приложений. С другой стороны, необходима достаточная автономность отдельных устройств защит, ибо стремление к комплексности часто снижает параметры надежности защиты. Здесь следует искать оптимальные решения, учитывающие как функциональные возможности программируемых защит, так и достижение требуемых характеристик надежности исполнения этих функций.

ФАКТОРЫ, СКАЗЫВАЮЩИЕСЯ НА ТАРИФООБРАЗОВАНИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ РОССИИ*

М.Ю. Чукреев, к.т.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Введение

В декабре 2000 г. РАО «ЕЭС России» представило на утверждение Правительства Российской Федерации Концепцию реструктуризации отрасли. В представленных документах описывался процесс перехода на рыночные отношения. При этом научные и производственные организации подвергли серьезной критике форму перехода, изложенную в представленных документах. Несмотря на это, с минимальными изменениями концепция была принята, и в феврале 2003 г. Государственная Дума РФ приняла закон «Об электроэнергетике».

Даже при беглом анализе принятого закона бросается в глаза отсутствие идей снижения цен на электроэнергию, обеспечения энергетической безопасности, устойчивого функционирования, привлечения инвестиций. В результате реформы электроэнергетической отрасли создан российский рынок электроэнергии мощности. Была организована оптовая торговля электрической энергией на Федеральном (общероссийском) оптовом рынке электроэнергии и мощности (ФОРЭМ). ФОРЭМ представлял собой систему договорных отношений множества его участников. Для конечного потребителя розничного рынка, если он не является населением или приравненной к нему категорией потребителей, стои-

* Статья представлена в рамках выполнения плановой темы государственного задания «Методы и модели адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития», регистрационный номер 121072700045-1

мость потребленной электроэнергии складывается из нескольких составляющих:

- стоимость непосредственно электроэнергии, приобретенной сбытовой компанией на оптовом рынке;

- стоимость мощности, которая формируется из мощности конкурентного отбора мощности (КОМ), мощности объектов конкурентного отбора модернизированных мощностей (КОММод), договоров о предоставлении мощности (ДПМ), возобновляемых источников энергии (ВИЭ), мощности гидроэлектростанций и атомных электростанций, стоимость мощности новой генерации в Крыму, на Дальнем Востоке;

- стоимость услуг по передаче электроэнергии и потери электроэнергии в сетях;

- сбытовые надбавки.

Первые три показателя формируют цену на 95-98%.

В статье¹ рассматривается влияние этих составляющих на конечную цену. Ниже попробуем рассмотреть различные модели рынка с позиции формируемого тарифа, инвестиционной привлекательности, гибкости и возможности поддержания должного уровня надежности.

Модели рынка в электроэнергетике

В стремлении человечества к конкуренции развитие рынков в электроэнергетике неминуемо, но он, ввиду своей особой природы и значимости для государства, не может быть неконтролируемым. За долгие годы развития рыночных отношений принято различать четыре вида рынков²: регулируемая естественная монополия, единственный покупатель, конкуренция на оптовом рынке и розничных рынках. Рассмотрим основные моменты каждого из них.

Регулируемая естественная монополия. Это разновидность вертикально интегрированных компаний, как правило, подлежащих государственному регулированию. При отсутствии регулирования возник бы рост цен. Этот тип рынков весьма естественен для электроэнергетики в силу особенностей производимой продукции и необходимости поддерживать должную надежность. И чем крупнее система, тем больше плюсов в этом варианте.

Цены (тарифы) для потребителей на электроэнергию, производимую естественными монополиями, устанавливаются регулирующими органами на уровне средних издержек компании (включая нормальную прибыль). Для электроэнергетики, характеризующейся разнообразием

¹ Чукреев М.Ю. Цена мощности в условиях рыночных отношений в ЕЭС России // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 71. Методические и практические проблемы надежности систем энергетики. В 3-х книгах. / Книга 2 / отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2020. С. 322-332.

² Беляев Л.С., Подковальников С.В. Рынок в электроэнергетике: Проблемы развития генерирующих мощностей. Новосибирск: Наука, 2004. 220 с.; Hunt S., Shuttleworth G. Competition and Choice in Electricity. Chichester: John Wiley, 1996; Волков Э.П., Баринев В.А., Маневич А.С. Проблемы и перспективы развития электроэнергетики России. М.: Энергоатомиздат, 2001. 432 с.

видов электростанций, это имеет особое значение. Это обеспечивает относительно низкий уровень тарифов для потребителей.

Монопольные компании планируют развитие ЭЭС (как электростанций, так и электрических сетей) на своей территории, исходя из обеспечения надежности и экономичности электроснабжения потребителей, экологических требований и др. Планы строительства новых электростанций и линий электропередачи (ЛЭП) подлежат согласованию с регулирующим органом, после чего затраты на строительство включаются в виде инвестиционной составляющей в тарифы на электроэнергию. Таким образом, затраты на развитие ЭЭС гарантированно оплачиваются потребителями.

Таким образом, основными достоинствами модели следует считать:

- наиболее полные возможности для реализации положительного «эффекта масштаба»;
- низкие тарифы на электроэнергию для конечных потребителей;
- отсутствие проблем с развитием ЭЭС.

Основным недостатком считается отнесение на тарифы всех затрат компании, которые регулирующий орган признает необходимыми и обоснованными. При этом у компании нет особых стимулов к повышению эффективности производства и к снижению инвестиционных затрат на развитие ЭЭС.

Единственный покупатель. Данная модель рынка отличается от предыдущей разделением сферы генерации на несколько хозяйственно самостоятельных электрогенерирующих компаний (ЭГК), которые конкурируют друг с другом за поставку электроэнергии единому Закупочному агентству. Естественно, эта компания (Закупочное агентство) должна, как и прежде, регулироваться государством.

За компанией «Закупочное агентство» сохраняется обязанность бесперебойного снабжения потребителей. В связи с этим она должна заблаговременно планировать и осуществлять развитие ЭЭС на своей территории во избежание дефицита электроэнергии. Цены назначаются индивидуально для каждого производителя на уровне, близком к его издержкам производства. В них включаются постоянные и переменные издержки электростанций, а также нормальная прибыль. Контракты с новыми производителями заключаются на срок 10-15 лет, достаточный для окупаемости инвестиций в новую электростанцию.

Вместе с тем долгосрочный характер контрактов и заключение их производителями с одним и тем же Закупочным агентством создают ряд благоприятных возможностей и обстоятельств. Во-первых, при избытке генерирующих мощностей конкурирующие производители вынуждены предлагать как можно более низкие цены, т.е. реализуется эффект конкуренции. Одновременно при наличии контракта на несколько лет у производителей будут стимул и время для снижения издержек производства, чтобы получать более высокую прибыль. Во-вторых, имеется возмож-

ность не допустить дефицита мощностей (и электроэнергии). Закупочное агентство, заблаговременно планируя развитие ЭЭС, будет прогнозировать электропотребление, составлять перспективные балансы мощности и энергии и др. К недостаткам обычно относят необходимость государственного регулирования.

Конкуренция на оптовом рынке. Данная модель существенно отличается от предыдущей. Вместо одного Закупочного агентства появляется несколько распределительно-сбытовых компаний (РСК). Эти компании, как правило, не имеют собственных генерирующих мощностей и монопольно снабжают электроэнергией потребителей на своей территории. Они несут ответственность за надежное электроснабжение и остаются подверженными регулированию региональными или муниципальными органами, в том числе в части тарифов на электроэнергию, отпускаемую потребителям. Им принадлежат распределительные сети низкого напряжения, которые они при необходимости должны развивать.

На оптовом рынке появляются новые организационные структуры:

- транспортно-сетевая компания (ТСК), владеющая высоковольтными сетями и обеспечивающая доставку электроэнергии от производителей к РСК;
- независимый Системный Оператор (СО), обеспечивающий оперативно-диспетчерское управление производством и транспортом электроэнергии;
- независимый Администратор торговой системы (АТС), организующий торговлю электроэнергией.

Формально преимуществом модели 3 считается появление оптового рынка¹, на котором будут конкурировать не только производители электроэнергии, но и покупатели (РСК), причем последние будут иметь возможность выбора поставщика. Однако, если глубже вникнуть в ситуацию, то обнаружится, что конкуренция между покупателями:

- никак не повышает эффективность производства и не снижает издержки;
- лишает потребителей привилегированного положения;
- резко улучшает положение производителей, которые освобождаются от регулирования и получают «рыночную власть» над потребителями.

Наряду со структурными изменениями, при переходе к модели 3 происходят принципиальные изменения в условиях, стимулах и механизмах финансирования строительства новых электростанций.

Конкуренция на оптовом и розничном рынках. В дополнение к модели 3 здесь создается возможность конкуренции на розничных рынках. Потребители электроэнергии теперь могут снабжаться от разных РСК или сбытовых компаний (СК). Поскольку распределение электроэнергии

¹ Hunt S., Shuttleworth G. Competition and Choice in Electricity. Chichester: John Wiley, 1996.

остается монопольной сферой, сохраняется государственное регулирование РСК.

В модели предусматриваются прямые поставки электроэнергии от производителей к потребителям, минуя РСК или СК. Это означает или прямой выход потребителей на оптовый рынок, или некоторое сочетание оптового и розничного рынков. При этом, естественно, усложняются процедуры учета, взаиморасчетов и т.п.

При этом виде рынка сохраняются и даже обостряются проблемы со строительством новых электростанций. Здесь по-прежнему отсутствует орган, ответственный за развитие генерирующих мощностей и предотвращение дефицита на оптовом рынке электроэнергии.

Влияние модели рынка на формируемую величину тарифа

Рассмотрим влияние представленных моделей рынка на формируемую величину тарифа с учетом возможностей по поддержанию надежности энергосистемы согласно НТД. Особенности формирования тарифа по 3 модели упустим, оно уже было разобрано в работе¹. Предположим, что в ЭЭС имеется шестнадцать электростанций-поставщиков мощности (табл. 1). Условно-постоянные издержки поставщиков случайные числа в денежных единицах (ед.)

Таблица 1

Характеристики электростанций

Номер	Располагаемая мощность, МВт	Условно-постоянные издержки, ед.	Удельные условно-постоянные издержки, ед./МВт
1	1100	11000	10
2	1400	42000	30
3	500	19000	38
4	1700	68000	40
5	465	19065	41
6	550	24750	45
7	1200	55200	46
8	300	16500	55
9	405	23490	58
10	500	30000	60
11	160	9760	61
12	1200	73200	61
13	240	15600	65
14	35	2345	67
15	750	56250	75
16	500	45500	91
СУММА	10725	1136120	

¹ Чукреев М.Ю. Цена мощности в условиях рыночных отношений в ЕЭС России // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 71. Методические и практические проблемы надежности систем энергетики. В 3-х книгах. / Книга 2 / отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2020. С. 322-332.

Результаты решения задачи определения стоимости для поставщиков мощности по рассмотренным моделям приведены на рис. 1.

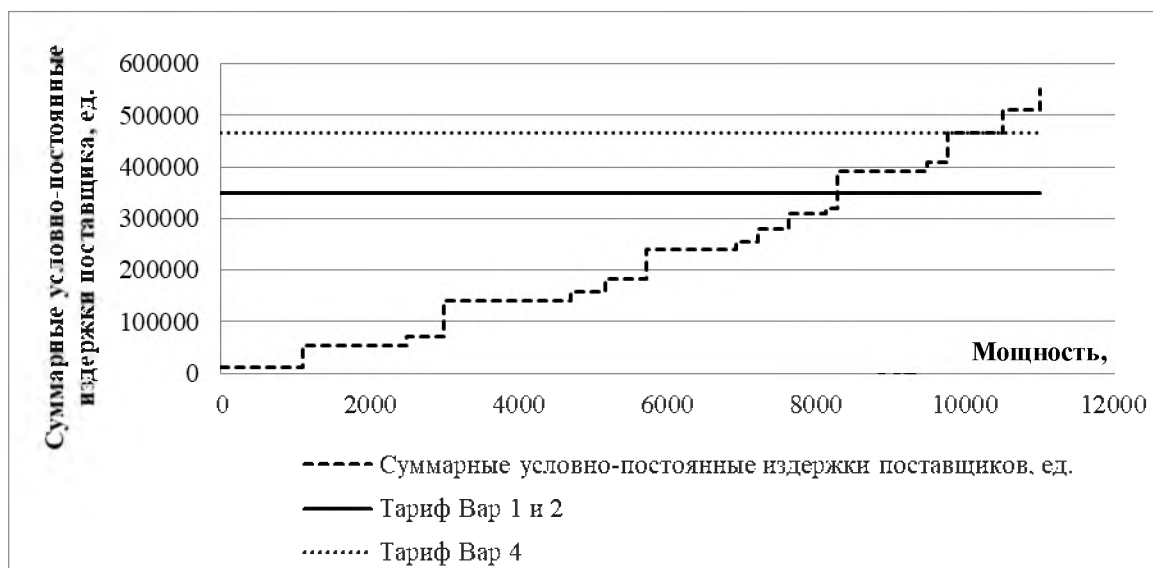


Рис. 1. Суммарные условно-постоянные издержки поставщиков электрической мощности и полученные по ним рекомендации по уровню стоимости мощности

Для значения прогнозируемого спроса 10000 МВт результаты показывают 33% (466160 ед. против 349800 ед.) преимущества моделей 1 и 2 над вариантом 4. При этом в моделях 1 и 2 заложена 25% маржа производителя. В зависимости от уровней нагрузок преимущество первых двух моделей варьируется от 26 до 37%, что однозначно указывает на преимущество этих моделей.

При этом надо понимать, что внесенные в 2009 г. изменения были направлены в первую очередь на увеличение заинтересованности в инвестициях на строительство новой генерации путем ухода от договоров о предоставлении мощности (ДПМ) в пользу цен, полученных посредством КОМ. Проведение же КОМ на перспективу шести лет накладывает необходимость в прогнозировании спроса на этот же период. Спрос напрямую влияет на формируемую цену, а увеличение периода прогнозирования ведет к возрастанию ошибки планируемого максимума нагрузки. Процедура определения спроса проводится в соответствии с Приказом № 431, по которому она формируется из величины совмещенного максимума нагрузки и планового коэффициента резервирования. Анализ, приведенный в работе¹, показывает, что величина совмещенного максимума нагрузки растет с увеличением периода упреждения. Причем этот рост никак не связывается с анализом ретроспективной информации

¹ Чукреев Ю.Я., Чукреев М.Ю. Влияние составляющих расходной части баланса мощности на процедуру конкурентного отбора мощности ЕЭС России // Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики: Вып. 71. Методические и практические проблемы надежности систем энергетики. В 3-х книгах. / Книга 1 / отв. ред. Н.И. Воропай. Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2020. С. 169-179.

об изменении фактических параметров¹. С учетом данных, приведенных в работе СиПР ЕЭС на 2019-2025 гг. видно, что увеличение периода прогнозирования до шести-семи лет приведет, как минимум, к 4-процентному увеличению максимальной нагрузки в обеих ценовых зонах ЕЭС России. К этому следует добавить несоответствие НТД в виде Приказа № 431 и МР 2003 г. в части учета температурного фактора холодного периода года. Этот фактор учитывается в утвержденных Минэнерго России МР 2003 г. Таким образом, увеличение периода упреждения при проведении процедуры КОМ и несоответствие разных НТД приводят, как минимум, к уменьшению спроса на мощность на 8%. Все это непосредственно влияет как на завышенную величину спроса, так и на определяемый резерв мощности. Если же это наложить на особенности разных моделей энергетического рынка, картина получится еще интереснее, что будет рассмотрено в следующем исследовании.

Выводы

Рассмотрев составляющие тарифа, можно выделить основные направления, где следует внести изменения. Формируемый тариф в первую очередь зависит от принятой формы энергетического рынка. При используемой сейчас модели приведение в порядок НТД и изменение порядка определения прогнозирования нагрузки может позволить снизить тариф на 3-4%. Изменение модели энергетического рынка на модель «Единый покупатель» позволит снизить тариф на 14-18%, улучшит прогнозируемость энергосистемы, упростит задачу поддержания должной надежности.

На взгляд автора, правильным было бы не продолжать цепляться за рыночную модель, которая, к слову, не сработала нигде в мире, а вернуться к более простой и экономически обоснованной модели («Единый покупатель»). За пятнадцать лет, прошедших с реформы электроэнергетики, затраты на электроэнергию при производстве любых видов товаров выросли в 2,5-3 раза, что естественным образом негативно сказывается на их конкурентоспособности. За это время экономика России выросла на 10%, т.е. по сути 15 лет прошли без роста, в то время как за то же время экономики стран Европы выросли в среднем на 60%, США – на 75%, Китая – на 250%. Немалую роль в этом сыграла принятая модель энергетического рынка.

¹ Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем. (Утверждено Приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 281). М.: Минэнерго РФ, СО 153-34.20.118-2003.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ ЗАРЯДНЫХ СТАНЦИЙ И ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОТРАНСПОРТА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГЕ В РАЙОНАХ СЕВЕРА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ*

А.И. Степсков, И.А. Чупрова

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

В последнее время в мире активно начало развиваться направление электротранспорта. Электромобили – это автомобили, приводимые в движение не двигателем внутреннего сгорания, а электроприводом с одними или несколькими электромоторами, питающимися от автономного источника электроэнергии (аккумулятора или топливной ячейки). Развитие связано как с улучшениями в технологиях производства батарей, так и постепенным развитием сети зарядных станций в Европе и США.

Современные электромобили близки по своим эксплуатационным характеристикам к автомобилям с ДВС. Они обладают рядом особенностей, которые приводят как к значимым преимуществам, так и серьезным недостаткам такого вида транспорта.

Электромобили не выделяют при эксплуатации в атмосферу углекислый газ, не требуют постоянной замены моторного масла и фильтров. Многие электрокары сегодня могут похвастать силовой установкой мощностью в несколько сотен лошадиных сил и разгоняются быстрее «заряженных» автомобилей с двигателем внутреннего сгорания.

Преимуществом для потребителей является возможность экономии на заправке топливом, так как энергия для движения аккумулируется в батарее транспортного средства. В электродвигателе на порядок ниже потери энергии на трение, чем в ДВС. Он не требует сложной системы смазки и почти не изнашивается, из-за меньшего количества подвижных частей он более надежен, чем ДВС, и работает заметно тише и с большим КПД.

В конструкции электромобиля основными элементами являются электродвигатель, аккумуляторная батарея, инвертер, контроллер управления. Самым главным элементом, определяющим запас хода и потребительские качества электротранспорта, является аккумулятор, именно в нем содержится необходимая для работы электродвигателя энергия.

В новых моделях электромобиля аккумулятор располагается не в том месте, где раньше находились узлы и агрегаты трансмиссии и ДВС, а, благодаря отказу от лишних механизмов, под полом. Такая компоновка позволяет увеличить размеры батареи и разместить в ней больше элементов, обеспечивая большую емкость, и в конечном итоге получить

* Статья подготовлена в рамках НИР № 121072700045-1 «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития»

большую дальность хода. Такие тяговые батареи обычно состоят из множества мелких литий-ионных элементов или пакетов.

Li-Ion – общее название для группы совершенно разных по составу аккумуляторов. Литий-кобальтовые элементы – обеспечивают самую высокую энергоемкость, но при этом самые капризные, имеют ограниченный ресурс, взрывоопасны и токсичны. Менее прихотливы и не так дороги литий-марганцевые, но они запасают меньше энергии и практически неработоспособны при -10°C . Наиболее стабильные и высокоресурсные характеристики достигнуты в литий-железо-фосфатных аккумуляторах, энергоемкость на уровне остальных, зато величина саморазряда и порог рабочих температур ниже (до -30°C), что актуально в условиях северных регионов. Есть аккумуляторы на основе смесей разных металлов, а есть и особые литий-титанатные, являющиеся пока самыми дорогими и не такими легкими, как другие, но за счет крайне низкого внутреннего сопротивления способные к сверхбыстрой зарядке высоким током.

У самых распространенных аккумуляторных ячеек есть ряд важных особенностей, которые сильно влияют на режим работы и эксплуатации транспортного средства, где они установлены. Например, это значительная зависимость от температуры окружающей среды – при не оптимальном состоянии батарея сильно изменяет свою емкость и рабочий ток, что вынуждает устанавливать отдельный контроллер управления для мониторинга состояния батареи и предусматривать алгоритм для поддержания определенного температурного режима. Еще одна особенность – постепенная деградация и необратимое ухудшение характеристик аккумуляторных ячеек, что также происходит не линейно во времени, а зависит от нагрузки, от частоты и скорости заряда-разряда. Аккумуляторные сборки могут быть с различной системой терморегулирования, или не иметь ее вовсе для простоты и удешевления конструкции.

У наиболее популярных автомобилей Nissan Leaf емкость батареи 24 кВтч, этой емкости должно хватать на 30-100 км суточного пробега, в зависимости от условий. При подключении к сети 220В наполнение такой батареи займет 6-8 часов (полная ночь), и при этом требуется наличие выделенной парковки, личного гаража или дома. Причем чем выше емкость батареи, тем дольше будет она заряжаться от обычной розетки, так как максимальная мощность заряда в этом случае ограничена 3,6 кВт.

Таким образом, электромобиль в России эффективно и комфортно используется только в ограниченном диапазоне сценариев:

- пользователь ездит только в пределах города или города и ближайшего пригорода (где индивидуальный дом и розетка);
- суточные пробеги составляют 20-50 км (тогда типичной батареи на 24 кВтч хватит на 2-5 дней пробега);

- минимум шоссе и магистралей, потому что там электрокар бесполезен (в городе за счет рекуперации он запасает энергию торможения, на трассе же только тратит – там расход будет выше, пробеги короче).

Проблему с долгой ночной зарядкой и дальностью хода может решить массовое появление общественно доступных быстрых зарядных станций. В таких станциях переменный ток преобразуется в постоянный и, минуя встроенный преобразователь в автомобиле, имеющий ограниченную мощность, поступает напрямую в батарею. Таким образом, можно зарядить Nissan Leaf за 15-20 минут, а Теслу – за 30-40 до 80% заряда. Мощность таких станций может достигать 150кВт и выше.

Быстрые зарядные станции большой мощности требуют отдельного согласования для подключения с сетевой компанией, и цена такой станции с хорошей зарядкой приближается к 4,8 млн рублей на апрель 2022 г., без учета дальнейших затрат на содержание и обслуживание.

Для размещения зарядных станций на общественных территориях требуется соблюсти ряд бюрократических процедур. Самым простым вариантом для потребителя в плане согласования является частный дом: в этом случае зарядная станция находится на участке, на стене дома или в гараже, согласование по мощности потребления является общим для всего участка индивидуального жилого строительства.

Более сложный вариант – размещение зарядной станции на территории, прилегающей к многоквартирному дому. Требуется определить место парковки электромобиля, разработать схему монтажа питающего кабеля (учитывая объект общего имущества многоквартирного дома), провести общее собрание собственников с обсуждением вопроса об использовании общего имущества (согласно ст. 44 Жилищного кодекса РФ), заключить договор о технологическом присоединении с сетевой компанией, подав заявку на технологическое присоединение (доступ к зарядной инфраструктуре должен быть не публичным¹).

Самым сложным будет размещение зарядной станции на подземном паркинге в многоквартирном доме. Сейчас большинство строящихся в мегаполисах домов имеют подземные паркинги.

Запрет на размещение «зарядных и пусковых электроприборов и устройств автономного и стационарного исполнения» на подземных автостоянках от 2013 г. уже неактуален. Исходя из новых требований к пожарной безопасности стоянок, разрешающих размещение оборудования для зарядки электромобилей²:

1) В закрытых автостоянках разрешено размещать зарядные станции не ниже 1-го подземного или подвального этажа (при соответствии классу пожарной опасности С0, С1).

¹ СП 113.13330.2016. Стоянки автомобилей. Актуализированная редакция СНиП 21-02-99. Утвержден приказом Минстроя России от 07.11.2016 г. № 776/пр.

² Утверждены Приказом МЧС России от 17 декабря 2021 г. № 880 «Об утверждении свода правил «Стоянки автомобилей. Требования пожарной безопасности» с 1 марта 2022 г.

2) Не более 10 машиномест с зарядным оборудованием на помещение площадью до 1200 кв. м, при превышении размера общего помещения или большем числе зарядок необходимо выделить части здания в пожарную секцию специальными противопожарными зонами: перегородками, проездами, завесами.

Таким образом, для строящихся домов необходимо изначально в проекте закладывать как подземные парковочные этажи, так и точно рассчитать требуемое количество машиномест, приспособленных и оборудованных для зарядки электромобилей.

При размещении зарядных станций нужно обеспечить хорошую транспортную доступность в любое время дня и при различных погодных условиях.

Кроме согласования технологического присоединения, также требуется стимулирование развития зарядной инфраструктуры. Основной вопрос в рамках данного направления государственной политики – отсутствие достаточного количества зарядных станций для электротранспортных средств на всей территории Российской Федерации. Основными направлениями действий в рамках стимулирования развития зарядной инфраструктуры для пилотных территорий являются: определение перечня пилотных территорий и дорог федерального значения для создания зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств до 2024 г.; разработка механизма софинансирования части затрат на создание зарядной инфраструктуры; поэтапное распространение требований по созданию зарядной инфраструктуры для использования электротранспортных средств на субъекты Российской Федерации, не относящиеся к пилотным территориям. Реализацию этого направления государственной политики предусматривается осуществить в 2021-2030 гг. В рамках направления государственной политики необходимо обеспечить достижение следующих целевых показателей:

- до 2024 г.: определение перечня пилотных территорий и дорог федерального значения для создания зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств до 2024 г.; создание в рамках пилотных территорий и дорог федерального значения инфраструктуры для зарядки электротранспортных средств с использованием быстрых зарядных станций (150 кВт, время зарядки до 80% за 20-30 минут) – не менее 2,9 тыс. штук; создание на пилотных территориях инфраструктуры по зарядке электротранспортных средств с использованием медленных зарядных станций (44 кВт, время зарядки до 40% от 2 часов) – не менее 6 тыс. штук;

- до 2030 г.: создание на территории Российской Федерации инфраструктуры для зарядки электротранспортных средств с использованием быстрых зарядных станций (150 кВт, время зарядки до 80% за 20-30 минут) – не менее 29 тыс. штук; создание на территории Российской Федерации инфраструктуры по зарядке электротранспортных средств с использованием медленных зарядных станций (44 кВт, время зарядки до 40% от 2 часов) – не менее 44 тыс. штук.

Правительство РФ утвердило перечень регионов и одну трассу для проведения пилотного проекта по созданию зарядной инфраструктуры для электромобилей и электробусов. В 2022 г. зарядные устройства должны появиться в Краснодарском крае, Республике Крым и городе Севастополе, в Ленинградской, Московской, Нижегородской, Сахалинской областях, в Татарстане. Также для проведения пилота выбрана федеральная трасса М-4 «Дон». В 2023 г. пилотные проекты будут реализовывать во Владимирской, Воронежской, Калининградской, Липецкой, Ростовской, Тульской областях, в Приморском и Ставропольском краях, Чувашской Республике, в г. Москве и г. Санкт-Петербурге¹.

В концепции развития электротранспорта в России указывается, что для формирования бесперебойного движения по территории Российской Федерации максимальное расстояние между двумя ближайшими станциями зарядки на дорогах общего назначения не должно превышать 100 км. При расчете такого показателя учитывались обширная территория Российской Федерации, средний запас хода электромобилей и износ батарей, увеличение расхода электроэнергии в холодные периоды года и поведенческие аспекты водителей. В условиях крупных мегаполисов целесообразно размещение зарядных станций на расстоянии не более 4 кв. километров².

Из всех пилотных проектов в концепции развития электротранспорта к северным территориям относится только Сахалинская область, остальные регионы, участвующие в проекте, находятся в Европейской части России. Это может быть связано с низкой плотностью населения зауральской части РФ, длинными транспортными магистралями, соединяющими крупные населенные пункты, и природными условиями, где недостатки электротранспорта будут наиболее выражены.

Сахалинская область с населением менее 490 тыс. человек не является лидером по количеству эксплуатируемых электромобилей в нашей стране. В настоящий момент на Сахалине зарегистрировано 85 машин с электрической силовой установкой. В то же время, по данным официальной статистики, на конец 2018 г. в области было зарегистрировано более 203 тыс. автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. В регионе существует сеть зарядных станций для электрокаров, идут работы по ее расширению: в этом году на территории региона собирались разместить пять зарядных станций. Работами занимается энергетическая компания «РусГидро», которая в сентябре прошлого года развернула сеть из 10 зарядных станций в Приморском крае. На Дальнем Востоке всегда было самое большое количество электрокаров по сравнению с другими

¹ Распоряжение от 24 декабря 2021 г. № 3835-р Перечень территорий и дорог федерального значения, определенных в качестве пилотных для создания зарядной инфраструктуры для электротранспортных средств до 2024 года. URL: <http://static.government.ru/media/files/P6qHfRGgAJ3EрAu5itJAc64AfWHjMT0W.pdf>

² Концепция по развитию производства и использования электрического автомобильного транспорта в Российской Федерации на период до 2030 года. URL: <http://static.government.ru/media/files/bW9wGZ2rDs3BkeZHf7ZsaxnlbJzQbJJt.pdf>

регионами, даже когда там не было ни одной «зарядки», они завозились из азиатских стран.

Власти Сахалина ищут разные способы стимулирования жителей пересесть на экологичный транспорт: для владельцев электромобилей предусмотрена скидка в размере 50% на транспортный налог, который может быть отменен в будущем по примеру г. Москвы (в столице транспортный налог для владельцев электрокаров отменен до 2024 г.); планируется расширение сети быстрых и медленных электрозаправок, но на июнь 2022 г. не удавалось реализовать даже урезанные планы по установке электрозаправочных станций. На апрель 2022 г. в Сахалинской области, по данным учета, зарегистрировано 284 электротранспортных средства, рост составил 100 штук с апреля 2021 г. Планируется ввести в строй общественные транспортные средства, такие как электробусы, но программа также не выполнена в полном объеме.

Территориальная энергосистема Сахалинской области работает изолированно от Единой национальной энергетической системы (ЕНЭС) России и делится на отдельные автономные энергорайоны на территории области: «Северный энергорайон»; «Центральный энергорайон»; изолированные энергорайоны на территориях Курильских островов и отдаленных населенных пунктов ряда муниципальных образований на о. Сахалин. Изолированность Сахалинской области от ЕНЭС России обуславливает повышенные требования к уровню эксплуатации энергетического оборудования и обеспечению надежного и качественного обеспечения электроэнергией присоединенных потребителей. В регионе имеется отдельная категория автономных энергоисточников производственных, технологических, собственных нужд ведомственных и коммерческих предприятий, в основном предприятий нефтегазового, рыбопромышленного секторов экономики.

Анисимов И.А., Горбунова А.Д. рассматривают особенности функционирования зарядной инфраструктуры на основе анализа массива данных о количестве зарядных сессий, выполняемых в различное время суток в трех городах РФ, которые на 1 июля 2019 г. обладали наибольшим количеством зарядных станций: г. Москва, г. Санкт-Петербург и г. Тюмень¹. Исходными данными являлись: количество зарядных сессий, выполняемых совокупностью зарядных станций в течение суток; количество электромобилей, использующих общественную зарядную инфраструктуру; количество зарядных станций на территории города; время суток, в которое выполняется зарядная сессия. В ходе анализа данных установлено, что при значительном понижении температуры, которое наблюдается в г. Тюмени в зимний период, происходит снижение количества зарядных сессий, выполняемых общественной зарядной инфраструктурой. В качестве предположения первоначально авторами была

¹ Анисимов И.А., Горбунова А.Д. Закономерности эксплуатации городской зарядной инфраструктуры электромобилей для оценки ее энергообеспечения от различных источников энергии // Вестник Евразийской науки. 2020. № 5. URL: <https://esj.today/PDF/54SAVN520.pdf>

выдвинута гипотеза о том, что при понижении температуры в зимний период наблюдается снижение численности эксплуатируемых электромобилей. Результаты не подтвердили эту гипотезу.

Понижение температуры окружающего воздуха вызывает снижение количества зарядных сессий одного электромобиля, выполняемых общественной зарядной инфраструктурой в течение месяца. В результате в зимний период при низких температурах воздуха количество зарядных сессий от домашней точки подключения увеличивается. Причинами данного явления, по мнению авторов, стали снижение скорости передачи энергии тяговой аккумуляторной батарее электромобиля, а, следовательно, увеличение продолжительности заряда.

В ходе экспериментальных исследований Анисимовым И.А. и Горбуновой А.Д. получены кривые изменения спроса на зарядные станции в течение года, а также распределение количества зарядных сессий в течение суток. Авторами установлено, что в зимний период при значительном понижении температуры наблюдается снижение спроса на зарядные станции, что обусловлено увеличением продолжительности времени заряда электромобиля. При изучении распределения количества зарядных сессий авторами выявлено, что для повышения эффективности использования возобновляемых источников энергии необходимо провести смещение в сторону утреннего и дневного диапазона времени заряда. Это позволит снизить нагрузку на электрическую сеть города в вечерние часы пиковой нагрузки, разработать инструменты для более равномерного распределения спроса в течение года в холодных климатических районах и постоянства нагрузки. Полученные результаты будут основой для разработки алгоритма подбора необходимого оборудования.

Подытоживая вышеизложенное, отметим, что электротранспорт набирает все большую популярность в мире. Современные электромобили уже близки по своим характеристикам к транспортным средствам с ДВС, а в чем-то даже превосходят их. На мировом уровне происходит переход к идее углеродной нейтральности, одной из целей которой является снижение выбросов углекислого газа транспортом и борьба с всемирным изменением климата. Электромобили с тяговой батареей, где энергия копится только в ней, лучше всего подходят для этой задачи, так как не образуют вредных выбросов в отличие от гибридных автомобилей и автомобилей с ДВС.

На сегодня электромобили еще не готовы полноценно заменить транспорт с энергией, получаемой из ископаемого топлива. Основными проблемами все еще являются недостаточно емкие тяговые батареи, сильно подверженные температурному влиянию окружающей среды. Существуют различные виды таких аккумуляторов, но наиболее массовыми являются литий-ионные батареи, они сильно теряют свою емкость и, соответственно, обеспечивают меньшую дальность хода транспортному средству.

В России, следуя международному тренду, также стали уделять внимание электротранспорту. Следствием этого внимания явилась опубликованная концепция по развитию электротранспорта в России, со сроком реализации до 2030 г. Она была опубликована и утверждена в августе 2021 г. В ней зафиксирована дорожная карта развития сети электрозаправочных станций, развития местного производства электромобилей, выбраны пилотные регионы для внедрения. Уделено внимание производству ячеек для тяговых аккумуляторных батарей. Планировалось на первом этапе запустить производство отечественных автомобилей в количестве 25 тыс. штук до 2024 г. и запуск не менее 9,4 тыс. зарядных станций. На втором этапе не менее 10% от всех выпускаемых автомобилей и не менее 72 тыс. зарядных станций, из которых 28 тыс. – быстрые.

При условиях медленной зарядки типичный автомобиль будет заряжаться всю ночь и потребует отдельного гаража или выделенной парковки. На сегодня в России не хватает даже простых зарядных устройств, и даже для домашнего использования требуется многочисленное согласование с органами пожарной инспекции и сетевыми компаниями.

В концепции развития электротранспорта к северным территориям относится только Сахалинская область, остальные регионы, участвующие в проекте, находятся в Европейской части России. В условиях Севера, при неблагоприятном климате и наличии протяженных расстояний между городами для электромобилей фактически остается единственный сценарий использования – движение в городе или недолгие поездки в пригород и обратно.

Интерес представляет исследование закономерностей эксплуатации городской зарядной инфраструктуры электромобилей, выявившее зависимость поведения владельцев электромобилей от особенностей погоды. При отрицательной температуре владельцы транспорта предпочитают зарядку в домашних условиях, так как батарея на морозе заряжается медленней и меньше накапливает энергии.

В дальнейшем авторами планируется рассмотреть влияние электромобилей на сети электроснабжения более подробно, оценить влияние технологии подключения батарей электромобилей к электросетям с целью возврата энергии в сеть и стабилизации суточного графика нагрузки сети (технология V2G).

ВЫВОД ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ЭНЕРГОСИСТЕМ ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ: ВОЗМОЖНОСТИ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ*

Ю.Я. Чукреев, д.т.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Введение

В соответствии с определением балансовой надежности¹, к задачам оценки показателей балансовой надежности (ПБН) при управлении развитием электроэнергетических систем (ЭЭС) относятся лишь те, *решение которых связано с необходимостью учета отказов системы из-за аварийных повреждений оборудования и учета случайных отклонений нагрузок от планируемых значений*. Важно понимать, что случайные состояния могут продолжаться несколько десятков суток (ремонт оборудования), а глубина возможного дефицита мощности может достигать значительных величин, исчисляемых десятками ГВт (несколько крупных генераторов выходят в аварийный ремонт, например, Саяно-Шушенская ГЭС), пусть и с малой вероятностью их наступления.

В статье рассматриваются вопросы приемлемости использования принятых в прошлом веке нормативов к ПБН территориальных зон ЕЭС России в условиях дефицитности энергосистем для современных условий их избыточности. В современных условиях это актуально, потому что в соответствии с Приказом Министерства энергетики Российской Федерации № 321 от 30.04.2021 г.² для оценки вывода генерирующего оборудования из эксплуатации должен применяться показатель вероятности бездефицитной работы энергосистемы, равный 0,996. Заметим, что именно такое значение этого показателя использовалось в условиях централизованного управления отраслью, правда, для обоснования величины резерва мощности. Причем это значение было обосновано для условий, кардинально отличающихся от представленных в Национальном стандарте, особенно в части информационного наполнения задачи оценки ПБН. Актуальность этих вопросов определяется и с позиций обоснования оперативного и ремонтного резервов, являющихся составляющими нормативного резерва мощности (НРМ) в процедуре конкурентного отбора мощности³. При этом следует отметить, что определение ПБН для задач оценки

* Статья подготовлена в рамках НИР «Модели и методы адаптации систем энергетики в современных условиях их функционирования и развития» (№ ГР 121072700045-1)

¹ Руденко Ю.Н., Ушаков И.А. Надежность систем энергетики. М.: Наука, 1986. 252 с.

² Приказ Министерства энергетики РФ № 321 от 30.04.2021 г. «Об установлении нормативного уровня балансовой надежности для Единой энергетической системы России, используемого при оценке возможности вывода генерирующего оборудования из эксплуатации».

³ Приказ Минэнерго России от 07.09.2010 г. № 431 (ред. от 17.08.2017 г.).

вывода генерирующего оборудования из эксплуатации и обоснования нормативного резерва мощности практически не отличаются.

1. Задача оценки показателей балансовой надежности и обоснования средств ее обеспечения

Задача оценки ПБН в современных рыночных условиях развития электроэнергетической отрасли остается такой же актуальной, как и в условиях централизованного управления, характерного для советского периода. С позиций необходимости применения ее для решения задачи синтеза надежности – оптимизации средств ее обеспечения, ПБН должны быть достаточно чувствительными к возмущениям¹. В отечественных² и зарубежных публикациях³ этому наиболее полно отвечают вероятностные показатели:

- интегральные вероятности появления дефицита мощности территориальных зон (J_d) ЭЭС (за рубежом аналогом при определенных условиях является вероятность потери нагрузки (*Loss of Load Probability*) – *LOLP*);

- среднее число дней дефицита мощности (длительность потери нагрузки в сутках в год – *Loss of Load Expectation* – *LOLE*⁴);

- среднее число часов дефицита мощности в год (длительность потери нагрузки в часах в год – *Loss of Load Hours* – *LOLH*⁵).

Следует отметить, что произошедшие за последние 30 лет изменения в социально-экономическом развитии нашей страны, и электроэнергетической отрасли в частности, практически не оказали влияния на методические основы создания модельно-программных комплексов оценки ПБН. Нельзя не отметить, что при оценке ПБН эти основы достаточно близки к применяемым за рубежом. Отличия касаются в основном информационной составляющей учитываемых факторов и случайных событий⁶.

Процесс определения ПБН ЭЭС основан на формировании случайных состояний генерирующей мощности и нагрузки для каждой зоны надежности и их оценки на предмет наличия в них дефицита мощности. Формирование случайных состояний генерирующей мощности, вызванных выводом оборудования во внеплановый (аварийный) ремонт, принято осуществлять методами статистического моделирования, а их оценку методами линейного или нелинейного программирования⁷.

¹ Руденко Ю.Н., Ушаков И.А. Надежность систем энергетики. М.: Наука, 1986. 252 с.

² Маркович И.М. Режимы энергетических систем. М.: Энергия, 1969. 51 с.; Чукреев Ю.Я. Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1995. 176 с.

³ Billinton R. Reliability Evaluation of Power Systems. Second Edition / R. Billinton, R.N. Allan. New York and London: Plenum Press, 1996. 509 p.

⁴ Там же.

⁵ Там же.

⁶ Чукреев Ю.Я., Чукреев М.Ю. Модели оценки показателей балансовой надежности при управлении развитием электроэнергетических систем. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2014. 207 с.

⁷ Чукреев Ю.Я. Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1995. 176 с.; Чукреев Ю.Я., Чукреев М.Ю. Модели оценки показателей балансовой

Представление режима электропотребления оказывает существенное влияние на ПБН многозонных ЭЭС. В 60-х годах прошлого столетия в обобщенной монографии И.М. Марковича¹ было приведено обоснование нормативного значения ПБН $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,001$. Оно вошло в справочник по проектированию ЭЭС в редакции 1977 г.² Режим электропотребления при этом описывался годовым графиком по продолжительности в виде трапеции с отношением минимальной нагрузки к максимальной от 0,7 до 0,75 (рис. 1 а, жирная линия). Реальные графики по продолжительности без вписывания в них капитальных ремонтов для разных ОЭС имели это отношение от 0,45 до 0,55³ (рис. 1 а, пунктирная кривая).

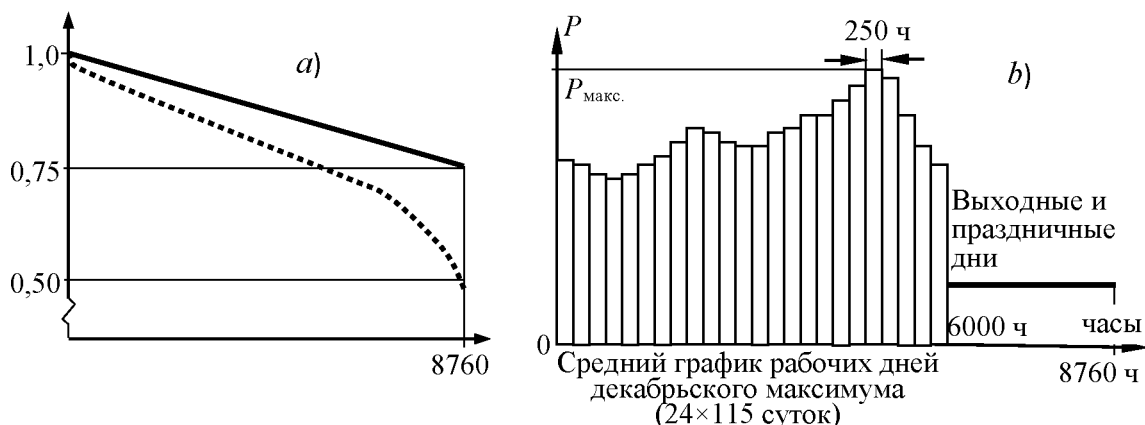


Рис. 1. Представление режима электропотребления

Начиная с 1980-х годов режим электропотребления представлялся одним суточным графиком нагрузки наиболее холодного периода года (обычно декабря) в предположении его действия для всех 250 рабочих дней года (рис. 1 б). Это отражено в нормативно-технических документах в виде методических указаний (МУ) или рекомендаций (МР) по проектированию развития энергосистем, утверждаемых Министерством энергетики страны (например⁴), а также в работах⁵. В этом же нормативном документе увеличено нормативное значение ПБН $J_{\text{д}}^{\text{н}}$ до величины 0,004, при котором переход на представление режима электропотребления (рис. 1 б) приводил бы примерно к тем же величинам оперативного резерва мощности (ОРМ). Интересно, что этот показатель в те годы имел технико-экономическое обоснование как для уровня концентрированной

надежности при управлении развитием электроэнергетических систем. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2014. 207 с.

¹ Маркович И.М. Режимы энергетических систем. М.: Энергия, 1969. 51 с.

² Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С.С. Рокотьяна и И.М. Шапиро. М.: Энергия, 1977. 288 с.

³ Волькенау И.М., Зейлигер А.Н., Хабачев Л.Д. Экономика формирования электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1981. 320 с.

⁴ Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем. (Утверждено Приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 281). М.: Минэнерго РФ, СО 153-34.20.118 2003.

⁵ Волькенау И.М., Зейлигер А.Н., Хабачев Л.Д. Экономика формирования электроэнергетических систем. М.: Энергоатомиздат, 1981. 320 с.; Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С.С. Рокотьяна и И.М. Шапиро. М.: Энергия, 1995. 352 с.

энергосистемы¹, так и многозонной ЭЭС². В современных условиях принятое экономическое обоснование неприемлемо, но, тем не менее, значение этого показателя оставалось актуальным и удовлетворяло потребителей и производителей электроэнергии.

В зарубежной практике в моделях обеспечения балансовой надежности режим электропотребления представляется либо почасовой хронологией изменения нагрузки в течение года, т.е. 8760 значениями (европейский показатель *LOLH*), либо только максимальными нагрузками 365 суток года (североамериканский показатель *LOLE*). Для условий представления режима электропотребления были приняты (в основном на экспертном уровне) соответствующие им нормативные значения ПБН (верхний индекс «н.»). Так в странах Западной Европы *LOLH^н* изменяется от 3 ч (Франция) до 8 ч в год (Ирландия) и в Северной Америке *LOLE^н* = 0,1 сут./год.

Напомним, что ПБН многозонной ЭЭС зависят в основном от следующих факторов и случайных событий³:

- модель расчетной схемы с выделенными территориальными зонами и связями, их соединяющими;
- располагаемые мощности отдельных территориальных зон, структура генерирующих мощностей и плановые ремонты оборудования;
- снижение генерирующей мощности территориальных зон из-за аварийных повреждений агрегатов электростанций;
- максимумы нагрузок территориальных зон и графики их изменения в разрезе года и суток и случайные отклонения и нерегулярные колебания нагрузки;
- запасы пропускной способности связей в нормальных и аварийных режимах между выделенными в модели расчетной схемы ЭЭС России территориальными зонами.

Представление в моделях оценки ПБН перечисленных факторов зависит от поставленных целей решения задачи обоснования балансовой надежности. Применительно к современным условиям развития ЭЭС России, на наш взгляд, таких целей, с позиций обеспечения балансовой надежности, три. Это выявление «узких» с позиций надежности мест, оценка возможности вывода генерирующего оборудования из эксплуатации и обоснование НРМ при разработке различных программ развития отрасли. Эти цели корреспондируются с приведенными в Национальном стандарте. Отметим, что в нем присутствуют и методические положения учета приведенных факторов для разработки соответствующего модельно-программного обеспечения.

¹ Маркович И.М. Режимы энергетических систем. М.: Энергия, 1969. 51 с.

² Чукреев Ю.Я. Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1995. 176 с.

³ Чукреев Ю.Я. Модели обеспечения надежности электроэнергетических систем. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 1995. 176 с.; Чукреев Ю.Я., Чукреев М.Ю. Модели оценки показателей балансовой надежности при управлении развитием электроэнергетических систем. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2014. 207 с.

Современные условия функционирования ЕЭС России, помимо избыточности генерации, характеризуются еще и интеллектуализацией, особенно в части информационной обеспеченности, и многими другими новациями. Изменения, произошедшие за более чем 30-летний период перестройки экономики России, требуют рассмотрения вопросов конкретизации разработанных ранее нормативных значений к ПБН¹, влияющих на принятие решений по обоснованию резервов мощности ЕЭС России. Это нашло отражение в разработанном специалистами АО «СО ЕЭС» Национальном стандарте (далее Национальный стандарт) РФ². В качестве нормативного ПБН в указанном стандарте предлагается использовать интегральную вероятность бездефицитной работы энергосистемы. Причем в нем предлагается установление численного значения этого показателя нормативным правовым актом Правительства Российской Федерации или Министерства энергетики Российской Федерации.

2. Современные аспекты определения ремонтного резерва мощности

Для обоснования величины ОРМ в рассмотренных в предыдущем разделе двух подходах предполагалось проведение капитальных и средних ремонтов только в периоды сезонных снижений нагрузки. Это учитывалось при формировании режима электропотребления (рис. 1 а). В силу дефицита генерирующей мощности, присущего для ЕЭС страны в то время, это было вполне обоснованным решением. Современные условия функционирования ЕЭС России характеризуются значительной избыточностью генерирующей мощности. Либерализация отрасли в этих условиях позволяет генерирующим компаниям изменить подходы к проведению ремонтов по состоянию оборудования и планировать их на основе материалов статистической отчетности.

Анализ ретроспективной информации о работе ЕЭС России³ за период 2012-2020 гг. позволил получить график изменений нагрузки по месяцам года с вписыванием в него всех видов ремонтов (рис. 2). Обращает на себя внимание значительная доля капитальных и средних ремонтов (6848 МВт, или 4,56% от среднего декабрьского максимума нагрузки – 150339 МВт за рассматриваемый период), проводимых в осенне-зимний период. Такое наблюдалось и в условиях дефицитности энергосистем, но не в таких объемах. Именно их незначительные объемы позволяли в условиях централизованного управления отраслью (раздел 1) при определении ОРМ принимать эту составляющую в величине НРМ для декабря месяца нулевым значением. Декабрь месяц выделялся ранее и выделя-

¹ Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем. (Утверждено Приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 281). М.: Минэнерго РФ, СО 153-34.20.118 2003.

² Национальный стандарт Российской Федерации. Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. Планирование развития энергосистем. Расчеты балансовой надежности – нормы и требования. ГОСТ Р 58730-2019.

³ Отчеты о функционировании ЕЭС России за 2012-2020 гг., подготовленные в соответствии с «Правилами разработки и утверждения схем и программ перспективного развития электроэнергетики» (утверждены постановлением Правительства РФ от 17.10.2009 г. № 823).

ется в настоящее время, потому что именно к нему привязываются отчетные и перспективные балансы мощности. Следует отметить, что средняя мощность текущих ремонтов декабря месяца превышает капитальные и средние и составила за отчетный период 6967 МВт (4,64%).

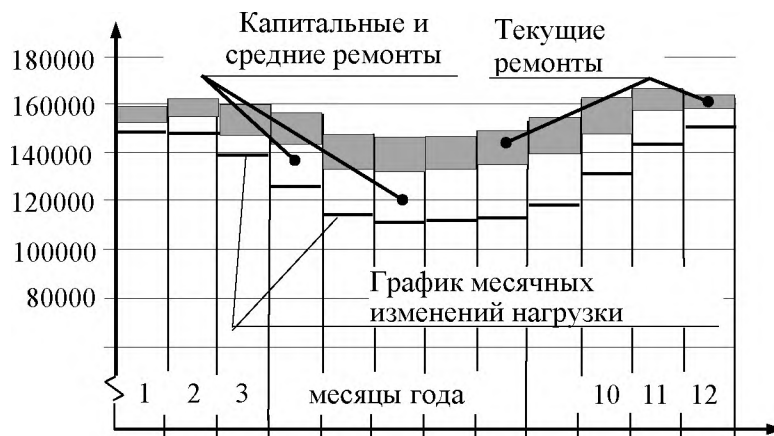


Рис. 2. График сезонных изменений нагрузки с вписанными ремонтами генерирующего оборудования

3. Экспериментальные расчеты

Цифровизация энергосистем позволяет сформировать 8760 дискретных уровней изменения нагрузки по всем территориальным зонам ЕЭС России. В силу отсутствия информации по режимам электропотребления в разрезе сезонов года, в приведенных ниже расчетах для всех месяцев года использовались суточные графики только для декабря месяца¹. К большим погрешностям в оценке ПБН это не приведет в связи с тем, что значительную долю (более 90%) в результирующий ПБН приносят три зимних месяца года, и при этом декабрьский график изменения нагрузки более половины (здесь графики известны).

Информация об установленной мощности и планируемому на 2022 г. максимуму нагрузки взята из отчета на 2016-2022 гг. ежегодно выполняемой работы «Схема и программа развития ЕЭС» (далее СиПР ЕЭС)². Использована модель расчетной схемы ЕЭС России, в качестве территориальных зон которой выступали объединенные ЭЭС (ОЭС). Использовано информационное наполнение задачи оценки ПБН, полученное при выполнении совместных исследований ИСЭ и ЭПС ФИЦ Коми НЦ УрО РАН с АО «СО ЕЭС»³. Современные условия функционирования ЕЭС России, характеризующиеся значительным снижением электро-

¹ Чукреев Ю.Я., Чукреев М.Ю., Чупров В.С. Характеристики режима электропотребления применительно к задачам балансовой надежности при управлении развитием электроэнергетических систем результаты / Методические вопросы исследования надежности больших систем энергетики. Вып. 68. Иркутск: Изд-во ИСЭМ СО РАН, 2017. С. 328-337.

² Правила разработки и утверждения схем и программ перспективного развития электроэнергетики, утвержденные постановлением Правительства РФ от 17.10.2009 № 823.

³ Отчет о НИР Обоснование нормативных значений составляющих полного резерва мощности в разрезе ОЭС и ЕЭС России в целом при планировании их развития. Сыктывкар, 2016. 66 с. (Договор ИСЭиЭПС Коми НЦ УрО РАН с АО «СО ЕЭС», № 926 от 22 сентября 2016 г.)

потребления внутри ОЭС, привели к уменьшению влияния ограничений межзонных пропускных способностей связей на ПБН. Это позволило в представленных ниже расчетах привести показатели изменения резервов мощности для ЕЭС России в целом.

В табл. 1 представлены результаты определения ОРМ (столбец 3) для применяемых в отечественной практике и за рубежом (раздел 1) нормативных значений вероятностных ПБН при различном представлении режима электропотребления (столбец 2). Используемые в расчетах режимы электропотребления описаны в разделе 1 и обозначены в таблице римскими цифрами I – III. В столбцах 4-6 табл. 1 для этих форм представления режима электропотребления (I-III) приведены ПБН. В качестве них выступают интегральная вероятность появления дефицита мощности (J_d , числитель) и среднее число часов дефицита мощности в год ($LOLH$, знаменатель). Жирным шрифтом в каждом расчете выделено значение ПБН, соответствующее нормативному значению (J_d^H в расчетах под номерами 1-3 и $LOLH^H$ в расчетах под номерами 4-5).

Таблица 1

Оперативный резерв мощности и показатели балансовой надежности при использовании различных способов представления режима электропотребления

№	Режим электропотребления, нормативный показатель балансовой надежности	Оперативный резерв, МВт / %	Показатели J_d / $LOLH$ для различного представления нагрузки (I, II, III)		
			I – трапеция	II – сутки/год	III – график года
1.	I. Трапеция, 8760 ступеней, $J_d^H = 0,001$	<u>5800</u> 3,72	0,00102 8,93	0,00471 41,3	0,00034 2,98
2.	II. Средние декабрьские сутки, 24 ступени по 250 ч, $J_d^H = 0,004$	<u>5900</u> 3,79	0,00088 7,7	0,00406 35,6	0,00030 2,63
3.	III. Годовой график часовых изменений, $J_d^H = 0,004$	<u>3450</u> 2,21	0,0141 123,5	0,04751 416,2	0,00402 35,2
4.	III. Годовой график часовых изменений, $LOLH^H = 4$ ч/год	<u>5600</u> 3,59	0,00140 12,3	0,00627 54,9	0,000454 3,98
5.	III. Годовой график часовых изменений, $LOLH^H = 3$ год	<u>5850</u> 3,75	0,00101 8,85	0,00452 39,6	0,00034 2,98

Анализируя приведенные результаты, можно констатировать, что величины ОРМ во всех 5 расчетах, кроме 3-го, практически совпадают. Максимальные различия в этих вариантах составляют всего 0,2 процента (расчеты под номерами 2 и 4) по отношению к совмещенному максимуму нагрузки ЕЭС России (155860 МВт). При этом представление режима электропотребления для оценки ПБН в этих расчетах достаточно разнится. В расчете 1 используется график по продолжительности в виде трапеции с 8760 ступенями (рис. 1 а), в расчетах 3-5 реальный график сезонных изменений с 8760 ступенями нагрузки. И, наконец, в расчете 2 – один среднесуточный декабрьский график нагрузки (24 ступени), длящийся 250 рабочих дней года (рис. 1 б). Совпадение результатов по ве-

личинам ОРМ говорит о том, что значения нормативных вероятностных ПБН ($J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,001$ или $0,004$, $LOLH^{\text{н}} = 3$ или 4 ч) в большой степени зависят от использования того или иного подхода к формированию режима электропотребления территориальных зон ЭЭС.

Определенный интерес представляет сравнение отечественного нормативного ПБН $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,004$, полученного при применении графика одних декабрьских суток (график II, расчет 2) и европейского (Франция) $LOLH^{\text{н}} = 3$ ч (реальный график III, расчет 5). Величине ОРМ (5900 МВт), полученной в расчете 2 при нормативном ПБН $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,004$, соответствует европейский показатель $LOLH = 2,63$ ч или $J_{\text{д}} = 0,00030$ (столбец 6). И, наоборот, величине ОРМ (5850 МВт), полученной по нормативной величине ПБН $LOLH^{\text{н}} = 3$ ч (расчет 5), соответствуют показатели $LOLH = 39,6$ ч или $J_{\text{д}} = 0,00452$ (столбец 5). Видно, что величины ОРМ 5900 и 5850 МВт (расчеты 2 и 5) достаточно близки. Примерное равенство наблюдается и в ПБН для расчета 5 – $J_{\text{д}} = 0,00452$ и принятого в нашей стране нормативного показателя $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,004$. Это с определенной степенью уверенности позволяет сделать вывод о том, что при переходе в современных условиях к рассмотрению реального режима электропотребления с учетом сезонных снижений нагрузки (рис. 2) следует изменить и нормативный ПБН с величины $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,004$ до значения $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,0003$ (столбец 6 расчета 2).

Применение нормативного ПБН $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,004$ при реальном представлении режима электропотребления характеризует расчет 3. Как видно из табл. 1, величина ОРМ (3450 МВт, столбец 3) значительно (на 2450 МВт) ниже полученного при применении используемого в Методических рекомендациях по проектированию развития энергосистем¹ режима электропотребления в виде одного графика декабря месяца, длящегося 250 рабочих дней года (расчет 2). Европейский ПБН в виде $LOLH$ для этого расчета теряет смысл, так как принимает совершенно неудовлетворительное по отношению к его нормативной величине (3-8 ч) значение 35,6 ч (столбец 5 расчета 2).

Представленные в табл. 1 результаты показывают, что предлагаемые в Национальном стандарте изменения по представлению режима электропотребления и современная информация по проведению ремонтов генерирующего оборудования требуют корректировки нормативного ПБН $J_{\text{д}}^{\text{н}}$ с величины $0,004$ до $0,0003$. В этом случае величина ОРМ остается такой же, что и при представлении режима электропотребления суточным графиком декабря месяца, длящимся 250 рабочих дней. При этом зарубежный ПБН $LOLH$ приближается к нормативному значению 3 ч,

¹ Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем. (Утверждено Приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 281). М.: Минэнерго РФ, СО 153-34.20.118 2003.

принятому в европейских странах (столбец 6 расчета 2). Национальным стандартом предусматривается возможность корректировки нормативного ПБН посредством издания соответствующих нормативных документов Правительства РФ. Оставленный без изменений в соответствии с Приказом Министерства энергетики РФ № 321, нормативный ПБН $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,004$ приводит при использовании режима электропотребления в виде годового графика изменения нагрузки (8760 ч) к значительному сокращению величины ОРМ (более 1,5 % по отношению к максимуму нагрузки, расчет 3 в табл. 1).

Вернемся к ремонтной составляющей НРМ, включающей в себя, с одной стороны, капитальные и средние ремонты, с другой, текущие ремонты. Средняя величина этой составляющей в соответствии с анализом ретроспективной информации за 2012-2020 гг. (раздел 2) составила 9,2% от среднего совмещенного максимума нагрузки за этот период (рис. 2). На самом деле величина ремонтного резерва из-за необоснованной избыточности генерирующей мощности величиной 36659 МВт (23,5%, баланс мощности на 2022 г. из работы СиПР ЕЭС на 2016-2022 гг.) должна быть значительно ниже. Примем гипотезу о распространении пропорции превышения мощности над необходимой для покрытия спроса на корректировку ремонтной составляющей НРМ. Тогда получим величину этой составляющей в размере 10969 МВт [$0,092 \times 155860 \times (1 - 0,235)$] (7,04%). При этом капитальные и средние ремонты – 5437 МВт (3,49%), текущие 5532 (3,55%). В МР 2003 г.¹ ремонтная составляющая НРМ составляла от 4 до 5% от совмещенного максимума нагрузки, причем практически все ремонты приходились на текущие.

Анализ ретроспективных данных о ремонтах генерирующего оборудования применительно к современным условиям с учетом реально работающего генерирующего оборудования, выявленного в процедуре конкурентного отбора мощности, по текущим ремонтам примерно отражает ситуацию, сложившуюся при централизованном принципе управления отраслью. С капитальными и средними ремонтами идет превышение более чем на 2%. Это связано с отмеченными выше проблемами ремонтов по состоянию оборудования и влиянием избыточности энергосистем на проведение ремонтов в осенне-зимний период, чего при дефицитности энергосистем практически не допускалось.

Применение рекомендованного в Национальном стандарте режима электропотребления в виде годового часового графика и утвержденного Минэнерго России нормативного значения ПБН в виде $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,004$ приводит к величине ОРМ 3450 МВт, или 2,21%. В этом случае европейский ПБН теряет физический смысл и становится равным $LOLH = 35,2$ ч/год. Это просто несоизмеримо много и неприемлемо. При предлагаемом из-

¹ Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем. (Утверждено Приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 281). М.: Минэнерго РФ, СО 153-34.20.118 2003.

менении нормативного ПБН со значения $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,004$ на $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,003$ величина ОРМ составит 5900 МВт, или 3,79%, и показатель $LOLH = 2,63$ ч/год. Напомним, что в МР 2003 г.¹ ОРМ составлял от 7 до 8%. Примерно 4% в этой величине составляла доля так называемого нагрузочного резерва мощности, вызванного влиянием случайного изменения нагрузки от температуры (в расчетах не учитывается). В этом случае получается вполне приемлемая величина ОРМ в 3-4%, которая согласуется с величиной 3,79%, но не с 2,21%.

Заключение

1. Используемые для выработки управленческих решений по обоснованию вывода генерирующего оборудования из эксплуатации и величин оперативного резерва мощности в ЕЭС России значения нормативных показателей балансовой надежности в виде интегральной вероятности появления дефицита мощности ($J_{\text{д}}^{\text{н}}$), обоснованные в далекие 80-е годы прошлого столетия для условий дефицитности энергосистем, безнадежно устарели. Это обусловлено как наблюдающейся в настоящее время значительной избыточностью ЕЭС России, так и расширением информационного наполнения задачи обеспечения балансовой надежности в условиях цифровизации отрасли. Показано, что учет отмеченных трансформаций в отрасли требует изменения существующего, утвержденного 30.04.2021 г. Приказом Министерства энергетики России нормативного показателя балансовой надежности с величины 0996 ($J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,004$) до 0,9997 ($J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,0003$).

2. Нормативные показатели балансовой надежности, применяемые в нашей стране и за рубежом для обоснования резерва мощности и вывода генерирующего оборудования из эксплуатации, в значительной степени зависят от используемой формы представления режима электропотребления. Получено достаточное совпадение результатов оперативных резервов мощности ЕЭС России, полученных при предложенном нормативном показателе балансовой надежности $J_{\text{д}}^{\text{н}} = 0,0003$ и европейским аналогом $LOLH^{\text{н}} = 3$ ч.

¹ Методические рекомендации по проектированию развития энергосистем. (Утверждено Приказом Минэнерго России от 30 июня 2003 г., № 281). М.: Минэнерго РФ, СО 153-34.20.118 2003.

НАУЧНАЯ СЕССИЯ

ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА РЕГИОНОВ СЕВЕРА

ТЕОРИЯ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ: РЕСУРСНЫЙ ПОДХОД*

Ю.А. Гаджиев, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

На современном этапе развитие экономики страны и регионов почти не позволяет использовать прежние конструкции стратегического управления, ориентированные на быстрое реагирование хозяйствующих объектов на изменения только внешней среды, т.е. использовать рыночный подход. Причина состоит в том, что в условиях быстрого изменения внешней конкурентной среды и конкурентного окружения для многих отраслей методы разработки и реализации конкурентной стратегии на основании внешнего отраслевого анализа потеряли свою эффективность. Следовательно, базовым ориентиром формирования устойчивых конкурентных преимуществ и, соответственно, долгосрочной стратегии организаций являются его внутренние ресурсы и способности, т.е. применение ресурсного подхода. В связи с этим исследование понятия, сущности, источников формирования ресурсного подхода хозяйствующих объектов (фирма, отрасль, регион, страна) имеет важное теоретическое и практическое значение.

В настоящее время значительная часть исследований ресурсного подхода нацелена на изучение деятельности фирм и отраслей. Вместе с тем такие исследования формируют предпосылки изучения сущности ресурсной концепции как экономического понятия и содержат важные подходы к выработке научного представления о ресурсном подходе к изучению региона.

Зарубежные и отечественные исследователи различают три подхода в концепции конкурентных преимуществ: 1) *рыночный*, 2) *ресурсный* и 3) *институциональный*.

Ниже исследуем ресурсный подход, поскольку именно он в современной экономике для функционирования и разработки стратегии организации является наиболее распространенным и эффективным.

* Статья подготовлена в рамках темы НИР «Реальный сектор экономики северных регионов России: проблемы и перспективы» (ГР № 122031500421, 2022-2024 гг.)

Ресурсный подход. Необходимость адаптации компаний к условиям изменчивости и неопределенности рыночной среды стала одной из причин активного развития *ресурсного подхода* к определению источников конкурентных преимуществ. Это направление в концептах науки управления, известное как ресурсный подход или ресурсная теория фирмы (RBV – resource – based view), получило свое развитие с начала 1990-х годов и нашло свое отражение в трудах зарубежных и отечественных ученых, таких как Б. Вернерфельт¹, Э. Пенроуз², Дж.Б. Барни³, Р.М. Грант⁴, Д.Дж. Тис, Г. Пизано и А. Шуен⁵, К.К. Прахалад и Г. Хамел⁶, В.С. Катькало⁷, Г. Клейнер⁸, Н.З. Сафиуллин и Л.Н. Сафиуллина⁹ и др. Главный тезис этих исследователей заключается в том, что устойчивый успех фирмы зависит от наличия у нее уникальных ресурсов и организационных способностей или компетенций, которые, в свою очередь, являясь причиной недоступных соперникам экономических рент, определяют конкурентные преимущества организации. Исходя из этого, основная задача управления хозяйствующего объекта заключается в том, чтобы развивать собственные, трудно копируемые другими компаниями компетенции как основной залог успеха бизнеса.

Наиболее ранней на тему ресурсного подхода принято считать работу двух экономистов Э. Чэмберлина¹⁰ и Дж. Робинсона¹¹ 1930-х годов, которая позже была развита в трудах известного экономиста Э. Пенроуз¹². Особую известность получила работа Э. Пенроуз, в которой достаточно подробно освещались экономические основы ресурсного подхода: «Организация представляет собой намного больше, чем обычную административную единицу, это скорее набор всех ресурсов организации, сегрегация которых между разными пользователями с течением времени ведет к принятию административного решения».

¹ Вернерфельт Б. Ресурсная трактовка фирмы // Вестник СПб ГУ. 2006. Сер. 8. Вып. 1. С. 103-117.

² Пенроуз Э. Теория роста фирмы. UK: Oxford University Press, 1995. 272 с.

³ Барни Дж.Б. Может ли ресурсная концепция принести пользу исследованиям в области стратегического управления? – Да // Российский журнал менеджмента. 2009. № 7 (2). С. 19-24; Барни Дж.Б. Ресурсы фирмы и устойчивое конкурентное преимущество // Журнал управления. 1991. № 17 (1). С. 99-120.

⁴ Грант Р.М. Ресурсная теория конкурентных преимуществ: практические выводы для формулирования стратегии // Вестник Санкт-Петербургского университета: Менеджмент. 2003. № 3. С. 47-75.

⁵ Тис Д.Дж., Пизано Г., Шуен А. Динамические способности и стратегический менеджмент // Strategic management. 1997. № 7. С. 509-533.

⁶ Хамел Г., Прахалад К. Конкурируя за будущее. М.: Олимп-бизнес, 2002. 288 с.; Хамел Г., Прахалад К., Томас Г., О'Нил Д. Стратегическая гибкость. СПб.: Питер, 2005. 384 с.

⁷ Катькало В.С. Место и роль ресурсной концепции в развитии теории стратегического управления // Вестник Санкт-Петербургского университета. 2003. №2 4. С. 3-17.

⁸ Клейнер Г.Б. Ресурсная теория системной организации экономики // Российский журнал менеджмента. 2011. № 3. С. 3-28.

⁹ Сафиуллин Н.З., Сафиуллина Л.Н. Конкурентные преимущества и конкурентоспособность: монография. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2002. 104 с.

¹⁰ Чемберлин Э.Х. Теория монополистической конкуренции. М.: Изд-во иностр. Лит. 1959. 280 с.

¹¹ Робинсон Дж. Экономическая теория несовершенной конкуренции. М.: Экономика, 2006. 390 с.

¹² Пенроуз Э. Теория роста фирмы. UK: Oxford University Press, 1995. 272 с.

На длительное время работа Э. Пенроуз оставалась едва ли не единственным исследованием непосредственно теоретической экономики, которая подчеркивает мысль о важности отличий между предприятиями. Но для более правильного определения основных позиций, подчеркивающих ресурсоориентированный подход, возможно использование исследований Дж.Б. Барни¹. Он пытается определить подход, основанный на ресурсах фирмы на основании противопоставления основным характеристикам того, что он называет «моделями внешней среды организации». Разница между этими подходами значительна, однако ресурсный подход пренебрегает двумя предельно важными допущениями, на которых строятся модели окружающей среды: 1) гомогенность ресурсов и возможностей среди фирм, которые оперируют в одной и той же сфере; 2) предельная мобильность ресурсов.

По сути, сторонники ресурсного подхода предложили принципиально иной способ разработки конкурентной стратегии фирмы, полагая, что источником устойчивого конкурентного преимущества фирмы является разнородность (гетерогенность) и неподвижность (немобильность) ее ресурсов. При этом фирмы одной стратегической группы отличаются друг от друга своими стратегическими ресурсами (динамическими организационными способностями).

В рамках ресурсного подхода необходимо разграничивать понятия *ресурсов* и *компетенций*.

Ресурсы организации. В рамках ресурсного подхода термин «ресурсы организации» включает в себя все доступные организации ресурсы, ее способности, организационные процессы, информацию, знания и т.п., которые контролируются организацией и позволяют ей на их базе разрабатывать и реализовывать стратегии, повышающие ее эффективность и результативность. Иными словами, в рамках понятий традиционного стратегического управления ресурсами организации являются ее сильные стороны, на основе которых строится стратегическое преимущество организации².

Здесь важно понять то концептуальное развитие, отмечает А.И. Васильев³, которое сам термин «ресурс» получил в стратегическом менеджменте. Изначально понятие «ресурс» использовалось как синоним термина фактор производства. Например, когда говорят о «привлечении ресурсов» и «использовании ресурсов», или о «ресурсном обеспечении» и «ресурсосбережении», со времен А. Смита имеются в виду известные факторы хозяйственной деятельности – труд, земля, капитал и другие средства хозяйственной деятельности. Такие ресурсы изначально

¹ Барни Дж.Б. Может ли ресурсная концепция принести пользу исследованиям в области стратегического управления? – Да // Российский журнал менеджмента. 2009. № 7 (2). С. 19-24.

² Кателевский Д.Ю. Эволюция концепций стратегического менеджмента: от Гарвардской внешней среды до ресурсного подхода к управлению. URL: <https://www.google.ru/search?q>

³ Васильев А.И. Ресурсный подход к оценке конкурентоспособности образованных организаций // Современная конкуренция. 2019. Т. 13. № 3 (75). С. 134-140.

находятся во внешней среде организации, торгуются на рынке факторов производства, и все фирмы конкурируют за обладание ими для использования в хозяйственной деятельности¹.

С развитием ресурсного подхода в стратегическом менеджменте и теории конкурентного преимущества сам термин «ресурс» стал использоваться в смысле неотчуждаемой фирменной способности управлять факторами производства и другими ресурсами. Такие организационные способности вплетены в рутины, процессы и культуру фирмы. Среди всех типов ресурсов стали выделять мета-ресурс – способность фирмы управлять другими ресурсами, а позже на этом основании из всех способностей стали выделять динамические способности – способность создавать другие способности управления ресурсами².

Разные исследователи создавали различные списки ресурсов компаний, которые позволяют организациям отстраивать свое конкурентное преимущество. Так, например, Дж.Б. Барни в классификации ресурсов организации выделяет три ключевые категории: материальные ресурсы, человеческие ресурсы и организационные ресурсы³. К материальным ресурсам относятся конкретные промышленные технологии, используемые организацией, заводы и оборудование, здания, географическое положение, сырье и т.п. Человеческие ресурсы включают образование, опыт, повышение квалификации, интеллектуальный уровень менеджеров и работников организации. Организационный капитал включает формальную структуру отчетности в компании, механизм формального и неформального планирования, контроля и координации, и даже неформальные взаимоотношения как между группами внутри организации, так и между организацией и внешней средой.

Далеко не все ресурсы из списка представляют собой стратегическую ценность. Некоторые, наоборот, могут даже препятствовать реализации успешных стратегий⁴ или же вообще не иметь существенного влияния на деятельность организации. Ресурсы считаются стратегически ценными для организации, если они соответствуют определенным критериям, перечисленным ниже:

1) *ресурс должен быть ценным (valuable)*: «ценный» для организации ресурс позволяет организации улучшить свое положение на рынке по сравнению с конкурентами (например, ресурс, полученный по цене ниже его приведенной чистой стоимости, может приносить ренту);

2) *ресурс должен быть редким*: спрос на ресурс должен значительно превышать его предложение;

¹ Васильев А.И. Ресурсный подход к оценке конкурентоспособности образованных организаций // Современная конкуренция. 2019. Т. 13. № 3 (75). С. 134-140.

² Там же.

³ Барни Дж.Б. Ресурсы фирмы и устойчивое конкурентное преимущество // Журнал управления. 1991. № 17 (1). С. 99-120.

⁴ Барни Дж.Б. Может ли ресурсная концепция принести пользу исследованиям в области стратегического управления? – Да // Российский журнал менеджмента. 2009. № 7 (2). С. 19-24.

3) *ресурс должен быть неподверженным копированию или замене субститутами*: для того, чтобы быть редким, ресурс должен быть немобильным, а также достаточно затратным для копирования или имитации.

М. Петераф выделяет четыре свойства ресурсов, генерирующих устойчивые конкурентные преимущества фирмы¹:

1) *неоднородность*. Благодаря этому свойству ресурсов каждая фирма по-своему решает проблему предельной производительности используемых факторов производства, имея результатом неодинаково точный выбор выгодного для себя рынка, своих возможностей выступать на нем за счет преимуществ в издержках или дифференциации производственной программы;

2) *потенциальная способность генерировать ренту*. Такой способностью обладают лишь те ресурсы, которые куплены по цене ниже их дисконтированной стоимости. Если таковыми фирма располагает, то возникает эффект *ex ante* (ожидаемого) ограничения конкуренции;

3) *незаменяемость*. Конкурентам должно быть трудно (невозможно) имитировать либо заместить ресурсы, генерирующие ренты. Это свойство ресурсов фирмы создает *ex post* (фактические) ограничения конкуренции;

4) *несовершенная мобильность* (*imperfect mobility*). Этим свойством обладают ресурсы, абсолютно специфичные в условиях конкретной фирмы (например, местоположение, естественный ландшафт и пр.), создавая предпосылки для получения абсолютного преимущества в конкурентной борьбе.

К. Хофер и Д. Шендел выделяют шесть типов ресурсов: финансовые, физические, человеческие, технологические, организационные (системы контроля качества, корпоративная культура и т.д.) и репутационные².

Р. Грант расширил типологию К. Хофера и Д. Шендела, добавив к ней седьмой тип – нематериальные ресурсы (узнаваемость бренда, гудвилл)³.

В теории трансакционных издержек ресурсы представляют собой специфические активы, которые не могут быть использованы альтернативным образом без существенной потери в их потенциале. Но именно проблема альтернативности ресурсов делает их неоднородность долгосрочной, а конкурентные преимущества – устойчивыми. Учитывая этот факт, О. Уильямсон выделил шесть типов специфичности активов⁴:

¹ Peteraf M.A. The Cornerstones of Competitive Advantage: A Resource-Base View // Strategic Management Journal. 1993. Vol. 14. No. 3.

² Hoer C.W., Scene D. Strategy Formation: Analytical Concepts. St. Pa, MN: West Pising, 1978.

³ Grant R.M. The Resource Base Theory o Competitive Advantage: Implication For Strategy Formation // California Management Review. 1991. Vo. 33. No. 3. P. 114-135. <http://dx.doi.org/10.2307/41166664>

⁴ Уильямсон О.И. Экономические институты капитализма: фирмы, рынки, «отношенческая» контрактация / пер. с англ. Е.Ю. Благова, В.С. Катькало, Д.С. Славнова и др. СПб.: Лениздат; CEV Press, 1996.

1) *специфичность местоположения актива* (обусловлена ограниченной мобильностью некоторых активов в пространстве, как-то: доступностью природных ресурсов, выгодным экономико-географическим расположением и пр.);

2) *специфичность физических активов* (результат сложного и своеобразного для каждой фирмы инвестиционного процесса);

3) *специфичность человеческого капитала*. Определяется совокупностью целого ряда факторов:

а) опытом и профессиональными навыками;

б) чертами человеческого характера;

в) коммуникативными способностями;

г) уровнем образования и способностью к обучению;

д) мотивацией и ценностными ориентациями личности и др.;

4) *целевые активы* (инвестиции), направленные на расширение производственных мощностей и техническое развитие производства;

5) *торговые марки* (бренды как активы, физически мало ощутимые, но приносящие материальные выгоды);

6) *специфичность активов во времени*.

Компетенция. Производной от категории «ресурсов» является понятие «компетенция», являющееся способом конфигурации способностей и ресурсов экономической системы. Компетенции являются результатом того, каким образом фирма использует собственные ресурсы, чтобы наработать собственные навыки. Ресурсы приобретаются свободно на рынке, в то время как компетенции приобретаются только внутренним развитием фирмы в ее повседневном функционировании. Следовательно, компетенции приобретаются (формируются) с условием установки на особые способы применения фирмой собственных знаний.

Компетенции можно распределить по двум основным группам¹:

- *имплицитные компетенции*, которые являются результатом молчаливого процесса обучения, которое приобретается путем ежедневной работы, как, например, «обучение на практике» («learning by doing»). Эти компетенции невозможно преобразовать в компетенции эксплицитные, поскольку это внутренние наработки каждого из работников.

- в противоположность первым, *эксплицитные компетенции* находят свое отражение в правилах организации, кодах поведения и прочих знаниях, которые зафиксированы в письменной форме.

Процесс развития компетенций в равной мере имплицитен (скрыт) и эксплицитен (очевиден). Он эксплицитен, поскольку положения, разработанные и установленные правлением, могут легко передаваться. Но он и имплицитен, поскольку работники в процессе ежедневного приобретения опыта приобретают и знания о новых способах и подходах к

¹ Кателевский Д.Ю. Эволюция концепций стратегического менеджмента: от Гарвардской внешней среды до ресурсного подхода к управлению. URL: <https://www.google.ru/search?q>

распределению компетенций, что изменяет естественным способом и сами правила эксплицитной организации.

Таким образом, компетенции можно определить как особые навыки по наиболее эффективному использованию ресурсов, *которыми обладает фирма*. Источником компетенций всегда является 1) внутренняя деятельность фирмы, она 2) порождается из процесса, через который проходит фирма в своем использовании ресурсов в рамках конкуренции.

Г. Хамелом и К.К. Прахаладом была разработана теория *ключевых компетенций*, которые являются основным способом достижения и поддержания лидирующих позиций в отрасли. Ключевые компетенции создаются на основе знаний, владения информацией, навыков, используемых технологий, взаимоотношений между структурными подразделениями и репутацией компании¹. Отличительные особенности ключевых компетенций – их неосязаемость, долговременность и исключительность, что позволяет компании создать безусловное конкурентное преимущество. Постоянное совершенствование и приобретение новых, специфических для компании компетенций является важнейшим условием успешной стратегии, обеспечивая доступ к множеству рынков и создавая барьеры на пути проникновения конкурентов на рынок.

В числе первых, заговоривших о *ключевых (отличительных) компетенциях* следует выделить К. Эндрюса², который утверждал, что «отличительные компетенции компании – это больше, чем то, что она может делать; это то, что она может делать особенно хорошо». По его мнению, компаниям следует «*определять навыки*, которые лежат в основе любого достигнутого успеха» и «*находить или создавать умения*, которые являются по-настоящему отличительными».

Г. Хамел и К.К. Прахалад и Godin В.³ также определяли сущность и условия формирования *устойчивых конкурентных преимуществ* хозяйствующих субъектов. По их мнению, это возможно только в случае выбора модели развития, основанной на создании и усилении *своих компетенций* как *внутренних* (знания, навыки, умения и др.), так и *внешних* (эффективные коммуникации с поставщиками и др.), а также активизации *своих динамических способностей* (быстрой адаптации к изменениям рыночной конъюнктуры и своевременного использования потенциала компетенций).

Ключевые компетенции (внутренние и внешние), представляя собой факторы, обеспечивающие устойчивые конкурентные преимущества, трудно имитируемы. Они формируются в результате комбинирования передовых производственных и ИТ технологий, методов креативного менеджмента, коллективного обучения, повышения коммуникационной

¹ Хамел Г., Прахалад К. Конкурируя за будущее. М.: Олимп-бизнес, 2002. 288 с.

² Арманская О.В. Развитие ключевых компетенций как основа современного подхода к обеспечению конкурентоспособности предприятий в инновационной экономике // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2008. № 4. С. 10.

³ Хамел Г., Прахалад К., Томас Г., О'Нил Д. Стратегическая гибкость. СПб.: Питер, 2005. 384 с.

эффективности между различными структурными элементами и бизнес-единицами в экономике.

Значительный интерес представляет и другая ресурсная концепция формирования *устойчивых конкурентных преимуществ*, в частности, новаторские идеи таких ее представителей как Г. Хамел и К.К. Прахалад. Ими совместно разработана теория обеспечения конкурентных преимуществ компаний XXI века, в которой основным способом достижения и поддержания лидирующих позиций определена комбинация из уникальных и труднокопируемых внутренних ресурсов компании. По К.К. Прахаладу и Г. Хемелу для того, чтобы компетенции были «ключевыми», они должны удовлетворять трем критериям: обеспечивать покупателям реальные выгоды; быть сложно имитируемыми; обеспечивать доступ к множеству рынков.

Теория динамических возможностей. Основная критика ресурсного подхода сводится к тому, что, по мнению ряда исследователей, данная концепция является тавтологичной по своей сути, что не описаны механизмы формирования конкурентного преимущества из того набора ресурсов, которым обладает организация, и что, наконец, ресурсному подходу не хватает эмпирической базы для обоснования своих теорий. Другие исследователи считали, что организации вообще нет необходимости разрабатывать конкурентное преимущество, поскольку внешняя среда настолько турбулентна и так быстро меняется, что любое конкурентное преимущество будет быстро устаревать¹. Однако сторонники ресурсного подхода противопоставили критике данного метода теорию *динамических возможностей*. Теория динамических способностей (*возможностей*) в рамках ресурсного подхода была сформулирована такими исследователями, как Д.Дж. Тис, Г. Пизано, А. Шуен в 1997 г.². Согласно им, понятие «динамические возможности» означает «способность фирмы к интегрированию, созданию и реконфигурации внутренних и внешних компетенций для соответствия быстро изменяющейся среде»³. Б. Вернерфельт называет динамические способности «результатом организационного обучения и одновременно способом коллективной деятельности, посредством которого организация систематически генерирует и модифицирует свои операционные рутины в стремлении к повышению управленческой эффективности»⁴.

Итак, по мнению многих исследователей, динамические возможности хотя и существенно расширили и дополнили ресурсный подход, но они ни в коей мере не опровергают его основные положения о том, что в основе конкурентного преимущества организаций лежат ресурсы. Дина-

¹ Кателевский Д.Ю. Эволюция концепций стратегического менеджмента: от Гарвардской внешней среды до ресурсного подхода к управлению. URL: <https://www.google.ru/search?q>

² Тис Д.Дж., Пизано Г., Шуен Э. Динамические способности формы и стратегическое управление // Вестник СПбГУ. Сер. Менеджмент. 2003. № 4. С. 133-185.

³ Там же.

⁴ Вернерфельт Б. Ресурсная трактовка фирмы // Вестник СПб ГУ. 2006. Сер. 8. Вып. 1. С. 103-117.

мические возможности являются обязательными, но не исчерпывающимися условиями получения конкурентного преимущества. Умелое использование динамических возможностей позволяет усилить имеющиеся у организаций комбинации ресурсов в создании долгосрочного конкурентного преимущества.

Критика ресурсного подхода и его вклад. Необходимо отметить, что ресурсный подход дал возможность иначе посмотреть на процесс стратегического управления, основываясь на глубоком изучении внутренних ресурсов. Наряду с этим, данный подход имеет и следующие слабые стороны:

1. Ограниченное восприятие вне зависимости от производственных элементов. Специфичные ресурсы и компетенции принимаются во внимание, но не рассматриваются факторы конкуренции в отрасли, которые также влияют на общую стратегию.

2. Неспособность определения случайных механизмов, которые чаще являются основой для образования конкурентного и длительного преимущества. Корреляция между ресурсами и компетенциями, с одной стороны, является преимуществом в конкуренции и успехом в деятельности, но с другой стороны, не всегда может быть пояснена данной теорией.

3. Рецензенты ресурсного подхода до сих пор задаются вопросом: нужно ли пытаться сохранять преимущество в конкуренции любой ценой? Можно и нужно ли представление о создании кратковременных преимуществ в гиперконкурентном окружении? Ответ на вышеуказанные вопросы очень важен для детерминации долгосрочного преимущества в конкурентной среде.

4. Необходимость достаточно конкретных механизмов для разработки и реализации стратегии именно на практике. К сожалению, ресурсная парадигма не всегда доступна для понимания некоторыми управленцами в некоторых отраслях деятельности.

Тем не менее, ресурсный подход стал той базой, на которой выросло целое направление современного стратегического анализа.

Таким образом, приведенный анализ показывает, что в современной экономике в деятельности и разработке конкурентных стратегий хозяйствующих объектов основную роль играет ресурсный подход, так как именно он обеспечивает стабильный успех фирмы за счет наличия у нее уникальных ресурсов и организационных способностей или компетенций.

Ресурсный подход помогает объяснить, почему одни ресурсы более других способствуют созданию конкурентных преимуществ, а также тот факт, что ресурсная асимметрия и последовательное наращивание конкурентного преимущества возможно даже на рынках, близких к совершенной конкуренции.

Показано, что, используя теорию динамических возможностей в современной экономической ситуации, можно выйти на совершенно но-

вый уровень конкурентной борьбы и удержать имеющиеся конкурентные преимущества, корректируя план действия в соответствии с состоянием внешней среды.

Ценным вкладом ресурсного подхода стало также осознание роли управления в организации деятельности компании. Сами по себе ресурсы не создают конкурентного преимущества – именно управленцы способствуют превращению ресурсов «на входе» в организацию в товары с добавленной стоимостью «на выходе», имеющие ценность для конечных потребителей. А для эффективного управления этим процессом менеджменту организации необходимо своевременно выявлять, разрабатывать и защищать ресурсную базу организации, не говоря уже о том, что высокопрофессиональный топ-менеджмент в организации сам по себе является ценным ресурсом.

Ресурсный подход позволяет заложить важные основы для качественного анализа сильных и слабых сторон экономики отраслей, а также позволяет выделить те ресурсы, которые имеют наиболее важное значение для успешной работы экономики как отдельной организации, так и страны и регионов.

Ресурсная теория организации позволяет управленцам выявлять и более эффективно управлять ресурсами, создающими препятствия от их имитации конкурентами, что позволяет не только достичь конкурентного преимущества, но и сохранять его на протяжении длительного времени.

Выявление основных положений ресурсного подхода организаций позволяет формировать конкурентные преимущества региональной экономической системы, использовать их в управлении его имиджем, а также служить обоснованием мероприятий государственной региональной политики по выравниванию уровня развития.

РОССИЙСКИЙ СЕВЕР И АРКТИКА: ЕДИНОЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО ИЛИ РАЗНЫЕ ГОРИЗОНТЫ РАЗВИТИЯ*

**Т.С. Лыткина, к.соц.н., В.В. Фаузер, д.э.н.,
А.В. Смирнов, к.э.н., Г.Н. Фаузер**

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Введение. Трудно переоценить значение Севера и Арктики для экономики России, поскольку они являются основными поставщиками углеводородного и минерального сырья, металлов для зеленых техноло-

* Статья подготовлена в рамках темы НИР «Человеческие ресурсы северных регионов России: потенциал развития или ограничение экономического роста» (№ ГР 122012700169-9, 2022-2024 гг.)

гий, возобновляемых природных ресурсов как для внутреннего потребления, так и для внешней торговли. Экономические интересы государства к развитию северных и арктических территорий способствовали принятию им социально-экономических преференций для привлекаемого населения, при этом интересы коренного и старожильского населения зачастую игнорировались¹.

Несмотря на справедливую критику политики царского Правительства по отношению к коренным народам Севера, по ряду формальных признаков она была нацелена на то, чтобы окраинные территории развивались наравне с остальными, составляли часть единого экономического пространства. Для сглаживания факторов удаленности и суровости климата окраинным/удаленным территориям устанавливались специальные льготы и гарантии. Одним из первых документов по предоставлению преференций для лиц гражданской службы можно считать: «Положение об особых преимуществах гражданской службы в отдаленных местностях, а также в губерниях Западных и Царства Польского» (1812 г.). В нем был определен перечень территорий, на которые распространялось действие Положения². Недостатком данного Положения было то, что оно касалось только государственных служащих, т.е. носило выборочный, ограниченный характер³. Несмотря на прогрессивность данного документа, в нем были заложены первые противоречия – коренное и старожильское население «исключалось» из поля предоставляемых преференций, противопоставлялось пришлому/приезжему населению⁴.

Вторым документом, в котором были заложены определенные условия/принципы, чтобы коренное население окраинных территорий интегрировалось в российское общество, жило и развивалось по единым законам, является Устав об управлении инородцами, утвержденный Императором Александром I в 1822 г. Он устанавливал систему управления, самоуправления и суда для коренных народов. Устав, подготовленный М.М. Сперанским и Г.С. Батеньковым, по праву считается первой крупной реформой, затронувшей коренных жителей Севера и Сибири. В Уставе были учтены интересы как коренного населения, так и пришлого. Согласно ему, россиянам строго запрещалось самовольно селиться на землях, во владение инородцам отведенных; инородцы освобождались от

¹ Фаузер В.В., Смирнов А.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. Вызовы и противоречия в развитии Севера и Арктики: демографическое измерение // Арктика: экология и экономика. 2022. Т. 12. № 1. С. 111-122. DOI: 10.25283/2223-4594-2022-1-111-122

² Положение об особых преимуществах гражданской службы в отдаленных местностях, а также в губерниях Западных и Царства Польского // Свод законов Российской империи в 16-ти томах. Т. 3 / Под ред. И.Д. Мордухай-Болтовского. СПб.: Русское Книжное Товарищество «Деятель», 1912. С. 330-343.

³ Фаузер В.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. Государственные преференции для населения отдаленных и северных территорий России // Арктика и Север. 2017. № 9. С. 95-97. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2017.29.90

⁴ Лыткина Т.С., Смирнов А.В. Российский Север в условиях глобальной неолиберальной политики: преодоление пространственного неравенства или вытеснение? // Мир России. 2019. Т. 28. № 3. С. 31. DOI: 10.17323/1811-038X-2019-28-3-27-47.

рекрутской повинности, им разрешалось покидать место своего жительства в пределах 500 верст без особого разрешения. В то же время «на отлучку далее 500 верст обязаны они от Земской полиции иметь письменный вид, как равно и в случае наймов у Русских в годовые услуги». Т.е. свобода передвижения носила ограниченный характер. В места, где проживали или кочевали инородцы, строго запрещалось завозить и продавать горячие напитки¹. Несмотря на прогрессивность, большинство статей Устава заканчивалось словами «как с позволения Гражданских Губернаторов или областных Начальников».

К числу «заложенных» противоречий можно отнести и то, что колонизация Севера и Сибири проводилась с целью получить права на естественные богатства и прежде всего на землю. Но, как справедливо замечает Г.К. Гинс, «при заселении территорий, где проживает коренное население, проистекает необходимость примирить противоположные интересы и вести земельную политику так, чтобы не обидеть ни тех, кто хочет сохранить свою землю, ни тех, кто хочет ее приобрести»². Однако это противоречие сохраняется и сегодня между коренными малочисленными народами Севера (КМНС) и ресурсными компаниями.

Определенные противоречия были заложены при делении Севера России на отдельные составляющие: а) Крайний Север; б) местности, приравненные к районам Крайнего Севера; в) территории, вошедшие в перечень районов Крайнего Севера и приравненных к ним местностей – частично. Каждая группа территорий имела свои преференции, свою стратегию развития, что не лучшим образом сказывалось на развитии Севера России и страны в целом.

Следующий конфликт интересов был создан в 2014 г., когда из состава северных территорий были выделены сухопутные территории Арктической зоны РФ (АЗРФ). На наш взгляд, возникли условия разных возможностей получения материальных, финансовых и человеческих ресурсов между территориями, вошедшими в арктическую зону, и теми, которые по-прежнему оставались лишь «северными». Конфликт интересов или разные возможности возникли и внутри отдельных субъектов (республики Карелия, Коми и Саха (Якутия), Красноярский край, Архангельская и Тюменская обл.), где в Арктику вошла часть их территорий. Следовательно, сохранение баланса интересов в развитии всех территорий Севера России для экономической безопасности страны и благополучия населения представляет собой как научную проблему, так и важную практическую задачу.

После распада СССР российский Север опять стал центром повышенного внимания экономической политики новой России. В начале

¹ Устав об управлении инородцев от 22 июля 1822 года // Полное собрание законов Российской империи с 1649 г. Т. 38. № 29126. С. 394-416.

² Гинс Г.К. Переселение и колонизация. Вып. 2: Земельная политика в колониях. СПб.: Типография Ф. Вайсберга и П. Гершунина, 1913. С. 5, 6, 10.

1990-х годов стали вестись дискуссии о перенаселенности Севера¹ и о том, что надо сворачивать сеть постоянных поселений и шире использовать вахтовый метод. В начале 2000-х годов возникли обоснованные опасения, что «готовый идти на Север капитал, в т.ч. и казенный, имеет только одну цель: взять все, что можно по максимуму с минимальными издержками на обустройство северных территорий». Другой проблемой/опасением стало то, что в активах ресурсоэксплуатирующих компаний стали преобладать иностранные инвестиции, как результат – добавленная стоимость может «уплыть» за границы РФ, что является «серьезным вызовом для сохранения Российского суверенитета»².

Вопросы противостояния или противопоставления интересов всегда связаны с конкуренцией за доступ к ресурсам. Не последнюю роль в распределении ресурсов и предоставлении разного рода преференций играет государство. На эту сторону конкуренции обратил внимание М. Портер: «в современной экономической ситуации, когда конкуренция в мировых масштабах все возрастает, роль государств становится все более важной. По мере того как основа конкурентной борьбы все больше смещается в сторону создания и освоения знаний, роль государства возрастает»³. Поэтому разумным выглядит предложение, что северным и арктическим регионам не стоит вступать в конкуренцию между собой, а следует работать на общий результат, тогда в выигрыше окажутся все, а не только ресурсоэксплуатирующие компании⁴.

О территориальном переустройстве России особенно активно заговорили в 2000-е годы, когда было предложено сосредоточить все ресурсы в 20 агломерациях, что автоматически привело бы «к борьбе за власть и финансовые ресурсы»⁵. Если бы это произошло, то Север и Арктика выпали бы из этого пространства, поскольку таких агломераций у них просто нет, исходя из численности населения городов⁶. Никто из экспертов по территориальному развитию не отрицает, что территориальное обустройство России требует модернизации. Началось это с укрупнения регионов. На Севере были образованы: Пермский край (вошли Пермская обл. и Коми-Пермяцкий АО, 1 декабря 2005 г.), Камчатский край (вошли Камчатская обл. и Корякский АО, 1 июля 2007 г.). В Красноярском крае с 1 января 2007 г. Таймырский (Долгано-Ненецкий) и Эвенкийский АО находятся в составе с прекращением существования в качестве субъекта.

¹ В начале 1990-х годов, по разным оценкам, избыточное население российского Севера составляло от 20 до 40%.

² Малов В.Ю., Тарасова О.В. Север против юга: ресурсы наши – прибыль ваша? // Интерэкспо. 2012. Т. 1. № 3. С. 142.

³ Портер М. Конкуренция.: Пер. с англ. М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. С. 162.

⁴ Малов В.Ю., Тарасова О.В. Север против юга: ресурсы наши – прибыль ваша? // Интерэкспо. 2012. Т. 1. № 3. С. 149.

⁵ Бирюков С. Проект «20 агломераций». Шанс для провинциальной России? // Агентство политических новостей. 2010. URL: <http://www.apn.ru/publications/article23519.htm>

⁶ Фаузер В.В., Смирнов А.В. Российская Арктика: от острогов к городским агломерациям // ЭКО. 2018. № 7. С. 112-130. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2018-7-112-130

Новые вызовы в развитии Севера России возникли с «появлением» российской Арктики, которая по ряду причин из глобальной периферии превратилась в глобальный фронт. Придать новый импульс развитию Арктики государство вынуждено было как по факторам внутренней, так и внешней среды. Внутренние факторы – это исчерпание природных ресурсов в прилегающих к Арктике северных территориях, а внешние – это повышенный интерес мировых держав к арктическим территориям с их колоссальными запасами углеводородов. Почему это произошло именно в 2000-е годы, задается вопросом А.Н. Пилясов. Почему это не затронуло Север, нет ответа, сколько продлится действие этого феномена «сетевого заражения» интересом к Арктике?

В прежние годы обособление российского Севера и Арктики носило «неявный характер: по умолчанию, когда речь шла о Севере, имелись в виду вопросы социальной политики и трудового права, вопросы государственного управления и экономического развития, а когда об Арктике – вопросы обороны, морской деятельности и международного экологического сотрудничества. В этой схеме Арктика не имела самостоятельного значения, «вырастала» из Севера: специальных институтов для Арктики (норм, правил, регламентов) было существенно меньше, чем для Севера»¹.

В новых реалиях место и роль Арктики существенно изменились. И эта роль не случайна. «В настоящее время накопилось существенное технологическое отставание России в технологической конкуренции в Арктике. Ожидается, что в ближайшие годы произойдет крупнейший в мире искусственно запрограммированный передел рынка углеводородов и полезных ископаемых. Следует опасаться беспрецедентной активности и масштаба поглощения именно российских компаний под видом партнеров из более дружественных стран, ангажированных международными корпорациями»². В этой связи бесспорно важны государственные программы и преференции по развитию арктических территорий, но «есть опасение, что северные территории, не вошедшие в Арктику, в очередной раз станут отдаленными, или «отделенными» от финансов, материальных ресурсов, внимания и протекционизма государства»³. Исследуя проблемы развития транспорта, Н.Ю. Замятина и А.Н. Пилясов отмечают, что существует нерасторжимая связь хозяйства с транспортными системами – до такой степени, что можно говорить о едином промышленно-транспортном комплексе Арктики и Севера России⁴.

¹ Пилясов А.Н. Российский Арктический фронт: парадоксы развития // Регион: экономика и социология. 2015. № 3 (87). С. 4, 21.

² Бондарева Н.Н. Технологическая конкуренция между арктическими государствами с учетом вызовов и угроз освоения Арктики (на примере корпоративного уровня стран ЕС) // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2018. Т. 9. № 2. С. 290. DOI: 10.18184/2079-4665.2018.9.2.288-301

³ Фаузер В.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. Государственные преференции для населения отдаленных и северных территорий России // Арктика и Север. 2017. № 9. С. 126. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2017.29.90

⁴ Замятина Н.Ю., Пилясов А.Н. Российская Арктика: К новому пониманию процессор освоения. М.: ЛЕНАНД, 2018. С. 27-28.

В большинстве работ северные и арктические территории выступают единым регионом, однако, касаясь вопросов суверенитета Арктики, А.Н. Пилясов обратил внимание, что различия существуют, их суть в следующем:

- в экономике Арктики чаще представлены крупные корпорации, чем на Севере; в структуре инвестиций арктических регионов доминируют собственные средства предприятий, в районах Севера институциональная структура инвестиций более дисперсная, не такая концентрированно-корпоративная, как в Арктике;

- в системе расселения Арктики представлены крупные, средние и малые промышленные города и монопрофильные поселки, стационарные и вахтовые; на Севере более многочисленны агропромысловые села, административные районные центры и сервисные поселки; арктическая система расселения по сравнению с северной в целом более городская, более концентрированная, более промышленная и менее стационарная;

- если разговоры о перенаселенности северных территорий и необходимости «разгрузить» уже созданную здесь сеть населенных мест, о необходимости тотального перехода к вахтовой модели освоения имеют под собой определенную почву, то к российской Арктике эти разговоры не состоятельны. Опустынивание этих пространств, давно и прочно заселенных, угрожает подрывом российского суверенитета¹.

Еще один вид противоречий связан с тем, что, по мнению Ф.Х. Соколовой «потенциальной угрозой может стать нарастание противоречий между новопоселенческим и старожильческим населением, прежде всего коренными малочисленными народами по параметрам: город (место концентрации иммигрантов) – село (территории преимущественного проживания коренных малочисленных народов); между необходимостью промышленного освоения Арктики и потребностью сохранения традиционного уклада жизни коренных малочисленных народов Севера, эффективность которого напрямую связана с экологической обстановкой, природной средой обитания, обеспечением их прав на законодательном уровне»².

Сегодня нерешенные проблемы между ресурсными компаниями и КМНС приводят к открытому противостоянию. «Проводимые по Северу полевые исследования показывают, что промышленное освоение не только не обеспечивает роста уровня и качества жизни коренных народов, но подчас приводит к ухудшению их положения, способствуют росту иждивенческих настроений»³. Идеология нефтяного общества тесно

¹ Пилясов А. Н. Суверенитет как экономико-географический феномен (на примере трендов развития Арктической зоны РФ) // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2017. Т. 62. № 3. С. 284, 286. DOI 10.21638/11701/spbu07.2017.305

² Соколова Ф.Х. Этнодемографические процессы в Российской Арктике // Арктика и Север. 2015. № 21. С. 163; Фаузер В.В. Финно-угорские народы: история демографического развития. Сыктывкар: Институт языка, литературы и истории Коми НЦ УрО РАН, 2005. 24 с.

³ Хакназаров С.Х. К вопросу о взаимодействии коренных народов Севера и промышленных компаний на примере Югры // Арктика и Север. 2018. № 30. С. 122-123. DOI: 10.17238/issn2221-2698.2018.30.120

связана с верой в промышленное развитие и модернизацию, с асимметрией доступа к ресурсам и связанными с этим конфликтами, с исключением из процесса принятия решений слабых игроков, с доминированием экономических целей развития¹. Сложилось так, что традиционный образ жизни КМНС привязан к определенным территориям для выпаса оленей, охоты, рыбной ловли. Но зачастую именно эти территории оказываются богатыми нефтью и газом².

Развитие нефтедобычи ведет к сокращению земель для оленеводства и загрязнению рек, изменению маршрутов миграции животных. При этом коренные жители оказываются исключенными из процесса извлечения и распределения нефтяной ренты. Нефтяная экспансия делает невозможным сохранение прежнего образа жизни коренных жителей и меняет их культуру. Коренные народы вынуждены приспосабливаться к нефтяной идеологии. В восприятии местных жителей нефтяники являются «временщиками» и «варягами», которые «выкачают всю нефть и уйдут», а местные жители останутся в разрушенной среде обитания. Поэтому бытует мнение о необходимости «доить нефтяников» и ожиданиях повсеместной помощи от них³.

Еще один вид противоречий – это право на землю, он сродни тому, что был отмечен нами при описании колонизации. Эти «наиболее острые противоречия восходят к представлениям промышленников о «ничейной» земле. Они считают, что коренные жители живут на земле компании, что компания оформила лицензию, а оказалось, что на этой территории кочуют оленеводы». Коренных жителей обвиняют в том, что они стоят на пути промышленного освоения, а сами пользуются его благами, ездят на машинах, снегоходах. Претензии КМНС сводятся к тому, что имеет место «нерациональное использование ресурсов, идет бытовое загрязнение леса и тундры, огромное количество отходов – промышленных и бытовых, которые оставляют после себя работники промышленных предприятий. В то же время они понимают «необходимость сосущество-

¹ Reyna St., Behrends A. Crazy Curse and Crude Domination // Behrends A., Reyna St., Günther Sch. (eds). Crude Domination. An Anthropology of Oil. New York; Oxford: Berghahn Books, 2011. Pp. 3-29; Rogers D. Depths of Russia: Oil, Power, and Culture after Socialism. Ithaca, NY: Cornell University Press, 2015. 394 p.

² Wilson E. Conflict or Compromise? Traditional Natural Resource Use and Oil Exploitation in Northeastern Sakhalin, Nogliki District // Murakami T. (ed.) Russian Regions: Economic Growth and Environment. Sapporo: Slavic Research Center; Hokkaido University, 1999. Pp. 273-299; Stammier F. Reindeer Nomads Meet the Market: Culture, Property and Globalization at the End of the Land. Muenster: Litverlag, 2005. 379 p.; Stammier F., Wilson E. Dialogue for Development: An Exploration of Relations between Oil and Gas Companies, Communities and the State // Sibirica. 2006. Vol. 5 (2). Pp. 1-42; Coe N., Dichen P., Hess M. Global Production Networks: Realizing the Potential // Journal of Economic Geography. 2008. Vol. 8. Pp. 272-295; Novikova N., Wilson E. The Sakhalin-2 Project Grievance Mechanism // Wilson E., Blackmore E. (eds) Dispute or Dialogue: Community Perspectives on Company-Led Grievance Mechanisms. London: International Institute for Environment and Development, 2013. Pp. 84-109.

³ Тулаева С.А., Тысячнюк М.С. Между нефтью и оленями. О распределении благ между нефтяниками и коренными народами в российской Арктике и Субарктике // Экономическая социология. 2017. Т. 18. № 3. С. 71.

вания с приезжими»¹. На наш взгляд – это самое сложное противоречие, которое решить без обоюдных потерь и уступок невозможно.

Заключение. Проведенный анализ «конфликта интересов» между разными хозяйствующими субъектами позволил выделить следующие виды конфликтов в территориально-отраслевом плане: между северными и арктическими регионами и регионами, расположенными за их пределами; между арктическими и не арктическими регионами Севера России за доступ к материальным, финансовым и человеческим ресурсам; между коренными малочисленными народами Севера и ресурсными компаниями за право владения земельными ресурсами, за участие в распределении доходов; между коренным и старожильческим населением и мигрантами (пришлым населением) по уровню и набору предоставляемых предпочтений.

Несмотря на все усилия, принимаемые Правительством России для перехода экономики страны от доминирования в структуре ВВП отраслей ТЭК на альтернативный/инновационный путь развития, в Энергетической стратегии до 2030 г. отмечается, что ответом на внешние вызовы/угрозы является «обеспечение вклада энергетического сектора страны в повышение эффективности ее внешнеэкономической деятельности и усиление позиций России в мировой экономической системе».² Т.е. ставка по-прежнему делается на добычу энергоресурсов, расположенных на Севере и в АЗРФ. Конфликт доступа к сырьевым ресурсам и получения сверхдоходов сохранится.

МОНИТОРИНГ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАЛЬНЫХ СИСТЕМ

В.А. Цукерман, к.т.н., Е.С. Горячевская
*Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина
ФИЦ КНЦ РАН, г. Апатиты*

Проведение мониторинга инновационного потенциала арктических экономических систем является основой организации формирования инновационной деятельности с учетом особенностей макрорегиона Севера и Арктики³.

¹ Новикова Н.И. Нефть, газ, коренные народы: кто напишет правила? // Вестник углубления. 2016. № 3 (26). С. 132-133.

² Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13.11.2009 г. № 1715-р «Об Энергетической стратегии России на период до 2030 года». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/96681/>

³ Tsukerman V.A., Goryachevskaya E.S. On Implementing the Strategy of Scientific and Technological Development of the Russian North and the Arctic // Advances in Economics, Business and Management Research. International Scientific Conference "Far East Con" (ISC FEC 2018). 2019. V. 47. Pp. 814-817. DOI <http://doi.org/10.2991/iscfec-18.2019.198>

Различными авторами предложено множество определений инновационного потенциала регионов как совокупности различных ресурсов, включая финансовые, материальные, информационные, интеллектуальные, кадровые, научно-технические, инфраструктурные, а также другие ресурсы, содействующие осуществлению инновационной деятельности¹.

Мониторинг инновационного потенциала позволяет интегрировать усилия федеральных и региональных органов власти по активизации инновационного развития промышленных предприятий. Различные аспекты инновационного потенциала обуславливают необходимость исследования множества показателей. Для анализа состояния инновационного потенциала требуется формирование интегральной комплексной оценки на определенный период времени².

Основой проведения исследований являются теоретико-методологическая оценка инновационного потенциала, научное обоснование различных сценариев долгосрочной стратегии научно-технологического развития. Для проведения оценки инновационного потенциала выбраны четыре региона, которые полностью относятся к Арктической зоне Российской Федерации (арктические регионы): Чукотский, Ненецкий, Ямало-Ненецкий автономные округа и Мурманская область³.

Рассмотрены различные сценарии реализации стратегии инновационного развития, методологические принципы и методические рекомендации для определения инновационного потенциала, основные из которых:

- методологии агентства INSEAD⁴, Мирового экономического форума⁵, университета Мэйдзи⁶, Организации экономического сотрудничества и развития⁷, Всемирного банка⁸, Комиссии европейских сообществ¹;

¹ Кравченко С.И., Кладченко И.С. Исследование сущности инновационного потенциала // Научные труды Донецкого технического университета. Серия: Экономика. 2003. № 68. С. 88-96; Жиц Г.И. Инновационный потенциал и развитие экономических систем: проблемы оценки // Инновации. 2001. № 10. С. 41-43; Митрофанова И.В., Бендь А.С. Инновационный потенциал региона: проблемы формирования и использования // Сб. матер. Междун. науч.-практ. конфер. «Управление инновациями». М.: Изд-во «Доброе слово», 2006. С. 186-189; Инновационная экономика: Энциклопедический словарь-справочник / Комков Н.И., Селин В.С., Цукерман В.А. Науч. рук. Ивантер В.В., Суслов В.И.; ИНП РАН. М.: МАКС Пресс, 2012. 544 с.

² Горячевская Е.С., Цукерман В.А. Об оценке инновационного потенциала регионов Севера // Междун. науч.-практ. конфер. «Управление инновациями – 2010», Москва 15-17 ноября 2010 г. / Под ред. Р.М. Нижегородцева. М.: ЛЕНАНД, 2010. С. 441-449; Цукерман В.А., Горячевская Е.С. О модернизации инновационного промышленного комплекса Севера и Арктики // Друкеровский вестник. 2017. № 1. С. 189-199. DOI:10.17213/2312-6469-2017-1-190-200

³ Указ Президента РФ от 2 мая 2014 г. № 296 «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» (в ред. Указа Президента РФ от 27.06.2017 г. № 287)

⁴ The Global Innovation Index. URL: <https://tind.wipo.int/record/42316>

⁵ The Global Competitiveness Report 2020. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-competitiveness-report-2020>

⁶ Science and technology in Japan 2017. URL: https://www.meiji.ac.jp/cip/english/undergraduate/science/news/2017/sjt2017_report

⁷ OECD Reviews of Regional Innovation: Regions and Innovation Policy. URL: <https://www.oecd.org/innovation/oecdreviewsofregionalinnovationregionsandinnovationpolicy.htm#:~:text=Regions%20and%20Innovation%20Policy%20addresses,the%20innovation%20capacity%20of%20regions>

⁸ Knowledge economy index 2020. URL: <https://gtmarket.ru/ratings/knowledge-economy-index>

- методики агентства «Эксперт РАЕКС»², Центра «Северо-Запад»³, Высшей школы экономики⁴, Национальной ассоциации инноваций и развития информационных технологий⁵, Ассоциации инновационных регионов России⁶, Финансового университета г. Москва при Правительстве Российской Федерации⁷;

- публикации зарубежных ученых: К. Фримана⁸, М. Фишера⁹, Р. Нельсона¹⁰, Б. Лундвалла¹¹;

- методологии, разработанные российскими специалистами, в том числе: Ю.А. Гаджиевым¹², Н.С. Олейником¹³, М.А. Бендиковым¹⁴, Т.А. Штерцером¹⁵, Ю. Богачевым и В. Винокуровым¹⁶, А.А. Быковой и М.А. Молодчик¹⁷, А.В. Чугуновым¹⁸, Я.А. Макаровой и Я.А. Флудом¹⁹, С.В. Кортвым²⁰, А.Е. Варшавским²¹.

Оценка инновационного потенциала выполнена на основании методики Н.С. Олейника⁴²⁷, позволяющей определить эффективность ис-

¹ European Innovation Scoreboard 2021. URL: <https://ec.europa.eu/research-and-innovation/en/statistics/performance-indicators/european-innovation-scoreboard/eis>

² Рейтинги инвестиционной привлекательности регионов России 2020. URL: <https://www.ranational.ru/ru/node/63982>

³ Инновационный рейтинг регионов. URL: <http://innovation.gov.ru/map>

⁴ Рейтинг инновационного развития субъектов Российской Федерации. Выпуск 7 / В.Л. Абашкин, Г.И. Абдрахманова, С.В. Бредихин и др.; под ред. Л.М. Гохберга; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2021. 274 с. URL: <https://www.hse.ru/primarydata/rir2021>

⁵ Рейтинг инновационной активности регионов. URL: <http://www.nair-it.ru/news/31.07.2015/461>

⁶ Рейтинг инновационных регионов России 2018. URL: <https://i-regions.org/rejting-rejting-innovatsionnogo-razvitiya/>

⁷ Рейтинг инновационных регионов России 2016. URL: <https://www.yumpu.com/xx/document/view/31819701/->

⁸ Freeman C. The 'National System of Innovation' in historical perspective // Cambridge Journal of Economics. 1995. № 19. Pp. 5-24.

⁹ Fischer M., Fröhlich J. Knowledge, Complexity and Innovation Systems. Berlin, 2001. 482 p.

¹⁰ Nelson R. National Innovation Systems: a comparative analysis. Oxford University Press, 1993. 560 p.

¹¹ Lundvall B. National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning. N. Y., 2010. 404 p.

¹² Макроэкономическая динамика северных регионов России / Ю.А. Гаджиев, В.И. Акопов, Д.В. Колечков и др. Сыктывкар, 2009. 336 с.

¹³ Олейник Н.С. Анализ инновационной деятельности в Нижегородской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 8. С. 6-11.

¹⁴ Бендилов М.А. Методологические основы исследования механизма инновационного развития в современной экономике // Менеджмент в России и за рубежом. 2007. № 2. С. 3-14.

¹⁵ Штерцер Т.А. Анализ взаимосвязи экономического роста и характеристик российской инновационной системы : автореф. дис. ... канд. экон. наук / Ин-т экономики и организации пром. пр-ва СО РАН. Новосибирск, 2007. 18 с. URL: <http://econom.nsc.ru/ieie/news/zashiti/avtoref/shtercer.pdf>

¹⁶ Богачев Ю., Винокуров В. Сравнительный анализ научно-технического и инновационного развития субъектов РФ. URL: <http://bujet.ru/article/31186.php>

¹⁷ Быкова А.А., Молодчик М.А. Проблемы позиционирования региона в новой экономике // Инновации. 2007. № 1. С. 66-79.

¹⁸ Чугунов А.В. Система индикаторов и мониторинг развития информационного общества и экономики знаний // Вестник международных организаций: образование, наука, новая экономика. 2006. № 7. С. 13-30.

¹⁹ Макарова П.А., Флуд Н.А. Статистическая оценка инновационного развития // Вопросы статистики. 2008. № 2. С. 15-30.

²⁰ Кортв С.В. Анализ инновационного развития территории на базе эволюционного подхода // Инновации. 2004. № 6. С. 25-33.

²¹ Инновационный путь развития для новой России / Отв. ред. В.П. Горегляд; Центр социально-экономических проблем федерализма Института экономики РАН. М.: Наука, 2005. 343 с.

пользования различных ресурсов арктических регионов для их инновационного развития по данным статистики¹.

Каждый показатель нормировался к максимальному значению. Потенциальный и реальный индекс рассчитывались как средние значения показателей.

Потенциальный индекс инновационного развития на основании расчетов за период 2015-2020 гг. приведен в табл. 1.

Таблица 1

Ранжирование арктических регионов по потенциальному индексу инновационного развития

Регион	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Мурманская область	0,544	0,569	0,563	0,589	4,000	0,782
Ямало-Ненецкий АО	0,428	0,480	0,494	0,454	0,513	0,534
Чукотский АО	0,325	0,228	0,306	0,181	0,271	0,190
Ненецкий АО	0,159	0,257	0,174	0,124	0,134	0,139

За период 2015-2020 гг. Мурманская область обладает наибольшим потенциалом для инновационного развития. Наименьшим потенциалом обладает Ненецкий автономный округ, в 2016 г. – Чукотский автономный округ. Размах вариации, имеющий значения 2,5-29,9, характеризует сильную дифференциацию по ресурсному потенциалу². Для Ненецкого и Чукотского автономных округов характерно снижение потенциала для инновационного развития на 13 и 42%, соответственно.

В табл. 2 приведено ранжирование арктических регионов по реальному индексу инновационного развития.

Таблица 2

Ранжирование арктических регионов по реальному индексу инновационного развития

Регионы	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ямало-Ненецкий АО	0,609	0,548	0,602	0,487	0,675	0,508
Мурманская область	0,372	0,303	0,392	0,477	0,532	0,726
Чукотский АО	0,283	0,156	0,324	0,229	0,046	0,114
Ненецкий АО	0,077	0,141	0,071	0,032	0,038	0,047

Наилучшими показателями реального индекса инновационного развития характеризуются Ямало-Ненецкий автономный округ, а также Мурманская область. Наименьшими показателями реального индекса инновационного развития характеризуется Ненецкий автономный округ. Размах вариации колеблется в пределах 3,9-17,8, что характеризует сильную дифференциацию по реальному индексу инновационного развития.

¹ Регионы России. Социально-экономические показатели. 2020: Стат. сб. / Росстат. М., 2021. 1112 с. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210>

² Цукерман В.А., Горячевская Е.С. Ресурсный потенциал инновационного развития промышленности российской Арктики: оценка и значимость // Арктика и Север. 2022. № 46. С. 66-78. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2022.46.66; Цукерман В.А., Горячевская Е.С. Ресурсный потенциал для инновационного развития арктических регионов Российской Федерации // Дружковский вестник. 2021. № 3. С. 200-212. DOI: 10.17213/2312-6469-2021-3-200-212

На рис. 1 приведено соотношение потенциального и реального индексов инновационного развития арктических регионов.

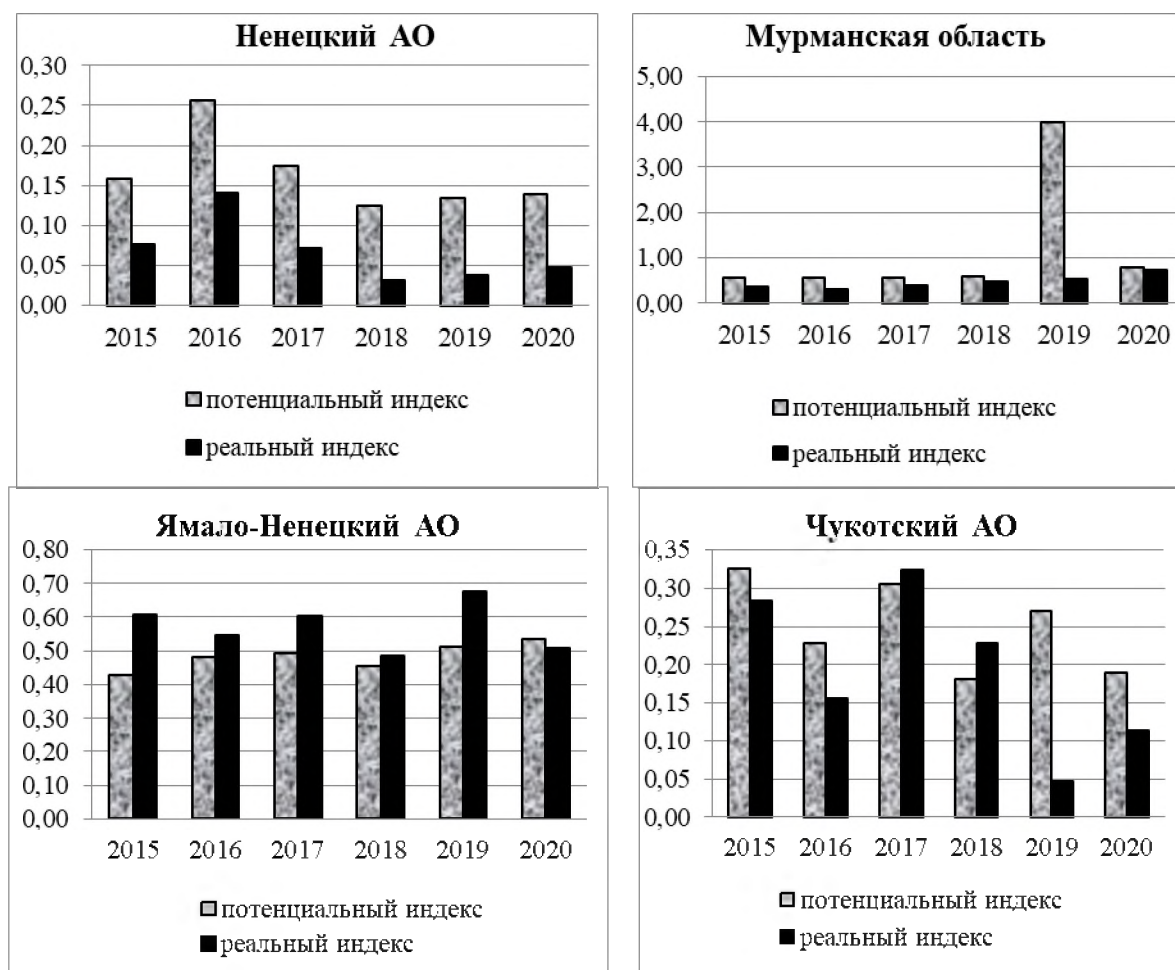


Рис. 1. Соотношение потенциального и реального индексов инновационного развития арктических регионов

Исследования показали, что наиболее эффективно используются ресурсы для инновационного развития в Ямало-Ненецком автономном округе, которому в средне- и долгосрочном периоде можно рекомендовать сценарий достижения лидерства инновационного развития, который предусматривает генерирование и реализацию инновационных проектов. Для других регионов рекомендуется сценарий инерционного развития, предусматривающий заимствование передовых инновационных технологий.

Возникающие новые и нерешенные угрозы и проблемы для Арктики в период влияния различных природных особенностей, решение которых не позволяют ограниченные бюджетные средства, например, исследования, связанные с изменениями климата, требуют проведения научных разработок инновационных проектов как основы социально-экономического роста регионов Арктики. Для повышения эффективности хозяйственной деятельности, прежде всего промышленных предприятий, инфраструктуры и социальной сферы, требуется ориентация не только на изменение социально-экономических показателей, но и на

охрану окружающей среды и улучшение качества жизни людей. Крупные промышленные корпорации демонстрируют возможность решения этих задач при наличии инвестиционных ресурсов. В этом плане необходима разработка долгосрочной политики стимулирования государством хозяйственного комплекса и социального развития Арктики¹.

Выполнена оценка инновационного потенциала арктических регионов, позволяющая определить эффективность использования различных ресурсов для инновационных преобразований арктических регионов. Следует отметить, что Ямало-Ненецкий автономный округ продемонстрировал наибольший потенциал по сравнению с другими арктическими регионами и, соответственно, наиболее рациональное использование ресурсов для инновационно-технологического развития, что является основой для рекомендации применения сценария достижения лидерства инновационного развития в средне- и долгосрочном периоде.

ИННОВАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ КРУПНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ СЕВЕРА И АРКТИКИ

В.С. Жаров, д.э.н., В.А. Цукерман, к.т.н., Н.В. Жаров

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина

ФИЦ КНЦ РАН, г. Апатиты

Крупные промышленные предприятия, входящие преимущественно в состав минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов, являются основой социально-экономического развития регионов Севера и Арктики². В то же время они являются и основными источниками загрязнения окружающей природной среды отходами производства. При этом ассимиляционная способность природы в условиях Севера и Арктики значительно ниже, чем в других регионах России. Соответственно, возникает вопрос – каким образом можно и нужно обеспечивать экономический рост вышеуказанных регионов при одновременном снижении или хотя бы неувеличении нагрузки на окружающую природную среду? Ответ на него одновременно простой и сложный.

Простой – потому что для этого промышленным предприятиям необходимо обеспечить внедрение технологических инноваций в виде новых технологий производства продукции. Они позволят снижать мате-

¹ Tsukerman V.A., Goryachevskaya E.S. Innovation development of industry as the basis of socio-economic growth of the regions of the Arctic zone of the Russian Federation // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. 539. 012085. DOI: 10.1088/1755-1315/539/1/012085

² Управление инновационным развитием промышленности Арктической зоны Российской Федерации / отв.ред. В.А. Цукерман. Апатиты: КНЦ РАН, 2019. 169 с.

риалоемкость производства, т.е. увеличивать долю добавленной стоимости в структуре стоимости реализуемой продукции, что и будет обеспечивать рост ВРП регионов. Одновременно при этом будет уменьшаться и объем отходов производства с каждой тонны выпускаемой продукции.

Сложность ответа на поставленный вопрос заключается в том, что материалоемкость производства до определенного уровня можно снизить и за счет совершенствования существующей технологии производства, что более предпочтительно для предприятий, так как внедрение новых технологий требует существенного объема инвестиций и более рискованно. Таким образом, перед каждым предприятием, использующим технологические инновации, существует дилемма – внедрять новые технологии либо продолжать совершенствовать существующие. Она детально рассматривается нами в разрабатываемой методологии экономического анализа технологического обновления производства (ЭАТОП), где показано, что при использовании основных производственных ресурсов (материальных, физического капитала в виде основных фондов и производственного персонала) технологическое развитие предприятия осуществляется через последовательное прохождение шести стадий¹. Каждая стадия характеризуется изменением значений материалоемкости (МЕ) и фондоемкости (ФЕ) производства в сторону уменьшения либо увеличения, но установлено, что между МЕ и ФЕ объективно существует пропорциональная зависимость, которую отражает коэффициент пропорциональности, названный нами коэффициентом уровня технологичности производства (Кутп). При этом только на одной из шести стадий технологического развития одновременно снижаются МЕ и ФЕ, т.е. растут материалоотдача (МО) и фондоотдача (ФО), а значит, и производительность труда. В результате обеспечивается максимально возможная экономическая эффективность использования производственных ресурсов и, соответственно, максимизация прибыли с каждой единицы реализуемой продукции.

Именно использование ЭАТОП на основе данных предприятий за ретроспективный период деятельности (три-пять лет) показывает динамику изменения стадий технологического развития производства, что на основе значений индикаторов использования технологических инноваций (МО, ФО и Кутп) позволяет своевременно принимать управленческие решения по внедрению новых технологий. В связи с этим представляет интерес предварительный качественный анализ внедрения таких технологий на предприятиях минерально-сырьевого и топливно-энергетического комплексов, функционирующих в регионах Севера и Арктики, т.е. на каких предприятиях и когда в анализируемый период времени обеспечивалось внедрение новых технологий. Это является целью настоящей статьи.

¹ Жаров В.С. Инвестиционно-инновационный анализ деятельности производственных систем // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2018. Т. 11. № 6. С. 142-152.

Указом Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 поставлена задача увеличения к 2024 г. до 50% количества организаций, осуществляющих технологические инновации, от их общего числа. Для определения инновационной активности арктических предприятий, входящих в состав минерально-сырьевого комплекса (МСК), с точки зрения внедрения новых технологий, выбраны 19 компаний, информация по которым представлена в открытом доступе на сайтах и в годовых отчетах, а также в научных публикациях за период 2013-2021 гг.

Компании, которые реализовали новые технологические решения:

1. Кировский филиал АО “Апатит” ПАО “ФосАгро”.

В 2017 г. предприятием разработана и внедрена технология циклично-поточного транспортирования вскрышных пород при участии компании “Thyssen Krupp Industrial Solutions” (Германия), позволившая повысить добычу руды на 10%.

В 2018 г. предприятием разработана и внедрена технология тонкого грохочения с использованием высокочастотных грохотов “Landsky”, изготавливаемых фирмой “Beijing Screen Technology Co., Ltd.” (Китай), позволившая повысить эффективность разделения руды по классам крупности и перерабатывать бедные и забалансовые руды (с содержанием P_2O_5 от 4 до 6%).

В 2019 г. предприятием совместно с компанией ООО “Эпирок РУС” разработана и внедрена технология дистанционного управления буровой техникой при подземной добыче руды, позволившая увеличить эффективность бурения на 20%.

2. АО “Кольская ГМК” – дочернее предприятие ПАО “ГМК “Норильский Никель”.

В 2017 предприятием совместно с ООО “Гипроникель” разработана и внедрена технология брикетирования медно-никелевого концентрата, позволившая снизить выбросы диоксида серы в атмосферу на 35-40 тыс. тонн в год.

В 2018 г. предприятием разработана и внедрена технология контроля готовой продукции участка брикетирования с применением искусственного интеллекта и машинного зрения, позволившая улучшить контроль качества готовой продукции.

В 2019 г. предприятием совместно с ООО “Гипроникель” внедрена технология электроэкстракции никеля из растворов хлорного растворения никелевого порошка трубчатых печей, позволившая увеличить производство электролитного никеля со 120 тыс. до 145 тыс. тонн в год и повысить уровень извлечения никеля в концентрат на 1%.

3. АО “Северо-западная фосфорная компания” – дочернее предприятие ПАО “Акрон”.

В 2020 г. предприятием внедрена технология аккумуляции воды, позволившая снизить нагрузку на насосное оборудование рудника и промплощадки ГОКа.

4. АО “Олкон”, входящее в дивизион «Северсталь Ресурс» ПАО “Северсталь”.

В 2015 г. предприятием совместно с ООО “СПБ-Гипрошахт” внедрена технология циклично-поточной доставки руды с использованием крутонаклонного конвейера, позволившая снизить затраты на транспортировку в 2 раза¹.

В 2019 г. предприятием совместно с учеными Горного института ФИЦ КНЦ РАН внедрена технология магнитно-гравитационной сепарации, позволившая увеличить содержание железа в концентрате до 68,46%.

В 2020 г. предприятием совместно с ФИЦ КНЦ РАН внедрена технология винтовой сепарации, позволившая получить гематитовый концентрат на уровне 62%.

5. ООО “Золоторудная компания “Майское” – дочернее предприятие АО “Полиметалл”.

В 2018 г. предприятием совместно с компанией “SGS” (Россия), внедрена технология переработки окисленной руды комбинированным способом, позволившая увеличить долю золота в концентрате на 24%.

6. Заполярный филиал ПАО “ГМК “Норильский никель”.

В 2017 г. предприятием совместно с АО “Механобр инжиниринг” на Талнахской обогатительной фабрике внедрена технология обогащения шихты богатых и медистых руд, позволившая перерабатывать малоникелистый пирротин².

По остальным 13 предприятиям из 19, в том числе по таким известным предприятиям как АО “Карельский окатыш” и АО “Воркутауголь” (в составе дивизиона «Северсталь Ресурс» ПАО “Северсталь”), АО “Ковдорский горно-обогатительный комбинат” ПАО “МХК” Еврхим”, ООО “Ловозерский горно-обогатительный комбинат”, “Русал Кандалакша” – филиал АО “Русал Урал” ОК “Русал”, данные по внедрению новых технологий отсутствуют.

По арктическим предприятиям топливно-энергетического комплекса (ТЭК) анализ инновационной активности за период 2013-2021 гг. с точки зрения внедрения новых технологий выполнен для 34 предприятий, которые представили информацию в открытом доступе.

Предприятия, реализовавшие новые технологические решения:

1. АО “Газпромнефть-Ноябрьскнефтегаз” – дочернее предприятие ПАО “Газпромнефть” (ПАО “Газпром”).

¹ Семенюк А.А. [и др.]. Инновационная технология транспорта руды Оленегорского месторождения с применением крутонаклонного конвейера // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2015. № S56. С. 413-420.

² Лесникова Л.С. [и др.]. Внедрение технологии обогащения шихты богатых и медистых руд на Талнахской обогатительной фабрике // Цветные металлы. 2018. № 6. С. 32-37.

В 2017 г. внедрена технология временной кольматации пластов в процессе капитального ремонта скважин, позволяющая снизить на 15% затраты на ремонт.

В 2019 г. совместно с ООО “НСХ” Азия Дриллинг” внедрена технология цифрового бурения, позволяющая уменьшить срок строительства скважины на 20%.

В 2020 г. совместно с “Газпромнефть-ГЕО” внедрена технология гибридного многостадийного гидроразрыва пласта, позволяющая увеличить добычу нефти в два раза и сократить затраты на бурение на 20%.

2. АО “Мессояханефтегаз” – совместное предприятие ПАО “Газпром нефть” (ПАО “Газпром”) и ПАО “НК «Роснефть”.

В 2016 г. совместно с центром управления бурением “ГеоНавигатор” внедрена технология строительства горизонтальных скважин “Fishbone”, позволяющая увеличить производительность скважин на 40%¹.

В 2017 г. внедрена технология флокуляционной седиментации, позволяющая снизить на 25% потребление воды и на 64% объем жидких отходов.

В 2021 г. предприятие совместно с французской компанией “Шлюмберже” разработало и реализовало технологию цифрового проектирования и строительства скважин, позволившую на 50% сократить сроки проектирования высокотехнологичных скважин.

3. ООО “РН-Пурнефтегаз” – дочернее предприятие ПАО “НК «Роснефть”.

В 2018 г. совместно с ООО “РН-УфаНИПИнефть” внедрена технология “цифровое месторождение”, позволяющая оценить и сопоставить перспективы ввода объектов с планами по добыче.

В 2018 г. внедрена технология раннего предварительного сброса воды, позволяющая увеличить добычу нефти, снизить на 10% расходы на электроэнергию.

В 2019 г. внедрена технология антиобледенения для объектов нефтедобычи, позволяющая в десятки раз снизить затраты на прогрев скважин.

В 2019 г. внедрена технология компоновки подземных насосов, позволяющая использовать стандартные подземные насосы вместо дорогостоящего специального оборудования и сэкономить 42-56 млн руб. в год.

В 2019 г. внедрена технология повышения продуктивности скважин, позволяющая повысить производительность скважин и увеличить добычу на 750 тонн в год в расчете на скважину.

4. АО “Роспан Интернейшнл” ПАО “НК «Роснефть”.

¹ Сугаипов Д.А. [и др.]. Проект “Мессояха”: уникальные технологии освоения самого северного нефтяного материкового месторождения России // Нефтяное хозяйство. 2016. № 12. С. 12-15.

В 2016 г. внедрена технология гидроразрыва пласта с созданием высокопроводящей трещины, позволяющая увеличить производительность скважин на 5-7%.

5. ООО "Газпром добыча Ноябрьск" – дочернее предприятие ПАО "Газпром".

В 2014 г. совместно с ООО "ГЕА Грассо Рефрижерейшн" внедрена технология распределенного компримирования с применением модульных компрессорных установок, позволяющая повысить эффективность добычи и продлить срок эксплуатации месторождений.

В 2021 г. предприятие разработало и внедрило технологию непрерывной подачи жидких ПАВ с помощью мобильных установок дозирования, позволившую увеличить прирост добычи на 12 скважинах на 63%.

6. ООО "Газпром добыча Ямбург" – дочернее предприятие ПАО "Газпром".

В 2018 г. совместно с АО "НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа" и ОАО "Казанькомпрессормаш" внедрена технология распределенного компримирования с использованием модульной компрессорной установки, позволяющая извлекать труднонапорный газ и продлить срок эксплуатации месторождений.

В 2018 г. внедрена технология удаленного мониторинга в процессе строительства скважин, позволяющая осуществлять круглосуточный доступ к информации о ходе строительства скважины из любой точки мира¹.

7. ОАО "Севернефтегазпром" ПАО "Газпром"

В 2013 г. внедрена система управления технологическими потерями газа, позволяющая исключить технологические потери и направить значительные объемы подготовленного и осушенного газа на технологические нужды производства².

В 2014 г. внедрена технология регенерации отработанного триэтиленгликоля, позволяющая повысить эффективность очистки триэтиленгликоля от тяжелых углеводородов и снизить затраты на осушку природного газа.

В 2014 г. совместно с ООО "ТюменНИИгипрогаз" внедрена технология вакуумной дегазации подземных вод, позволяющая извлекать из подземных вод растворенные газы.

В 2015 г. внедрено научно-техническое решение по устранению негерметичности резьбового соединения скважин «муфта кондуктора – монтажный патрубок колонной головки» без вывода в капитальный ремонт, позволяющее снизить потери в добыче газа при простое

¹ Коноплев Ю.М., Печерский Д.Ю. Внедрение системы удаленного мониторинга за строительством поисково-разведочных скважин ООО «Газпром добыча Ямбург» // Газовая промышленность. 2019. № S1 (782). С. 18-20.

² Евдокимов А.Н., Кравченко И.В. Совершенствование проектных решений для повышения эксплуатационной надежности оборудования дожимной компрессорной станции // Сфера нефть и газ. 2020. № 3-4 (77). С. 44-46.

скважины более чем на 9 млн м³ в год и уменьшить время ремонта одной скважины с 7 дней до 8 часов.

В 2021 г. предприятие разработало и внедрило технологию многостадийного гидроразрыва пласта с применением жидкости на основе дизельного топлива, позволившую максимально увеличить приток трудноизвлекаемого газа из пласта.

8. ООО “Новатэк-Юрхаровнефтегаз” – дочернее предприятие ПАО “Новатэк”.

В 2013 г. внедрена технология переработки буровых шламов, позволяющая повторно использовать буровой раствор на углеводородной основе.

В 2013 г. внедрена технология низкотемпературной сепарации газа с использованием турбодетандеров, позволяющая значительно снизить потребление электроэнергии без потери качества товарного газа.

9. ООО “Беларусьнефть-Сибирь”.

В 2019 г. внедрена технология многоступенчатого гидроразрыва пласта, позволяющая увеличить производительность скважины с 40 до 150 тонн нефти в сутки.

10. ООО “СК “Русьветпетро” – дочернее предприятие АО “Зарубежнефть”.

В 2020 г. внедрена технология сбора и транспорта нефтегазовых продуктов мелких скважин с применением мультифазных насосных станций, позволяющая уменьшить количество эксплуатационных сооружений, снизить капитальные вложения и операционные затраты¹.

11. Арктическое предприятие ООО “РН-Ванкор” – дочернее предприятие ПАО “НК ”Роснефть”.

В 2017 г. внедрена технология строительства облегченных скважин, позволяющая на 22% снизить затраты на строительство скважины и сократить продолжительность бурения на 4 дня.

В 2019 г. внедрена технология бурения “Fishbone”, позволяющая увеличить производительность многозабойных скважин на 55%.

12. Арктическое предприятие ООО “Лукойл-Коми” – дочернее предприятие ПАО “Лукойл”.

В 2017 г. на Южно-Кыртаельском месторождении внедрена технология утилизации нефтяного (попутного) газа с использованием специальной установки по закачке газа в пласт, позволившая повысить эффективность утилизации до 99%.

В 2017 г. на Ярегском месторождении внедрена технология комбинированной системы термошахтной разработки, позволяющая сократить объемы и стоимость горнопроходческих работ и увеличить темп ввода запасов в разработку.

¹ Нгуен Ч.З. [и др.]. Применение мультифазной насосной станции в системе сбора и транспортировки нефтегазовых продуктов скважин приграничных месторождений ООО “СК “Русьветпетро” // Газовая промышленность. 2020. № 3. С. 98-102.

В 2017 г. на Усинском месторождении внедрена технология термогазохимического воздействия на пласт, позволяющая в пять раз увеличить производительность скважины.

В 2019 г. на месторождении им. В. Виноградова внедрена технология бурения горизонтальных скважин с уникальным дизайном заканчивания горизонтальных стволов, позволяющая увеличить добычу нефти на 29,2%.

По остальным 22 предприятиям данные о внедрении новых технологий отсутствуют. Из них 8 предприятий являются дочерними ПАО «Новатэк» и по четыре предприятия – дочерними ПАО «Газпром» и ПАО «Роснефть».

Таким образом, можно констатировать, что примерно половина дочерних предприятий ПАО «Газпром» (включая дочерние предприятия ПАО «Газпромнефть») и ПАО «Роснефть» в анализируемый период времени внедряли новые технологии, но при этом в ПАО «Новатэк» подобную деятельность осуществляло только одно дочернее предприятие из девяти.

В целом результаты выполненного анализа сводятся к следующему:

1. Новые технологические решения активно используются в деятельности примерно одной трети всех рассматриваемых арктических предприятий МСК и ТЭК.

2. Внедрение новых технологий более характерно для большинства дочерних предприятий таких крупных холдингов как ПАО «Норильский никель», ПАО «Газпром», ПАО «Роснефть» и отдельных дочерних предприятий ПАО «Фосагро», ПАО «Северсталь», ПАО «Лукойл», ПАО «Новатэк».

3. Новые технологии направлены на увеличение объемов выпуска продукции, в том числе за счет использования более «бедных» ресурсов, и снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и водную среду, однако приводимые в открытой печати данные, как правило, не показывают их влияния на изменение ресурсоэффективности предприятий. Для этого необходимо выполнение количественного экономического анализа технологического обновления производства.

4. Такой анализ позволит более детально выявить инновационную активность предприятий за счет совершенствования существующей технологии производства и показывать экономическую целесообразность внедрения новых технологий с расчетом необходимых объемов инвестиций.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В СЕВЕРНОМ РЕГИОНЕ (НА ПРИМЕРЕ ХМАО-ЮГРЫ)

А.В. Котов, к.э.н.

*Институт Европы РАН, г. Москва, Институт экономики
и организации промышленного производства СО РАН, г. Новосибирск*

Ханты-Мансийский автономный округ – Югра представляет собой пример региона с ресурсо-ориентированной траекторией развития, отражающего в миниатюре проблемы структурной экономической трансформации всей страны. На долю автономного округа приходится почти половина добычи нефти в стране. В условиях мировой энергоклиматической и цифровой трансформации перед регионом стоит задача развития собственного инновационного потенциала и поиска возможностей стимулирования инвестирования. К началу периода массированного санкционного давления, спровоцированного кризисом на Украине, Югра подошла со сформированным заданием собственной инфраструктуры, которая обеспечила безопасность геологической информации, поддержку импортозамещения в нефтегазосервисе, добыче углеводородов. Региональные власти сконцентрировали фокус внимания на технологических приоритетах добычи трудноизвлекаемых запасов – именно в этой сфере необходимость импортозамещения была наиболее велика. Среди успехов можно отметить, что на данный момент буровые установки замещены на 70%, программное обеспечение при моделировании гидроразрывов пластов – на 100%¹.

Вместе с тем проблему технологического развития следует понимать не только как продвижение отдельных типов продукции, но мощнее – как способ определения перспективных экономических специализаций в среднесрочной перспективе развития региональной обрабатывающей промышленности.

Определение перспективных специализаций должно не повторять структуру ОКВЭД, а отражать прогнозное количественное наращивание новых видов деятельности, углубление переработки сырья и связанные процессы увеличения доли инвестиций в основной капитал, наращивание конкурентного преимущества в человеческом капитале.

Для выбора перспективных специализаций необходимо определение текущего отраслевого профиля и основных импортных товаров (рис. 1 и 2) для поиска взаимоусиливающих инициатив.

¹ В Югре заявили, что импортозамещение при добыче трудноизвлекаемых запасов достигает 70%.
URL: https://tass.ru/ekonomika/14073407?utm_source=google.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=google.ru&utm_referrer=google.ru



Рис. 1. Основные импортируемые товары в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре (сред. 2017-2019 гг., млрд долл. США)

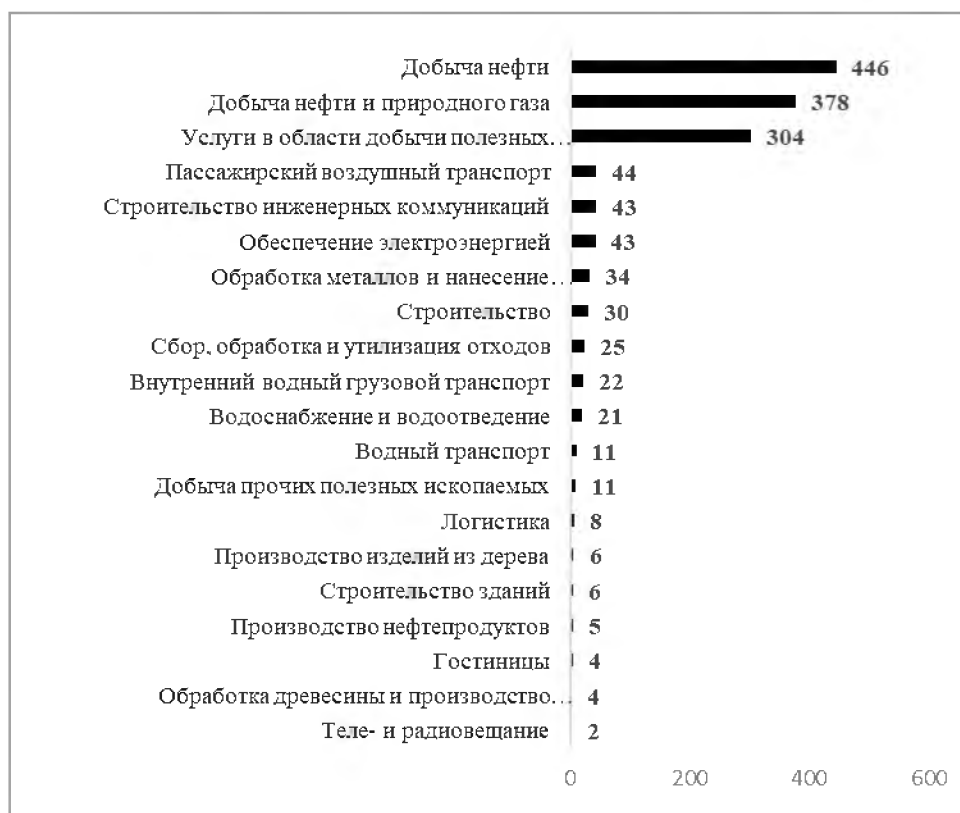


Рис. 2. Коэффициенты локализации основных видов экономической деятельности в Ханты-Мансийском автономном округе (по объему отгруженной продукции за 2019 г.)

Примечание: составлено автором по данным ФТС России, ЕМИСС (показатель 58554).

Инновационное развитие экономики региона представляет собой не только процесс, связанный исключительно с «железом» (производственными технологиями), но и с использованием возможностей цифровизации, межотраслевой кооперации между наукой и промышленностью и расширением информационно-коммуникационного сектора базового сектора экономики автономного округа¹.

Потребности в импортозамещении определяются на основе данных ФТС России и в связи с необходимостью увеличения объема и ассортимента конкурентоспособной, наукоемкой и высокотехнологичной промышленной и сельскохозяйственной продукции, пользующейся спросом на внутреннем и внешнем рынках. Для югорской экономики важно повышать эффективность использования ресурсов в промышленном комплексе, улучшить действие факторов конкурентоспособности, в том числе посредством стимулирования роста производительности труда, содействия снижению ресурсоемкости промышленных и сельскохозяйственных предприятий, развития кадрового потенциала и обеспечивающей инфраструктуры². Таким образом, выбор перспективных направлений должен основываться на существующей эволюции отраслевой структуры экономики автономного округа, где сохраняется «зависимость от пути» (path dependence). Вместе с тем, где появляются возможности проведения «умной диверсификации» – появления и отработки новых технологий, которые развиваются с использованием существующей региональной базы знаний³. Существующая отраслевая структура, технологические потребности крупных компаний, представленных в регионе, являются важными источниками информации в отношении координации региональной технологической, инновационной и промышленной политики.

С высокой долей вероятности одной из ключевых станет сфера биоэкономики, которая в перспективе будет играть важную роль в решении социальных и экологических задач экономического роста, особенно в сельских районах округа⁴. При этом важна согласованная работа регионального и местного уровней в создании новых институциональных структур для сотрудничества и создания межотраслевых кластеров, сокращающих потоки отходов без переработки, уменьшающих загрязнение

¹ Бессонова Т.Н. Региональные аспекты инновационного развития нефтегазодобывающего региона (на примере Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2018. № 3. С. 89-97. DOI 10.24143/2073-5537-2018-3-89-97; Дитбернер Ж.В. Диверсификация экономики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры: оценка возможностей и перспектив // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. 2013. Т. 4. № 1 (8). С. 71-74.

² Арасланов Р.К. Обеспечение экономической безопасности Ханты-Мансийского автономного округа-Югры // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2017. № 12 (106). С. 27.

³ Котов А.В., Гришина И.В., Польшев А.О. Умная специализация региона – вариант решения для России: Научный очерк. М.: Всероссийская академия внешней торговли Министерства экономического развития Российской Федерации, 2019. 60 с.

⁴ Арасланов Р.К. Развитие рационального природопользования в Ханты-Мансийском автономном округе-Югре: институциональный и экономический аспект // Управление экономическими системами: электронный научный журнал. 2015. № 10 (82). С. 51-66.

воздуха и нацеленных на отечественные технологии полного экономического использования ископаемого топлива.

Развитие геномных исследований обеспечит решение проблем, которые важны для югорчан в сфере здоровьесбережения, понимания процессов адаптации на Севере, в целом особенностей процесса геномики у коренных народов, развития вычислительных методов и специализированной аппаратуры. Это направление затронет также области безопасности пищевых продуктов, защиты окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, устойчивости сектора АПК. Примыкают к этому направлению технологии ускоренной селекции, связанные с получением объективной информации о том, как в северных условиях дальше внедрять, адаптировать или развивать методы сельского хозяйства в условиях эволюции (смещения) сельскохозяйственных зон под действием климатических изменений. Это позволит снять зависимость от иностранных поставок и интенсифицировать и диверсифицировать сельское хозяйство автономного округа.

Среди технологических приоритетов в нефтегазовой отрасли следует назвать создание цифровой модели ядра, применение технологий искусственного интеллекта. Их целью является создание и развитие югорской школы математического моделирования нефтегазовой деятельности, связанной с геологической оценкой запасов нефти, уточнением характеристик пластов, уменьшением издержек вследствие использования имитационных цифровых моделей с большим количеством геологических, петрографических и др. параметров. В сравнении с мировыми регионами-аналогами, переходящими на стадию зрелой добычи нефти, ключевое значение приобретают технологии нефтегазохимии и нефтесервиса, повышения нефтеотдачи пластов, снижения себестоимости добычи нефти на основе современного нефтегазового оборудования¹. Одновременно в новых запасах растет доля трудноизвлекаемой нефти, извлечение которых требует исследований химических реагентов, роли различных растворителей в системе вода-химический раствор-нефть-пласт.

Именно топливно-энергетический сектор может стать самым большим заказчиком разработки региональных технологий, их совершенствования до мирового уровня. Это касается направления развития роботизированной техники, подготовки квалифицированных кадров для цифровой ресурсо-ориентированной экономики, автоматизации управления инженерными системами, мехатроники, промышленной графики. Отметим, что ресурсные корпорации не должны рассматриваться исключительно как налогоплательщики, но как одни из ключевых создателей региональной инновационной экосистемы, насыщенной

¹ Крюков В.А., Севастьянова А.Е., Токарев А.Н., Шмат В.В. Обоснование направлений развития ресурсных территорий – комплексная «мезоуровневая» проблема // Экономика региона. 2015. № 4 (44). С. 260-274. DOI 10.17059/2015-4-21

ИТ-инфраструктуры и компетенций для молодежи, которая закрепится в перспективных отраслях экономики автономного округа¹.

Особенности Севера часто диктуют расширение применения малолюдных или безлюдных технологий. В этой связи перспективы имеет развитие промышленной сенсорики. На зарубежном Севере активно применяются датчики для широкого спектра промышленного и научного использования. Одним из важных сегментов промышленной сенсорики являются встроенные датчики с высокой степенью интеграции и низким энергопотреблением, обеспечивающие беспроводную работу и работу на заряде аккумулятора.

С другой стороны, расширяя применение подобных технологий Югра сталкивается с потенциальным высвобождением рабочей силы, что, накладываясь на тенденции развития гиг-экономики (уберизация услуг), усиливает тенденцию сокращения рабочих мест. Ответом на эти тенденции может быть дальнейшее расширение инновационной инфраструктуры, промышленных технопарков в сфере медицины и биотехнологий, технопарка высоких технологий, в перспективе – промышленных экотехнопарков, где целесообразно участвовать местным и региональным хозяйствующим субъектам для формирования политики и регулирования, чтобы обеспечить соответствующие сообщества рабочими местами. Решения, касающиеся новых технологий в увязке с изменением баланса занятости, должны быть уникальными, учитывать ресурсы и активы, навыки местных сообществ – и, таким образом, быть сопряженными во взаимоотношениях с государственным и корпоративным влиянием.

Еще одним фактором притяжения занятости может стать создание инфраструктуры творческих пространств для развития креативных индустрий. В региональном развитии Югры это также будет работать на устойчивость многих малых и уязвимых сообществ. Северное искусство и культура, веб-графика и дизайн являются языками, раскрывающими специфику жизни, возможностей предпринимательства, туризма на югорском Севере и должны стать приоритетом в развитии несырьевого неэнергетического блока региональной экономики. Предпосылкой этому станет усиление транспортной связности региона новыми видами транспортных систем: беспилотных авиационных систем доставки, летательных аппаратов, воздушных судов, тестированием судов речного и автомобильного транспорта с автоматическим зрением, а также их использованием для роста наукоемких услуг (метеорологические, поисковые, сбор пространственных данных и др.).

Анализ региональной статистики в Югре свидетельствуют о низких темпах обновления основных фондов и, соответственно, физическом износе основных фондов, что является причиной низкой эффективности производства и невозможности освоения новых видов продукции (табл. 1).

¹ Нартов П.Ю. Научно-инновационный потенциал ХМАО – Югры в рамках формирования постиндустриальной экономики // Вестник Сургутского государственного университета. 2016. № 2 (12). С. 31-35.

Таблица 1

Степень износа основных фондов на конец года коммерческих организаций
(без субъектов малого предпринимательства) в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре
и некоторых регионах-аналогах (% , среднее за 2017-2019 гг.)

	Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	Добыча полезных ископаемых	Обрабатывающие производства	Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	Водоснабжение; водоотведение и др.	Строительство	Транспортировка и хранение	Деятельность в области информации и связи
Российская Федерация (в целом)	41	58	50	44	41	51	41	62
<i>Ханты-Мансийский автономный округ – Югра</i>	<i>45</i>	<i>69</i>	<i>58</i>	<i>48</i>	<i>44</i>	<i>58</i>	<i>56</i>	<i>58</i>
Республика Коми	44	48	79	44	49	42	55	63
Ненецкий автономный округ	25	49	44	46	17	66	57	56
Республика Татарстан	39	63	39	34	52	52	39	62
Ямало-Ненецкий автономный округ	26	51	46	42	50	64	33	55
Иркутская область	45	49	56	58	52	51	41	64
Томская область	42	57	52	47	53	62	55	63

Примечание: составлено автором по данным ЕМИСС

Ситуация высокого износа основных средств в промышленности обусловлена низкой активностью самих предприятий по техническому перевооружению. Обновление основных фондов и техническое перевооружение должно стать приоритетом региональной технологической политики Югры, так как повышение производительности труда напрямую зависит от состояния основных средств. В условиях отсутствия ликвидного залога у большинства предприятий и низкой инвестиционной привлекательности предприятий несырьевого сектора одним из наиболее эффективных инструментов для обновления основных производственных фондов, модернизации оборудования и технологий является лизинг.

Основным инструментом государственной поддержки в сфере обновления основных фондов должна стать разветвленная система лизинга по льготной процентной ставке. В этих целях необходима разработка соответствующих мероприятий в региональные госпрограммы, предусматривающие предоставление лизинговых услуг по обновлению основных фондов и техническому перевооружению через институты развития по приоритетным направлениям на основе выбранных технологических направлений.

Целесообразно организовать проведение анализа финансового и технического состояния основных фондов с точки зрения приоритетов развития промышленности автономного округа. Видится возможным разработка предложений по формированию системы лизинга по льготной процентной ставке через институты развития для их обновления и технологического перевооружения, кредитования лизинговой деятельности в приоритетных отраслях региональной обрабатывающей промышленности.

В технологическом перевооружении хозяйствующих субъектов Югры в ближайшие годы предстоит перейти от «устойчивости инвестиций» (*investment sustainability*) к «устойчивости благодаря инвестициям» (*sustainability through investment*). Речь идет о том, что предстоит и дальше укреплять региональную базу знаний, катализировать инвестиции в частном секторе с помощью информационно-просветительской и информационной кампании.

Поддержка технологического перевооружения связана в первую очередь с основными направлениями цифровой трансформации, происходящей в базовой нефтяной отрасли автономного округа по направлениям:

- большие данные и аналитика;
- промышленный интернет вещей;
- мобильные устройства;
- усовершенствованная аналитика и моделирование
- промышленные приложения;
- прогнозное обслуживание (табл. 2).

Основные направления технологического перевооружения

Технологии	Содержание (некоторые потенциальные приложения)
Большие данные и аналитика	датчики, расширяющиеся возможности подключения и все большая вычислительная мощность способствуют увеличению объема данных, собираемых нефтегазовыми компаниями.
Промышленный Интернет вещей	предоставление оперативных данных из анализа различных наборов эксплуатационных данных (параметры бурения) и междисциплинарных данных (геологические модели).
Мобильные устройства	мониторинг данных в реальном времени через специализированное программное обеспечение на смартфонах и может оказать положительное влияние на здоровье, безопасность и окружающую среду
Усовершенствованная аналитика и моделирование	создание аналитических моделей (например, модели пласта-коллектора, планы бурения и профили добычи), которые могут анализировать большие, более сложные данные
Промышленные приложения	для машинного обучения включают исследование новых источников энергии, анализ углеводородов в грунте и прогнозирование отказов датчиков нефтеперерабатывающего завода. они также могут помочь компаниям реагировать на сбои добычи, оптимизировать параметры низкоскоростных скважин, выполнять интерпретацию пласта и оптимизировать распределение нефти
Прогнозное обслуживание	использование множества данных в реальном времени по всем своим операциям, эти данные до сих пор не используются в полной мере для прогнозирования проблем и сбоев оборудования.

Примечание: составлено автором на основе¹

Целесообразно использовать норвежский опыт поддержки технологического перевооружения в нефтяной сфере, проходящей по целевым технологическим областям (Technology Target Areas); поддержать следующие направления технологического перевооружения, отвечающие целям максимизации использования ресурсов, минимизации воздействия на окружающую среду, возрастания производительности и сокращения затрат, повышения общего технологического уровня и привлечения талантов:

- комплексный мониторинг природной среды, моделирование разливов нефти;
- улучшение метеорологического обеспечения работ; связь и коммуникации в условиях Севера, развитие технологий безопасности;
- умные решения для скважин (продление производственной «жизни»); автономные концепции разработки месторождений; оптимизация процессов;

¹ Digital Transformation Initiative Oil and Gas Industry. URL: <https://reports.weforum.org/digital-transformation/wp-content/blogs.dir/94/mp/files/pages/files/dti-oil-and-gas-industry-white-paper.pdf>

- беспилотные технологии; автономные компоненты и системы; бурение и работа в сложных нефтяных пластах, резервуарах; системы позиционирования и навигации.

Перспективным видится использование инвестиционных налоговых кредитов, поощряющих вложения в производственную, перерабатывающую и туристическую инфраструктуру. Целесообразна проработка инструментария льгот инвесторам, предоставляющим капитал предприятиям малого бизнеса Югры, которые занимаются исследованиями, разработками или коммерциализацией новых технологий, продуктов или процессов. В целом этот многосоставной механизм условно можно назвать «Технологическим лифтом Югры». Он должен обеспечить взаимодействие регионального бизнеса, представляющего современные и перспективные специализации автономного округа с региональными органами власти, институтами развития, другими агентами поддержки научно-технологического развития для предоставления мер государственной поддержки с целью развития базовых и возникающих отраслей. Ключевыми возможностями должно стать предоставление на разных стадиях готовности проектов региональных перспективных специализаций с целью поддержки создания базовой инфраструктуры, расширения технологической кооперации, инновационной и патентной активности, выхода региональной в технологичной продукции на внешние рынки.

Для компаний, реализующих программы технологического перевооружения, значимыми факторами являются участие в особых экономических зонах; пониженные тарифы страховых взносов при условии создания ими новых рабочих мест (7,6% вместо 30,2%); налоговые льготы по различным налогам (налог на прибыль, налог на имущество, земельный налог от 0% первые 5 лет); наличие гарантий неизменности арендой платы за земельный участок в течение всего срока действия договора аренды.

Таким образом, конкурентоспособность экономики Югры будет определяться рыночными сегментами, в которых есть специализированный спрос, предъявляющий высокие требования к компетенциям, уровню развитию технологий. Импортозамещение оказанных услуг и произведенных товаров является также естественной нишей для экспортных решений в другие северные регионы нашей страны. Приведенные направления дают основу для корректировки (дополнения) перечня региональных перспективных экономических специализаций и формирования специализированных мер поддержки для развития новых направлений.

РЕАЛЬНЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ СЕВЕРА: СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ*

Ю.А. Гаджиев, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

В настоящее время восстановление экономического роста является одной из серьезных проблем управления страной в целом. Решение этой задачи во многом зависит от эффективности управления развитием реального сектора, так как именно он является основой национальной экономики, определяющей ее уровень и специализацию. Особенно остро эта проблема стоит на Севере – из-за большого удельного веса реального сектора, в частности добычи полезных ископаемых. В этой связи исследование сущности, состава, границ и особенностей функционирования реального сектора экономики северных регионов имеет важное теоретическое и практическое значение.

Сегодня понятие «реальный сектор экономики» используется весьма активно как в экономической науке, так и в хозяйственной практике. Однако появилось оно сравнительно недавно. В официальных документах оно впервые было использовано профессором В.Н. Черковцом в совместном докладе Минэкономики и Госкомстата России «Об итогах социально-экономического развития Российской Федерации в 1996 году и перспективах ее развития в 1997-2000 годах» от 5 февраля 1997 г. Между тем в таких обобщающих официальных материалах, как ежегодные справочники Госкомстата России, понятие, о котором идет речь, не фигурирует. Нет его и в системе национальных счетов (СНС). Кроме того, определение понятия «реальный сектор экономики» практически отсутствует в большинстве учебных, справочных и энциклопедических изданий. А в тех относительно немногих источниках, где такое определение дается, нет единства критериев для его трактовки. Данное обстоятельство затрудняет определение границ взаимодействия реального и финансового секторов, выявление факторов устойчивости и сбалансированности экономической системы в целом¹.

Этимологически слово «реальный» восходит к латинскому «res», означающему «вещь», «предмет», «дело». Действительность, подлинность, истинность вещи, предмета или события отражает и английское прилагательное «real»². Естественно предположить, что и российский аналог этого прилагательного должен выражать неподдельность, вещность определяемого предмета с тем, чтобы отличить его от предмета виртуального, мнимого, фиктивного. И действительно, С.И. Ожегов рас-

* Статья подготовлена в рамках темы НИР «Реальный сектор экономики северных регионов России: проблемы и перспективы» (ГР № 122031500421, 2022-2024 гг.)

¹ Каткова М.А. Устойчивость институциональной системы // Вестник СГСЭУ. 2010. № 1 (30). С. 42-44.

² Мюллер В.К. Англо-русский словарь. 20-е изд. М., 1985.

крывает три основных значения прилагательного «реальный»: 1) действительно существующий, не воображаемый; 2) осуществимый, отвечающий действительности; 3) практический, исходящий из понимания и учета подлинных условий действительности¹.

В экономической теории и практике последних лет широко применяются теоретические подходы к определению сущности понятия «реальный сектор экономики», в которых действительные, реальные элементы и категории рассматриваются в диалектическом единстве с их мнимыми, «нереальными» антиподами². Кроме этих подходов, в учебной и справочной литературе по экономике описана следующая точка зрения на сущность исследуемого понятия. Длительное время в нашей стране в качестве макроэкономической модели применялся баланс народного хозяйства (БНХ), который учитывал не всю экономику, а только ее производственную сферу: отрасли материального производства (промышленность, сельское хозяйство и т.д.) и промышленных услуг (грузовой транспорт, торговля и др.). Считалось, что стоимость создается лишь в производственной сфере, а в непроизводственной (наука, культура, здравоохранение, финансы, пассажирский транспорт, оборона и многое другое) лишь потребляется.

И хотя сегодня вместо БНХ применяется иная макроэкономическая модель (СНС), авторы некоторых популярных учебников по экономике включают в реальный сектор, прежде всего, промышленность, сельское хозяйство, строительство и транспорт³. При этом они сознательно выводят торговую деятельность за пределы реального сектора, противореча этим самым себе, ведь торговля является одной из разновидностей промышленных услуг и, следовательно, входит в производственную сферу, где создается стоимость.

В «Финансово-кредитном энциклопедическом словаре» предлагается определение, согласно которому реальный сектор включает промышленное производство, состоящее из предприятий добывающей и перерабатывающих отраслей промышленности, сельское хозяйство, сферу оказания промышленных, бытовых и прочих услуг⁴. В этом определении критерием отнесения отраслей экономики к ее реальному сектору является соблюдение принципа участия в производстве ВВП. Однако не расшифруется состав промышленных, бытовых и прочих услуг: например, включается ли торговля в сферу оказания промышленных услуг и т.д.

Ю.Б. Зеленский отмечает, что к реальному сектору экономики относятся предприятия и организации сектора нефинансовых корпораций (по методологии СНС), в котором воспроизводятся все товары и услуги

¹ Ожегов С.И. Словарь русского языка. 18-е изд. М., 1986.

² Балаганский С.П. Реальный сектор экономики как объект экономического анализа // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2012. № 1 (40). С. 9-12.

³ Экономика. 2-е изд. / под ред. А.С.Булатова. М., 1999.

⁴ Финансово-кредитный энциклопедический словарь / Под общ. ред. А.Г. Грязновой. М.: Финан. стат., 2002.

(кроме услуг финансового посредничества), реализуемые на свободном рынке. Автор правильно утверждает, что торговая деятельность, обеспечивающая рыночное обращение товаров, их куплю-продажу, а также обслуживание покупателей в процессе транзакций, доставку товаров, их хранение, является неотъемлемой частью реальной экономики¹.

Своеобразие подхода Ю.Б. Зеленского по сравнению с подходами, описанными ранее, состоит в том, что участие в создании ВВП в конечном счете не определяет принадлежность к реальному сектору экономики. Критерием отнесения того или иного сектора к реальной экономике является производство и потребление общественно востребованных товаров и услуг. Поэтому сектор нефинансовых корпораций можно смело назвать реальным. Остается дискуссионным вопрос, связанный с развитием информационной экономики и новыми типами организаций, которые формируются и развиваются в ее недрах².

При этом не совсем понятно, почему услуги сектора финансовых корпораций не включаются в сферу реальной экономики? Конечно, потребности, удовлетворению которых могут способствовать услуги финансового посредничества, весьма многообразны. Это могут быть как производственные потребности (например, расширение производства на основе банковского кредита), так и личные. Однако эти потребности не могут быть удовлетворены непосредственно услугами сектора финансового. Они удовлетворяют не первичные производственные и личные потребности, а производные от них финансовые потребности. В результате услуги финансового посредничества проигрывают в привлекательности материальным благам и услугам, непосредственно удовлетворяющим нужды потребителей³.

Итак, наиболее общее и полное определение понятия «реальный сектор экономики» может выглядеть следующим образом: *реальный сектор* – сектор, в котором создается валовой внутренний продукт. Он включает предприятия и организации сектора нефинансовых корпораций, где воспроизводятся все товары и услуги (кроме услуг финансового посредничества), реализуемые на свободном рынке. Основу реального сектора экономики составляет производство промышленной и сельскохозяйственной продукции, а торговая деятельность является его неотъемлемой частью. И хотя именно в сфере производства создаются новые материальные блага (ядро реального сектора), все же материальное производство не самоцель, а средство для удовлетворения потребностей людей, что, в свою очередь, характеризует современную рыночную экономику⁴.

¹ Зеленский Ю.Б. Банковская система России и реальный сектор экономики. Саратов, 2002.

² Устинова Н.Г. Новые типы организаций в информационной экономике // Вестник СГСЭУ. 2006. № 14. С. 81-87.

³ Банковское дело: учебник / под ред. д-ра экон. наук, проф. Г.Г. Коробовой. М., 2002.

⁴ Балаганский С.П. Реальный сектор экономики как объект экономического анализа // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. 2012. № 1 (40). С. 9-12.

В современных условиях, пишет И.Б. Родина, когда говорят о реальном секторе, имеют в виду, прежде всего, материальное производство всех отраслей плюс торговлю и сферу нематериальных услуг¹. Основанием для такого широкого понимания реального сектора является создание ВВП, где учитываются все виды экономической деятельности. На наш взгляд, нельзя согласиться с автором в отнесении всех отраслей ВВП к реальному сектору экономики с критерием создания добавленной стоимости, так как в отраслях социальной сферы (образование, здравоохранение, культура, искусство и т.д.) не создается добавленной стоимости, а в исчислении ВВП учитываются только их расходы.

Можно согласиться с взглядом И.Б. Родиной о включении в реальный сектор доходов банков и страховых фирм (прибыли). Она отмечает, что проблема соответствия реального и финансового сектора интересна в методологическом плане. Причем часть финансового сектора – посредническая деятельность банков и страховых фирм – учитывается при подсчете ВВП по потоку доходов (банковская и страховая прибыль) и может быть отнесена к реальному сектору. А операции, связанные с приобретением финансовых обязательств и финансовых активов, как перераспределение, в создании ВВП не участвуют и образуют нереальный сектор экономики. В этот сектор российской экономики стремятся свободные капиталы, в том числе иностранные, в форме портфельных инвестиций, желая избежать рисков прямых долгосрочных инвестиций в реальный сектор экономики.

В то же время нельзя согласиться с главным выводом И.Б. Родиной, который следует сделать из рассмотрения понятия «реальный сектор экономики». Он состоит в том, что принципиальное отличие реального сектора от сфер, лежащих за его границей, заключается в способности создавать прибавочный продукт. На наш взгляд, здесь автору следовало использовать вместо прибавочного продукта добавленную стоимость.

Соавторы современного экономического словаря Б.А. Райзберг, Л.Ш. Лозовский и Е.Б. Стародубцева определяют реальный сектор экономики как совокупность отраслей, производящих материальные и нематериальные товары и услуги, за исключением финансово-кредитных и бюджетных операций². Из этого определения не видно, какой критерий авторы использовали для формирования данной трактовки – производительный труд, создание добавленной стоимости и т.д. Положительной стороной здесь является исключение из реального сектора бюджетных операций (отраслей), поскольку их средства относятся к государственным финансам.

¹ Родина И.Б. Концептуальные основы развития реального сектора национальной экономики России в условиях глобальной конкуренции. Автореф. дис. ... докт. экон. наук. М., 2007. 47 с.

² Райзберг Б.А., Лозовский Л.Ш., Стародубцева Е.Б. Современный экономический словарь. М., 2007. С. 500.

В монографии «Реальный сектор экономики России: стратегии управления, инвестиции и инновации»¹ реальный сектор характеризуется производством товаров, выполнением работ и оказанием услуг. Кроме того, в него входят научные организации и организации торговли. Следовательно, можно говорить, что он занимается производством материальной и нематериальной продукции. В этой характеристике реального сектора соавторы данной монографии также не указывает критерии включения сюда подсекторов материальной и нематериальной продукции. Положительным моментом является включение науки в состав реального сектора экономики.

Таким образом, в рамках нашего исследования наиболее подходящим будет следующее определение и характеристика: «реальный сектор экономики» – сектор, в котором создается валовая добавленная стоимость (кроме отраслей социальной сферы, поскольку здесь учитываются только расходы). Он включает предприятия и организации, производящие материальные и нематериальные товары и услуги, за исключением финансово-кредитных и биржевых операций, которые относятся к финансовому сектору экономики. Основу реального сектора экономики составляет производство промышленной и сельскохозяйственной продукции, а торговая деятельность является его неотъемлемой частью. И хотя именно в сфере производства создаются новые материальные блага (ядро реального сектора), однако материальное производство не самоцель, а средство для удовлетворения потребностей людей.

Именно такие определение и характеристика дают возможность более достоверно анализировать состояние, состав и границы реального сектора в целом по России и в отдельных регионах.

Исходя из вышесказанного, в состав реального сектора экономики можно отнести следующие отрасли:

- Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство;
- Добыча полезных ископаемых;
- Обрабатывающие производства;
- Обеспечение электрической энергией, газом, паром, кондиционирование воздуха;
- Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений;
- Строительство;
- Торговля оптовая и розничная, общественное питание;
- Транспортировка и хранение;
- Деятельность в области информации и связи.

По вышеуказанным отраслям экономики можно использовать следующие показатели:

- валовая добавленная стоимость, %;

¹ Реальный сектор экономики России: стратегии управления, инвестиции и инновации. М.: Издательство «Перо», 2016. 215 с.

- оборот организации, млн руб.;
- сальдированный финансовый результат, млн руб.;
- объем инвестиций в основной капитал, млн руб.;
- средняя годовая численность занятых в отрасли, тыс. чел.;
- ввод в действие помещений жилого и нежилого назначения, общая площадь зданий, тыс. м² (только в строительстве).

Для анализа особенностей функционирования реального сектора экономики северных регионов будем использовать обобщающий показатель – валовую добавленную стоимость (ВДС). Последний исчисляется как разность между выпуском товаров и (или) услуг и промежуточным потреблением, исчисляемым по видам экономической деятельности.

Структура отраслей реального сектора. В структуре добавленной стоимости реального сектора экономики северных регионов за 2016-2020 гг. наблюдались незначительные изменения. Так, доля НДС реального сектора за этот период увеличилась с 74,4 до 75,1%, что обусловлено ростом добавленной стоимости в добыче полезных ископаемых (табл. 1).

Таблица 1

Динамика отраслевой структуры добавленной стоимости
реального сектора экономики северных регионов за 2016-2020 гг., %

Отрасли	2016	2017	2018	2019	2020
Валовая добавленная стоимость, всего	100	100	100	100	100
Реальный вектор экономики, всего	74,4	74,7	76,4	72,7	75,1
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	4,9	5,0	3,9	5,9	4,9
Добыча полезных. ископаемых	37,4	37,0	40,7	33,4	40,1
Обрабатывающие производства	6,7	7,0	7,1	9,6	8,8
Обеспечение электрической энергией, газом, паром, кондиционирование воздуха	3,9	3,3	2,8	2,9	3,5
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
Строительство	7,0	7,3	6,5	5,8	6,2
Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	6,0	6,0	6,0	6,0	4,9
Транспортировка и хранение	6,9	7,6	8,0	7,6	5,5
Деятельность в области информации и связи	1,1	7,0	1,1	1,1	7,1

Источники: Валовый региональный продукт. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts>

Как видно из таблицы, доминирующее положение в структуре добавленной стоимости реального сектора северных регионов занимает добыча полезных ископаемых, причем доля данного показателя за этот период увеличилась. Это связано со спецификой экономики на Севере, приоритетом отраслей, связанных с добычей сырья и топлива, а также производством энергии и материалов, вследствие использования в народном хозяйстве природных ресурсов, и в первую очередь минеральных. Такая ситуация дает возможность регионам Севера оставаться конкурентоспособными.

Положительной стороной в структуре добавленной стоимости реального сектора на Севера является рост удельного веса обрабатывающих производств и деятельности в области информации и связи, а отрицательной – значительное снижение доли торговли (оптовой и розничной), ремонта автотранспортных средств и мотоциклов, строительства, транспортировки и хранения. Это связано с последствиями пандемии Covid-19 в стране, в том числе регионах Севера.

В удельном весе добавленной стоимости реального сектора экономики в целом по Российской Федерации за 2016-2020 гг. наблюдалось незначительное снижение. Так, доля ВДС реального сектора за этот период снизилась с 67,0 до 66,2%, что обусловлено ростом добавленной стоимости добычи полезных ископаемых (табл. 2). В основном это определяется снижением удельного веса добавленной стоимости строительства, торговли оптовой и розничной, ремонта автотранспортных средств и мотоциклов. Положительной стороной в динамике структуры является увеличение доли обрабатывающих производств, деятельности в области информации и связи. Также сюда можно отнести неизменный удельный вес за этот период добычи полезных ископаемых и сельского, лесного хозяйства, охоты, рыболовства и рыбоводства.

Таблица 2

Динамика отраслевой структуры добавленной стоимости реального сектора экономики Российской Федерации за 2016-2020 гг., %

Отрасли	2016	2017	2018	2019	2020
Валовая добавленная стоимость, всего	100	100	100	100	100
Реальный вектор экономики, всего	67,0	67,0	68,5	68,7	66,2
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	4,6	4,6	4	4,2	4,7
Добыча полезных. ископаемых	10,2	10,2	13,9	13,5	10,5
Обрабатывающие производства	15,9	15,9	17,3	16,7	17
Обеспечение электрической энергией, газом, паром, кондиционирование воздуха	3,3	3,3	2,9	2,9	3
Водоснабжение; водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность по ликвидации загрязнений	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Строительство	6,2	6,2	5,2	5,5	5,8
Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	15,9	15,9	14,6	14,1	14,1
Транспортировка и хранение	7,5	7,5	7,2	7,4	7,1
Деятельность в области информации и связи	2,8	2,8	2,8	3,8	3,4

Источники: Валовый региональный продукт. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts>

Анализ динамики региональной структуры реального сектора экономики за 2005-2020 гг. характеризовался достаточно высокой долей реального сектора, несмотря на незначительность ее снижения. Так, за этот период она в целом на Севере сократилась с 79,6 до 75,1% (по России с 78,7 до 66,2%) (табл. 3). В основном это обусловлено, во-первых, высоким уровнем добычи полезных ископаемых, а во-вторых, торговли оптовой и розничной, ремонта автотранспортных средств и мотоциклов.

Таблица 3

**Динамика региональной структуры реального сектора экономики
северных территорий за 2005-2020 гг., %**

Год	Российская Федерация	Регионы Севера	Республика Карелия	Республика Коми	Архангельская обл. без авт. округа	Ненецкий АО	Мурманская обл.	Ямало-Ненецкий АО	Ханты-Мансийский АО	Республика Саха (Якутия)	Камчатский край	Магаданская обл.	Сахалинская обл.	Чукотский АО
2005	78,7	79,6	80,5	81,3	81,2	89,6	79,2	85,9	90,6	73,2	69,4	72,1	84,8	67,3
2010	73,9	77,0	67,0	77,3	79,2	93,8	69,7	84,5	86,4	77,2	64,3	64,1	85,2	74,8
2015	71,0	76,4	67,0	75,0	67,3	92,8	70,3	87,9	87,7	78,7	60,8	69,9	84,0	75,4
2016	67,0	74,4	64,5	71,6	63,2	91,7	65,8	89,7	86,1	78,8	57,1	72,0	79,4	72,9
2017	67,0	74,7	71,8	71,8	65,3	92,2	66,0	91,3	87,4	79,3	56,3	71,6	81,4	61,7
2018	68,5	76,4	75,3	75,3	66,5	93,2	65,1	91,9	89,2	79,4	65,8	71,2	86,9	57,5
2019	68,7	72,7	65,7	73,5	64,1	64,1	68,6	92,5	89,0	79,2	58,8	74,4	84,4	57,7
2020	66,2	75,1	63,5	69,0	63,2	89,9	73,6	90,7	84,2	75,1	57,7	79,3	80,9	78,0

Источники: Валовый региональный продукт. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/accounts>

Наиболее высокий уровень добавленной стоимости реального сектора экономики показали Ямало-Ненецкий АО, Ненецкий АО, Ханты-Мансийский АО и Сахалинская область – за счет добычи нефти и газа. За ними расположены Магаданская область, Чукотский АО, Республика Саха (Якутия) и Мурманская область. В этом отношении в «аутсайдерах» оказались Республика Карелия и Архангельская область из-за более диверсифицированной структуры экономики.

Высокая доля добавленной стоимости реального сектора в северных регионах является положительным моментом, так как расположение здесь сырьевых отраслей есть конкурентное преимущество экономики. Особенно это проявляется в условиях экономического и финансового кризиса, поскольку эти отрасли не позволяют достичь глубокого спада производства. На современном этапе это наблюдалось в период пандемии и введения западными странами масштабных санкций. Исходя из этого, необходимо в перспективе поддерживать и развивать добывающие отрасли в регионах на Севере, поскольку они составляют ядро реального сектора экономики.

Таким образом, сравнительный анализ показывает, что в отраслевой структуре есть значительные отличия между добавленной стоимостью реального сектора в регионах России в целом и в регионах Севера. Так, отличительной особенностью отраслевой структуры реального сектора на Севере России является существенное превышение доли добывающей промышленности над среднероссийскими показателями и низкий удельный вес обрабатывающей промышленности, а также оптовой и розничной торговли. За рассматриваемый период существенных структурных изменений не произошло.

РЕАЛЬНЫЙ СЕКТОР ЭКОНОМИКИ: ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)*

В.В. Тихомирова, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Реальный сектор экономики России можно разделить на две части:

- отрасли, ориентированные на внешний рынок;
- отрасли, ориентированные на внутренний рынок.

Первая часть реального сектора невелика по числу занятых граждан (около 5%), но приносит более половины всей прибыли в стране.

Вторая часть реального сектора малорентабельна из-за своей невысокой конкурентоспособности¹.

Основополагающим принципом государственной политики в области конкуренции является сокращение доли хозяйствующих субъектов, контролируемых государством, в общем количестве хозяйствующих субъектов, осуществляющих деятельность на рынках товаров и услуг. Утвержден Национальный план развития конкуренции в Российской Федерации на 2018-2020 гг. Его мероприятия направлены на достижение ключевых показателей, одним из которых является увеличение к 2020 г. доли закупок, участниками которых являются социально ориентированные некоммерческие организации, осуществляющие деятельность, направленную на решение социальных проблем, развитие гражданского общества в Российской Федерации в сфере государственного и муниципального заказа, не менее чем в два раза по сравнению с 2017 г.²

Развитие конкурентной среды в социальной сфере Республики Коми. В настоящее время социальная сфера имеет легальное толкование в соответствии со «Стандартом развития конкуренции в субъектах РФ», где социальная значимость отраслей социальной сферы определяется с учетом сформированного перечня приоритетных и социально значимых региональных рынков, направленных на повышение уровня жизни населения³.

В положении об органах исполнительной власти Республики Коми развитие конкуренции определено в качестве одного из основных прио-

* Статья подготовлена в рамках темы НИР «Реальный сектор экономики северных регионов России: проблемы и перспективы» (ГР № 122031500421, 2022-2024 гг.)

¹ Реальный сектор экономики России: стратегии управления, инвестиции и инновации. М.: Издательство «Перо», 2016. С. 8.

² Федеральный закон от 12.01.1996 г. № 7-ФЗ «О некоммерческих организациях». URL: <http://www.consultant.ru/>

³ Распоряжение Правительства РФ № 1738-р «Стандарт развития конкуренции в субъектах РФ». URL: <http://www.consultant.ru/>

ритетов деятельности региона¹. Распоряжением Правительства Республики Коми уполномоченным органом по содействию развитию конкуренции в регионе является Министерство экономического развития и промышленности². Утвержден перечень приоритетных и социально значимых рынков для содействия развитию конкуренции в республике с обоснованием их выбора³.

Важной характеристикой конкурентной среды на рынках товаров и услуг является доля негосударственной (немуниципальной) формы собственности, что предусмотрено федеральным Стандартом развития конкуренции.

В рамках внедрения Стандарта развития конкуренции в субъектах Российской Федерации предусмотрено проведение:

- мониторинга административных барьеров и оценки состояния конкурентной среды субъектами предпринимательской деятельности, который мы рассмотрим в данной работе;
- мониторинга удовлетворенности потребителей качеством товаров и услуг на товарных рынках региона и состоянием ценовой конкуренции;
- мониторинга удовлетворенности субъектов предпринимательской деятельности и потребителей товаров и услуг качеством (уровнем доступности, понятности, удобства получения и достаточности) официальной информации о состоянии конкурентной среды на рынках товаров и услуг региона и деятельности по содействию развитию конкуренции в регионе.

Министерство экономического развития и промышленности Республики Коми совместно с органами местного самоуправления муниципальных образований городских округов и муниципальных районов, ГАУ РК «Многофункциональный центр предоставления государственных и муниципальных услуг Республики Коми» ежегодно проводят опросы субъектов предпринимательской деятельности и населения.

В 2020 г. в опросе субъектов предпринимательской деятельности приняли участие 667 хозяйствующих субъектов, из них 338 индивидуальных предпринимателей (50,7%) и 329 юридических лиц (49,3%). Представителями предприятий, зарегистрированных в муниципальных образованиях городских округов, являлись 38,5% опрошенных, и 61,5% были зарегистрированы в муниципальных образованиях муниципальных районов. Основным географическим рынком сбыта продукции (работ, услуг) предприятий, которые представляли респонденты, в 31,2% случа-

¹ Закон Республики Коми от 31 октября 1994 г. № 8-РЗ «Об органах исполнительной власти в Республике Коми». URL: <https://law.rkomi.ru/>

² Распоряжение Правительства Республики Коми от 23 октября 2014 г. № 354-р «Об определении уполномоченного органа по содействию развитию конкуренции в Республике Коми». URL: <https://base.garant.ru/>

³ Об утверждении Перечня приоритетных и социально значимых рынков для содействия развитию конкуренции в Республике Коми от 14 декабря 2015 г. № 360-р (с изменениями на 17 июля 2018 г.). URL: <http://docs.cntd.ru/>

ев являлся рынок Республики Коми, в 63,4% – локальный рынок муниципального образования.

Расчет квот для опроса был сделан на основе методических рекомендаций Министерства экономического развития Российской Федерации от 11.03.2020 г. № 130 «Об утверждении единой методики мониторинга состояния и развития конкуренции на товарных рынках субъекта Российской Федерации»¹.

Мониторинг административных барьеров и оценки состояния конкурентной среды субъектами предпринимательской деятельности.

Основными экономическими факторами анализа конкурентной среды, от которых зависит уровень конкуренции на рынке товаров, работ, услуг, исследователи выделяют несовершенство налоговой и кредитной систем, ценовую политику государства, ограничения по спросу со стороны населения, высокие сроки окупаемости капиталовложений, неплатежи, высокую инфляцию и финансовую нестабильность².

В 2020 г. основными негативными барьерами, препятствующими развитию конкуренции, субъекты предпринимательской деятельности Республики Коми отметили административные и экономические факторы, которые снижают существующие стимулы входа на рынки новых участников, повышают непроизводственные издержки и тем самым снижают конкурентоспособность (табл. 1).

Высокие налоги, по мнению респондентов, являются самым существенным административным барьером для ведения текущей деятельности или открытия нового бизнеса. С 2015 по 2019 гг. его отметили более половины предпринимателей – от 59,2% до 58,3% (исключение составил 2017 г.), т.е. этот показатель практически оставался неизменным. Однако в 2020 г. (21,7%) он значительно сократился по сравнению с 2019 г. (58,3%) – на 36,6%, что связано с государственной поддержкой предпринимательства в Республике Коми³. Государственная программа Республики Коми «Развитие экономики» расширила доступ субъектов малого и среднего предпринимательства к финансовой поддержке. В 2020 г. на льготное финансирование из республиканского бюджета Республики Коми направлено 515 809,0 тыс. руб., что на 16,6% выше уровня 2019 г. (442 238,3 тыс. руб.).

Также в рамках Государственной программы была предусмотрена отдельная поддержка субъектов МСП в условиях ухудшения ситуации в связи с распространением новой коронавирусной инфекции. Финансирование данного направления поддержки составило 22 027,0 тыс. руб., в

¹ Министерство экономического развития Российской Федерации от 11.03.2020 г. № 130. Методические рекомендации «Об утверждении единой методики мониторинга состояния и развития конкуренции на товарных рынках субъекта Российской Федерации».

² Анализ конкурентной среды_ основные этапы и методы. URL: <https://vvs-info.ru/>

³ «Малое и среднее предпринимательство», Государственная программа Республики Коми «Развитие экономики», утвержденная постановлением Правительства Республики Коми от 31.10.2019 г. № 521 «О Государственной программе Республики Коми «Развитие экономики».

том числе средства федерального бюджета – 15 418,7 тыс. руб.¹ Но несмотря на предпринимаемые меры, данный налог по-прежнему занимает первое рейтинговое место среди административных барьеров.

Таблица 1

Распределение ответов на вопрос: «Какие из перечисленных административных барьеров являются наиболее существенными для ведения текущей деятельности или открытия нового бизнеса на рынке основном для бизнеса, который Вы представляете?», 2015-2020 гг., % от числа опрошенных)

Административные барьеры	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Высокие налоги	59,2	44,2	28,8	54,9	58,3	21,7
Ограничение/сложность доступа к закупкам компаний с госучастием и субъектов естественных монополий	3,3	8,6	2,2	2,8	7,1	13,0
Нестабильность российского законодательства, регулирующего предпринимательскую деятельность	36,5	29,4	14,7	26,9	23,1	12,1
Сложность/затянутость процедуры получения лицензий	15,7	20,1	7,1	9,2	14,9	8,1
Необходимость установления партнерских отношений с органами власти	9,5	18,0	4,1	7,6	8,5	7,5
Стандарты и предъявляемые к качеству требования	-	-	5,8	6,5	10,6	6,0
Сложность получения доступа к земельным участкам	27,3	25,2	10,0	15,1	13,2	5,6
Коррупция (включая взятки, предоставление преференций отдельным участникам на заведомо неравных условиях)	8,4	15,8	4,9	6,7	5,9	3,1
Нет барьеров	11,6	8,0	5,6	13,1	8,8	11,1

Источник²

Далее в ранжированном ряду идет такой показатель, как ограничение (сложность) доступа к закупкам компаний с государственным участием и субъектов естественных монополий. Его отметили 13,0% владельцев частных компаний (2015 г. – 3,3%, 2018 г. – 2,8%). За рассматриваемый период их число выросло на 9,7 п.п. А число респондентов, отметивших нестабильность российского законодательства, регулирующего предпринимательскую деятельность, сократилось на 24,4 п.п. (с 36,5 до 12,1%), что говорит о государственном регулировании отдельных видов предпринимательской деятельности. Здесь прослеживается тенденция развития и совершенствования. Также произошло снижение сложности получения доступа к земельным участкам на 21,7 п.п. (с 27,3 до 5,6%), сложность (затянутость) процедуры получения лицензий на 7,6 п.п. и коррупции на 5,3 п.п. (с 8,4 до 3,1%). Об отсутствии барьеров в

¹ Доклад «Состояние и развитие конкуренции на товарных рынках Республики Коми по итогам 2020 года»: Министерство экономического развития и промышленности Республики Коми. Сыктывкар 2021.

² Аналитический отчет «Состояние и развитие конкурентной среды на рынках товаров и услуг в Республике Коми», Сыктывкар, 2020. С. 312.

2020 г. сообщили 11,1% предпринимателей, в 2015 г. их число составляло 11,6%, т.е. уменьшилось лишь на 0,5 п.п.

За обозначенный период небольшие изменения претерпели такие административные барьеры как необходимость установления партнерских отношений с органами власти (уменьшение составило 2,0 п.п.), стандарты и предъявляемые к качеству требования.

С целью выявить отношение представителей бизнеса к состоянию конкурентной среды в Республике Коми респондентам было предложено выразить свое согласие или несогласие с утверждением «Увеличение конкуренции на рынке оказывает положительное влияние на бизнес». В 2020 г. с данным утверждением согласились 59,1% опрошенных, выразили несогласие – 40,9%. Таким образом, в 2020 г. субъекты предпринимательской деятельности относились к увеличению конкуренции на рынке скорее положительно, чем отрицательно. В 2019 г. баланс был смещен в пользу тех, кто не согласился с данным утверждением.

Для оценки состояния конкуренции респондентам было предложено выбрать утверждение, наиболее точно характеризующее условия ведения бизнеса, который они представляли. Утверждению «нам нет необходимости реализовывать какие-либо меры по повышению конкурентоспособности нашей продукции, работ, услуг (снижение цен, повышение качества, развитие сопутствующих услуг, иное)» соответствовало определение «нет конкуренции». В 2020 г. этот вариант ответа был первым в ранжированном ряду, его выбрали 18,9% опрошенных (в 2015 г. – 5,5%, 2018 г. – 9,9%). За обозначенный период (2015-2020 гг.) их число увеличилось на 13,4 п.п. (рис.1).

На слабую конкуренцию указали 17,8% респондентов (в 2015 г. – 9,9%, 2018 г. – 12,9%). Такая тенденция прослеживается из года в год. Отметили умеренную конкуренцию в бизнесе 18,7% (в 2015 г. – 32,1%, 2018 – 32,5%), где за шесть лет уменьшение составило 13,4 п.п. Высокую и очень высокую – 15,6% (в 2015 г. – 40,2%, 2018 г. – 33,8%). Эти показатели за обозначенный период также резко снизились на 24,6 п.п., что указывает на значительное снижение конкурентной среды в Республике Коми.

Важным фактором функционирования бизнеса является возрастание количества конкурентов у предпринимателей на основном рынке. В 2020 г., отвечая на вопрос о количестве основных конкурентов, 22,6% опрошенных (годом ранее – 6,0%) отметили, что у них нет конкурентов. От 1 до 3 конкурентов имели 34,6% опрошенных (с 2015-2018 гг. в среднем 36,1%, в 2019 г. – 27,7%).

Анализ оценок респондентов об изменении числа конкурентов в динамике за последние три года дает основания полагать, что для большинства респондентов число конкурентов остается неизменным. В 2020 г. так ответили 50,1% (в 2018 г. – 41,2%, в 2019 г. – 41,4%). Начиная с 2015-2017 гг., так считали в среднем 36,1% опрошенных. В последние

три года для большинства субъектов предпринимательской деятельности число конкурентов остается неизменным.

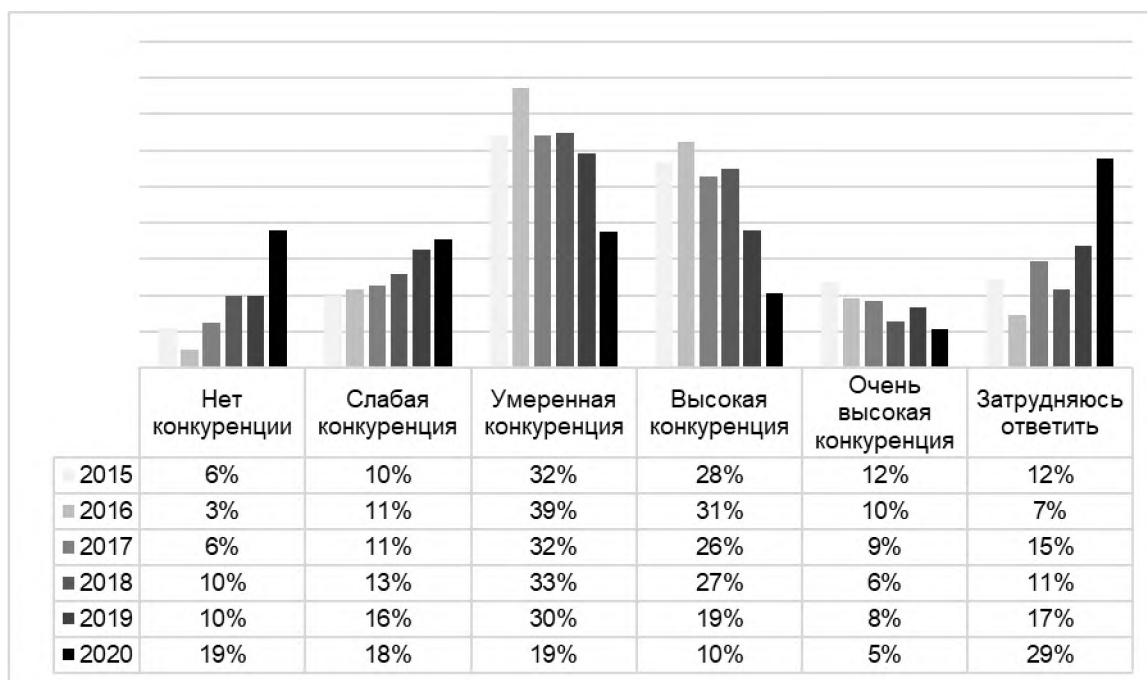


Рис. 1. Динамика оценок состояния конкуренции представителями бизнеса, 2015-2020 гг., % от числа опрошенных
Источники¹

Наиболее частой мерой развития бизнеса, которой пользуются представители бизнеса в регионе, является приобретение технического оборудования. Этой мерой в течение последних трех лет воспользовались 61,6% опрошенных. В фокусе социологического исследования были выявлены образовательные направления, в области которых респондентам не хватает знаний. Отсюда на втором по популярности месте – обучение и переподготовка персонала (33,9%). На третьем – приобретение технологий, патентов, лицензий, ноу-хау (29,4%).

Выводы и предложения. Таким образом, в результате анализа структуры административных барьеров можно сделать вывод о необходимости, в первую очередь, снижения налоговой и административной нагрузки на бизнес, а также грамотного совершенствования законодательства. Наблюдается стремление к сокращению барьерного регулирования путем принятия Правительством концептуального подхода к «безбарьерному» регулированию. Однако в настоящее время органы государственной власти, городских округов и муниципального управления вменяют бизнесу большое количество платных услуг в процессе его хозяйственной деятельности, что отражается на повышении стоимости

¹ Аналитический отчет «Состояние и развитие конкурентной среды на рынках товаров и услуг в Республике Коми», Сыктывкар, 2020. С. 312; Аналитический отчет «Состояние и развитие конкурентной среды на рынках товаров и услуг в Республике Коми». Сыктывкар, 2018. С. 5.

производимой продукции, работ, услуг, снижая ее конкурентоспособность¹.

В 2020 г. отмечено продолжение тенденции по снижению оцениваемого уровня интенсивности конкурентной среды в Республике Коми. В 2018 г. оценка предпринимателями уровня конкурентной среды как высокого или очень высокого была преобладающей (33,8%), в 2019 г. предприниматели были склонны чаще отмечать умеренную конкуренцию (29,6%), а в 2020 г. отсутствие конкуренции заняло первое рейтинговое место. Кроме того, выделено, что в последние три года для большинства субъектов предпринимательской деятельности число конкурентов остается неизменным.

Несмотря на тенденцию снижения оцениваемого уровня интенсивности конкуренции в Республике Коми в последние годы, все опрошенные предприниматели региона продолжают применять меры по развитию своего бизнеса. Наиболее частой мерой развития бизнеса является приобретение технического оборудования, обучение и переподготовка персонала.

ВЗАИМОСВЯЗЬ РЕАЛЬНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ И БЮДЖЕТНОЙ СФЕРЫ СЕВЕРНЫХ РЕГИОНОВ*

Е.Н. Тимушев, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Введение. Успешность экономического развития и рост качества жизни зависят от состояния и складывающихся тенденций в реальном секторе экономики. Он объединяет сферу материального и часть нематериального производства в хозяйственной системе. От состояния реального сектора зависит и возможность достижения целей государства в рамках проведения бюджетной политики. Ярко выраженная пространственная и отраслевая неравномерность развития реального сектора является отличительной чертой экономики на Севере. Она же влияет и на распределение финансовых ресурсов, в том числе в рамках федеральной и региональной бюджетной политики. Это обуславливает интерес в исследовании особенностей взаимосвязи реального сектора экономики и бюджетной системы северных регионов. Региональный фокус анализа реального сектора чрезвычайно важен, так как эффективные антикризисные

¹ О мерах по устранению административных ограничений при осуществлении предпринимательской деятельности. URL: <http://www.spp.spb.ru/>

* Статья подготовлена в рамках темы НИР «Реальный сектор экономики северных регионов России: проблемы и перспективы» (ГР № 122031500421, 2022-2024 гг.)

меры предполагают знание и учет уникальных особенностей каждой территории¹.

Цель данной работы – определить структурные характеристики реального сектора экономики и особенности отраслевой структуры северных регионов России в целом.

Новизна работы состоит в методе, применяемом для характеристики отраслевой структуры региональной экономики. Для оценки отраслевой структуры, как правило, используются данные Росстата, отличающиеся низкой детализированностью (приводятся данные по укрупненным видам деятельности) и малой оперативностью. Напротив, достижение цели данной работы будет основываться на официальной отчетности о параметрах бюджетной системы, предоставляемой Федеральной налоговой службой Российской Федерации. Она публикуется весьма оперативно и корреспондируется с действующей номенклатурой ОКВЭД (ОК 029-2014).

Метод. Гипотеза исследования – налоговые доходы в форме страховых взносов, поступающие в бюджетную систему Российской Федерации с территории северных регионов, формируются преимущественно видами деятельности, связанными с добывающей промышленностью, а доля налоговых поступлений от обрабатывающих производств на Севере гораздо ниже.

В качестве отчетности о параметрах бюджетной системы в данной работе используется отчетность Федеральной налоговой службы Российской Федерации по форме 1-НОМ «Начисление и поступление налогов, сборов и страховых взносов в бюджетную систему Российской Федерации по основным видам экономической деятельности»². Особенностью данной формы является представление данных о величине налоговых поступлений по видам налогов и видам деятельности в разрезе всех субъектов Российской Федерации за год. В данной работе применяется отчетность за 2021 г. Критерием оценки отраслевой структуры региональной экономики выступают данные о поступлении страховых взносов на обязательное социальное страхование, их объем и структура по видам экономической деятельности. Предполагается, что отчетность по страховым взносам дает корректное отражение структуры занятости населения на региональном рынке труда. В свою очередь, это дает адекватные данные для характеристики отраслевой структуры экономики.

Для расчета усредненных данных о структуре экономики северных регионов России применяется метод средней взвешенной. Доля той или иной отрасли определяется на основе значения показателя у каждого се-

¹ Климанов В.В., Михайлова А.А. Бюджетная децентрализация в пандемию и постпандемийных условиях // Журнал Новой Экономической Ассоциации. 2021. № 3. С. 218-226; Зубаревич Н.В. Возможности децентрализации в год пандемии: что показывает бюджетный анализ? // Региональные исследования. 2021. № 1 (71). С. 46-57. DOI: 10.5922/1994-5280-2021-1-4; Alexeev M., Yushkov A. The Fiscal Impact of the COVID-19 Pandemic on Subnational Governments: The Case of Russia // Public Finance Review. 2022. No. 50 (3). P. 239-278. <https://doi.org/10.1177/10911421221097785>

² URL: https://www.nalog.gov.ru/rn11/related_activities/statistics_and_analytics/forms/

верного региона и доли данного региона в общей величине соответствующих налоговых доходов по всей совокупности:

$$A = \sum_i^N \frac{m_i}{M} * a_i$$

где A – доля вида деятельности в отраслевой структуре налоговых доходов северных регионов,

m – всего налоговых доходов, сформированных на территории региона i ,

M – всего налоговых доходов, сформированных на территории северных регионов,

a – доля вида деятельности в общей величине налоговых доходов региона i ,

N – число северных регионов.

Под северными регионами понимаются субъекты Российской Федерации, территория которых полностью относится¹ к районам Крайнего Севера или приравненным к ним местностям (за исключением Республики Тыва): Республики Карелия, Коми и Саха (Якутия), Камчатский край, Архангельская, Магаданская, Мурманская и Сахалинская области, Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий, Ненецкий и Чукотский автономные округа.

Характеристика реального сектора экономики. Несмотря на частое употребление как в научной литературе, так и на практике, значение понятия «реальный сектор экономики» до сих пор не имеет однозначного толкования. Тем не менее, в большинстве источников под реальным сектором понимается производство товаров и большинства видов услуг, за исключением тех, которые носят исключительно перераспределительный характер. Примером последних являются операции, проводимые на финансовом рынке и в бюджетном (государственном) секторе. Так, исчерпывающее определение термина «реальный сектор» приводится в работе С.Г. Кирдиной², согласно которой тот объединяет все отрасли экономики, производящие материальные и нематериальные блага (товары и услуги), за исключением финансовых операций и операций бюджетного сектора. Используя этот же подход, в ежегодном аналитическом выпуске Института Гайдара³ тенденции, происходящие в реальном секторе, анализируются отдельно от процессов, протекающих на финансовых рынках, а также процессов, которые происходят в рамках проведения государством денежно-кредитной и налогово-бюджетной политики.

¹ См. О внесении изменений и дополнений в Перечень районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, утвержденный Постановлением Совета Министров СССР от 10 ноября 1967 г. № 1029: Постановление Совмина СССР от 03.01.1983 г. № 12 (ред. от 27.02.2018 г.).

² Кирдина С.Г. Институциональные модели финансирования реального сектора // Журнал Новой экономической ассоциации. 2013. № 2 (18). С. 129-155.

³ Российская экономика в 2020 году. Тенденции и перспективы (Выпуск 42) / Колл. авт. Институт Гайдара, 2021. 712 с.

Состав реального сектора можно сформировать на основе перечня отраслей и кодов к ним согласно новой редакции номенклатуры ОКВЭД¹, вступившей в силу с 1 января 2017 г. (табл. 1). Подавляющая часть видов деятельности относится к реальному сектору. Финансовые услуги, а также образование, здравоохранение, культура и госуправление с определенной долей условности и в той степени, в которой данные виды услуг не производятся частным сектором, не могут быть отнесены к реальному сектору экономики.

Таблица 1

Виды экономической деятельности согласно общероссийскому классификатор ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2)

Вид деятельности	Код
Сельское, лесное хозяйство, охота, рыболовство, рыбоводство	А
Добыча угля	В-5
Добыча нефти и нефтяного (попутного) газа	В-6.1
Добыча природного газа и газового конденсата	В-6.2
Добыча металлических руд	В-7
Добыча прочих полезных ископаемых	В-8
Предоставление услуг в области добычи полезных ископаемых	В-9
Производство напитков	С-11
Производство табачных изделий	С-12
Производство текстильных изделий	С-13
Производство одежды	С-14
Производство кожи и изделий из кожи	С-15
Обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели, производство изделий из соломки и материалов для плетения	С-16
Производство бумаги и бумажных изделий	С-17
Деятельность полиграфическая и копирование носителей информации	С-18
Производство кокса и нефтепродуктов	С-19
Производство химических веществ и химических продуктов	С-20
Производство лекарственных средств и материалов, применяемых в медицинских целях	С-21
Производство резиновых и пластмассовых изделий	С-22
Производство прочей неметаллической минеральной продукции	С-23
Производство металлургическое и производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования	С-24-25
Производство компьютеров, электронных и оптических изделий	С-26
Производство электрического оборудования	С-27
Производство машин и оборудования, не включенные в другие группировки	С-28
Производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов	С-29
Производство прочих транспортных средств и оборудования	С-30
Прочие производства	С-32
Обеспечение электрической энергией, газом и паром; кондиционирование воздуха	Д

¹ ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности: утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 г. № 14-ст (ред. от 23.12.2021 г.).

Вид деятельности	Код
Водоснабжение, водоотведение, организация сбора и утилизации отходов, деятельность и ликвидация загрязнений	Е
Строительство	Ф
Торговля оптовая и розничная; ремонт автотранспортных средств и мотоциклов	Г
Транспортировка и хранение, кроме трубопроводного транспорта	Н
Деятельность трубопроводного транспорта	Н-49.5
Деятельность гостиниц и предприятий общественного питания	И
Деятельность в области информации и связи	Ж
Деятельность финансовая и страховая *	К
Деятельность по операциям с недвижимым имуществом	Л
Деятельность профессиональная, научная и техническая	М
Деятельность административная и сопутствующие дополнительные услуги	Н
Государственное управление и обеспечение военной безопасности; социальное обеспечение *	О
Образование *	Р
Деятельность в области здравоохранения и социальных услуг *	Q
Деятельность в области культуры, спорта, организации досуга и развлечений *	Р
Предоставление прочих видов услуг	С
Остальные виды экономической деятельности	-

Составлено по: ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности: утв. Приказом Росстандарта от 31.01.2014 г. № 14-ст (ред. от 23.12.2021 г.).

Примечание: Отражены разделы, классы и подклассы классификатора ОКВЭД. Исчерпывающий перечень без пересечений. * – не относится к реальному сектору.

Результаты. Наибольшая доля страховых взносов, поступающих в бюджетную систему Российской Федерации, по России в целом формируется в таких отраслях, как обрабатывающая промышленность (код «С»), торговля («Г»), транспортировка и хранение («Н»), деятельность профессиональная, научная и техническая («М») (входят такие виды деятельности, как право и бухгалтерский учет, деятельность головных офисов, консалтинг, архитектура и инженерно-техническое проектирование, наука, реклама, дизайн, фотоуслуги и так далее), а также образование («Р») и здравоохранение («Q») (рис. 1). В северных регионах образование и здравоохранение также формируют значительную часть страховых взносов. Кроме этого, заметно бóльшая часть взносов формируется в государственном управлении и социальном обеспечении («О»), а частные услуги (коды «И» – «Н») гораздо менее распространены. Последние замещены поступлениями от сектора добычи полезных ископаемых, доля которых гораздо выше, чем в среднем по России в целом. Так, для добычи нефти и нефтяного (попутного) газа («В-6.1») разница составляет 8,2 п.п. (9,5% по северным регионам и 1,3% в среднем по России в целом), предоставления услуг в области добычи полезных ископаемых («В-9») – 5,3 п.п., добычи природного газа и газового конденсата («В-6.2») – 3,6 п.п. В части поступлений от добычи металлических руд и прочих полезных ископаемых разница не столь велика.

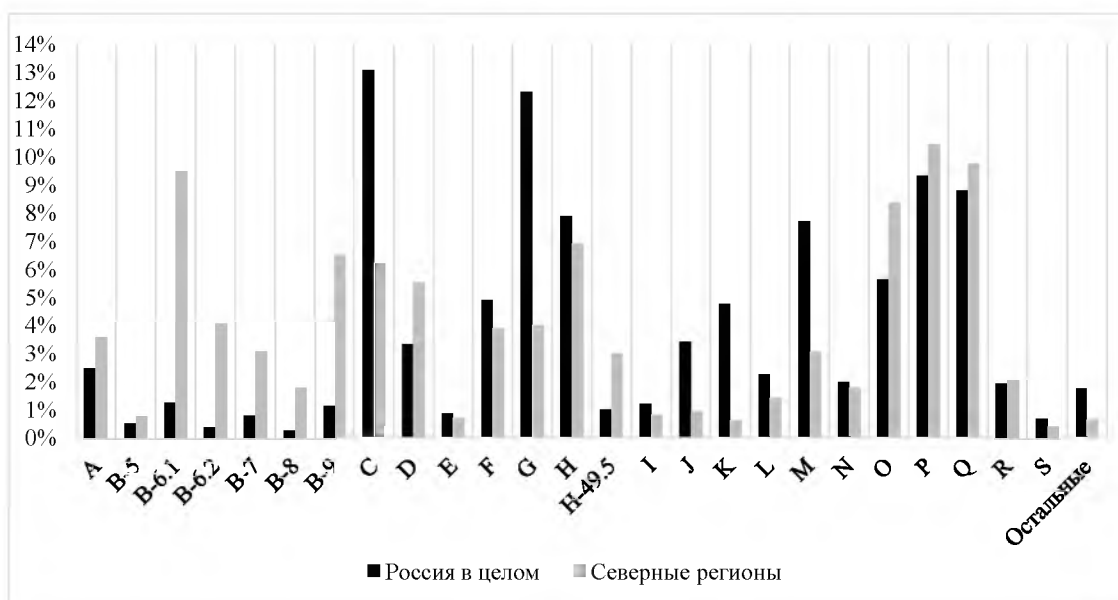


Рис. 1. Отраслевая структура страховых взносов на обязательное социальное страхование в 2021 г., %

Источник: составлено по данным Федеральной налоговой службы.

Примечание: * – не относится к реальному сектору.

Несмотря на существенное отставание обрабатывающей промышленности в целом в структуре страховых взносов, поступления по целому ряду подотраслей на Севере, тем не менее, чуть выше среднероссийских: обработка древесины и производство изделий из дерева (кроме мебели) («С-16»), производство бумаги и бумажных изделий («С-17»), производство прочих транспортных средств и оборудования («С-30») и прочие производства («С-32») (рис. 2). Также относительно значимы поступления от производства кокса и нефтепродуктов («С-19») и металлургического и готовых металлических изделий («С-24-25»), хотя они уступают по величине среднероссийским значениям.

Выводы. Налоговые доходы в форме страховых взносов на обязательное социальное страхование, зачисляемые в бюджетную систему Российской Федерации с территории северных регионов, в основном поступают от организаций, занятых в добывающей промышленности. Доля налоговых поступлений в форме страховых взносов от обрабатывающих производств гораздо ниже. Таким образом, выдвинутая гипотеза подтвердилась.

Высокая доля отраслей добывающей промышленности и низкая доля частных услуг в структуре занятости, выступающих локомотивом спроса на инновационные продукты и двигателем в развитии малого и среднего предпринимательства, объясняется действием феномена «ресурсного проклятия». Богатство, выраженное в больших запасах полезных ископаемых, на практике ведет к замещению человеческого капитала физическим капиталом и не создает стимулы к развитию сложных обрабатывающих производств, составляющих передовые «торгуемые» сектора экономики и зависящих от высококвалифицированного труда. У

экономических агентов оказывается мало стимулов развивать собственное производство и сектор частных услуг.

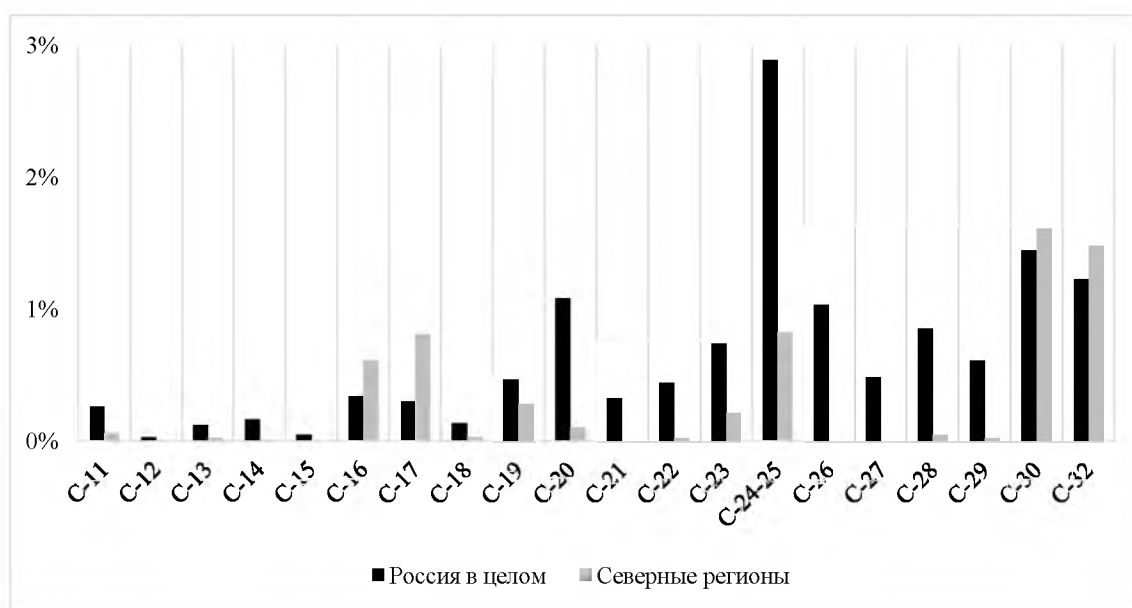


Рис. 2. Отраслевая структура страховых взносов на обязательное социальное страхование, по разделу С «Обрабатывающие производства», в 2021 г., %
Источник: составлено по данным Федеральной налоговой службы.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ)

М.И. Фазульзянов

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Актуальность темы исследования обусловлена тем, что строительство является одной из ключевых отраслей российской экономики, затрагивающей многие виды производства и сферы услуг. Состояние строительной отрасли во многом зависит от уровня развития промышленности и деловой активности общества и его производственных мощностей. При осуществлении своей деятельности строительные организации задействуют значительные мощности как своих, так и сторонних производственных фондов, с течением времени происходит их моральный и физический износ, растут требования к повышению конкурентоспособности выпускаемой строительной продукции, в результате чего организации строительной отрасли вынуждены обновлять производственные фонды в соответствии с требованиями современных технологий. Конечным итогом деятельности строительной отрасли является развитие и совершенствование социальной сферы, общественного пространства, ре-

конструкция, модернизация и техническое перевооружение сферы производства. Главными задачами строительства на сегодняшний день являются: увеличение обеспеченности населения социальной инфраструктурой, жильем и создание рабочих мест. С решением этих задач улучшится демографическая ситуация и социальная стабильность в обществе. Положительное состояние строительной отрасли благоприятно отражается на экономике и развитии Республики Коми в частности и Российской Федерации в целом, обеспечивая финансовый приток денежных средств в регионы¹.

Строительные объекты преимущественно классифицируются по назначению: жилые здания, объекты промышленного назначения и административно-общественные объекты. Каждое из направлений имеет свои особенности и закономерности развития. Обособленно выделяют в отрасли дорожное строительство, так как данное направление относится к строительству линейных объектов, специфика строительства и ремонта которых имеет ряд важных специфических отличий при проектировании, производстве работ, гарантийному и постгарантийному обслуживанию. В данных условиях сфера строительства требует качественного анализа с целью выявления существующих проблем и перспектив развития. Предметом исследования являются статистические показатели финансово-экономической деятельности предприятий строительства по федеральным округам РФ. Объектом исследования выступает строительная сфера в Республике Коми как значимая отрасль народного хозяйства.

Цель данного исследования заключается в проведении анализа с помощью интегральной оценки уровня современного состояния строительной отрасли по региону на основе совокупности определенных выбранных показателей. Информационной базой исследования послужили официальные данные Территориального органа Федеральной службы государственной статистики по Республике Коми

Базой для строительной отрасли являются рынок добычи общераспространенных полезных ископаемых на участках недр местного значения и рынок производства кирпича. Объективной причиной ограничения их развития в Республике Коми являются логистические особенности: значительные расстояния между населенными пунктами, а также отдаленность от крупных городов и промышленных центров формируют значительное удорожание продукции соответствующих рынков и неэффективность производства с учетом стоимости доставки.

В настоящее время правительством Российской Федерации уделяется значительное внимание содействию развитию конкуренции частных организаций рынков экономики. В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.04.2019 г. № 768-Р утверждена новая редакция стандарта развития конкуренции в субъектах Российской

¹ Анпилов С.М. Территориальный анализ уровня развития строительной отрасли в регионах РФ // Основы экономики и управления. 2012. № 2 (2). С. 29-36.

Федерации¹. К товарным рынкам, задействованным в строительной отрасли, в результате деятельности которых напрямую оказывается влияния на показатели конкурентоспособности строительной отрасли, относятся несколько сфер производства (рынков), включенных в указанный стандарт: строительства объектов капитального строительства, за исключением жилищного и дорожного строительства, архитектурно-строительного проектирования, жилищного строительства, выполнение работ по благоустройству городской среды, выполнение работ по содержанию и текущему ремонту общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме, дорожное строительство, а также производственные рынки строительных материалов: производство бетона, кирпича, добыча общераспространенных полезных ископаемых на участках недр местного значения, обработка древесины и производства изделий из дерева. Немаловажным ресурсом для развития строительной отрасли является рынок среднего профессионального образования, который также указан в разделе адресных направлений по включению в дорожную карту² развития конкуренции по указанному выше распоряжению.

По данным Национального рейтингового агентства (НРА) уровень инвестиционной привлекательности Республики Коми на фоне созданных условий для развития инвестиционной деятельности определен как IC7 (Умеренная инвестиционная привлекательность – первый уровень).

В структуру оценки указанного уровня инвестиционной привлекательности входят:

1. Географическое положение и природные ресурсы: удобство географического положения региона, наличие в регионе основных видов природных ресурсов (в том числе топливно-энергетических), уровень загрязнения окружающей среды, возможности очистки стоков и переработки отходов производства, энергоемкость региональной экономики.

2. Трудовые ресурсы региона: основные характеристики трудовых ресурсов региона, в том числе численность экономически активного населения, уровень занятости и безработицы, объем предложения квалифицированной рабочей силы, а также производительность труда.

3. Региональная инфраструктура: уровень развития и доступности как «жесткой», так и «мягкой» инфраструктуры. В понятие «жесткой» инфраструктуры включается транспортная, энергетическая, телекоммуникационная, жилищная инфраструктура. «Мягкая» инфраструктура включает в себя несколько составляющих, из которых с точки зрения ин-

¹ Распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.04.2019 г. № 768-Р Р // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

² Распоряжение Главы Республики Коми от 16 декабря 2021 1393-р «Об утверждении Плана мероприятий ("дорожной карты") по содействию развитию конкуренции в Республике Коми и Перечня товарных рынков для содействия развитию конкуренции в Республике Коми» (с изменениями на 14 апреля 2022 года) // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

вестиционной привлекательности наибольшее значение имеет финансовая инфраструктура.

4. Внутренний рынок региона (потенциал регионального спроса): уровень развития внутреннего рынка региона (в том числе масштабы секторов розничной торговли и платных услуг), располагаемые доходы и покупательная способность населения региона.

5. Производственный потенциал региональной экономики: совокупные результаты и особенности экономической деятельности предприятий, работающих в регионе (объем и динамика производства, размер активов, их качество и эффективность их использования), отраслевая структура региональной экономики, уровень развития инновационных отраслей.

6. Институциональная среда и социально-политическая стабильность: экспертная оценка эффективности регионального законодательства, регулирующего взаимодействие органов власти и инвесторов, экспертная оценка благоприятности регионального налогового законодательства (наличие налоговых льгот и возможности их получения), уровень социальной и криминальной напряженности в регионе.

7. Устойчивость регионального бюджета и предприятий региона: состояние государственных финансов в регионе (сумма налоговых поступлений, сбалансированность бюджета, региональный государственный долг), а также аналитическая оценка положения предприятий региона (прибыльность/убыточность фирм, состояние кредиторской и дебиторской задолженности организаций, наличие инвестиционных ресурсов).

К строительным организациям относятся все общестроительные и специализированные организации, включая ремонтно-строительные организации, тресты (управления) механизации и домостроительные комбинаты, буровые организации, осуществляющие строительство разведочных скважин на нефть и газ, и другие организации, зарегистрированные соответствующим кодом ОКВЭД2 (до 2016 г. включительно ОКВЭД2007), входящим в раздел F «Строительство».

Ниже представлены статистические данные деятельности строительных организаций Республики Коми¹.

Как видно из табл. 1, после спада объемов выполненных работ организациями в сфере строительства в 2017 г., наблюдается положительная динамика стоимости объемов производимых работ. Так, с 2017 по 2020 гг. стоимость выполненных строительными организациями Республики объемов работ возросла на 2 867 млн рублей (на 6,4%). Преобладающий рост стоимости объемов выполненных работ с 2017 по 2020 гг. имеют: смешанная российская (+186,1%), прочие (иностраннне организации) (+37,4%) и частные (+4,7%) формы собственности.

¹ Статистический ежегодник Республики Коми. 2021: стат.сб. / Комистат. Сыктывкар, 2020. 325 с.
270

Таблица 1

**Объем работ, выполненных по виду экономической деятельности
«строительство»**

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Всего (в фактически действовавших ценах), млн руб.	77330	105321	45161	47646	44865	48028
в том числе по формам собственности:						
государственная	177	2	1	-	-	-
муниципальная	63	42	51	61	68	71
частная	75253	93653	43076	45490	43993	45111
смешанная российская	110	149	36	31	84	103
прочие	1728	11475	1997	2064	720	2743
В % к предыдущему году (в сопоставимых ценах)	84,0	113,1	41,9	104,6	90,0	108,3

На рис. 1 изображена динамика изменения числа действующих строительных организаций в Республике Коми. Как видно из представленных данных, за шесть лет количество строительных организаций в Республике Коми сократилось с 1813 до 1172 предприятий, т.е. снижение составило на 35,4 %.

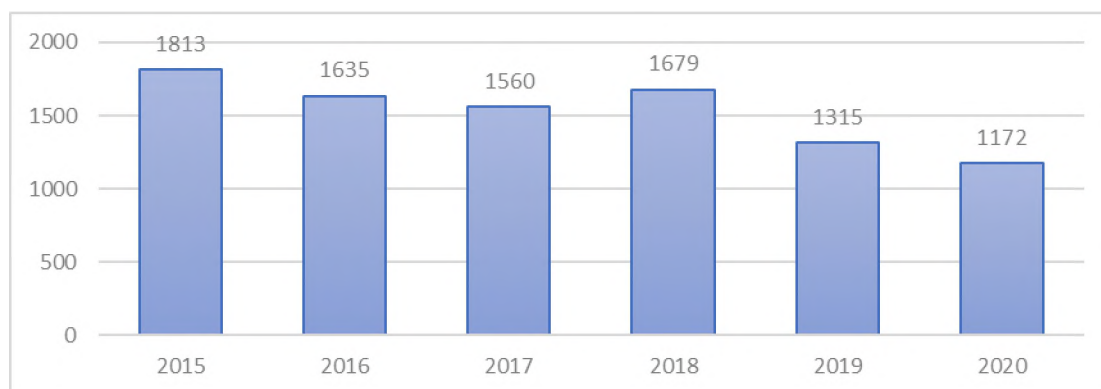


**Рис. 1. Число действующих строительных организаций,
на конец года, единиц**

Проанализировав данные табл. 1 и рис. 1, можно сделать вывод, что преобладающей формой собственности среди предприятий строительной отрасли является частная собственность, которая по состоянию на 2020 г. составляет 99,3% от общего количества предприятий. При этом удельный вес данных предприятий в общей стоимости объемов выполненных работ за 2020 г. составляет 93,9%.

Начиная с 2018 г., на территории республики наблюдается стабилизация показателя количества вводимых в эксплуатацию жилых зданий: минус 16 единиц (-1,4 %). Однако в этот же период имеет место снижение числа зданий нежилого назначения: минус 36 единиц (-27,5%) (табл. 2).

Основным показателем эффективности строительной отрасли в регионе принято считать количество вводимых квадратных метров

площади зданий. При этом за исследуемый период мы видим, что имеет место обратная зависимость вводимой жилой площади к количеству вводимых в эксплуатацию зданий. Так, количество вводимой площади жилого назначения в 2020 г. ниже показателя 2015 г. на 18,6 тыс. м² (-6,6%), однако в 2020 г. введено в эксплуатацию 1140 зданий против 509 зданий в 2015 г. (+124,0%). Выявленная обратная зависимость свидетельствует о наличии тенденции уменьшения площади вводимых в эксплуатацию жилых зданий. Иная ситуация за исследуемый период отмечается в сфере строительства объектов нежилого назначения. Так, общая площадь зданий нежилого назначения в 2020 г. ниже показателя 2015 г. на 27,2 тыс. м² (-22,5%), однако в 2020 г. введено в эксплуатацию 95 зданий против 134 в 2015 г. (-29,1%). Т.е. имеет место прямая зависимость площади вводимых нежилых зданий от их количества вводимых в эксплуатацию, что объясняется привязкой площади нежилых зданий к нормативам, стандартам и производственным факторам.

Таблица 2

Ввод в действие зданий отдельных производственных мощностей, жилых домов, объектов социально-культурного назначения

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Число зданий, ед.	643	707	957	1287	1299	1235
в том числе:						
жилого назначения	509	531	831	1156	1169	1140
нежилого назначения	134	176	126	131	130	95
Общий строительный объем зданий, тыс. м³	1878,8	2954,6	1552,5	2169,9	2558,5	1688,7
в том числе:						
жилого назначения	1108,5	1329,9	1180,1	1523,2	1265,9	1053,3
нежилого назначения	770,3	1624,7	372,3	646,7	1292,6	635,3
Общая площадь зданий, тыс. м²	404,9	570,0	341,4	473,7	491,1	359,1
в том числе:						
жилого назначения	283,8	322,2	283,2	388,8	305,5	265,2
нежилого назначения	121,1	247,7	58,2	84,9	185,7	93,9

Ввод в действие мощностей – показатель мощности (производительности, вместимости, пропускной способности, площади, протяженности и т.д.), созданной в результате осуществления инвестиций в основной капитал. Введенные в эксплуатацию объекты (мощности) показываются в размерах, указанных в разрешениях на ввод объектов (мощностей) в эксплуатацию, оформленных в установленном порядке в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности.

Далее проанализирована информация о соотношении жилых домов, построенных населением, к общему количеству построенных жилых домов (рис. 2).

На основе представленных данных можно сделать вывод, что в исследуемом периоде прослеживается тенденция роста частного домостро-

ения, т.е. роста числа домов, построенного населением. Так, в 2015 г. доля частного домостроения от общего количества домов, построенных в регионе, составляла 18,9%, в 2020 г. – 51,6%. Рост доли частного домостроения составляет более чем в 2,7 раза.



Рис. 2. Ввод в действие жилых домов, тыс. кв. м общей площади жилых помещений

За исследуемый период в Республике Коми наблюдается тенденция снижения количества общей площади жилых домов, вводимой в городской местности, и рост в сельской. Так, с 2015 по 2020 гг. данный показатель в городе снизился на 36,1 тыс. м² (-20,6 %). В то же время сельской местности показатель ввода в действие общей площади жилых домов вырос на 30,6 тыс. м² (+89,5 %) (табл. 3).

Таблица 3

Ввод в действие жилых домов в городской и сельской местности

Годы	Всего введено в действие жилых домов, тыс. м ² общей площади жилых помещений		В том числе жилых домов, построенных населением за счет собственных и привлеченных средств		На 1000 человек населения – всего, м ² общей площади жилых помещений
	в городской местности	в сельской местности	в городской местности	в сельской местности	
2015	175,5	34,2	20,1	19,5	244
2016	194,2	45,5	19,6	27,4	281
2017	172,6	50,2	46,1	39,3	263
2018	226,3	63,9	59,8	59,5	347
2019	162,0	74,6	46,9	72,1	287
2020	139,4	64,8	41,7	63,8	250

Следует также отметить рост удельного веса площади жилых домов, построенных населением (частное домостроение) за счет собственных и заемных средств. Так, в городской местности в 2020 г. данный показатель составил 29,9% от общей площади введенных в действие жилых

домов против 11,5% в 2015 г., в сельской – 98,5% в 2020 г. против 57,0% в 2015 г. Рост количества вводимой площади в сельской местности, вероятно, объясняется насыщением рынков недвижимости в городах и желанием жителей республики иметь загородную недвижимость. Увеличение удельного веса площади жилых домов, построенных населением, объясняется современной тенденцией к частному домостроению.

В соответствии с показателями строительной отрасли Республики Коми, в 2021 г. введены в эксплуатацию 2455 квартир, в том числе 1136 – в жилых домах, построенных населением. Общая площадь введенного жилья составила 179,4 тыс. кв. м, или 87,8% к предыдущему году. Населением построено 114,2 тыс. кв. м, что на 8,4% больше, чем в 2020 г. (рис. 3).

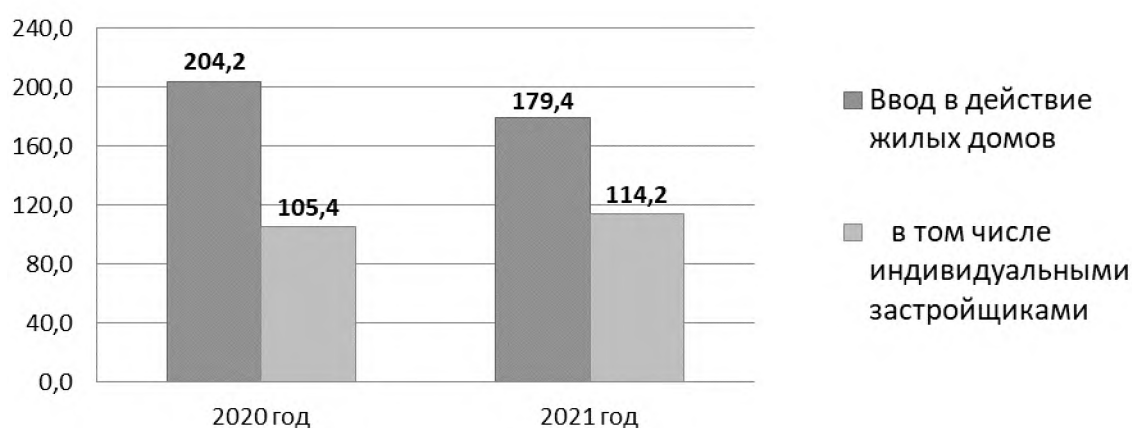


Рис. 3. Динамика ввода жилья в Республике Коми в 2020-2021 гг., тыс. кв. м.

К выявленным факторам, оказывающим негативное воздействие на показатели строительной отрасли Республики Коми, следует отнести увеличение капиталоемкости строительной продукции за счет роста стоимости прямых затрат, что приводит к увеличению стоимости конечного продукта – жилых помещений. По итогам 4 квартала 2021 г. средняя стоимость одного квадратного метра общей площади жилых домов, построенных в республике, составила на первичном рынке 65,845 тыс. рублей, на вторичном рынке – 54,8 тыс. рублей. С начала года цены на первичном и вторичном рынках жилья увеличились на 30% и 1,4%, соответственно, к уровню 4 квартала 2020 г. Это связано с растущими издержками строительных организаций, осуществляющих строительство многоквартирных жилых домов, с ростом налога на добавленную стоимость, с реформой долевого строительства: переходом застройщиков на проектное финансирование. При этом наблюдается недостаточный уровень доходов населения, связанный в том числе с неблагоприятной экономической ситуацией, вызванной пандемией COVID-19.

Следует отметить, что в целях повышения результативности показателей строительной отрасли правительством Республики Коми в последние годы предпринят ряд действий.

В 2020 г. Республика Коми приняла участие в отборе, проводимом Минстроем России в целях реализации в 2021 г. мероприятий по стимулированию программ развития жилищного строительства субъектов Российской Федерации в рамках федерального проекта «Жилье».

В рамках мероприятия по обеспечению новых земельных участков инженерной и дорожной инфраструктурой в целях жилищного строительства в 2021 г. из республиканского бюджета Республики Коми предоставлены субсидии бюджету МО ГО «Сыктывкар» на реализацию инвестиционного проекта по обеспечению земельных участков инженерной и дорожной инфраструктурой для целей жилищного строительства «Обеспечение земельных участков инфраструктурой мкр. Сосновая поляна (внутримикрорайонные улицы, проезды и уличное освещение)», в части выполнения работ по строительству участка дороги улиц 2 и 3 линии общей протяженностью 2,057 км и организация уличного освещения общей протяженностью 2,1 км. Размер субсидии на реализацию данного мероприятия составил 40,1 млн рублей.

По итогам рассмотрения заявок Республике Коми из федерального бюджета выделено 47,5 млн рублей на завершение строительства дорожной инфраструктуры протяженностью автомобильных дорог 2,112 км в рамках реализации проекта «Обеспечение земельного участка коммунальной инфраструктурой мкр. Шордор-2 п.г.т. В. Максаковка (внутримикрорайонные улицы, проезды и уличное освещение)»¹.

Также в республике производится реализация мероприятий, предусмотренных Государственной программой Республики Коми «Развитие строительства и жилищно-коммунального комплекса, энергосбережение и повышение энергоэффективности» в части:

- вовлечения в оборот земельных участков, находящихся в федеральной собственности, для целей жилищного строительства;
- содействия муниципальным образованиям в Республике Коми в реализации мероприятий по обустройству земельных участков инженерной и дорожной инфраструктурой в целях жилищного строительства, в том числе за счет предоставляемых субсидий из республиканского бюджета Республики Коми.

Для увеличения строительной активности организаций Республики Коми необходимы условия для полноценного формирования портфеля заказов, для чего должны более активно привлекаться органы власти всех уровней. Снижению цен на строительные материалы должно способствовать развитие конкурентной среды между участниками рынка строительных материалов и конструк-

¹ Министерство экономического развития и промышленности Республики Коми. Доклад Социально-экономическое развитие Республики Коми в 2021 году

ций, между строительными организациями региона. Для дальнейшего повышения использования предприятиями заемных средств необходимо развивать инструменты принятия банками в залоговое имущество различных видов ликвидного имущества, увеличивать количество и размер предоставляемых банкам государственных гарантий. Для нивелирования высокого уровня налогов должны применяться различные механизмы налоговых послаблений и рассрочек¹.

Таким образом, в результате анализа строительной отрасли в Республике Коми просматривается прямая зависимость ключевых показателей деятельности строительных организаций от объемов реализации правительством адресных инвестиционных программ и национальных и региональных проектов в области строительства. Дополнительно на показатели строительных организаций, занимающихся строительством жилых помещений и коммерческой недвижимости, значительное влияние оказывает покупательная способность населения и развитость городской инфраструктуры.

АНАЛИЗ СТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ*

Д.В. Колечков, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Введение. Строительный комплекс занимает позицию одного из главных источников развития экономики, обеспечения темпов экономического роста. В масштабах экономики в целом строительный комплекс выступает стороной предложения в ответ на инвестиционный спрос остальных отраслей. В частности, важной подотраслью строительства является жилищное строительство, которое, несмотря на общую тенденцию роста, в последние годы не может выйти на уровни 2015 г. и, по прогнозам, пока не обеспечивает достижения целей, установленных в указах Президента Российской Федерации², несмотря на то, что является одним из критериев оценки эффективности госуправления в регионах России³. Строительство зданий и сооружений, наряду с машиностроением и транспортной отраслью, относится к числу видов деятельности с

¹ Колечков Д.В. Оценка конкурентной среды строительного комплекса северного региона // Вестник журнала экономических исследований. 2020. № 1 (17). С. 10.

* Статья подготовлена в рамках темы НИР «Реальный сектор экономики северных регионов России: проблемы и перспективы» (ГР № 122031500421, 2022-2024 гг.)

² Асаул А.Н., Асаул М.А., Люлин П.Б., Чепаченко Н.В. Тренды жилищного строительства в России и среднесрочный прогноз // Проблемы прогнозирования. 2019. № 3 (174). С. 111-117.

³ Кожевников С.А., Ворошилов Н.В. Актуальные вопросы оценки эффективности государственного управления в современной России // Проблемы развития территории. 2017. № 6 (92). С. 35-52.

наибольшим мультипликативным эффектом с точки зрения влияния на выпуск в остальных видах деятельности и экономике в целом¹.

Кроме своей непосредственной функции, строительство также может рассматриваться как некий канал, по которому капитальные вложения корпораций и государства транслируются не просто в средства производства и инфраструктуру, но и социально-экономическое положение индивидов². Строительство отдельного региона может выступать одним из критериев успешности его социально-экономического развития. Доказано, что существует прямая зависимость между темпами роста или падения в строительстве и экономикой в целом³. Это обуславливает проведение анализа состояния отрасли в рамках научных исследований – молодой и еще находящейся на этапе становления программы научного поиска⁴.

Общие показатели, характеризующие строительный комплекс Республики Коми. Характеризуя строительную деятельность республики за 2016-2020 гг., следует отметить, что макроэкономическая ситуация в регионе изменилась в худшую сторону. Ряд предшествующих финансово-экономических кризисов, а в дальнейшем стагнирование экономики в Республике Коми, как и во всей России, происходили на фоне разрушения инвестиционных процессов. За исследуемые пять лет объем инвестиций в Республике Коми снизился на треть, производство промышленной продукции – на 10%, объем строительных работ – более чем в 2 раза. Удельный вес рентабельных предприятий в 2020 г. составил почти 74%, и хотя за рассматриваемое время являлся самым высоким, однако в 1991 г. это значение составляло 91%.

В результате негативные тенденции в основных секторах экономики повлияли на общее снижение экономического потенциала республики: реальный объем валового регионального продукта за 2016-2020 гг. уменьшился на 11,4%. Динамика основных макроэкономических показателей, характеризующих строительную и инвестиционную активность за исследуемый период представлена на рис. 1.

Строительную деятельность в Республике Коми в 2020 г. осуществляли 1172 строительные организации, в том числе 1077 малых предприятий, из которых 92% – микропредприятия. По сравнению с 2016 г. общее количество организаций снизилось почти на треть.

¹ Лукин Е.В. Отраслевая и территориальная специфика цепочек добавленной стоимости в России: межотраслевой подход // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2019. Т. 12. № 6. С. 129-149. DOI: 10.15838/esc.2019.6.66.7.

² Hooper E., Peters S., Pintus P.A. The impact of infrastructure investments on income inequality: Evidence from US states // Economics of Transition and Institutional Change. 2021. № 29 (2). P. 227-256. DOI: <https://doi.org/10.1111/ecot.12266>

³ Силка Д.Н., Ермолаев Е.Е. Методологические аспекты новой модели развития строительного комплекса // Вестник евразийской науки. 2014. № 1 (20). С. 30-34.

⁴ Momaya K. S. The Past and the Future of Competitiveness Research: A Review in an Emerging Context of Innovation and EMNEs // International Journal of Global Business and Competitiveness. 2019. № 14 (1). P. 1-10. DOI: 10.1007/s42943-019-00002-3

В 2020 г. зарегистрированы 82 новые организации с видом экономической деятельности «Строительство», ликвидировано 243.

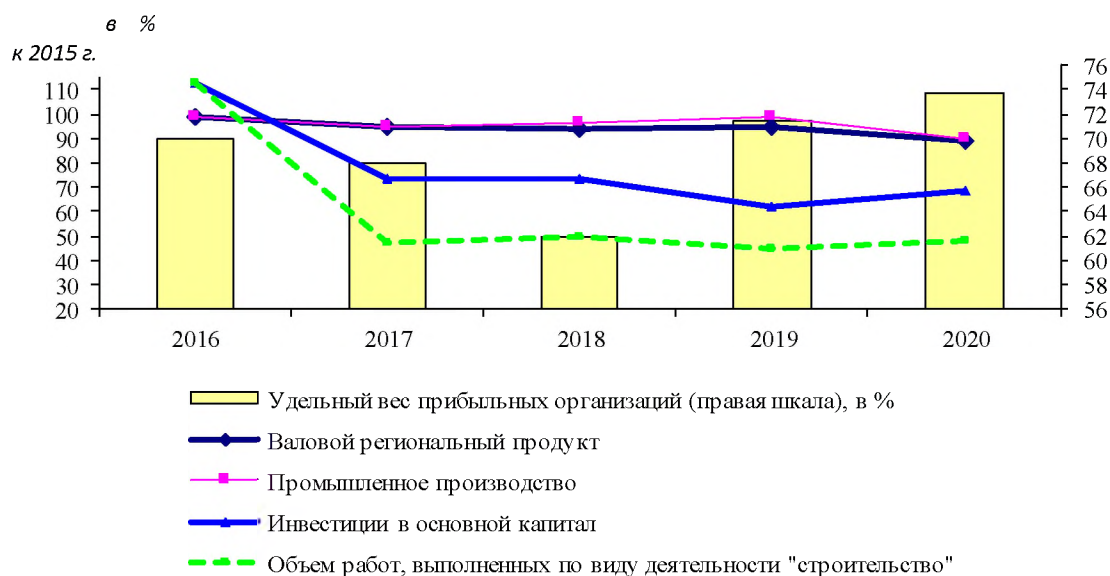


Рис. 1. Динамика основных показателей строительной и инвестиционной активности за 2016-2020 гг.*

*Здесь и далее все расчеты выполнены на основе данных ЕМИСС¹.

На долю частного сектора в 2020 г. приходилось 99,3% действующих строительных организаций, причем 93% – это малые предприятия. С каждым годом снижается количество организаций государственной формы собственности, удельный вес которых сократился с 6% в 2000 г. до 0,1% в 2020 г.

Среднесписочная численность работников организаций, занимающихся строительством, в 2020 г. относительно предыдущего года возросла на 0,6%, составив 17,4 тыс. человек. Их среднемесячная начисленная заработная плата составила 40,5 тыс. руб. (71% от среднего значения по республике), ее реальный размер по сравнению с 2019 г. снизился на 5,2%.

Важным условием роста строительного производства является развитие материально-технической базы. На конец 2020 г. полная учетная стоимость основных фондов в организациях с основным видом «Строительство» составила 12,6 млрд руб. (на конец 2016 г. – 6,3 млрд руб.). Коэффициенты, характеризующие состояние основных фондов в 2020 г., ухудшились относительно предыдущего года (табл. 1), однако по сравнению с 2016 г. их значения значительно лучше. В 2020 г. коэффициент обновления основных фондов в строительстве был существенно выше среднего значения по экономике, ликвидации – ниже среднего, а степень износа – одинаковой.

В строительных организациях на протяжении пяти лет наблюдался устойчивый рост парка большинства видов строительных машин: краны

¹ Единая межведомственная информационно-статистическая система Росстата. URL: <http://fedstat.ru>
278

на гусеничном ходу (в 4,3 раза), экскаваторы самоходные одноковшовые (на 70%), погрузчики одноковшовые самоходные (на 51%), автокраны (на 49%), машины бурильные (на 19%), катки дорожные самоходные (на 17%). В 2 раза снизилось количество башенных строительных кранов. Незначительно снизилось число бульдозеров, самоходных грейдеров, тракторов и бетономешалок.

Таблица 1

**Основные фонды коммерческих организаций
с основным видом экономической деятельности «Строительство»***

	2016	2017	2018	2019	2020
Наличие основных фондов, млн руб.	6288	4320	10620	9646	12620
Степень износа основных фондов, %	70,8	63,2	29,3	32,2	51,4
Удельный вес полностью изношенных основных фондов, в % от общего объема основных фондов	37,2	25,3	12,9	11,9	28,0
Коэффициент обновления основных фондов, %	5,0	7,5	58,9	3,8	6,0
Коэффициент выбытия основных фондов, %	1,1	0,8	1,5	0,6	0,1

** без субъектов малого предпринимательства; на конец года; по полной учетной стоимости*

Необходимо отметить, что, несмотря на стабильность парка строительных машин, количество строительной техники с истекшими сроками службы остается высоким. Так, в 2020 г. истекший срок службы по всем строительным машинам находился в диапазоне 30-65%.

Финансовое состояние. В 2020 г. наблюдалось улучшение финансового состояния организаций, осуществляющих деятельность в строительстве. По сравнению с предыдущим годом, сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток) в действующих ценах по сопоставимому кругу организаций возрос почти в 4 раза (табл. 2).

Таблица 2

**Основные показатели финансовой деятельности
строительных организаций***

	2016	2017	2018	2019	2020
Сальдированный финансовый результат (прибыль минус убыток), млн. руб.	736,7	926,8	1301,4	500,4	1781,0
в % к предыдущему году	33,2	125,8	140,4	38,5	355,9
Удельный вес прибыльных организаций в общем числе организаций, %	70,0	68,0	61,9	71,4	73,7
Рентабельность проданных товаров, продукции (работ, услуг), %	2,6	4,0	6,5	6,9	11,2
Коэффициент автономии	36,5	34,0	40,8	36,1	32,7
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами	27,9	26,0	30,2	20,6	-36,0
Коэффициент текущей ликвидности	151,9	142,0	154,3	145,0	155,9

** По данным бухгалтерской отчетности (без субъектов малого предпринимательства и организаций, перешедших на упрощенную систему налогообложения).*

В строительстве около четверти организаций являлись убыточными. Доля убыточных организаций в общем числе строительных органи-

заций снизилась, соответственно, с 30% в 2016 г. до 26% в 2020 г. На фоне положительной динамики изменения сальдированного финансового результата в строительстве в 2020 г. по сравнению с предшествующими годами наблюдался рост рентабельности проданных товаров, продукции (работ, услуг) на 8,6 процентных пунктов (п.п.) относительно 2016 г.

Показатели финансовой обеспеченности строительных организаций на протяжении исследуемого периода характеризуются относительной стабильностью, за исключением «коэффициента обеспеченности собственными оборотными средствами», по которому в 2020 г. зафиксировано отрицательное значение. Коэффициент автономии в 2020 г. по сравнению с 2016 г. снизился на 3,8 п.п., коэффициент текущей ликвидности, напротив, увеличился на 4 п.п.

Общее финансовое положение организаций зависит от состояния расчетов. Длительное превышение кредиторской задолженности над дебиторской приводит к неплатежеспособности. Общее улучшение экономического и финансового положения в строительстве в 2020 г. – впервые за длительный период привело к превышению дебиторской задолженности над кредиторской. Так, на конец 2020 г. в крупных и средних организациях, осуществляющих деятельность в строительстве, это превышение составило 23%.

Доля просроченной дебиторской задолженности в общем объеме дебиторской задолженности в организациях, осуществляющих деятельность в строительстве, на конец 2020 г. составила 3,5% и снизилась по сравнению с концом 2016 г. на 4,1 п.п.

Доля просроченной кредиторской задолженности в общем объеме кредиторской задолженности данных организаций на конец 2020 г. составила 29,8% и увеличилась по сравнению с концом 2016 г. на 14,6 п.п.

Результаты строительной деятельности. Период 2016-2020 гг. характеризовался скачкообразными темпами работы строительного комплекса республики. В течение этого времени рост объема работ и услуг строительного характера сменялся падением, что, главным образом, было обусловлено завершением или началом нового строительства крупных объектов трубопроводного транспорта. Общий объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», в 2020 г. в Республике Коми составил 48 млрд руб., что в сопоставимой оценке на 8,3% больше предыдущего года.

За 2020 г. органы местного самоуправления муниципальных образований республики выдали 202 разрешения на строительство объектов и 203 – на ввод объектов в эксплуатацию (без учета объектов индивидуального жилищного строительства). Наибольшее количество разрешений как на строительство, так и на ввод объектов в эксплуатацию выдано в МО ГО «Сыктывкар» (61 и 60 единиц, соответственно).

В соответствии с Федеральной адресной инвестиционной программой, утвержденной Минэкономразвития России на 2020 г., лимит бюджетных ассигнований из федерального бюджета был выделен на

строительство ГБУЗ Республики Коми «Республиканская инфекционная больница», реконструкцию главного учебного корпуса ФГБОУ ВО «Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина» и техническое перевооружение авиационных метеорологических станций в городских округах «Усинск» и «Ухта». Лимит государственных капитальных вложений на текущий год по всем объектам в совокупности составил 321,9 млн руб., фактически профинансировано 70,2 млн руб., использовано за счет всех источников финансирования 76,2 млн руб.

В 2020 г. за счет нового строительства сданы в эксплуатацию животноводческие помещения, птицеферма, пекарня, 71 км нефтепроводов, 61 км газопроводов, 2 станции техобслуживания автомобилей и автозаправочная станция, 7 км автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием.

Введен ряд объектов социальной инфраструктуры: 2 детских сада и 1 школа-сад (в городских округах «Сыктывкар» и «Вуктыл», муниципальном районе «Усть-Цилемский»), 4 школы (2 в ГО «Сыктывкар», по 1 в муниципальных районах «Сыктывдинский» и «Сысольский»), радиологическое отделение онкодиспансера в ГО «Сыктывкар» и амбулатория в ГО «Усинск», детский спорткомплекс в с. Вильгорт, стадион и игровая площадка в п. Максаковка, 5 социокультурных центров в муниципальных районах «Сосногорск», «Княжпогостский», «Сысольский» и «Усть-Цилемский» и ГО «Вуктыл», торгово-развлекательный центр в городском округе «Ухта».

В 2020 г. введено 1235 зданий, что на 4,9% меньше, чем в предыдущем году, но в 1,8 раза больше уровня 2016 г. Такой разрыв объясняется низким вводом зданий жилого назначения, которых построено в 2020 г. 1140 ед. против 531 ед. в 2016 г. Общий строительный объем введенных в строй зданий составил 1688,7 тыс. куб. м (66% к предыдущему году и 57,2% к 2016 г.), общая площадь – 359,1 тыс. кв. м (73,1% и 63%, соответственно).

В 2020 г. изменилась структура вводимых в эксплуатацию зданий нежилого назначения (рис. 2). Уменьшилась доля введенных в действие зданий, предусмотренных для использования в административных целях и сельском хозяйстве, при увеличении ее для промышленного производства и коммерческих нужд.

Одной из составляющей строительного комплекса является **жилищное строительство**. Жилищный фонд на конец 2020 г. составлял 23,5 млн кв. м, увеличившись относительно 2016 г. на 2%. Жилищная обеспеченность в среднем на одного жителя равнялась 28,9 кв. м. По отношению к 2016 г. она выросла на 7%.

За анализируемый период динамика вводимого жилья была неравномерной. Значительный ввод зафиксирован в 2018 г. – 290,2 тыс. кв. м. В 2020 г. наблюдался существенный спад – 204 тыс. кв. м, что на 14,8% меньше уровня 2016 г. Среднегодовой объем ввода за пять лет соответ-

составил 238,7 тыс. кв. м. Наблюдалась концентрация строительства жилья в г. Сыктывкаре (59-68% от общего ввода).

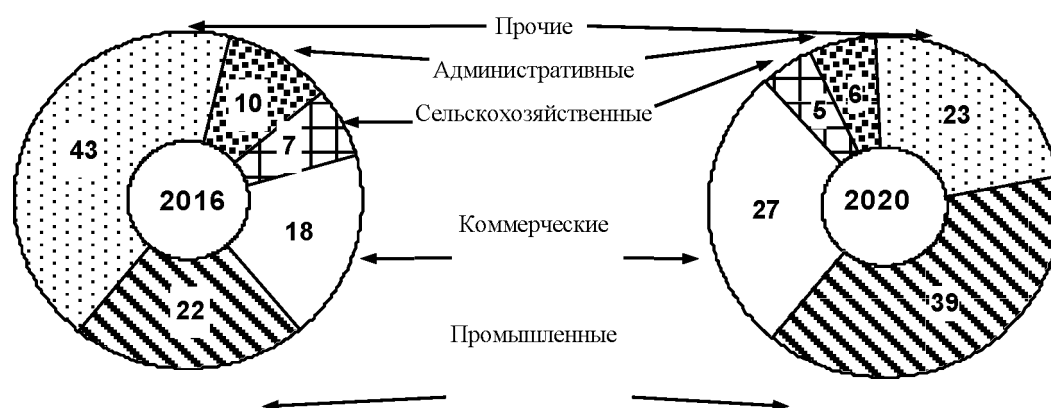


Рис. 2. Структура введенных в действие зданий нежилого назначения (в % к итогу)

Следует отметить, что несмотря на снижение в 2020 г. (скорее всего, сказался «пандемийный кризис»), в последние годы жилищное строительство развивается динамично. Немаловажную роль в этом играет государство, финансирующее различные льготные программы ипотечного кредитования. Тем не менее, объемы ввода жилья остаются на низком уровне. Так, если с 1971 по 1990 гг. ежегодно вводилось более 500 тыс. кв. м жилья, то с 2001 г. – менее 200 тыс. кв. м, в последние годы – менее 300 тыс. кв. м.

В республике в 2008 г. темпы строительства жилья отставали от среднероссийских (86,3% против 113,2%). В среднем по России строительство жилья в расчете на 1000 человек почти в 3 раза превышает аналогичный показатель по республике.

В 2020 г. только в Усинске, Печоре и Корткеросском и районе увеличили объемы построенного жилья к предыдущему году.

В 2020 г. наибольшие объемы жилья на 1000 человек построены в Сыктывдинском районе – 838 кв. м общей площади, что в 3 раза больше, чем в среднем по республике, в Корткеросском – 591 (в 2,4 раза), Усть-Цилемском – 482 (в 1,9 раза), Сыктывкаре – 474 (в 1,9 раза). Менее 100 кв. м введено на 1000 человек в Воркуте, Инте, Вуктыле, Печоре, Сосногорске и Удорском районе.

С начала разгосударствления и приватизации предприятий основными участниками в жилищном строительстве являются частные предприятия и индивидуальные застройщики. Их доля в общем вводе жилья по республике составила в 2020 г. 100% (в 2016 г. – 74%, 2019 г. – 98,7%).

Значительный резерв по вводу жилья в эксплуатацию сосредоточен в незавершенном строительстве, объем которого (без индивидуальных жилых домов) на конец 2020 г. составил 55,2 тыс. кв. м общей площади.

По сравнению с предыдущим годом этот показатель снизился более чем в 2 раза, с 2016 г. – на 27%.

Одним из путей решения жилищной проблемы является развитие *индивидуального жилищного строительства*. В 2020 г. населением за свой счет и с помощью кредитов построено 1122 квартиры, что меньше предыдущего года на 3%, но в 2,5 раза больше уровня 2016 г. Средний размер одной квартиры составлял 93,9 кв. м, что составило 91% к уровню 2019 г. и 2016 г. На протяжении пяти последних лет удельный вес собственных жилых домов в общем объеме введенного жилья по республике варьировал от 20% до 52%.

В 2020 г. в территориальной структуре общей площади жилья, введенной индивидуальными застройщиками, наибольший удельный вес приходился на Сыктывкар (28,6%), Сыктывдинский район (19,5%), Корткеросский (9,4%) и Усть-Куломский (7,5%) районы. По сравнению с предыдущим годом ввод собственных жилых домов увеличился в 6 городах и районах республики: Печоре (в 2,5 раза), Ухте (в 2,3 раза), Усть-Вымском (в 1,4 раза), Корткеросском (на 23%), Усть-Цилемском (на 2%) и Сысольском (на 0,4%) районах.

Средняя фактическая стоимость нового строительства 1 кв. м общей площади жилых домов в 2020 г. составила 54,8 тыс. руб., что выше средней стоимости предыдущего года на 33%, а 2016 г. – на 40%. В городах и поселках городского типа она в 1,6 раза превысила стоимость строительства в сельской местности (в 2016 г. – в 1,2 раза). Средняя фактическая стоимость строительства жилых домов в республике выше среднероссийского уровня.

Среди объектов **социально-культурного назначения** в 2020 г. за счет нового строительства введены общеобразовательное учреждение на 2471 ученических мест, дошкольные учреждения на 671 мест, больничное учреждение на 63 койки, амбулаторно-поликлиническое учреждение на 65 посещения в смену, плоскостное спортивное сооружение площадью 4371 кв. м, учреждения клубного типа на 296 мест.

Из объектов коммунального хозяйства в 2020 г. введены газовые сети протяженностью 89,9 км, водопроводные сети – 7,4 км, канализация – 2 км, мощности теплоснабжения – 3,7 гкал/час.

Уровень и динамика цен строительной продукции. Успешное развитие строительства во многом зависит от инфляционных процессов, происходящих как в целом по экономике, так и в самом строительном комплексе. В 2020 г. в строительстве республики, как и в целом по России, отмечено замедление темпов инфляции по сравнению с 2016 г. Сводный индекс цен строительной продукции в 2020 г. по Республике Коми составил 99,7%. В потребительском секторе экономики наблюдался рост цен (106,6%). Индекс цен производителей промышленных товаров снизился относительно предыдущего года на 0,5%, на грузовых перевозках – на 17%.

На рынке жилья в 2016-2020 гг. наблюдалась разнонаправленная динамика цен (табл. 3). Причем до 2019 г. было зафиксировано снижение цен. Средняя цена 1 кв. м площади квартир на вторичном рынке была выше, чем на первичном. Однако с 2018 г. темпы роста цен первичного рынка жилья выше, чем на вторичном.

Таблица 3

Средние цены и индексы цен на первичном и вторичном рынках жилья

	2016	2017	2018	2019	2020
Средняя цена 1 кв. м общей площади квартир (в среднем за год), руб:					
первичный рынок	51380	48279	46766	48940	48394
вторичный рынок	57869	56498	52973	55400	53635
Индексы цен, IV квартал в % к IV кварталу предыдущего года:					
первичный рынок	92,8	95,4	94,6	113,9	109,3
вторичный рынок	97,4	97,7	101,5	101,0	102,8

За пять лет средняя цена на кирпич керамический неогнеупорный снизилась на 28%, природный песок – в 2 раза. Рост зафиксирован на общестроительный цемент (в полтора раза), щебень (на 20%), пиломатериалы хвойных пород (на 16%), готовый бетон (на 1%).

Выводы. Анализ деятельности организаций регионального строительного комплекса показал, что они функционируют в непростых экономических условиях. В последние годы финансовое положение организаций строительного комплекса постепенно улучшается, но по-прежнему остается сложным: сохраняется высокий удельный вес убыточных организаций, просроченная кредиторская и дебиторская задолженности. Несмотря на то, что коэффициент обновления основных фондов строительного комплекса намного выше, чем в целом по экономике, тем не менее, продолжает расти степень износа. Положительным является тот факт, что после продолжительного сокращения парка строительных машин, в последние годы произошел его рост, однако остается высоким удельный вес изношенной техники.

Несмотря на устойчивый рост жилищного строительства в последние годы, объемы ввода жилья остаются ниже дореформенного уровня. Кроме того, в настоящее время в недостаточном объеме вводятся в строй объекты социально-культурного назначения, что в конечном итоге отрицательно скажется на качестве жизни населения.

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что на современном этапе Республика Коми самостоятельно способна обеспечить строительный комплекс отдельными видами строительных материалов, так как большая часть организаций работает сегодня только на уровне от 20 до 80% от своей производственной мощности. Таким образом, имеется огромный резерв увеличения производства за счет роста производственных мощностей, а также за счет внедрения новых технологий.

Негативным является тот факт, что после наметившегося с 2000 г. устойчивого динамического развития строительного комплекса в 2016-2020 гг. произошел заметный спад объема строительных работ и инвестиций в основной капитал.

Изучение статистических показателей деятельности строительных организаций позволило прийти к выводу, что основной производственный потенциал регионального комплекса сохранился, но отрасль находится в сложном положении. Экономический потенциал может быть рационально использован и воспроизведен, если в рамках основных направлений современной экономической политики государства будет сформирован основанный на инновациях эффективный механизм управления строительным комплексом как целостной экономической системой.

ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ СЕВЕРА И АРКТИКИ: СПЕЦИФИКА, НАПРАВЛЕНИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ*

В.А. Иванов, д.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

В качестве составляющих элементов региональной продовольственной безопасности выступают: уровень самообеспечения пищевой продукцией; экономическая доступность продовольствия для населения; физическая доступность; качество и безопасность продуктов питания; формирование переходящих запасов продовольственных ресурсов.

Экстремальные природные условия сдерживают самообеспечение населения зоны Севера и Арктики продуктами питания. В 2020 г. их самообеспеченность картофелем составила 33,8%, овощами – 14,2%, мясом – 17,4%, молоком – 20,1%, яйцом – 20,6%. Эти показатели существенно ниже в Арктической зоне, которые составили, соответственно, 2,6%, 0,5%, 8,1%, 4,7%, и 2,2%.

Существуют и другие ограничения обеспечения продовольственной безопасности населения северных и арктических территорий (рис. 1).

В процессе исследования установлены основные риски и угрозы обеспечения продовольственной безопасности. К их числу относятся следующие: сокращение самообеспеченности продукцией сельского хозяйства; высокая концентрация аграрного производства на крупных предприятиях в городских и пригородных зонах, что связано с невозможностью производить органическую продукцию, появлением негатив-

* Работа выполнена по теме НИР «Устойчивое ресурсопользование северного региона: факторы и модели» (№ ГР 121021800128-8)

ных эффектов воздействия на окружающую среду и на здоровье потребителей пищевых продуктов; высокая зависимость сельского хозяйства от импортных семян, генетического материала в животноводстве, ветеринарных препаратов и средств защиты растений, техники и оборудования, программного обеспечения, компонентов кормов и пищевых ингредиентов; непривлекательность сельского образа жизни из-за неразвитости инфраструктуры села; экономическая недоступность продовольствия для малоимущих и социально незащищенных слоев населения; неразвитость торговой инфраструктуры в сфере реализации продовольственных товаров (торговых объектов, организаций общественного питания и рынков); снижение на продовольственных рынках качества продуктов питания.

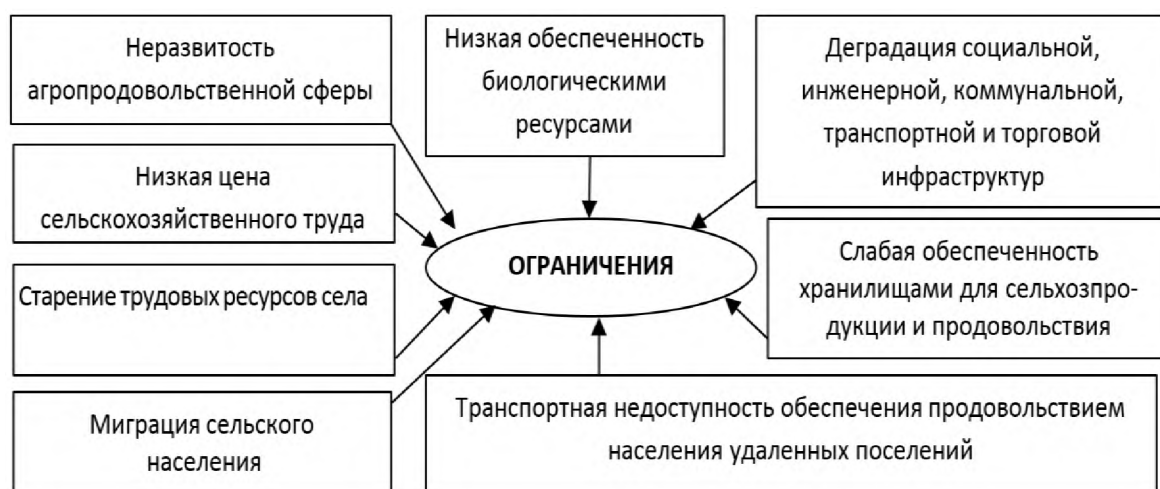


Рис. 1. Ограничения продовольственной безопасности зоны Севера и Арктики

Концептуальные направления обеспечения продовольственной безопасности включают целый комплекс мер (рис. 2).

Ключевыми приоритетами развития местного продовольственного сектора и повышения уровня продовольственного самообеспечения населения являются: 1) преодоление низкого уровня инвестиционной и инновационной активности в аграрном секторе, снижения плодородия и деградация земель сельскохозяйственного назначения; 2) инновационная модернизация агропродовольственного сектора; 3) развитие аграрной науки, осуществление мер, направленных на привлечение и закрепление научных работников; 4) стимулирование органического сельского хозяйства; 5) эффективное использование механизмов и инструментов развития агропромышленного хозяйства; 6) создание условий для расширенного воспроизводства трудовых ресурсов и развития человеческого капитала на селе; 7) формирование предприятий по переработке аграрной и рыбной продукции, недревесных ресурсов леса (грибов, ягод), инфраструктуры по хранению и реализации продуктов питания; 8) рациональное внутрирегиональное размещение и специализация аграрного производства, увязанные с развитием переработки сельскохозяйственного сырья;

- 9) развитие сельскохозяйственной и потребительской кооперации;
- 10) совершенствование экономических отношений в аграрной сфере.



Рис. 2. Приоритетные направления обеспечения продовольственной безопасности населения северных и арктических территорий

Особенно важны совершенствование нормативно-правового регулирования и контроль за качеством и безопасностью пищевой продукции. Эту роль для защиты жизни и здоровья потребителей продовольствия должны выполнять государственные органы регионов Севера и Арктики совместно с федеральным центром.

В отличие от преобладающего в настоящее время подхода к обеспечению продовольственной безопасности, решение продовольственной проблемы предложено рассматривать в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности с социально-демографическими процессами, состоянием транспортной, жилищно-коммунальной, социальной, информационной и рыночной инфраструктур на селе.

Комплексное развитие сельских территорий и создание необходимых условий жизни для их жителей будет способствовать увеличению производства сельскохозяйственной продукции, увеличению занятости и снижению уровня бедности населения и на этой основе усилению экономической доступности продовольствия для жителей села.

Устойчивое развитие сельских территорий потребует усиления комплексных исследований. Для этих целей необходимо создание головного научного подразделения. В Республике Коми такой центр целесообразно организовать в Институте социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, где более семидесяти лет ведутся исследования по сельскому развитию в северных и арктических условиях. Для проведения комплексных исследований Институт располагает необходимыми высококвалифицированными кадрами (экономистами-аграрниками, экономистами по лесному сектору, экономистами-финансистами, демографами, экономистами по развитию туризма на

сельских территориях и охране окружающей среды). Сотрудники ежегодно будут разрабатывать научно-информационный доклад «О состоянии сельских территорий в Республике Коми», предназначенный для государственных и муниципальных органов управления развитием сельских территорий, хозяйствующих субъектов сельской экономики, их союзов и ассоциаций, информационно-консультационной службы, научно-исследовательских организаций, высших учебных заведений и средств массовой информации. Материалы доклада могут использоваться при разработке и реализации мер по комплексному развитию села.

Либеральные рыночные реформы 1990-х годов без учета специфики Севера и Арктики, менталитета жителей села привели к развалу организаций сельской экономики, снижению занятости и росту безработицы. За 2000-2020 гг. на территориях, которые полностью отнесены к районам Крайнего Севера и приравненных к ним местностям, численность занятых в сельском, лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве сократилась на 188,5 тыс. чел., или в 2,2 раза (табл. 1).

Таблица 1

Изменения численности занятых в сельском и лесном хозяйстве, охоте, рыболовстве и рыбоводстве в субъектах, территории которых полностью отнесены к районам Крайнего Севера и приравненных к ним местностей, за 2000-2020 гг., тыс. чел.

Регион	2000	2005	2010	2015	2020
Республика Карелия	46,2	37,3	29,6	15,5	13,3
Республика Коми	50,2	46,5	38,1	23,2	17,4
Архангельская обл.	77,1	64,1	48,1	29,0	22,7
Мурманская обл.	23,2	17,1	16,2	11,9	10,1
Ненецкий АО	2,8	2,4	2,3	1,7	1,3
Ханты-Мансийский АО-Югра	18,3	11,7	7,9	16,6	13,1
Ямало-Ненецкий АО	7,4	6,5	5,1	6,0	5,8
Республика Тыва	16,8	12,7	10,8	8,4	6,7
Республика Саха (Якутия)	50,4	41,8	42,0	33,1	32,3
Камчатский край	16,1	26,4	26,9	16,8	16,3
Магаданская обл.	5,1	3,9	3,1	3,1	2,4
Сахалинская обл.	31,1	25,2	22,3	16,7	16,3
Чукотский АО	3,3	3,2	2,0	1,6	1,8
Итого	348,0	298,8	254,4	183,6	159,5

Источник: Регионы России. Социально-экономические показатели за соответствующие годы.

В предстоящие годы количество и доля занятых в сельском, лесном хозяйстве и промысловых будет сокращаться, высвобождаемые трудовые ресурсы целесообразно занять в других сферах сельской экономики.

Диверсификация производства в сельской местности будет способствовать созданию дополнительных высокооплачиваемых рабочих мест, и на этой основе – сокращению безработицы, наполнению доходной части муниципальных бюджетов, устойчивому социально-экономическому развитию сельских поселений и повышению доходов их населения.

Одна из целей обеспечения продовольственной безопасности – сокращение уровня бедности населения. Сейчас крайне высокая диффе-

ренциация населения по уровню доходов, которая приводит к тому, что значительная часть граждан страны и ее регионов не в состоянии обеспечить потребление продовольствия в соответствии с установленными рациональными нормами здорового питания.

Самый высокий уровень бедности населения наблюдается в Республике Тыва (34,1%), самый низкий – в Ямало-Ненецком АО (5,0%). В 15 регионах уровень бедности превышает средний показатель по стране (рис. 3).

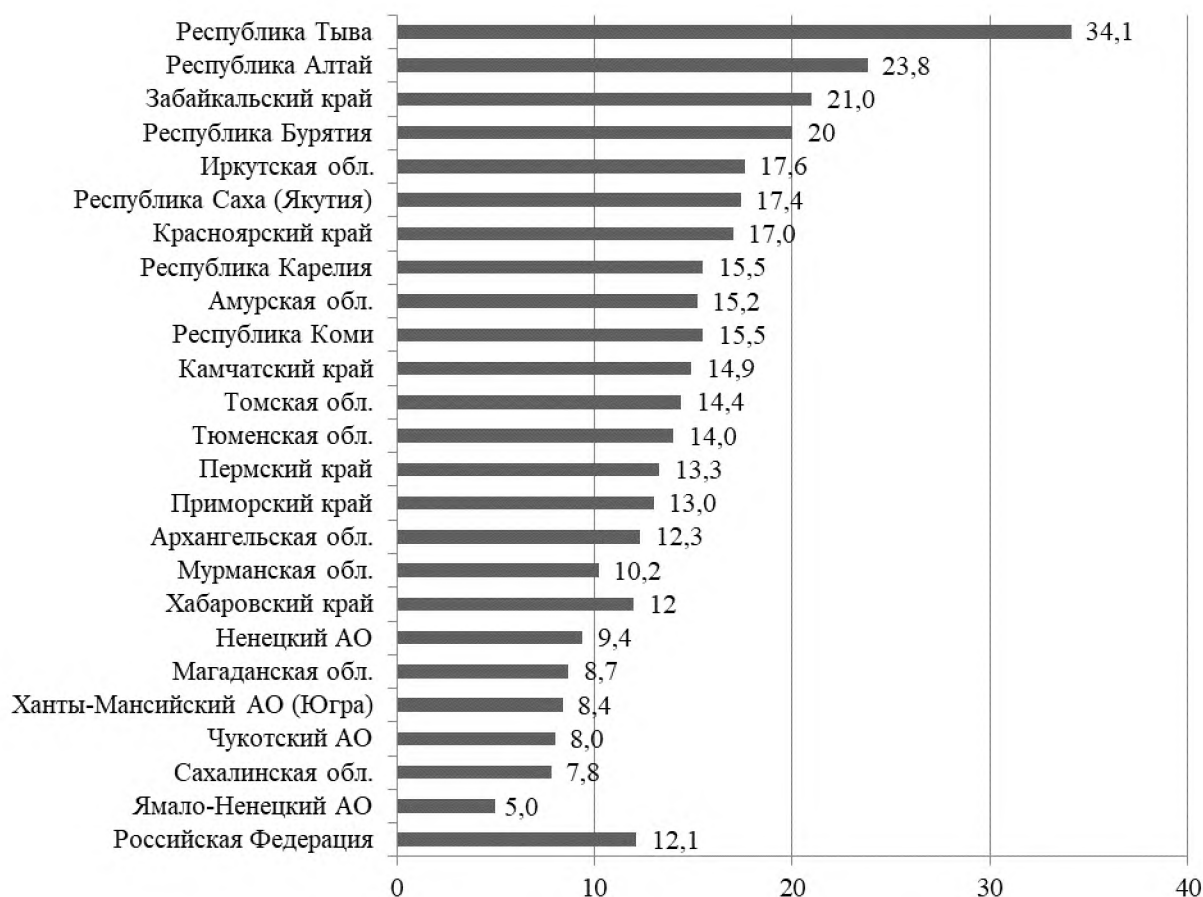


Рис. 1. Уровень бедности населения в 2020 г., %

Составлено по: Социально-экономические индикаторы бедности в 2013-2020 гг. М., Росстат.

Анализ уровня бедности среди сельских и городских жителей в регионах с неблагоприятными условиями проживания показал, что с наибольшим уровнем малоимущего сельского населения лидирует Магаданская обл. (87,3%), за ней следуют Забайкальский край (42,5%), Хабаровский край (41,1%), Архангельская обл. (40,6%), Республика Тыва (40%). Наименьшая доля малоимущих на селе наблюдается в Мурманской обл. (5,3%). В 22 северных и арктических регионах уровень бедности сельского населения превышает аналогичный показатель для городских жителей. В Магаданской обл. уровень бедности на селе по отношению к городу выше в 14,3 раза, Архангельской обл. – в 7,8 раз, Хабаровском крае – в 7, Томской обл. – в 4,3, Пермском крае, Якутии, Приморском крае – в 4 раза. В целом по России доля малоимущих в сельской местности в 3,4 раза больше аналогичного показателя для

городских жителей.

Бедное население основную долю располагаемых ресурсов тратит на питание. В Республике Коми в 2020 г. в первой децильной группе расходы на конечное потребление в расчете на одного человека домашнего хозяйства были в 4,7 раза ниже по сравнению с пятой группой. Первая группа тратила на питание 44,9% от общего объема расходов, тогда как пятая – 26,4% (табл. 2).

Таблица 2

Структура расходов на конечное потребление домашних хозяйств
Республики Коми в 2020 г.
(по данным выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств)

Домашнее хозяйство по уровню доходов по децильным группам	Расходы на конечное потребление (в среднем на одного члена домашнего хозяйства в месяц), руб.	В % от общего объема расходов на конечное потребление				
		расходы на питание	в том числе			непродовольственные товары
			денежные расходы	стоимость натуральных поступлений продуктов питания	из нее поступлений из личного подсобного хозяйства	
Первая (с наименьшими располагаемыми ресурсами)	7808	44,9	42,8	2,1	1,1	24,5
Вторая	12411	41,1	38,8	2,3	1,7	26,5
Третья	16328	38,2	36,6	1,6	1,0	29,8
Четвертая	20046	37,6	35,4	1,2	0,8	30,6
Пятая (с наибольшими располагаемыми ресурсами)	36327	26,4	25,7	0,7	0,5	46,6

Источник: Статистический ежегодник Республики Коми. 2021: стат. сб. Комистат.

Преодоление сельской бедности связано с успешной реализацией национальных проектов по развитию агропродовольственного сектора и сельских территорий, с повышением доходов населения, развитием малых форм хозяйствования и сельской кооперации, усилением государственной поддержки социально уязвимых групп населения. Решение этой сложной проблемы возможно прежде всего на федеральном уровне.

Приоритетным направлением обеспечения продовольственной безопасности является формирование торговой инфраструктуры в сельских населенных пунктах (доступных магазинов, нестационарных мобильных торговых объектов, рынков и ярмарок).

Для населения отдаленных северных и арктических территорий весьма актуальна проблема непрерывного снабжения продовольствием, что связано с необходимостью формирования для населения этих мест необходимых запасов и резервов продовольствия.

Важнейшей задачей обеспечения продовольственной безопасности

становится развитие фундаментальных и прикладных исследований в области сельского и рыбного хозяйств, устойчивого развития сельских территорий. Оценивая перспективы исследований по аграрной экономике и сельскому развитию, отметим следующее: реформирование высшего образования разрушило «корневую систему» воспроизводства научных кадров на периферии. В Институте социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук уже пятнадцать лет нет притока молодых специалистов в аспирантуру по этим направлениям.

Полученные результаты исследований целесообразно учесть при определении направлений обеспечения продовольственной безопасности в регионах Севера и Арктики.

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ КЛАСТЕРИЗАЦИИ РЕАЛЬНЫХ ЗВЕНЬЕВ АПК СЕВЕРНОГО РЕГИОНА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ*

А.А. Мустафеев, к.э.н., Р.Л. Захариев,

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Современный АПК представляет собой крупнейший межотраслевой комплекс, охватывающий многоаспектные и сложные проблемы – многоуровневых агропромышленных процессов с целью обеспечения продовольственной безопасности населения, государство и общественной организации. Кластерная характеристика АПК включает в себя полноценный технологический цикл – перехода от одной стадии в другую для выпуска необходимой агропродовольственной продукции и получения соответствующего дохода.

Следовательно, кластерный облик АПК охватывает систему межотраслевого технологического цикла, характеризующую производством сельскохозяйственной продукции и передачей ее в перерабатывающие сферы для дальнейшей переработки. Для достижения данной цели осуществляется максимальное обеспечение производства данных сфер с необходимыми объемами и качеством машиностроительной и иной промышленной продукции с целью выпуска достаточного объема и качества агропродовольственной продукции.

В обобщенном представлении полноценность кластерной характеристики и ее проводимая регулярная технология представляет собой функциональную целенаправленность реальных звеньев АПК. Учитывая

* Статья подготовлена в рамках темы НИР «Реальный сектор экономики северных регионов России: проблемы и перспективы» (ГР № 122031500421, 2022-2024 гг.)

особенности территориальной рассредоточенности сельскохозяйственного производства, отметим, что управление в АПК необходимо построить не только по отраслевому, но и по территориально-производственному принципу. С этой точки зрения, формирование эффективной кластеризации АПК – это надежный гарант перехода его реальных сфер из неблагоприятного облика на более новый и качественный уровень развития с прогрессивными методами управления.

Анализ поверхностных и внутренних явлений хозяйственной деятельности АПК Республики Коми показывает, что любые его производственные и непроизводственные процессы происходят медленно, а попытка ускорения их не увенчается успехом. Часто появляющиеся непредсказуемые производственно-рыночные и иные негативные обстоятельства создают множество неблагоприятных последствий. Исходя из этого, актуальность исследования состоит в устранении данных последствий, которые, формируясь в виде «цепной реакции», тормозят процессы роста производства – сдерживают процессы преднамеренных социально-экономических, экологических, инфраструктурных и иных преобразований.

Цель исследования состоит в выявлении и изучении продолжительности экономической, особенно инвестиционной инерции АПК северного региона. Недостаточное выявление особенностей экономической (в том числе инвестиционной) инерции усложняет процессы межотраслевого и структурного преобразования АПК региона, достижению высокого уровня обновления его реальных сфер. Правильная ориентация экономической инерции АПК укрепит его межотраслевые и интеграционные формы поведения, улучшит финансово-экономические отношения на различных уровнях (особенно на уровнях государственных и банковских структур) и конкретных хозяйственных координатах.

Основная задача исследования состоит в восстановлении жизненного цикла реальных сфер АПК региона, формирование новых образцов, стандартов, способных обеспечить их хозяйственную ритмичность в долгосрочном интеграционном поведении. Немаловажной задачей является улучшение качественной характеристики производимой продукции, способной удовлетворить потребности населения, государства и общественных организаций и снизить удельный вес импорта. Последнее является основополагающим фактором наращивания темпов роста производства и ускорения процесса импортозамещения – снижения зависимости внутреннего рынка от поставок импортной продукции. Нельзя забывать о том, что для достижения высокого роста сельскохозяйственного производства немаловажная роль принадлежит как крестьянским (фермерским) хозяйствам, так и хозяйствам населения.

Проведенный ретроспективный анализ основной экономической деятельности АПК республики показывает, что произошло значительное ослабление его хозяйственной системы. Низкий уровень ведения сельскохозяйственного производства и их диспропорциональное сочетание с

перерабатывающими предприятиями ведет к интеграционным разрывам, отрыву от основной цели, что сильно затрудняет процессы перехода к товарным и иным рынкам на всех уровнях. Исследование показывает, что дальнейшее развитие АПК региона ограничено в силу ряда негативных внутренних и внешних факторов, которые могут внести существенные неблагоприятные последствия. Достаточно сказать, что регионы России имеют огромные различия в экономическом развитии, и эти различия в значительной степени отражаются и на различиях в развитии реальных сфер АПК¹.

Следовательно, проявления неблагоприятных факторов прямо пропорционально падению роста производства реальных сфер регионально-го АПК, разрушению их межотраслевых связей. К таким неблагоприятным факторам можно отнести следующие: а) низкую покупательную способность населения, которая отрицательно влияет на рыночные элементы, особенно на спрос и цену; б) высокую зависимость как от импорта продовольствия, так и от средств производства, которые отрицательно влияют на себестоимость производимой товарной продукции; в) неразвитость производственной и социальной инфраструктуры, способные снизить уровень конкурентоспособности товарной продукции; г) установление высокой банковской процентной ставки заемных средств (дорогие кредиты) и ограниченность доступа к их получению; д) уменьшение государственной финансово-экономической поддержки, потерю связей с стейкхолдерами – физическими и юридическими лицами.

Выход из сложившейся ситуации состоит в разработке не только теоретико-методологических, но и практических основ хозяйственной системы АПК региона. Основная цель данной разработки должна состоять в восстановлении рационального интеграционного поведения реальных звеньев АПК северного региона. Так как оптимальная интеграционная система АПК – это надежный гарант по обеспечению его устойчивости, укрепления экономических потенциалов, ускорения процессов перехода и адаптации к товарным, финансовым, информационным и иным рынкам. Нельзя забывать о том, что научно-технический прогресс формирует новые образцы стандарты как для производственных сфер, так и для сферы потребления, определяет их рамочную характеристику в устойчивом развитии АПК.

Естественно, конфигурация реальных звеньев АПК и композиция его институтов представляет собой очень сложную структуру, требующую не только многоуровневой стратификации, но и их синтеза – соответствующего к поставленной цели. Что касается государственного регулирования АПК региона, то отметим, что иерархически организованная конструкция должна складываться из тех сфер и предприятий, которые

¹ Барковиц Д., Девид Д. Пространственная рыночная интеграция // Агропродовольственный сектор России: на пути к рынку / Под ред. Питера Верхайма, Евгении Серовой, Клауса Фроберга, Йоахима фон Брауна. М.: ИЭПП. 2001. С. 201.

имеют наиболее высокий уровень экономического потенциала и склонны к устойчивому развитию.

Это даст возможность периодического обновления производственных сфер АПК, использования всесторонних возможностей перехода к системному управлению и устойчивому развитию. Следует особо отметить, что управление развитием составляет необходимую подсистему новой системы регулирования экономики, включающей индикативное планирование социально-экономического развития, механизмы стимулирования НТП и инновационной активности и другие инструменты государственной политики роста¹.

Особая роль в процессах функционирования реальных звеньев АПК регионов севера принадлежит структурообразующим институтам, затрагивающим глубинные преобразования производственных сфер. Выбор оптимальных вариантов интегрирования реальных сфер АПК создает благоприятную атмосферу для улучшения взаимодействий всех его экономических субъектов, нацеленных на высокий уровень эффективности и конкурентоспособности. Вопреки всем обстоятельствам, в структуре АПК региона особое место занимает государственная адресная поддержка его главного звена – сельского хозяйства. Данная поддержка особенно важна как для начинающих фермеров, так и для личных подсобных хозяйств.

Несмотря на существующее многообразие свойств и признаков хозяйственной деятельности реальных звеньев АПК северного региона, особое место принадлежит определению факторных составляющих, способных изменить их экономические инерции: а) инерции интегрированных сельскохозяйственных и перерабатывающих сфер; б) инерции совокупных обслуживающих сфер, оказываемых услуг и выполненных работ; в) инерции воспроизводственных процессов – процессы обновления основного капитала и технологии производства, г) инерции определения масштабы, состава и структуры трудовых и земельных ресурсов; д) инерции изменения механизмов, способов, стандартов и образцов внутренней и внешней производственно-технологической цепочки и связей; е) инерции стейкхолдерских отношений и связей: изменение отношений и связей с партнерами, поставщиками, потребителями, а также финансовыми организациями, государственными и негосударственными структурами и т.д.

Нельзя забывать о том, что частая смена стейкхолдеров (юридических и физических лиц) приводит к перерасходу средств на формирование (отстранение, оформление) и осуществление новых работ. Возрастают риски потерь от ненадежных контрактов и соглашений, а также связей и иные риски. Дело в том, что реальные сферы АПК должны нацелиться на поиск связей и деловых отношений с уважаемыми ком-

¹ Глазьев С.Ю. Политика экономического роста и интересы России // Пути стабилизации экономики России / Под ред. Г.Б. Клейнера. М.: Информэлектро. 1999. С. 154.

паниями или предприятиями. При обратной тенденции технология выбора партнеров АПК становится неэффективной, потенциальный круг сужается, партнерские отношения сокращаются. Как правило, изменчивая среда или неопределенность ведения хозяйственной деятельности АПК порождает высокие издержки и требует большего времени. Это ведет к уменьшению ожидаемого дохода, от которого в большей степени страдают реальные сферы АПК.

Особое значение имеет определение возможностей для удовлетворения реальных потребностей в инвестициях, достижения функциональной эффективности отраслей, подотраслей и видов деятельности АПК региона: оценка текущих финансовых показателей и перспективных возможностей инвестирования его реальных сфер; выявление кадрового и земельного потенциалов действующих предприятий; определение структуры каналов сбыта продовольственной продукции и адаптации к ним; прогнозирование кругооборота и оборота основного и оборотного капитала предприятий – выявление перспективы повышения эффективности эксплуатируемых ресурсов.

Дело в том, что обеспечение различных отраслей, подотраслей и конкретных видов деятельности АПК региона необходимыми ресурсами имеет определенные сложности, которые состоят в том, что в одних субъектах АПК потребительский спрос находится на одном уровне, а в других субъектах на другом. Кроме того, в одних регионах государственная поддержка реальных звеньев гигантская, в других чисто номинальная. Поэтому, помимо всей поддержки и сложившихся обстоятельств, важно иметь и использовать не только определенный экономический инструментарий, но и практические опыты и навыки. Обобщая, отметим, что отличительная особенность слабого развития АПК региона состоит не только в отсутствии совершенного механизма, способного формировать надежные и долгосрочные источники инвестирования его реальных сфер, но и в слабой ресурсной базе и низкой управляемости инвестиций¹.

Подчеркнем, что при низком инвестиционном потенциале и недостатке оборотных средств сельскохозяйственные товаропроизводители вынуждены всю прибыль направлять на приобретение оборотных активов. В таких случаях аграрные предприятия в своей реальной хозяйственной деятельности практически не имеют капитальных вложений. Ускоренная дезинвестиционная тенденция завершается не только сильным падением производственной деятельности, но и банкротством сельскохозяйственных организаций, ослаблением множества видов деятельности перерабатывающих сфер. Результативность данного обстоятельства сопряжена с сокращением числа занятых в производственных сферах, уменьшением площадей обрабатываемых земель, сужением рамок адаптируемых сегментов товарных рынков.

¹ Мустафаев А.А. Анализ системы финансирования инвестиционно-инновационной деятельности агропромышленного комплекса северных регионов // Матер. Всеросс. науч. конфер. «Управленческие аспекты развития северных территорий России». Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ, 2015. С. 139.

Выход из сложившейся ситуации состоит в преодолении долголетних негативных последствий, улучшении условий инвестиционной привлекательности. Некоторые специалисты под инвестиционной привлекательностью АПК понимают только финансово-инвестиционные стороны вопроса. По нашему мнению, под инвестиционной привлекательностью АПК следует понимать совокупность способностей и возможностей активного действия и развития его реальных сфер и предприятий. Вопреки всем обстоятельствам, взаимное развитие реальных сфер АПК во многом зависит от взаимного сочетания социально-экономических и территориальных интересов. Именно данное обстоятельство дает возможность сформировать жизнеспособную модель социально-экономического и территориального развития реальных сфер АПК¹.

По сути, инвестиционная привлекательность воплощает в себя комплекс положительных характеристик ведения хозяйственной деятельности реальных звеньев АПК: финансовой устойчивости, деловой активности, оптимальной технологической структуры капитала и рациональной видовой структуры основных производственных фондов, высокого уровня конкурентоспособности производимых товаров, благоприятных природно-климатических условий хозяйствования, эффективной расстановки трудовых ресурсов и рациональной структуры эксплуатируемых земельных угодий. Степень инвестиционной привлекательности во многом зависит от благоприятной экологической ситуации и состояния производственной и социальной инфраструктуры, а также позитивной тенденции изменения демографической ситуации.

Подчеркнем, что активное увеличение объемов инвестиционных ресурсов и улучшение качественных характеристик капитальных средств необходимо применить именно в сельскохозяйственном производстве АПК региона. Прогрессивные принципы долгосрочного финансирования АПК северного региона позволяют сельскому хозяйству внедрить современные наукоемкие и инновационные технологии, повысить производительность труда и обеспечить высокую эффективность производства – расширить масштабы успешного перехода к интеллектуальной деятельности – ускорить процессы цифровизации агропромышленного хозяйствования, перехода к нано- и биотехнологиям и т.д.

Цифровизация реальных сфер АПК является катализатором повышения конкурентоспособности их предприятий. Расширение масштабов интеллектуальной деятельности, внедрение в практику новейших достижений научно-технического прогресса и передовых технологий позволят значительно улучшить процессы эффективного хозяйствования АПК региона, расширить масштабы обновления его реальных звеньев. Рост применяемых инвестиционных составляющих – внедрение цифровых и

¹ Юшкова Н.Г. Предпосылки синхронизации территориальных приоритетов регионального развития в системе стратегического планирования // Матер. X Междун. науч.-практ. интернет конфер. «Проблемы функционирования и развития территориальных социально-экономических систем». Уфа: УНЦ РАН, 2016. С. 146.

информационных технологий в АПК региона расширяет масштабы технико-технологического перевооружения его реальных звеньев. Аналогичная ситуация относится и к увеличению поголовья скота, вовлечению в хозяйственный оборот неиспользованных сельскохозяйственных земель и т.д.

Следовательно, правильное сочетание развития животноводства с развитием растениеводства – это надежный гарант роста поголовья скота, улучшения племенной работы в скотоводстве, проведения своевременных мелиоративных, агрокультурных и иных мероприятий в растениеводстве. Сбалансированное развитие животноводства с растениеводством создает благоприятные условия для взаимообусловленного межотраслевого развития реальных звеньев АПК. В обобщенном представлении улучшение кластерной характеристики АПК – это надежный гарант оптимизации количественных и качественных параметров производственных мощностей, укрепления рыночных позиций.

Организационно-методические аспекты хозяйственной деятельности АПК региона показывают, что для обеспечения продовольственной безопасности необходимо кардинально изменить принципы, масштаб и технологии управления его реальными звеньями. Системное управление основными звеньями АПК региона позволит обеспечить устойчивость продовольственной безопасности, уменьшить различного рода риски в производстве продовольствия. Это во многом определяет позитивные изменения структуры регионального агропромышленного производства, ориентацию на выпуск более качественной и конкурентоспособной продукции¹.

Создание равноправных условий развития реальных звеньев (самостоятельных отраслей, подотраслей и видов деятельности, производящих товарную продукцию) АПК региона дает возможность формировать благоприятные условия для эффективного функционирования его хозяйственной системы в целом. Только системное развитие АПК ведет к экономическому благополучию его основных звеньев, способствует регулярному доступу их к финансовым, государственным, информационным и иным структурам. Принципы системного функционирования АПК создают всевозможные условия для повышения конкурентоспособности его реальных сфер, обеспечивают участие отечественных товаропроизводителей в местных, межрегиональных и мировых рынках.

Нельзя забывать о том, что процессы крупномасштабного инвестирования и ведение предпринимательской деятельности в сфере сельского хозяйства во многом зависят от нижеследующих факторов: а) получение работниками полноценного образования с освоением новых сельскохозяйственных технологий, наличие у них достаточного практического опыта и навыков в аграрной сфере; б) величина вложения, соответству-

¹ Солодовников С.Ю., Кузьмицкая Т.В. Динамика экономического, социального и трудового потенциалов Республики Беларусь // Перспективы социально-экономического развития субрегионов Европы с точки зрения глобальных геостратегических тенденций. М.: Экон-информ. 2012. С. 59.

ющая величине площадей обрабатываемых земель и числу используемых трудовых ресурсов; в) обладание устойчивыми каналами сбыта агропродовольственных товаров – соответствие их реализационных масштабов и объемов масштабам и объемам производства; г) улучшение организационной работы по долгосрочным связям по вертикали; д) освоение новых инструментов, способных оптимизировать интеграционное поведение реальных сфер АПК, применение совершенных методов и механизмов, ведущих к системному развитию; е) разработка прогрессивных принципов и необходимых условий, способных переводить агропромышленное хозяйство на высокотехнологичную индустриально-интеллектуальную основу с прогрессивными методами управления.

Следует особо отметить, что управление в межотраслевой системе АПК региона включает в себя не только общие свойства и признаки, но и специфические, характерные для производства его реальных сфер. Особое значение имеет учет экономических, социальных, экологических, инфраструктурных и иных особенностей, которые необходимо применить в практической деятельности. С этой точкой зрения, для принятия эффективных хозяйственных решений необходимо анализировать и учитывать не только общие и специфические интеграционные свойства и признаки, но и основные функции в управлении АПК: планирование, прогнозирование, организацию, мотивацию, учет, контроль, координацию. Среди всех видов управления АПК особое место принадлежит управлению его капитальными, трудовыми и земельными ресурсами.

Известно, что в отличие от других сфер экономики, сельское хозяйство имеет своеобразные особенности – специфические свойства ведения производственной деятельности. Процесс сельскохозяйственного производства осуществляется путем не только объединения капитала, труда и земли, но и под воздействием природно-климатических, отраслевых, территориальных условий хозяйствования. Следует особо отметить, что сельскохозяйственное производство существенно различается по территориальному признаку (зональная специфика функционирования). Поэтому производственно-рыночный цикл (технологические процессы ведения производства и сбыта товарной продукции) сельского хозяйства северного региона представляет собой очень сложные процессы кругооборота и оборота производственных мощностей. Он в большей степени характеризуется повышенной неопределенностью риска, зависящего от природных условий и длительности (может достигать нескольких лет) происходящих естественных биологических процессов.

Необходимо подчеркнуть, что земля в сельском хозяйстве является не только объектом, но и предметом труда. Она, выступая как основное средство производства, во многом зависит как от существующих природно-климатических условий, так и методов возделывания сельскохозяйственной культуры. Поэтому функциональные процессы сельского хозяйства АПК чрезвычайно сложные. Они воплощают в себе не только внешние (вертикально-координационные) и внутренние (горизонтально-

интеграционные) взаимодействующие связи и отношения, но и природно-климатические, экологические, инфраструктурные и иные условия хозяйствования. Данное обстоятельство является препятствующим фактором для оптимизации отраслевого кластера, обеспечению эффективной интеграционной технологии в развитии АПК региона.

Резюмируя, отметим, что для устойчивого функционирования АПК северного региона необходимо обеспечить сбалансированное развитие его трех реальных сфер: а) сферы машиностроительной и иной промышленности, производящей продукцию для агропромышленного комплекса; б) сферы сельского хозяйства (отрасли животноводства и растениеводства), производящих продукты для перерабатывающей промышленности; в) сферы перерабатывающей промышленности – пищевых, легких и иных отраслей, производящих продукты для населения. Суть соблюдения взаимообусловленной оптимизации реальных сфер АПК состоит в обеспечении гармоничного единства их технологических циклов, способных осуществить выпуск необходимого объема и качества продовольствия – для обеспечения продовольственной безопасности.

Достижение эффективности сельскохозяйственного производства должно явиться надежным гарантом обеспечения эффективности перерабатывающей промышленности. Исследование показывает, что при всех обстоятельствах главная задача состоит в достижении благополучных взаимоотношений по товарообмену между реальными сферами АПК, установлению приемлемых межотраслевых цен на них. Однако на практике процесс формирования цен, ориентированный на спрос, не всегда может быть применен успешно.

Дело в том, что конкуренция является неотъемлемым и весьма важным элементом рынка и именно она, используя закон стоимости, механизм ценообразования, устанавливает соответствующие цены. Исходя из вышеизложенных констатаций, отметим, что рыночная цена определяет возможности и степень дальнейшего развития предпринимательства. Это говорит о том, что при формировании цен необходимо учитывать конъюнктуру рынка, его условия и требования. Естественно, для сохранения оптимальных вариантов межотраслевого ценообразования необходимо создать рыночные механизмы формирования цен и тарифов¹. Это надежный гарант обеспечения эффективности технологического цикла всех реальных сфер АПК и повышения конкурентоспособности производимой ими товарной продукции, поскольку эффективные рыночные механизмы формирования цен создают благоприятные условия для завоевания лидерства как на отечественных, так и на международных рынках.

В заключение следует сказать, что все вопросы, которые тесно связаны с взаимообусловленностью и ростом производства реальных секто-

¹ Сверлов А.С., Тимко Е.В. Либерализация ценообразования в Республике Беларусь // Матер. Междун. науч.-практ. конфер. «Проблемы развития экономики и сферы сервиса в регионе». Сыктывкар, 2013. С. 102.

ров АПК, должны рассматриваться в едином контексте, но с разной степенью детализации. Разнообразие природно-климатических условий, сезонный характер производства и необходимость работать с живыми организмами (растениями, животными) требуют формирования благоприятной среды для реальных сфер АПК региона по финансово-экономической и иной деятельности, четко согласованной по всем возникшим между ними проблемам.

Для достижения данной цели особое значение имеет совершенствование управления в реальных секторах АПК северного региона, превращение их из неэффективных в эффективные сферы с целенаправленной деятельностью. Учитывая, что для сельского хозяйства характерна территориальная рассредоточенность, управление реальными сферами АПК следует построить на основе территориально-производственного принципа, требующего предоставления больше хозяйственной самостоятельности.

Системное и эффективное управление АПК дает возможность предвидеть еще не появившиеся негативные факторы и проблемы и противостоять им – организовывать, координировать и контролировать межотраслевые принципы хозяйственной деятельности – гармонизировать все межотраслевые действия. Особое значение принадлежит взаимно пространственному расположению отраслевых структур АПК. Главная задача состоит в применении различных методов и технологий, способных поддержать межотраслевую хозяйственную систему в устойчивом равновесии – обеспечить перевод реальных сфер АПК в более новое и эффективное состояние.

ИНДИКАТОРЫ И ТЕНДЕНЦИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ, АРКТИЧЕСКИХ ГОРОДОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО МАКРОРЕГИОНА*

О.В. Поташева, к.э.н., М.В. Морошкина, к.э.н.
Институт экономики КарНЦ РАН, г. Петрозаводск

Введение. Особенности развития северных городов России в современных условиях характеризуются различием в подходе определения их социально-экономической роли. Во-первых, все северные арктические поселения являются искусственно созданными еще в советское время моноотраслевыми городами, что проявляется в сложности их адаптации к условиям экономики России в последние десятилетия. Во-вторых, северные арктические городские поселения значительно удалены от эко-

* Исследование выполнено за счет средств Института экономики КАРНЦ РАН в рамках НИОКРТ БТ 122032200200-2

номического центра страны, однако частично данные территории имеют близкое расположение к морским путям или имеют приграничное расположение, что рассматривается как фактор географического воздействия, который имеет и положительный, и отрицательный результат на их развитие. В-третьих, в Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года социально-экономическое развитие основывается на разработке и утверждении стратегий макрорегионов и планов их реализации. С этой позиции городские округа Арктической зоны изучаются как центры притяжения человеческого потенциала и опорные центры деловой активности.

Из наиболее актуальных направлений исследования Арктики следует выделить тему заселения и освоения Арктических территорий. При этом в аспекте развития городских поселений исследователи отмечают высокий уровень неоднородности по большинству экономических и социальных показателей, которые определяются специализацией экономики города, наличием производственных комплексов в зависимости от природных ресурсов, количественными и качественными характеристиками населения. В рамках совокупного влияния этих факторов складываются тенденции экономического развития территорий.

Объектом этого исследования выступают северные арктические города Северного и Северо-Западного макрорегионов, расположенные в субъектах РФ: Республике Карелия, Республике Коми, Архангельской и Мурманской областях. Цель исследования – выявить современные инструменты оценки показателей социального и экономического развития городов для изучения тенденций их развития в соответствии с национальными приоритетами развития Арктики. При этом следует учесть условия одной из главных целей разработки стратегий развития макрорегионов, которая заключается в оптимизации размещения объектов отраслей социальной сферы¹.

Исследование исключительности арктических городов – достаточно новое направление в региональной экономике². Многообразие подходов к развитию арктических городов и их устойчивости представлено в работе Замятиной Н.Ю., Медведкова А.А. и др. С позиции оценки возможности развития города в арктических условиях они считают: «проблематично по многим основаниям: здесь высокие издержки на повседневное функционирование города в суровых климатических условиях, развитие городской экономики сдерживается узостью рынка, обусловленной удаленностью от других крупных центров»³.

¹ Стратегии социально-экономического развития макрорегионов. URL: https://www.economy.gov.ru/material/directions/regionalnoe_razvitie/strategicheskoe_planirovanie_prostranstvennogo_razvitiya/strategii_socialno_ekonomicheskogo_razvitiya_makroregionov/

² Пилисов А.Н., Путилова Е.С. Оспаривая очевидное: арктические города // Городские исследования и практики. 2020. Т. 5. № 1. С. 9-32. DOI: <https://doi.org/10.17323/usp5120209-32>

³ Замятина Н.Ю., Медведков А.А., Поляченко А.Е., Шамало И.А. Жизнестойкость арктических городов: анализ подходов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. 2020. № 65 (3). С. 481-505. <https://doi.org/10.21638/spbu07.2020>

Изучение социально-географического пространства российского Севера рассмотрено в работах Лаженцева В.Н.¹, Фаузера В.В., Смирнова А.В. Исследователи отмечают, что «основной каркас заселенности территории составляют поселки городского типа, малые и средние города, именно они сглаживают неравномерность и разреженность расселения, повышают связность поселений; однако несмотря на важность сохранения и развития пгт, малых и средних городов наметились тенденции сокращения их количества и средней людности, концентрации городского населения в больших и крупных городах»². В этой связи современный подход к изучению расселения Арктики основывается на исследовании вахтового метода организации труда, обосновании сети опорных поселений, центров развития арктического пространства.

На уровне мирового сообщества наблюдается отличительная особенность России: «... вырабатывая самый большой валовой продукт в Арктике, Россия отстает в показателях подушевого ВВП, уровне развития человеческого капитала и диверсификации ресурсов от других стран арктических регионов»³. Особое внимание уделяется изучению растущей роли как привлекаемого, так и создаваемого в самом городе человеческого капитала, рассматриваемого как внеэкономический фактор, позволяющий реализовать потенциал «креативного класса» и «креативного города». Фоновыми факторами формирования и привлечения человеческого капитала авторы выделяют уровень развития инфраструктуры социальной сферы: культуры и образования. При этом важнейшую роль в привлечении на территорию новых людей играет формирование безопасной и комфортной среды.

Задачей этого исследования является проверка взаимозависимости тенденции изменения численности населения городов Арктической зоны на примере Северного и Северо-Западного макрорегионов и современного инструмента общественного контроля участия граждан в совершенствовании условий качества предоставления социальных услуг.

Арктическая зона частично включает в себя территории городских поселений субъектов РФ Северного и Северо-Западного макрорегионов. В исследовании в их число были отнесены три города в Архангельской области (Архангельск, Северодвинск, Новодвинск), три – в Республике Коми (Воркута, Инта, Усинск), шесть городов областного значения Мурманской области (Мурманск, Апатиты, Кировск, Мончегорск, Оленегорск, Полярные Зори) и Костомукшский городской округ Республики Карелия (табл. 1).

¹ Лаженцев В.Н. Север и интеграция социально-экономического пространства (пример Северо-Запада России) // Проблемы прогнозирования. 2020. № 3(180). С. 48-56.

² Фаузер В.В., Смирнов А.В., Фаузер Г.Н. Демографическая оценка устойчивого развития малых и средних городов российского Севера // Экономика региона. 2021. Т. 17. Вып. 2. С. 552-569. <https://doi.org/10.17059/ekon.reg.2021-2-14>

³ Мартынов В.С. Стратегия городского развития в Арктическом регионе России // ЭКО. 2013. № 5 (467). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strategiya-gorodskogo-razvitiya-v-arkticheskom-regione-rossii>

Таблица 1

**Демографическая характеристика городов Арктической зоны
субъектов Северного и Северо-Западного макрорегионов**

Города Арктической зоны РФ		Год создания	Численность населения				
			2016	2017	2018	2019	2020
Архангельская обл.	Архангельск	1583	351226	351488	349742	348343	346979
	Новодвинск	1936	38906	38735	38434	38082	37699
	Северодвинск	1936	185075	183996	183255	182291	181990
Республика Коми	Воркута	1936	80970	79593	76856	74312	72681
	Инта	1942	28047	27334	26510	25948	25180
	Усинск	1966	40239	40014	39566	39211	38294
Мурманская обл.	Мурманск	1916	301572	298096	295374	292465	287847
	Апатиты	1926	56730	56356	55713	55201	54667
	Кировск	1929	26971	26687	26581	26206	26020
	Мончегорск	1935	42893	42581	42099	41482	41145
	Оленегорск	1949	21097	21039	20847	20697	20364
	Полярные Зори	1968	14794	14644	14421	14389	14196
Республика Карелия	Костомукшский ГО	1977	29511	29526	29381	29367	29634

Источник: данные Росстата. Численность постоянного населения на 1 января

Сравнительный анализ данных таблицы проявил ряд особенностей демографического характера:

- четко выделились три группы городов по численности населения (табл. 2);
- наиболее сильный отток населения за последние годы фиксируется в городах Республики Коми и Мурманской области;
- единственным городом, где наблюдается небольшой прирост населения, является Костомукшский ГО Республики Карелия.

Объяснением текущей тенденции сокращения численности населения арктических городов является их зависимость от приобретенной в советское время монопрофильности градообразующего производства, нерентабельностью в новых экономических условиях. Советские индустриальные города оказались лишены механизмов диверсификации сфер деятельности горожан, альтернативных вариантов развития имеющегося рынка труда – и тогда единственным вариантом индивидуальной стратегии адаптации к изменившимся социально-экономическим условиям стала внутренняя миграция в другие регионы России. Молодое поколение решает проблемы занятости с помощью трудовой миграции в соседние города и регионы, старшее – с помощью сезонной миграции в сельскую местность¹. Крупные столичные города Архангельск и Мурманск также теряют в общей численности населения, несмотря на концентрацию социальных целевых мер поддержки, реализуемых в этих городских агломерациях.

¹ Мартынянов В.С. Стратегия городского развития в Арктическом регионе России // ЭКО. 2013. № 5 (467). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/strategiya-gorodskogo-razvitiya-v-arkticheskom-regione-rossii>

Таблица 2

Изменение численности постоянного населения в городах Арктической зоны субъектов Северного и Северо-Западного макрорегионов

Типы поселений по численности населения		Изменение численности населения по 2016/2020
свыше 150 тыс. чел.	Архангельск	-1,2
	Мурманск	-4,6
	Северодвинск	-1,7
от 50 до 100 тыс. чел.	Воркута	-10,2
	Апатиты	-3,6
менее 50 тыс. чел.	Инта	-10,2
	Усинск	-4,8
	Кировск	-3,5
	Мончегорск	-4,1
	Оленегорск	-3,5
	Полярные Зори	-4,0
	Костомукшский ГО	0,4

В практике зарубежного стратегического планирования, в частности в Стратегии пространственного развития Германии, определены четыре стратегических приоритета. «Обеспечение предоставления общественных услуг» находится на второй по степени важности позиции¹. В России важный этап в региональном управлении развитием сферы социальных услуг и создания современной инфраструктуры предоставления услуг для населения начался в 2012 г. Это проявилось в стимулировании внедрения современных механизмов общественного контроля, привлечения активных групп граждан к участию в управлении по разработке и реализации различных инструментов совершенствования городской среды посредством развития целевых программ благоустройства и инициативного бюджетирования (общественные советы и слушания, референдумы, институты гражданских инициатив, создание фондов развития региона и «народного бюджета» и др.).

Новым механизмом пространственного анализа развития уровня качества предоставления социальных услуг населению России стала разработка и внедрение в 2012-2014 гг. независимой оценки качества осуществления деятельности организаций в сферах: здравоохранения, образования, культуры и социального обслуживания. Методические рекомендации по процедуре проведения независимой экспертизы были представлены Министерством труда РФ на основе изучения мировой практики и специфики регионального опыта управления в России. Первые результаты экспертной оценки на региональном уровне появились в 2015 г. Согласно Федеральному закону от 21 июля 2014 г. № 256-ФЗ, один раз в три года организации, осуществляющие деятельность по оказанию услуг в сфере культуры, социального обслуживания, охраны здоровья и обра-

¹ Concepts and Strategies for Spatial Development in Germany. Decision of the 41st Standing Conference of Ministers responsible for Spatial Planning in Berlin on 09 March 2016. URL: [//www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE](http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/downloads/DE)

зования, проходят независимую оценку качества по критериям – открытость и доступность информации об организации, комфортность условий, в которых осуществляется деятельность; доброжелательность, вежливость, компетентность работников организации; удовлетворенность качеством условий предоставления услуг организаций. Экспертная оценка примерно на 70% основывается на анализе данных анкетирования получателей услуг. Учитывая их мнение, формируется план устранения выявленных недостатков по повышению качества работы организации. Контроль за устранением недостатков в настоящее время возлагается на руководителя организации, учредителя и исполнительный орган власти. Для многих организаций в период с 2018 по 2021 гг. независимая оценка качества условий проводилась уже в третий раз.

Все результаты по мониторингу независимой оценки размещаются на специальном федеральном сайте <https://bus.gov.ru/> для размещения информации о государственных (муниципальных) учреждениях по субъектам РФ. Сбор и анализ данных за 2018-2021 гг. в рамках исследования по северным, арктическим городам, представленный на рис. 1, показал:

- наивысшие оценки в целом по сферам были зафиксированы в культуре и социальном обслуживании, наименьший средний балл – 74 – в здравоохранении. В сфере образования охват получателей услуг наиболее обширен. Различие между максимумом 89,9 балла и минимумом 78,4 балла в оценке свидетельствует о разном уровне удовлетворенности получателей услуг условиями качества их предоставления. Для сферы образования характерны очень низкие оценки по критерию доступности услуг для инвалидов и лиц с ОВЗ;

- в сфере здравоохранения существенно проявилась дифференциация в оценках по городам Мурманской области, причем за 2020 г. – когда в условиях пандемии коронавирусной инфекции медицинские услуги были наиболее востребованы;

- в социальной сфере наивысшие баллы были зафиксированы на территориях всех субъектов РФ – выше 95 баллов в Костомукшском ГО, г. Воркута, г. Полярные Зори, г. Мончегорске, г. Апатиты, г. Новодвинске. Из существенных недочетов, отмеченных экспертами, является недостаточность открытости и актуальности информации об услугах, размещенной на сайте организации;

- в сфере образования по выделенным городам экспертная оценка выявила наиболее схожее положение в уровне удовлетворенности населения качеством условий предоставления услуг на уровне 81-85 баллов, что соответствует высшему уровню оценки;

- в сфере культуры самая низкая оценка в 2020 г. была зафиксирована в г. Северодвинке – 54,4 балла. Главным недостатком эксперты отметили отсутствие комфортной зоны отдыха (ожидания), оборудованной соответствующей мебелью на объектах организаций

сферы культуры. В Мурманской области в целом отмечается высший уровень оценки в 81-85 баллов.

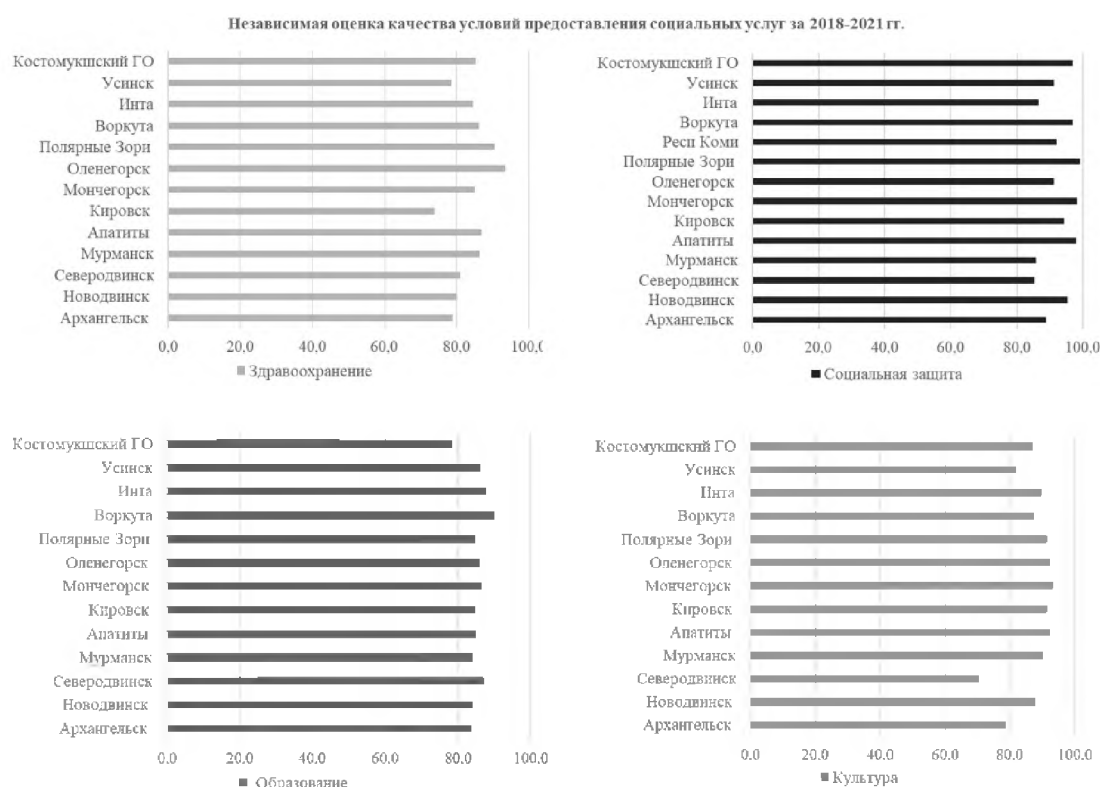


Рис. 1. Результаты независимой системы оценки качества условий осуществления деятельности в организациях социальной сферы в период 2018-2022 гг.

Основные рекомендации по результатам оценки качества условий предоставления социальных услуг населению связаны с двумя направлениями работы организаций:

✓ Во-первых, своевременное обновление и полнота актуальной информации, размещенной на сайте организации. С распространением страниц организаций в социальных сетях администрации организаций считают их более востребованным информационным ресурсом среди получателей услуг, нежели официальный сайт организации.

✓ Во-вторых, повышение комфортности и доступности услуг для инвалидов. Однако это связано с техническими капитальными особенностями зданий, в которых предоставляются услуги. Зачастую они были построены десятки лет назад и для устранения недостатков – отсутствия пандусов, расширенных дверных проемов, лифтов и т.п. – требуется адресное решение учредителя организации по внесению изменений в капитальный план здания и обеспечение этого процесса целевыми финансовыми средствами.

Повышение качества условий предоставления социальных услуг на региональном уровне является составляющей оценки эффективности работы Высшего должностного лица исполнительной власти субъекта Российской Федерации.

Заключение.

Качество жизни населения и уровень развития современных арктических городов определяется не только их историческими особенностями заселения и развития, но и общей эффективностью деятельности социальной среды, ее способностью реагировать и изменяться в ответ на общественный запрос. Таким образом, внедрение современных механизмов общественного контроля на уровне городских поселений способствуют внедрению инструментов и форм участия населения в решении социально-значимых проблем сохранения и формирования человеческого капитала территорий.

Демографическую тенденцию оттока населения из северных, арктических территорий на сегодняшний день невозможно связать с низким качеством предоставления услуг населению. Высокая миграционная мобильность северных городов связана с особенностью российской внутренней межрегиональной трудовой мобильности, за исключением переселения в ведущие мегаполисы молодых поколений «за образованием» и старших поколений из-за суровости климатических условий.

ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНЫХ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ГОРОДОВ*

И.А. Секушина, к.э.н.

Вологодский научный центр РАН, г. Вологда

В советскую эпоху хозяйственное освоение северных пространств страны определялось в первую очередь задачами геополитики и экономики. Территории Европейского Севера России отличаются наличием множества важнейших видов природных ресурсов, вовлечение которых в народнохозяйственный оборот невозможно без целенаправленного формирования узловых элементов территориальных хозяйственно-расселенческих структур, основными из которых выступают города.

Система жесткого директивного планирования, действующая в СССР, позволила провести ускоренное освоение Севера путем создания целого ряда стационарных городов с постоянно проживающим населением. Активно использовались внеэкономические методы привлечения рабочей силы, а также введение системы северных льгот и компенсаций¹. Однако с их отменой в 1990-е годы произошел массовый отток насе-

* Статья подготовлена в рамках государственного задания для ФГБУН ВолНЦ РАН по теме НИР «Факторы и методы устойчивого социально-экономического развития территориальных систем в изменяющихся условиях внешней и внутренней среды (FMGZ-2022-0012)

¹ Фаузер В.В., Лыткина Т.С., Фаузер Г.Н. Государственное управление миграцией населения: от принуждения к поощрению // Корпоративное управление и инновационное развитие экономики Вестник НИЦ КПУВИ СГУ. 2015. № 3. С. 151-168.

ния с Севера России. В настоящее время в крупных городах миграционные процессы замедлились, однако в малых и средних, а также в сельских поселениях проблема убыли населения не теряет своей актуальности.

В постсоветский период малые и средние города Европейского Севера России потеряли 1/4 своего населения: с 1989 по 2021 гг. численность их жителей сократилась на 436,6 тыс. человек (табл. 1).

Таблица 1

Динамика людности малых и средних городов
и их доли в общей численности населения
регионов Европейского Севера России в 1989-2021 гг.

Территория	1989 г.		2002 г.		2010 г.		2021 г.		Темп роста (убыли) 2021 г./1989 г., %	
	тыс. чел.	%	тыс. чел.	%	тыс. чел.	%	тыс. чел.	%	%	п.п.
Республика Карелия	244,8	47,6	219,5	45,2	197,9	43,0	178,2	38,8	72,8	-8,8
Республика Коми	479,4	67,4	396	63,3	351,6	59,9	300,5	55,2	62,7	-12,2
Архангельская область	285,9	30,1	292,3	34,4	282,3	34,3	272,6	34,1	95,3	4
Вологодская область	204,7	25,7	190,5	23,9	175,2	22,2	164,1	20,9	80,2	-4,8
Мурманская область	469,6	50,1	396,7	54,1	357	53,7	332,6	54,0	70,8	3,9
Всего по ЕСР	1684,5	43,1	1495	42,8	1364	41	1247,9	39	74,1	-4,1

Наиболее явно данные процессы прослеживаются в Республике Коми, где людность малых и средних городов уменьшилась более чем треть. При этом доля проживающего в них населения от общей численности жителей республики сократилась на 12,2 п.п.

Таким образом, одной из главных тенденций пространственного развития Европейского Севера России является усиление концентрации жителей в крупных городах региона на фоне сокращения численности населения в большинстве малых и средних городов, что в конечном итоге приводит к сжатию экономического пространства и нарастанию дисбаланса в системе расселения региона. Подтверждением последнего являются результаты оценки сбалансированности системы городского расселения региона, полученные на основе расчетов соответствия городов региона закону Ципфа или правилу «ранг-размер»¹.

Главным сдерживающим фактором развития подавляющего большинства малых и средних городов Европейского Севера России является то, что их экономика держится преимущественно на старой,

¹ Секушина И.А. Оценка сбалансированности городской системы расселения Европейского Севера России // Регионоведение. 2021. Т. 29. № 3 (116). С. 642-665. <https://doi.org/10.15507/2413-1407.116.029.202103.642-665>

еще советской производственной базе. Хозяйственная деятельность основана главным образом на использовании природных ресурсов. Недостаточно диверсифицированная структура экономики представляет проблему для трети малых и средних городов региона: 20 из 61 имеют статус моногородов.

Большое количество проблем имеется в социально-бытовой сфере.

Уровень обеспеченности населения учреждениями здравоохранения, образования и культуры в малых и средних городах существенно ниже, чем в крупных. Качество городской среды в значительной части малых и средних городов также не соответствует современным требованиям: в 2021 г. лишь в 26 городах из 61 она была признана благоприятной. Несмотря на наличие положительных сдвигов в сфере благоустройства, в основном благодаря реализации госпрограммы «Формирование комфортной городской среды»¹, для большей части населенных пунктов по-прежнему достаточно остро стоят вопросы состояния социально-досуговой и общественно-деловой инфраструктуры.

В сложившихся социально-экономических условиях малым и средним городам сложно соперничать с крупными городами, где выше уровень и качество жизни населения. Вместе с тем активное развитие Интернета и информационно-коммуникационных систем оказывает все большее влияние на развитие населенных пунктов и во многом определяет направления пространственного развития территорий. Как отмечает Заборова Е.Н., «проникая во все сферы жизни общества, информационные технологии видоизменяют функции города, в частности, они уже не требуют для их реализации большой концентрации людей в одной пространственной точке, многие виды работ уже можно осуществлять дистанционно»².

В 2020 г. с началом пандемии COVID-19 многие организации перешли на удаленный формат работы, что привело к заметному оттоку населения из мегаполисов в малые города и сельскую местность. Вместе с тем данные тенденции носят скорее краткосрочный характер, поскольку на современном этапе своего развития малые и средние города в большинстве своем по-прежнему не способны обеспечить населению высокое качество бытовых и социальных услуг.

В условиях нарастания пространственной неравномерности и усиления диспропорций расселения в северных регионах страны возникает закономерный вопрос о перспективах дальнейшего развития малых и средних городов. Так, опрос глав и руководителей администраций малых и средних городов Вологодской области показал, что половина респондентов (6 из 12) считает, что какая-то часть населенных пунктов неизбежно обречена на вымирание, но те из них, что обладают достаточным

¹ Паспорт приоритетного проекта «Формирование комфортной городской среды»: протокол от 18 апреля 2017 г. № 5 заседания Совета при Президенте РФ по стратегическому развитию и приоритетным проектам // Справочно-правовая система «Консультант Плюс».

² Заборова Е.Н. Городское управление: учеб. пособие. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2014. 296 с.

собственным потенциалом, будут расти и развиваться. По мнению каждого четвертого опрошенного, развитие получают малые и средние города, расположенные вблизи крупных городов и/или входящие в состав агломераций. Лишь один респондент отметил, что будущее есть у малых и средних городов – центров сельских территорий¹. Можно сказать, что органы местного самоуправления достаточно критично оценивают положение малых и средних городов, но вместе с тем понимают, что для дальнейшего развития населенного пункта необходимо в полной мере задействовать весь имеющийся в муниципальном образовании потенциал.

В работах российских ученых вопросы поиска путей и перспектив дальнейшего развития малых и средних городов также нашли свое отражение. Согласимся со многими авторами в том, что одним из ключевых факторов, определяющих выбор направлений развития того или иного города, является его положение в системе расселения региона. Исходя из этого, на наш взгляд, можно выделить следующие возможные пути развития северных малых и средних городов.

1. Развитие населенного пункта в составе моноцентричной или полицентричной городской агломерации. На Европейском Севере России развитие Сокола, Грязовца, Кадникова возможно на основе сотрудничества с Вологдой; Новодвинска – с Архангельском; Кондопоги – с Петрозаводском.

Города Кола, Североморск, Полярный, Гаджиево, Снежногорск находятся в непосредственной близости от регионального центра – г. Мурманска, однако существенным препятствием для развития межмуниципального взаимодействия является то, что все из них, кроме г. Колы, имеют статус закрытого административно-территориального образования.

Приоритетные сферы развития экономики малого или среднего города во многом будут зависеть от специализации города-ядра агломерации. При этом города-спутники могут выступать в роли сельскохозяйственных центров, обеспечивающих жителей агломерации продукцией агропромышленного комплекса или местом локализации предприятий смежных производственных отраслей.

Апатитская, Котласская и Ухтинская агломерации относятся к категории полицентричных. Малые и средние города, входящие в их состав, могут выступать местом размещения предприятий, встроенных в одну производственную цепочку или кластер.

В условиях интенсивного развития цифровых технологий малые и средние города, наряду с крупными, могут выступать центрами развития образования, науки или финансовой сферы. Согласно Прогнозу долгосрочного социально-экономического развития РФ, до 2030 г. инноваци-

¹ Секушина И.А. Проблемы и перспективы развития малых и средних городов в оценках органов местного самоуправления // Реформирование экономики: проблемы, успехи, перспективы: Матер. Междун. науч.-практ. конф. Вологда: Вологодский государственный университет, 2021. С. 118-122.

онный сценарий развития Северо-Западного федерального округа предполагает модернизацию и инновационное развитие базовых секторов экономики. В северном регионе предполагается развитие кластеров судостроения, информационных и коммуникационных технологий, развития технологий рыболовства и рыбоводства, лесопромышленного кластера. Создание предприятий в малых и средних городах, которые потенциально могут войти в состав формируемых кластеров, будет способствовать созданию устойчивой экономической базы муниципальных образований.

2. Развитие периферийных малых или средних городов как центров обеспечения прилегающих сельских территорий. Ключевой задачей выступает поиск и развитие перспективных отраслей экономики муниципалитетов, а также поддержка функционирования объектов социальной сферы.

Агропромышленные предприятия, локализованные в малых и средних городах, могут выступать базой для переработки продукции сельского хозяйства, производимой на прилегающих сельских территориях¹. Вместе с тем важно фокусироваться не только на развитии традиционных отраслей сельского хозяйства, но и развивать новые направления (разведение кроликов, индеек, перепелок и т.п.).

В отрасли лесного хозяйства одним из направлений экономического развития малых и средних городов и сельских территорий может являться переработка грибов и ягод. Туристическая сфера также обладает значительным потенциалом, в частности, отрасли сельского, экологического и гастрономического туризма.

3. Развитие территориально обособленных городов, имеющих ограниченные возможности для взаимодействия с другими территориями (населенные пункты, расположенные вне городских агломераций и не являющиеся центрами сельских территорий, ЗАТО). На территории Европейского Севера России к ним в первую очередь относятся города, имеющие важное геостратегическое значение: г. Мирный Архангельской области, закрытые города Мурманской области: ЗАТО г. Александровск, ЗАТО г. Заозерск, ЗАТО г. Островной, ЗАТО г. Североморск. Дальнейшее развитие населенных пунктов как территорий базирования объектов стратегического назначения будет определяться в первую очередь проводимой государством политикой национальной безопасности. При этом главным приоритетом развития данных городов видится формирование и развитие высокотехнологичного сектора военно-промышленного комплекса².

¹ Оборин М.С., Шерешева М.Ю., Иванов Н.А. Обоснование стратегических ориентиров социально-экономического развития малых городов России // Вестник Пермского университета. Экономика. 2017. Том 12. № 3. С. 437-452.

² Козьменко С.Ю., Брызгалова А.Е. Перспективы развития закрытых административно-территориальных образований в Арктике // МИР. 2015. № 4-1. С. 198-205.

4. Пространственное сжатие некоторых малых или средних городов. В настоящее время необходимо признать тот факт, что для ряда населенных пунктов Европейского Севера России единственно верным вариантом дальнейшего развития является стратегия городского сжатия. К примеру, в одной из работ¹ на основе анализа генпланов 132 российских городов выявлено, что реальное положение дел с демографической ситуацией в муниципалитетах, по сути, игнорируется. Проблема убыли населения получила признание со стороны органов власти лишь в одном городе – Воркуте, где принята стратегия адаптации к сжатию городского пространства. Реализация мероприятий по сжатию пространства города осуществляется в рамках государственно-частного и муниципально-частного партнерства. В частности, в рамках ежегодного договора о социальном партнерстве градообразующее предприятие АО «Воркутауголь» выделяет средства на ремонт жилого фонда под переселение из частично пустующих домов.

В заключение отметим, что развитие и удержание регионального экономического пространства Европейского Севера России во многом обеспечивают малые и средние города, поскольку именно они выступают точками роста экономики и основными структурными элементами пространственного каркаса. Негативные тенденции в социально-экономическом развитии данных населенных пунктов, на наш взгляд, являются следствием слабого внимания со стороны региональных органов государственной власти к проблемам муниципальных образований, игнорирования специфики городов и низкого уровня использования инструментов стратегического планирования.

ОЦЕНКА ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО И СБЕРЕГАТЕЛЬНОГО ПОВЕДЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ РОССИИ

А.Н. Чапаргина, к.э.н.

*Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина
ФИЦ КНЦ РАН, г. Апатиты*

Развитие любой страны и ее регионов не является статичным, особенно в экономической сфере. Естественным и неминуемым периодом рыночного развития выступают экономические кризисы, которые, как правило, отражаются на уровне и качестве жизни населения. Кризис, начавшийся в 2020 г. в России, был обусловлен пандемией COVID-19 и принятыми в связи с ней карантинными мерами. Тенденции, которые

¹ Гунько М.С., Еременко Ю.А., Батунова Е.Ю. Стратегии планирования в условиях городского сжатия в России: исследование малых и средних городов // Мир России. 2020. № 29 (3). С. 121-141.

наметились в условиях пандемии, усугубляются осложнившейся конфликтной ситуацией в Украине. Происходящие кризисные процессы не могли не сказаться на жизни населения, в том числе на его потребительском и сберегательном поведении.

В соответствии с классической концепцией, сбережения являются первоисточником экономического роста и инвестиционных ресурсов. Общество не в состоянии производить капитальные блага, если оно не отчуждает часть своих ресурсов из производства потребительских благ. Стремление сберегать – это главная причина общественного прогресса, и эту склонность людей необходимо всячески поддерживать¹. Поэтому вопросы потребительского и сберегательного поведения имеют особую важность и актуальность.

Целью данного исследования является оценка потребительского и сберегательного поведения населения арктических регионов РФ в условиях пандемии коронавируса и складывающейся нестабильной экономической обстановки на фоне происходящей военной спецоперации на Украине.

Исследование потребительского и сберегательного поведения населения за семилетний период (с 2015 г. по настоящее время) позволит оценить, какой была ситуация до, во время пандемии COVID-19, и как изменились тренды после принятия карантинных мер и ограничений в условиях арктических регионов.

Специфика социально-экономического развития арктических регионов, связанная прежде всего со сложными природно-климатическими условиями, удаленностью от центральных районов страны, отраслевой направленностью, демографическими, экономическими, социальными и другими условиями, накладывает отпечаток и на финансовое поведение населения в этих регионах².

Изучение финансового поведения населения неразрывно связано с оценкой доходов населения как главного фактора, определяющего возможности населения сберегать или тратить³.

Денежные доходы населения за период исследования, за исключением 2016 г. в отдельных арктических регионах, демонстрируют положительную динамику (табл. 1). В 2020 г. темп роста среднедушевых доходов населения несколько сократился, что, можно предположить, было вызвано ограничением деятельности многих предприятий во время пандемии. Но введение социальной поддержки населения и увеличение за-

¹ Галимова А. Ш., Сакаева Л. Р. Мотивы сберегательного поведения населения в период кризисной экономики // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. 2015. № 20. С. 79-82.

² Селин В.С. Проблемы неоднородности и устойчивости экономического пространства Российского Севера // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2011. № 5. С. 52-65; Кононова Е.С. Особенности устойчивого социально-экономического развития северных территорий регионов и система оценки устойчивости их социально-экономического развития // Экономические науки. 2016. № 135. С. 71-73.

³ Чапаргина А.Н. Сберегательная сфера северных регионов России: возможности и угрозы для развития // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2018. Т. 14. № 9. С. 1665-1679.

рабочной платы на средних и крупных предприятиях государственного и корпоративного секторов позволило восстановить прирост доходов населения.

Таблица 1

Темп роста среднедушевых денежных доходов
населения арктических регионов

Регионы	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Республика Карелия	112,1	100,1	103,9	109,0	105,8	105,6	107,2
Республика Коми	105,5	96,9	98,9	108,9	104,1	103,7	104,9
Ненецкий автономный округ	106,6	98,7	100,2	112,0	103,2	103,8	101,2
Архангельская область без НАО	111,0	99,8	102,1	101,1	105,7	102,9	107,7
Мурманская область	107,9	98,0	102,7	112,0	106,4	104,8	110,4
Ямало-Ненецкий автономный округ	109,0	103,3	104,0	110,7	104,6	108,2	106,8
Красноярский край	109,3	103,4	100,0	107,0	105,7	103,4	108,7
Республика Саха (Якутия)	110,5	103,0	102,1	107,3	106,5	101,9	107,8
Чукотский автономный округ	107,6	106,6	108,0	111,2	105,8	107,4	108,7
Российская Федерация	110,4	102,0	103,3	104,0	106,2	102,3	111,0

Источник: расчеты автора на основе данных Росстата

Изменения медианных (у 50% работающего населения сумма дохода меньше его) и средних по арктическим регионам доходов населения представлены на рис. 1.

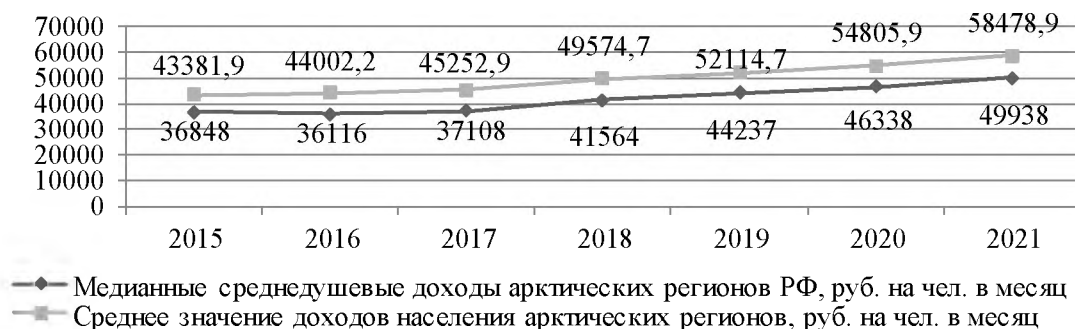


Рис. 1. Динамика среднедушевых доходов
населения арктических регионов РФ

В 2021 г. медианный доход в арктических регионах составил 49938 руб., при этом соотношение значения медианного дохода к среднему доходу по регионам Арктики – около 17%, что свидетельствует о неравномерности распределения размера дохода среди населения регионов.

Стоит отметить существенную региональную дифференциацию среди арктических регионов по соотношению медианных доходов и стоимости фиксированного набора товаров и услуг и достаточно высокую долю населения за чертой бедности, превышающую общероссийский показатель, в отдельных арктических регионах (табл. 2). Эти два обстоятельства отрицательно сказываются на сберегательном поведении насе-

ления, поскольку чем ниже уровень жизни, тем большую часть дохода население вынуждено тратить на потребление¹.

Таблица 2

Покупательная способность доходов
и доля населения за чертой бедности

Регионы	Отношение медианных доходов к стоимости фиксированного набора товаров и услуг				Доля населения за чертой бедности (доходы менее 1 МРОТ), %			
	2018	2019	2020	2021	2018	2019	2020	2021
Республика Карелия	1,45	1,5	1,47	1,47	16,9	15,7	15,5	14,6
Республика Коми	1,56	1,62	1,56	1,51	16,5	15,5	15,5	15,5
Ненецкий автономный округ	2,88	2,92	2,88	2,78	10,7	9,4	9,4	9,5
Архангельская область без НАО	1,54	1,56	1,52	1,52	12,6	12,7	12,4	11,8
Мурманская область	1,83	1,92	1,94	2,02	12,3	10,8	10,2	9,3
Ямало-Ненецкий автономный округ	3,05	3,11	3,13	3,1	6,2	5,7	5	4,7
Красноярский край	1,48	1,51	1,49	1,49	18,2	17,5	17	16,1
Республика Саха (Якутия)	1,68	1,71	1,65	1,64	19,1	17,9	17,4	16,5
Чукотский автономный округ	2,14	2,27	2,38	2,39	9,5	8,7	8	7,6
Российская Федерация	-	1,65	1,58	1,59	-	12,3	12,1	11

Источник: составлено автором на основе данных РИА РЕЙТИНГ

Тем не менее, устойчивый рост доходов населения, как правило, сопровождается последовательными качественными сдвигами в структуре потребления и сбережения. Проанализируем структуру использования денежных доходов населения в арктических регионах РФ, чтобы выявить, какие изменения в потребительском и сберегательном поведении населения произошли в течение исследуемого периода.

До 2020 г. доля расходов на покупку товаров и услуг стабильно увеличивалась (рис. 2) за счет снижения доли сбережений, а также незначительного уменьшения доли обязательных платежей. Данная тенденция была характерна как для России в целом, так и для арктических регионов.

Начавшаяся весной 2020 г. пандемия коронавируса внесла коррективы в поведение большей части населения. Если в первые месяцы 2020 г. сохранялись сложившиеся в предыдущие годы социально-экономические тренды в использовании денежных доходов, то по итогам 2020 г. изменение потребительского и сберегательного поведения населения имело ярко выраженные особенности. Кризис, вызванный пандемией коронавируса, и его необычная природа побудили население сократить потребительские расходы и перенаправить денежные средства на формирование сбережений на «черный день». При этом темпы сокращения потребления значительно опережают темпы снижения доходов населения.

¹ Чапаргина А.Н. Доходы и сбережения населения северных регионов // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2013. № 5 (36). С. 86-91.



Рис. 2. Доля расходов на покупку товаров и оплату услуг в структуре использования доходов населения, %

Эти изменения по большей части носили временный, ситуационный характер и были связаны с вынужденной приостановкой экономической деятельности или закрытием многих организаций, массовым сокращением на рынке труда ввиду ограничительных правительственных мер, а также с возникновением ситуации, когда в период острой необходимости в денежных средствах у большинства граждан не было как таковых сбережений.

Однако «защитная» модель потребления населения (сокращение расходов на товары длительного пользования, дискретных покупок товаров и услуг (культура, развлечения)) не закрепилась на длительный срок. Уже в 2021 г. ситуация резко изменилась и расходы на покупку товаров и услуг в среднем по России и в исследуемых регионах вернулись на уровень, сложившийся до пандемии. Исключением является Чукотский АО, где структура использования доходов населения быстро не восстановилась ввиду опережающего роста формирования сбережений в наличной форме.

Следует отметить, что особенностью поведения населения всех арктических регионов на протяжении всего исследуемого периода является формирование значительных сбережений, по сравнению со среднероссийским уровнем, в наличной форме. Для сравнения, если в 2019 г. в среднем по России этот показатель составлял 0,5%, то в среднем по арктическим – 18,4%, а отдельных регионах – Чукотском и Ненецком АО – свыше 45%. Хотя, казалось бы, такие эффекты цифровизации, как развитие дистанционных каналов взаимодействия, низкие издержки входа на рынок, простой и быстрый доступ к услугам¹, должны были подтолкнуть

¹ Печалова М.Ю. Трансформация инвестиционно-сберегательного поведения населения в условиях цифровизации и вызовов пандемии // Экономика. Налоги. Право. 2022. № 15 (2). С. 80-95. DOI: 10.26794/1999-849X-2022- 15-2-80-95

имеющих сбережения лиц к деятельному поиску альтернативных и более доходных возможностей вложения денежных средств.

В «спокойное» допандемическое время увеличение доли расходов домашних хозяйств на питание могло бы сигнализировать о росте бедности, так как в бюджетах низкообеспеченных семей преобладают расходы на еду¹. Но официальные статистические данные говорят лишь о незначительном росте доли бедного населения в 2020 г. и даже ее снижении по исследуемым территориям в 2021 г. (табл. 2).

Таким образом, во многом реальное потребительское и сберегательное поведение человека зависит от наличия у него свободных финансовых средств и желания использовать их в текущий момент времени на закупку различных товаров и продуктов питания или сохранить и приумножить. Главным механизмом адаптации к кризисной ситуации, вызванной принятием ограничительных мер ввиду пандемии, стало сокращение потребления, которое в свою очередь замедлило восстановление темпов экономического роста.

Цикличность мировых экономических кризисов постоянно учит людей придавать большую важность формированию личных сбережений, которые создают финансовую подушку безопасности в случае резкого снижения доходов, увольнений или других схожих обстоятельств. Выбирая формы сбережений, требуется всегда взвешивать их с позиций надежности и выгоды.

В условиях постпандемической действительности развития экономики и обострившейся мировой ситуации можно предположить, что население в дилемме между потреблением и сбережением будет делать выбор в пользу сбережений на непредвиденные обстоятельства, но при этом продолжит сберегать в наличной валюте, игнорируя фактор доходности и безопасности.

КОНФИГУРАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЕЙ В ПРОСТРАНСТВЕ СЕВЕРНОГО РЕГИОНА*

Л.А. Куратова, к.э.н.

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар*

Понятие «пространство» имеет различный смысл, начиная от физического пространства, как совокупности различных предметов, и

¹ Бурдяк А.Я. Потребление товаров и услуг в 2020 г.: пандемическая модель // Экономическое развитие России. 2021. Т. 28. № 2. С. 65-68.

* Работа выполнена по теме НИР «Факторы формирования эффективного пространства социального развития северного региона» (№ ГР 122011300376-8)

заканчивая цифровым пространством, которое определяют как тотальную взаимосвязанность людей через компьютеры и телекоммуникации без учета физической географии, как совокупность всей информации в цифровом виде, как совокупность цифровых технологий, цифровых ресурсов, цифровой инфраструктуры, субъектов, обеспечивающих их создание, функционирование, развитие и использование, цифровых процессов, средств цифрового взаимодействия, а также систему регулирования возникающих при этом общественных отношений¹.

Стоит отметить, что цифровизации (Digitalization) подвержены все сферы общественной жизни. Цифровизация – это не только процесс перехода к цифровому бизнесу, использование цифровых технологий для изменения бизнес-модели, но и способ реструктуризации социальной жизни, связанный с цифровыми коммуникациями и медиа-инфраструктурами². Эксперты³ к основным компонентам цифровизации относят безопасную, устойчивую цифровую инфраструктуру с возможностью подключения к телекоммуникационным сетям; инновации (полупроводники, процессоры) и технологии (компьютеры, телекоммуникационные устройства); цифровые навыки; цифровизацию государственных услуг и бизнеса; сектор информационно-коммуникационных технологий (цифровые платформы, мобильные приложения, платежные сервисы).

Любые информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) внедряются лишь для того, чтобы организовать необходимые социально-экономические процессы, и вне этих процессов не имеют общественной ценности. При этом каждая страна, находясь в глобальном цифровом пространстве (Digital space), формирует свое цифровое пространство. У различных социальных групп из-за отсутствия доступа к современным средствам коммуникации могут возникать ограничения возможностей, так называемый цифровой барьер или цифровое неравенство (Digital divide).

В российской научной электронной библиотеке eLibrary в мае 2022 г. по поисковому запросу «цифровизация северных регионов России», «цифровизация севера» содержится всего четыре статьи, посвященные анализу развития цифровой инфраструктуры северных регионов Российской Федерации. Поэтому данное направление

¹ Axel Kilian. Defining Digital Space Through a Visual Language. URL: <https://dspace.mit.edu/bitstream/handle/1721.1/33801/48022976-MIT.pdf?sequence=2&isAllowed=y>; Tuğgen Kukul, Emirhan Coşkun. A Stratified Space by the Integration of Physical and Digital Spaces. URL: http://cumincad.scix.net/data/works/att/ecaade2011_131.content.pdf; Проект Концепции обеспечения защиты прав и свобод человека и гражданина в цифровом пространстве Российской Федерации. URL: <https://m.rocit.ru/uploads/4f68dc0a2487678a7675ad7589280277050b4004.docx?t=1639585614>

² Brennen S., Kreiss D. Digitalization and Digitization. URL: <https://culturedigitally.org/2014/09/digitalization-and-digitization/>; Gartner Glossary. URL: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digitalization>

³ Tholons Global Innovation Index. URL: <https://www.tholons.com/>; https://www.tholons.com/_files/ugd/f2ce04_aae668d076c549849bca99acc08cd82d.pdf

исследований является актуальным.

В качестве объекта исследования послужили тринадцать регионов России, включая Республику Коми, вся территория которых полностью относится к Крайнему Северу и приравненным к нему местностям. При этом девять из них полностью либо частично относятся к Арктической зоне РФ.

Выбор объекта исследования был обусловлен тем, что, как отмечает А.В. Козлов¹, единственным возможным вариантом решения задач реиндустриализации и инновационного развития в депопуляционных северных территориях является цифровизация. Курило А.Е., Прокопьев Е.А., Шкиперова Г.Т.² утверждают, что только при целенаправленном использовании технологий населению на Европейском Севере можно обеспечить качественную жизнь, начиная от экологичности окружающей среды и заканчивая ощущением безопасности проживания в поселении. При этом перед органами власти регионов и входящих в их состав муниципальных образований остро стоят задачи внедрения и использования информационных технологий для обеспечения открытости и прозрачности своей деятельности и трансформации формальной институциональной среды, касающейся, с одной стороны, цифровой экономики, а с другой, – необходимости обеспечения населения информационными услугами.

Данное исследование проводилось поэтапно. На первом этапе были определены теоретико-методологические подходы к исследованию информационно-коммуникационных сетей региона, построена база данных переменных в разрезе регионов Севера России, включая Республику Коми за период 2014-2020 гг. Сбор статистических данных и построение базы данных рядов переменных в разрезе регионов Севера России осуществлялся за период 2014-2020 гг. с помощью результатов мониторинга развития информационного общества в РФ и федерального статистического наблюдения по вопросам использования населением информационных технологий и информационно-телекоммуникационных сетей³. Информационной базой исследования также послужили данные Федеральной службы государственной статистики, Рейтинги ИКТ-затрат регионов РФ за 2014-2021 гг. Переменные для анализа были отобраны в связи с тем, что они используются в качестве целевых показателей ряда законодательных актов РФ и содержатся в «Федеральном плане

¹ Козлов А.В. Метод определения уровня развития цифровой инфраструктуры региона с применением аппарата нечетких множеств на примере Мурманской области // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2020. № 1 (67). С. 106-117. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_43565902_20755288.pdf

² Курило А.Е., Прокопьев Е.А., Шкиперова Г.Т. Цифровизация муниципального управления в регионах Европейского Севера России // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2019. № 3 (65). С. 30-42. URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_41286367_85852029.pdf

³ Итоги федерального статистического наблюдения по вопросам использования населением информационных технологий и информационно-телекоммуникационных сетей. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/infocommunity>; Мониторинг развития информационного общества в Российской Федерации. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/infocommunity>

статистических работ»¹. Регионы Севера России проранжированы по уровню цифровизации на основе построения индекса. Осуществлен ретроспективный анализ динамики цифровизации регионов Севера России, включая Республику Коми, за период 2014-2021 гг.

В первую очередь необходимо рассмотреть расходы регионов Севера России на цифровизацию. По абсолютным значениям расходов на ИКТ среди регионов Севера России можно выделить Ямало-Ненецкий АО и Республику Саха, оказавшихся в общероссийском рейтинге на седьмом и девятом месте, соответственно. Республика Коми находится на двадцать четвертом месте. Однако если расходы на ИКТ проранжировать исходя из затрат на душу населения, то на первых двух местах окажутся два северных региона – Ненецкий АО и Ямало-Ненецкий АО, затем г. Москва, Чукотский АО и Сахалинская область. Республика Коми занимает по данному показателю одиннадцатое место. Следует отметить, что все регионы Севера России в рейтинге расходов на ИКТ на душу населения улучшили свои позиции.

В 2021 г. только 24 региона РФ имели положительный прирост расходов на ИКТ, среди них – семь регионов Севера России. Лидером среди всех регионов РФ и регионов Севера России по приросту расходов на ИКТ является Республика Коми – 99,6% (рис. 1).

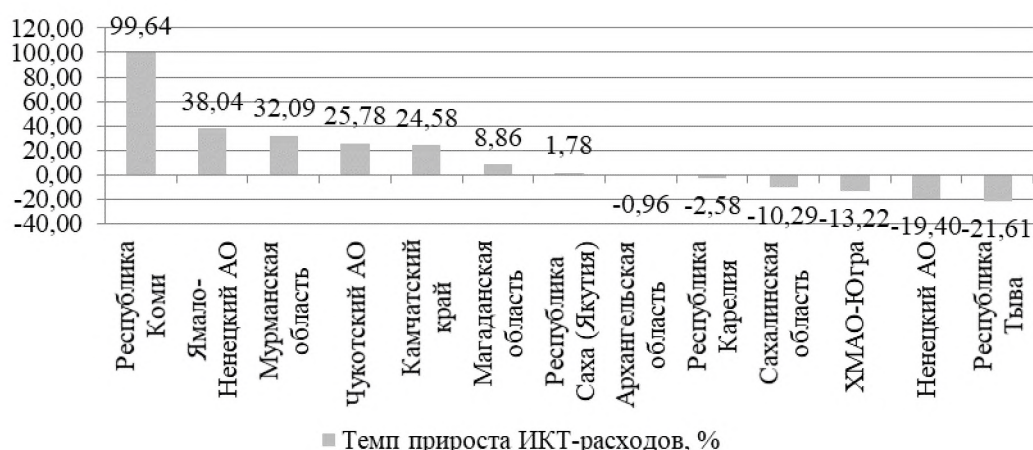


Рис. 1. Темп прироста расходов на ИКТ в регионах Севера России, 2021 г. к 2020 г.

При этом в Республике Коми ИКТ-расходы на душу населения за период 2016-2018 гг. снижались, но с 2019 г. имеют положительный рост (рис. 2).

Регионы Севера России характеризуется высокой цифровизацией домашних хозяйств. Доля домашних хозяйств, имеющих широкополосной доступ (далее ШПД) к сети Интернет, является важнейшим целевым показателем развития информационно-коммуникационной инфраструктуры. В 2020 г. по сравнению с 2014 г. во

¹ Федеральный план статистических работ, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 6 мая 2008 г. № 671-п. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/462>

всех регионах Севера России наблюдался прирост доли домашних хозяйств, имевших ШПД к сети Интернет. К примеру, в Республике Коми он составил 15%. Основное влияние на это оказала пандемия COVID-19, так как в период самоизоляции абоненты стали более активно подключаться к сети Интернет через ШПД.

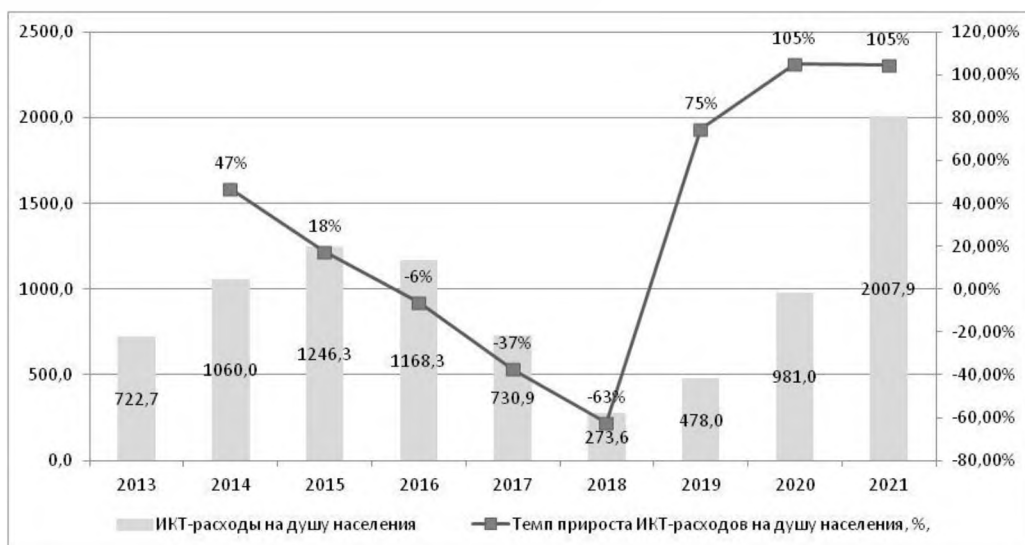


Рис. 2. ИКТ-расходы на душу населения и темп прироста ИКТ-расходов на душу населения в Республике Коми за период 2013-2021 гг.

За период с 2014 по 2020 гг. регионы Севера России значительно изменились технологически. Если в 2010 г. число персональных компьютеров в регионах Севера России в среднем составляло 81 компьютер на 100 домашних хозяйств, то в 2020 г. оно достигло соотношения в среднем 142 компьютера на 100 домашних хозяйств, в целом по России – 129 компьютеров на 100 домохозяйств. В Республике Коми данный показатель составлял 80,9 и 146 компьютеров на 100 домохозяйств, соответственно.

С 2010 г. на Севере России наблюдается тенденция снижения плотности фиксированной связи и неуклонный рост плотности сотовой связи до 2015 г. Если в 2004 г. на 100 домохозяйств в регионах Севера России приходилось от 4 (Чукотский АО) до 123 (Ненецкий АО) мобильных телефонов, то в 2020 г. – от 213 (Чукотский АО) до 302 (Республика Саха) мобильных телефонов на 100 домохозяйств. В Республике Коми этот показатель составляет 72 и 239 мобильных телефонов на 100 домохозяйств.

Население регионов Севера России в 2020 г. для выхода в Интернет активно использовало различные мобильные устройства, в частности планшеты, мобильные телефоны и смартфоны. Отрицательный прирост доли домохозяйств, использующих в 2020 г. для выхода в Интернет персональные компьютеры, в ряде регионов составил от -17,6% (Мурманская область) до -79,3% (Республика Тыва), в Республике Коми (-52,6%) по сравнению с 2014 г. Снижалась и доля домашних хозяйств, использовавших для выхода в Интернет ноутбуки и

нетбуки. А доля домашних домашних хозяйств, использовавших для выхода в Интернет мобильные телефоны и смартфоны, наоборот, возросла. К примеру, в Республике Коми прирост в 2020 г. по сравнению с 2014 г. составил 201,8%.

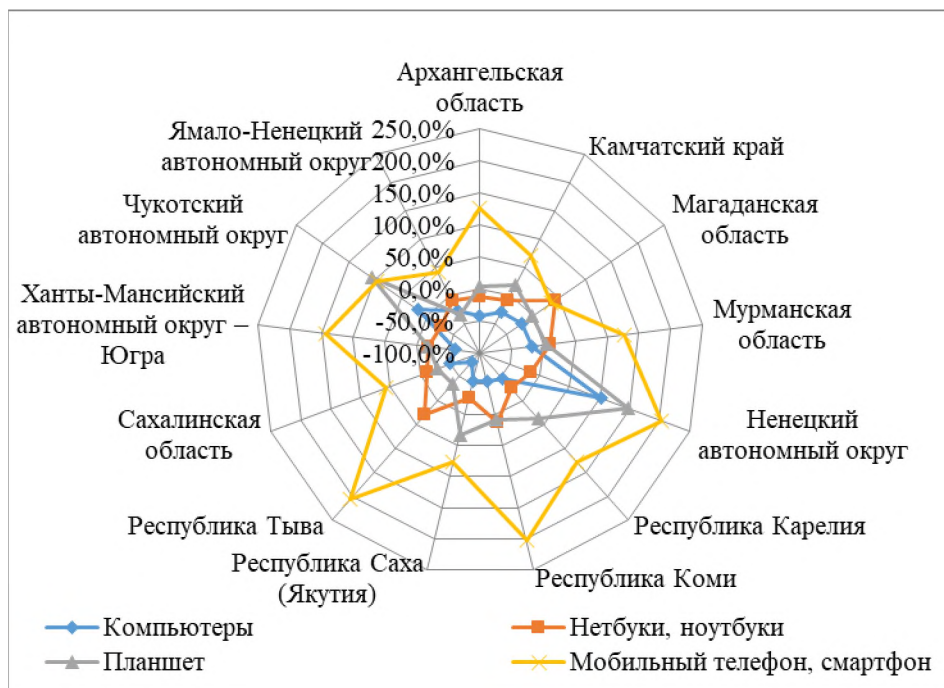


Рис. 3. Прирост доли домохозяйств регионов Севера России, использующих различные устройства для выхода в Интернет в 2020 г. по сравнению с 2014 г.

Активней всего заказом товаров через Интернет занимается население Ханты-Мансийского АО и Ямало-Ненецкого АО. Причем городское население Чукотского АО в десять раз чаще прибегает к такой услуге, чем сельское, в связи с тем, что пункты выдачи товаров располагаются в городах (рис. 4).

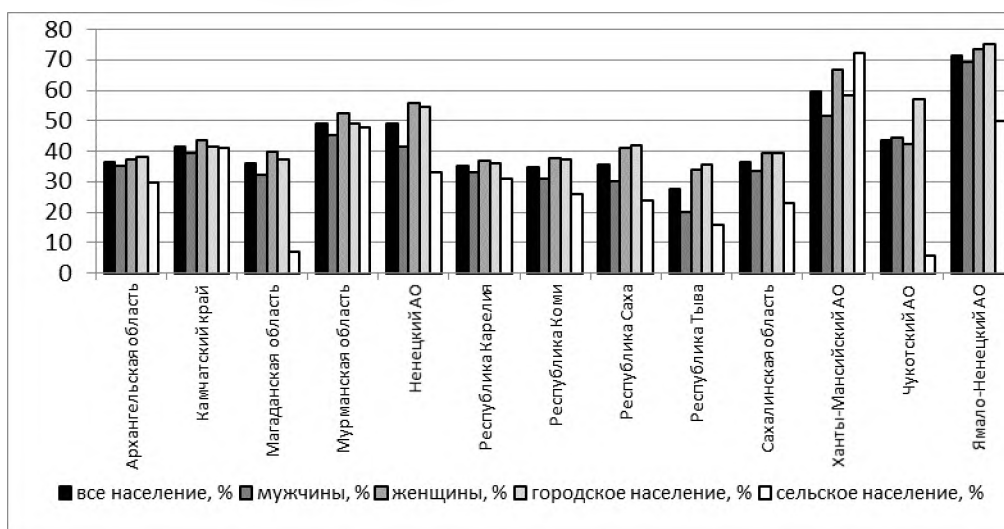


Рис. 4. Доля населения, использовавшего Интернет для заказа товаров, работ, услуг, в регионах Севера России в 2020 г.

Доля городского населения, использующего Интернет для заказа товаров, работ, услуг, в 2020 г. по сравнению с 2014 г. в регионах Севера России выросла от 4 до 49 п.п., а доля сельского – от 9,2 до 45 п.п. в зависимости от региона.

За период 2014-2020 гг. Ямало-Ненецкий АО практически каждый год лидировал по доле населения, предпочитающего получать госуслуги посредством Интернет, хотя наибольший прирост данного показателя в 2020 г. по сравнению с 2014 г. произошел в Ненецком АО и Чукотском АО. Можно выделить и Республику Коми, занявшую в 2021 г. первое место по Северо-Западному федеральному округу и одиннадцатое место в России по числу зарегистрированных пользователей на портале Госуслуги.

Анализ результатов расчета Индекса цифровизации (I_{DR}) и субиндексов (табл. 1) показал, что Республика Коми относится к наиболее цифровизированным регионам Севера России наряду с Ямало-Ненецким АО, Мурманской областью и Республикой Карелия.

Таблица 1

Значения Индекса цифровизации (I_{DR}) и субиндексов
в регионах Севера России за период 2014-2020 гг.

Регион	I_{DR}	SI_{DH}	SI_{DP}	SI_{DG}	SI_{DO}
Архангельская область	4,27	4,09	4,07	4,18	4,76
Камчатский край	4,27	4,03	3,83	3,81	5,43
Магаданская область	4,04	3,95	3,48	3,46	5,28
Мурманская область	4,67	4,78	4,23	4,40	5,27
Ненецкий АО	4,12	3,89	3,61	4,04	4,94
Республика Карелия	4,62	4,18	4,09	4,46	5,74
Республика Коми	4,45	4,01	4,02	4,82	4,96
Республика Саха (Якутия)	4,04	3,79	3,67	4,06	4,64
Республика Тыва	4,18	3,54	4,07	4,48	4,63
Сахалинская область	4,37	3,62	4,07	4,29	5,50
Ханты-Мансийский АО – Югра	4,63	4,47	4,63	4,63	4,79
Чукотский АО	4,12	4,37	3,69	3,43	4,97
Ямало-Ненецкий АО	4,91	5,19	4,94	4,71	4,80

Высокий уровень цифровизации регионов Севера России объясняется урбанизацией. Почти во всех регионах доля городских жителей в общей численности населения составляет от 96,1% (Магаданская область) до 68,2% в Республике Саха. В Республике Коми этот показатель тоже высок и составляет 78,2%.

Однако в силу сложного географического рельефа и суровых климатических условий в регионах Севера России до сих пор имеются населенные пункты, в которых жители не обеспечены ни мобильной связью, ни Интернетом, все они располагаются в сельской местности. В Республике Коми 79 из 720 (или 10,9%) сельских населенных пунктов не имеют ни сотовой связи, ни подключения к Интернет.

В районах Республики Коми с полностью сельским населением доля населения, проживающего в населенных пунктах с доступом к

Интернет и 4G, значительно меньше, чем в населенных пунктах районов с ареалами сельского и городского населения (рис. 5).

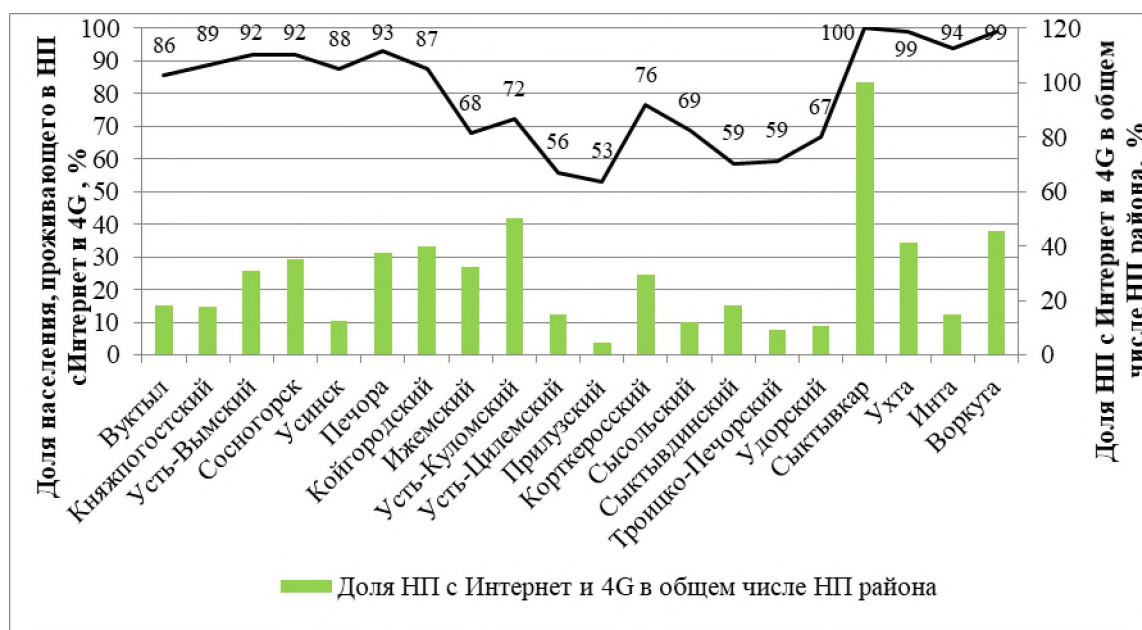


Рис. 5. Доля населения, проживающего в населенных пунктах Республики Коми с доступом к Интернет и 4G

Имеется дифференциация доступа к информационно-коммуникационным услугам как по количеству операторов, так и по качеству связи в городской и сельской местности. Конфигурация расположения сетей ИКТ приводит к возникновению одного из видов социального неравенства населения – цифровому неравенству.

В условиях Севера ограничения доступа к современным видам коммуникации обусловлены в первую очередь географическим фактором. Одна из основных причин заключается в том, что базовая инфраструктура ИКТ до сих пор имеет урбанистическое развитие вдоль транспортно-хозяйственной оси (железная дорога, автомобильные дороги). Для примера на рис. 6 приведены карты покрытия мобильной связью 2G, 3G, 4G всех операторов сотовой связи в Республике Коми и Мурманской области.

В городских поселениях регионов Севера России помимо частных лиц имеется и множество организаций, поэтому операторы мобильной связи и Интернет-провайдеры активно продвигают свои услуги именно в городских поселениях, ведь на строительство объектов сетей связи в сельской, а особенно в труднодоступной местности операторам требуются большие капитальные затраты, что делает реализацию проектов труднореализуемой ввиду низкой экономической эффективности. В районах с низкой плотностью населения наблюдается низкий уровень развития конкуренции среди операторов. В зависимости от удаленности населенного пункта от дорожной сети и действующей системы каналов связи уменьшается возможность выбора Интернет-провайдера и даже типа Интернет-соединения. Технология ШПД к сети

Интернет в Республике Коми, как видно по рис. 5, активно развивается только вдоль железной дороги. Практически все услуги связи становятся недоступными. Наблюдается и нечеткий сигнал в труднодоступных населенных пунктах. При сравнении карт покрытия сотовой связью всех операторов сотовой связи (Yota, Теле 2, МТС, Билайн, Мегафон, Ростелеком) на сельских территориях заметно преобладание покрытия по технологии 2G по сравнению с 4G.

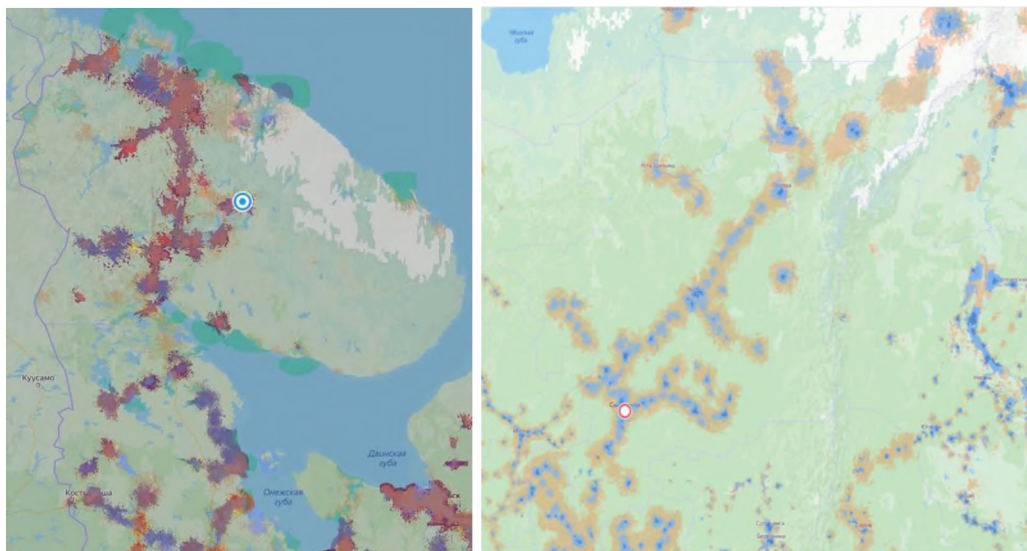


Рис. 6. Зона покрытия мобильной связью 2G, 3G, 4G всех операторов сотовой связи в Республике Коми и Мурманской области в июне 2022 г.¹

Стоит отметить, что данная проблема решается на федеральном уровне. В марте 2014 г. распоряжением Правительства РФ № 437-р на Ростелеком были возложены обязанности по оказанию универсальных услуг связи, что предполагало на первом этапе обеспечение населенных пунктов с численностью жителей 250-500 человек общественной точкой доступа Wi-Fi со скоростью передачи данных не менее 10 Мбит/с. В 2021 г. начался второй этап программы по устранению цифрового неравенства, который предусматривает подключение скоростного интернета в населенных пунктах с численностью от 100 до 250 человек и мобильной связи в населенных пунктах с количеством жителей от 100 до 500 человек, где соответствующие услуги недоступны. При этом все базовые станции предполагают наличие голосовой связи и мобильного Интернета 4G. В отдаленных малых населенных пунктах с численностью до 100 человек устанавливаются фемтосоты². Но жители отмечают³, что прием сигнала от фемтосот невысокий – 100-150 метров, далее идет частичное покрытие сигналом, в помещении сигнал сильно слабеет или

¹ Карта покрытия Yota. URL: <https://yota-faq.ru/yota-zone-map/>

² Маломощная и миниатюрная станция сотовой связи, предназначенная для обслуживания небольшой территории (для домашнего, офисного использования или для размещения вне помещений)

³ Михаил Порядин ответил на претензии жителей Коми к качеству связи в отдаленных поселениях. URL: <https://www.bnkom.ru/data/news/56680/>

вообще теряется. Также по результатам мониторинга¹ активистами Общероссийского народного фронта в 2021 г. в ряде районов Республики Коми было выявлено, что в большинстве сел люди к Интернету не подключились из-за незнания такой возможности или из-за неисправного оборудования. В декабре 2021 г. глава Республики Коми подчеркнул, что на значительной части территории региона покрытие Интернет отсутствует или его скорость не позволяет пользоваться Интернет-ресурсами, в частности порталом «Госуслуги»². В мае 2022 г. участники парламентских слушаний³ подчеркнули, что в большей части арктических районов доступна только спутниковая связь, где исходящий канал, как правило, значительно ниже заявленной скорости подключения, и качество услуг сотовой связи оценивается жителями как крайне неудовлетворительное или низкое.

Поэтому можно утверждать, что, принося неопровержимые преимущества, цифровизация одновременно создает и барьеры, так как выгоду от применения ИКТ могут извлечь только население и организации, обладающие необходимыми навыками и техническим оснащением.

Таким образом, конфигурация информационно-коммуникационных сетей в пространстве Республики Коми сложилась под влиянием географических факторов, в частности высокой урбанизации и прокладки сетей вдоль транспортно-хозяйственной оси. Первоочередной задачей должно стать обеспечение недискриминационного доступа к цифровой инфраструктуре за пределами административных центров, модернизация сетей с учетом новых технологических требований беспроводной связи не только в городской, но и сельской местности. Учитывая социальную значимость, для дальнейшей цифровизации северных регионов РФ необходимо применять льготные кредиты (например, в 2022 г. был подписан Указ Президента РФ о мерах по ускоренному развитию IT-отрасли в России, направленный на облегчение налоговой нагрузки на IT-отрасль, сокращение проверок организаций и предоставление новых льгот их сотрудникам) и субсидирование операторов связи, стимулировать и поддерживать предпринимательские инициативы, направленные на разработку цифровых технологий.

¹ Черенева В.В. Коми выберут села для проведения интернета // Российская газета – Неделя – Северо-Запад. № 255 (8606). 2021. URL: <https://rg.ru/2021/11/10/reg-szfo/v-komi-vyberut-sela-dlia-provedeniia-interneta.html>

² В Коми анализы на антитела сделают бесплатными. URL: <https://rg.ru/2021/11/22/reg-szfo/v-komi-analizu-na-antitela-sdelaiut-besplatnymi.html>

³ Рекомендации парламентских слушаний на тему: «О ходе выполнения Единого плана мероприятий по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года и Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. Правовой аспект». URL: <http://komitet2-1.km.duma.gov.ru/folder/15590240/item/28484619/>

СОДЕРЖАНИЕ

Условия устойчивого развития сельских территорий

Мальцева И.С. Сущность и факторы устойчивого сельского хозяйства.....	3
Иванов В.А. Сельское хозяйство северных и арктических территорий в системе продовольственной безопасности.....	9
Мальцева И.С. Вопросы применения ресурсосберегающего земледелия в Республике Коми	17
Патракова С.С. Проблемы формирования единого сельско-городского пространства региона.....	23
Самоховец М.П. Финансовый потенциал сельских территорий Республики Беларусь.....	29
Максимов А.А. Вектор трансформации северного оленеводства.....	34
Журавлев Н.Ю. Миграционные установки сельской молодежи северного региона (на примере Республики Коми).....	41

Функционирование и развитие транспортных систем Севера

Киселенко А.Н., Фомина И.В., Шевелёва А.А. Методологические основы анализа функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики.....	50
Фомина И.В. Показатели функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики.....	55
Фомина И.В. Формирование исходных данных для анализа функционирования транспортной сети Европейской и Приуральской Арктики.....	60
Киселенко А.Н. Результаты исследования транспортной системы Европейской и Приуральской Арктики	67
Малашук П.А. Разработка и исследование моделей прогнозирования грузовых железнодорожных перевозок Европейской и Приуральской Арктики.....	72
Киселенко А.Н., Сундуков Е.Ю. Сценарное прогнозирование и планирование работы основных морских портов Европейской и Приуральской Арктики.....	81

Сундуков Е.Ю., Тарабукина Н.А. Получение прогнозов объемов перевозок по Северному морскому пути посредством регрессионных и нейросетевых моделей.....	89
Шевелёва А.А. Аэродромы Воркуты – наземная база Арктической авиации Российской Федерации	96
Богомолов А.А. Организация перевозочного процесса вывоза мусора раздельного сбора в региональном центре.....	99
Садов С.Л., Степсков А.И. Проблемы использования автотранспорта на электрической тяге в регионах Севера.....	103
Богомолов А.А. Изучение неисправностей легковых автомобилей с газобаллонным оборудованием.....	110

Технические и экономические проблемы северной энергетики

Гасникова А.А. Некоторые особенности регулирования энергообеспечения в регионах российской Арктики.....	114
Мезенцев П.Е., Костин А.А., Кожов К.Б. Оценка развития энергисточников в районе порта Индига Ненецкого автономного округа в нечеткой среде.....	120
Разманова С.В., Нестерова О.В. Экономические и технологические проблемы зеленого энергоперехода в Арктической зоне.....	126
Массунов С.Л. Анализ особенностей трансформации инвестиционной составляющей экологического назначения энергетической сферы.....	134
Бурый О.В. Опыт оценки углеродного следа экономики Республики Коми на основе анализа топливно-энергетического баланса.....	143
Готман Н.Э., Шумилова Г.П. Применение сверточных нейронных сетей для определения изменения топологии 140-узловой электрической сети	151
Хохлов М.В. Построение имитационных моделей электроэнергетических систем с использованием языков акаузального моделирования.....	159
Чупрова И.А. Анализ зарубежных подходов к использованию концепции интеллектуальных энергосистем в решении задач электроснабжения потребителей.....	170
Успенский М.И. Сложности в оценке надежности программного обеспечения микропроцессорных защит.....	178

Чукреев М.Ю. Факторы, сказывающиеся на тарифообразовании в электроэнергетике России.....	184
Степсков А.И., Чупрова И.А. Проблемы развития инфраструктуры зарядных станций и обслуживания автотранспорта на электрической тяге в районах Севера и ее влияние на распределительные сети.....	191
Чукреев Ю.Я. Вывод генерирующего оборудования энергосистем из эксплуатации: возможности и методические подходы	199

Проблемы экономического роста регионов Севера

Гаджиев Ю.А. Теория конкурентных преимуществ: ресурсный подход.....	209
Лыткина Т.С., Фаузер В.В., Смирнов А.В., Фаузер Г.Н. Российский Север и Арктика: единое экономическое пространство или разные горизонты развития.....	218
Цукерман В.А., Горячевская Е.С. Мониторинг инновационного потенциала арктических региональных систем.....	225
Жаров В.С., Цукерман В.А., Жаров Н.В. Инновационная активность крупных промышленных предприятий как основа устойчивого социально-экономического развития регионов Севера и Арктики..	230
Котов А.В. Особенности формирования и реализации технологической политики в северном регионе (на примере ХМАО – Югры).....	238
Гаджиев Ю.А. Реальный сектор экономики Севера: содержание и особенности функционирования.....	247
Тихомирова В.В. Реальный сектор экономики: обеспечение региональной конкурентоспособности (на примере Республики Коми).....	255
Тимушев Е.Н. Взаимосвязь реального сектора экономики и бюджетной сферы северных регионов	261
Фазульзянов М.И. Оценка состояния строительной отрасли северного региона (на примере Республики Коми).....	267
Колечков Д.В. Анализ строительной деятельности в Республике Коми.....	276
Иванов В.А. Продовольственная безопасность Севера и Арктики: специфика, направления обеспечения.....	285

Мустафаев А.А., Захариев Р.Л. Некоторые аспекты кластеризации реальных звеньев АПК северного региона: проблемы и перспективы.....	291
Поташева О.В., Морошкина М.В. Индикаторы и тенденции социально-экономического развития северных, арктических городов Северо-Западного макрорегиона.....	300
Секушина И.А. Проблемы и пути развития северных малых и средних городов.....	307
Чапаргина А.Н. Оценка потребительского и сберегательного поведения населения арктических регионов России.....	312
Куратова Л.А. Конфигурация информационно-коммуникационных сетей в пространстве северного региона	317
Содержание	327

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ,
НАПРАВЛЕНИЯ И МЕХАНИЗМЫ РАЗВИТИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫХ СИЛ СЕВЕРА – 2022**

**Сборник статей Восьмой Всероссийской научно-практической
конференции (с международным участием)**

21-23 сентября 2022 г.

Часть II

Рекомендовано к изданию Ученым советом
Института социально-экономических и энергетических проблем Севера
ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

Редактор Л.А. Попова
Оригинал-макет – Л.А. Попова

Компьютерный набор. Подписано в печать 31.08.2022.
Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл.-печ. л. 16,86. Уч.-изд. л. 19,82.
Тираж 150. Заказ № 1780.

Отпечатано с готового оригинал-макета заказчика
в полном соответствии с предоставленными материалами
в ООО «Максима».
664053, г. Иркутск, ул. Баумана, 222, кв. 105