

УДК 330.1**DOI: 10.34670/AR.2026.86.89.015****Формирование кадрового потенциала арктического ТЭК: модель на основе инновационной спирали (часть 1)****Пьянкова Светлана Григорьевна**

Доктор экономических наук, доцент,
профессор кафедры региональной,
муниципальной экономики и управления,
Уральский государственный экономический университет,
620144, Российская Федерация, Екатеринбург,
ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45;
e-mail: silen_06@list.ru

Митрофанова Инна Васильевна

Доктор экономических наук, профессор,
профессор кафедры экономической теории,
региональной экономики и предпринимательства,
Волгоградский государственный университет,
400062, Российская Федерация, Волгоград, просп. Университетский, 100;
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Ергунова Ольга Титовна

Кандидат экономических наук, доцент,
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,
195251, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29;
e-mail: ergunova-olga@yandex.ru

Чистилин Никита Игоревич

Финансовый аналитик,
Центр логистики, инжиниринга и проектирования «УМЭКО»;
студент,
кафедра банковского дела, финансовых рынков и страхования,
Санкт-Петербургский государственный экономический университет,
191023, Российская Федерация, Санкт-Петербург,
наб. канала Грибоедова, 30-32, литера А;
e-mail: nikita.chistilin.03@mail.ru

Аннотация

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ), обеспечивающая до 15% ВВП (с учётом полных цепочек добавленной стоимости) и до 90% добычи природного газа страны, сталкивается с нарастающим дефицитом квалифицированных кадров для предприятий

топливно-энергетического комплекса (ТЭК): дополнительная потребность оценивается в 180 тыс. специалистов, а ежегодный дефицит ТЭК составляет 200–300 тыс. чел. Проблема усугубляется демографической убылью арктических территорий, безвозвратной образовательной миграцией молодёжи и одновременной трансформацией компетентностных требований под воздействием цифровизации, ESG-повестки и задач технологического суверенитета. Целью исследования является разработка модели формирования кадрового потенциала предприятий ТЭК в АЗРФ, интегрирующей цифровые, ESG-ориентированные и управленческие компетенции в рамках теоретической конструкции пятерной инновационной спирали. Методология включает систематический обзор литературы, синтез вторичных данных и концептуальное моделирование. Предложена трёхуровневая модель, дифференцирующая компетенции и механизмы их формирования по целевым группам: студенты, молодые специалисты, менеджеры среднего звена. Научная новизна состоит в первой операционализации модели Quintuple Innovation Helix применительно к кадровому обеспечению арктического ТЭК с выделением ролей каждой из пяти подсистем. Сравнительный анализ кадровой политики России и Норвегии выявил значительные разрывы в механизмах региональной привязки персонала и субсидирования подготовки молодёжи. Результаты могут быть использованы при разработке кадровой политики предприятий ТЭК, проектировании образовательных программ и формировании арктического компонента национального проекта «Кадры».

Для цитирования в научных исследованиях

Пьянкова С.Г., Митрофанова И.В., Ергунова О.Т., Чистилин Н.И. Формирование кадрового потенциала арктического ТЭК: модель на основе инновационной спирали (часть 1) // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2026. Том 16. № 6А. С. 160-173. DOI: 10.34670/AR.2026.86.89.015

Ключевые слова

Кадровый потенциал, топливно-энергетический комплекс, Арктическая зона Российской Федерации, цифровая компетенция, устойчивое развитие, пятерная инновационная спираль, ESG-компетенция.

Введение

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) занимает стратегическое положение в системе национальной экономики, обеспечивая, по различным оценкам, от 6 до 15% ВВП (с учётом полных цепочек добавленной стоимости ресурсодобычи), порядка 25% экспортной выручки страны и до 90% добычи природного газа при населении около 2,4 млн. чел. [Пилясов и др., 2024; Указ Президента РФ № 645, 2020]. К 2025 г. в АЗРФ зарегистрировано более 1 тыс. резидентов с суммарным объёмом инвестиционных проектов свыше 35 трлн руб. [Население Арктической зоны ..., 2025].

На территории макрорегиона реализуются крупнейшие ресурсодобывающие проекты ТЭК – «Восток Ойл», «Арктик СПГ-2», «Баимская», «Паяхское месторождение», совокупная потребность которых в рабочей силе оценивается в 200–500 тыс. чел. до 2030 г. [Дефицит кадров в Арктике ..., 2025]. Вместе с тем, устойчивость арктических энергетических проектов всё в большей степени лимитируется не геологическими или технологическими факторами, а

дефицитом квалифицированного персонала, приобретающим характер системной проблемы.

Масштаб кадрового дефицита в арктическом ТЭК характеризуется нарастающей динамикой. По оценке главы Минвостокразвития А. Чекункова, дополнительная потребность АЗРФ в специалистах для основных и вспомогательных отраслей составляет до 180 тыс. человек на ближайшие 10 лет, из которых 75 тыс. – в горнодобыче, 40 тыс. – в обрабатывающей промышленности, 25 тыс. – в строительстве [Дефицит кадров в Арктике ..., 2025]. Текущая средняя потребность в вакансиях составляет 20–25 тыс. специалистов различного профиля [Учёные подсчитали мультипликативный ..., 2026], при этом российский ТЭК в целом ежегодно нуждается в 200–300 тыс. новых специалистов, а дефицит к 2030 г. может вырасти в 1,5–2,5 раза от текущего уровня [ТЭК требует перенастройки ..., 2025].

Демографическая ситуация в АЗРФ усугубляет проблему: за последние три десятилетия города Чукотского автономного округа утратили 71,6% населения, Мурманской области – 43,4%, а население Мурманской области к январю 2025 г. сократилось до 650 920 чел., утратив свыше 100 тыс. за последние 10 лет, при этом 81% убыли приходился на миграционный отток [Люди и деньги в Мурманской ..., 2025]. Положительная динамика зафиксирована лишь в ЯНАО, а общая численность населения АЗРФ в 2024 г. впервые за десятилетия показала рост на 1%. Безработица в России достигла исторического минимума в 2,1% (август 2025 г.), что свидетельствует о структурном дефиците на рынке труда, затрагивающем в том числе арктические регионы [Безработица в России обновила ..., 2025].

Ситуацию обостряет образовательная миграция. По данным исследований, до 78% выпускников школ ЯНАО, 58% – НАО и 54% – Чукотского АО формируют образовательную траекторию за пределами своего региона, причём в АЗРФ самостоятельные высшие учебные заведения имеются лишь в 3 из 9 арктических субъектов (всего 9 самостоятельных вузов и 9 филиалов – при среднероссийском показателе ~11 вузов на регион) [Развитие системы образования ..., 2025].

Исследования на основе анализа больших данных (15 186 профилей социальной сети «ВКонтакте» из арктических автономных округов) подтверждают, что образовательная миграция в значительной мере носит безвозвратный характер [Чернышев и др., 2024]. Одно рабочее место в Арктике создаёт до 14 рабочих мест в смежных отраслях, что многократно усиливает негативный эффект кадрового дефицита [Учёные подсчитали мультипликативный ..., 2026]. В результате арктические регионы теряют часть человеческого потенциала, а предприятия ТЭК вынуждены привлекать кадры, не имеющие опыта работы и проживания в условиях Крайнего Севера.

Одновременно с количественным дефицитом происходит качественная трансформация требований к компетенциям персонала арктического ТЭК под воздействием трёх взаимосвязанных процессов. Во-первых, цифровизация производственных процессов предъявляет спрос на специалистов в областях анализа данных, машинного обучения, цифровых двойников и IoT-мониторинга; при этом спрос на IT/цифровых специалистов в энергетическом секторе России за 2022–2025 гг. вырос в 3,4–5,5 раза [Кадровый голод ..., 2026].

Во-вторых, интеграция ESG-принципов в корпоративное управление требует знаний в области низкоуглеродных технологий, экологического комплаенса и ESG-отчётности, при этом большинство организаций в мире не располагают достаточным числом специалистов для реализации стратегий устойчивого развития [Нефтегаз ..., 2025; Сорокина, 2024]. В-третьих, постсанкционная трансформация (2022+) актуализирует задачу технологического суверенитета: уход западных сервисных компаний и ограничение доступа к зарубежным цифровым платформам (SAP, Schlumberger, Halliburton) потребовали ускоренного перехода на

отечественные решения, формируя новые компетентностные потребности, не отражённые в действующих образовательных программах [Dmitrieva et al., 2023; Кузнецова, Васильева, 2024].

Исследователи рассматривают цифровые [Казанина, 2023; Филимонова и др., 2023], ESG-ориентированные компетенции для арктического ТЭК [Соколова, 2024; Cherepovitsyn et al., 2023] и управленческие [Samylovskaya et al., 2020] преимущественно изолированно. Интегрированная модель, объединяющая все три типа компетенций с дифференциацией по целевым группам специалистов, в научной литературе отсутствует. Модель пятерной инновационной спирали (Quintuple Innovation Helix), предложенная для арктического энергетического шельфа [Carayannis et al., 2017], задаёт перспективную теоретическую рамку, однако её операционализация применительно к кадровому обеспечению до настоящего времени не проводилась.

Целью статьи является разработка трёхуровневой модели формирования кадрового потенциала предприятий ТЭК в АЗРФ, интегрирующей цифровые, ESG-ориентированные и управленческие компетенции на основе модели пятерной инновационной спирали. Научная новизна состоит в первой операционализации модели Quintuple Innovation Helix для задач кадрового обеспечения арктического ТЭК с выделением конкретных ролей и механизмов взаимодействия для каждой из пяти подсистем.

Теоретические подходы к анализу кадрового потенциала арктических территорий

Понятие «кадровый потенциал» в контексте АЗРФ рассматривается в литературе через призму нескольких аналитических подходов. Е. Корчак разработала методику интегральной оценки качества трудового потенциала арктических регионов, включающую структурные индексы занятости, здоровья, образования и доходов населения [15]. М. Кузнецова, А. Васильева предложили подход к оценке трудового потенциала АЗРФ с позиции цифровой трансформации и технологического суверенитета, апробировав индексный и кластерный методы анализа региональной дифференциации. Их исследования выявили, что старопромышленные регионы Европейского Севера (Республика Коми, Республика Карелия, Архангельская область) характеризуются существенно более низкими показателями трудового потенциала по сравнению с новыми регионами освоения (ЯНАО, Республика Саха (Якутия)), что обусловлено устойчивой депопуляцией и отрицательным миграционным приростом [Кузнецова, Васильева, 2024, с. 172–173].

Вместе с тем, существующие методики оценки трудового потенциала имеют существенное ограничение: они не включают цифровые и ESG-компетенции в качестве самостоятельных детерминант, хотя именно эти компетенции во всё большей степени определяют конкурентоспособность арктических проектов в среднесрочной перспективе. Данный пробел обусловлен тем, что потребность в интеграции цифровых и ESG-навыков в систему оценки кадрового потенциала сформировалась относительно недавно – преимущественно в период после 2020 г. – и требует новых теоретических подходов.

Модель пятерной инновационной спирали

Теоретической основой настоящего исследования выступает модель пятерной инновационной спирали (Quintuple Innovation Helix, QIH), развивающая более ранние концепции тройной и четверной спиралей. Если модель тройной спирали (Triple Helix)

описывает взаимодействие университетов, индустрии и государства, а четверная добавляет гражданское общество, то QIN включает пятую подсистему – природную среду, что особенно значимо для арктического контекста.

Применительно к энергетическому шельфу Арктики модель QIN была концептуализирована Э. Караяннисом, А. Череповицыным и А. Ильиной, которые обосновали, что устойчивое развитие арктических энергетических проектов невозможно без системной координации пяти подсистем. Библиометрический анализ публикационной активности подтверждает устойчивый рост научного интереса к моделям четверной и пятерной спиралей с 2020 г. [Machado et al., 2024], а обзорные работы демонстрируют сохраняющуюся релевантность спиральных моделей для исследований устойчивого развития [Zadegan et al., 2025]. Применительно к российской Арктике вопросы соотношения технологических укладов и инновационного освоения ресурсов рассмотрены в работе А. Пилясова и В. Цукермана [Пилясов, Цукерман, 2022].

Для кадрового обеспечения арктического ТЭК модель QIN представляет особую ценность по ряду оснований. Во-первых, природная среда в Арктике выступает не просто контекстом, а активной подсистемой, непосредственно формирующей специфику требуемых компетенций: инженерия вечной мерзлоты, экологический мониторинг, адаптация технологий к экстремальным условиям. Во-вторых, кадровое обеспечение арктических проектов по определению требует координации множества стейкхолдеров – от федеральных органов власти до коренных народов, что соответствует многосубъектной архитектуре QIN. В-третьих, интеграция ESG-компетенций в систему подготовки кадров органично вписывается в логику QIN, где экологическое измерение является конститутивным элементом модели.

Компетентностный подход: цифровые, ESG и управленческие компетенции

Анализ литературы позволяет выделить три группы компетенций, формирующих ядро требований к персоналу арктического ТЭК в условиях одновременной цифровой, экологической и геополитической трансформации.

Цифровые компетенции. Цифровизация нефтегазового сектора Арктики создаёт спрос на специалистов в областях анализа данных, искусственного интеллекта, кибербезопасности, эксплуатации цифровых двойников и IoT-систем мониторинга. Исследования показывают, что непосредственное участие человеческих кадров в производственных процессах арктической добычи минимизируется, однако возрастает потребность в персонале, задающем алгоритмы процессов и осуществляющем дистанционный контроль [Казанина, 2023]. О. Филимонова и соавторы предложили модель цифровой обучающей среды для нефтегазовых предприятий, выделяющую четыре уровня компетенций: собственно цифровые, профессиональные, личностные и цифровую культуру [Филимонова и др., 2023]. При этом исследования на уровне градообразующих предприятий арктических моногородов фиксируют парадокс: опросы на градообразующем предприятии арктического моногорода Мурманской области (88 респондентов) выявили высокую согласованность мнений о необходимости развития цифровых компетенций (63–74% по всем уровням управления), при этом 5% респондентов являются активными противниками цифровизации [Дядик, 2024, с. 51–53].

ESG-компетенции. Интеграция принципов устойчивого развития в деятельность нефтегазовых компаний требует от персонала знаний в области низкоуглеродных технологий, водородной энергетики, экологического комплаенса и ESG-отчётности [Cherepovitsyn et al.,

2023]. Е. Соколова выделила четыре стратегии управления вовлечённостью персонала в ESG-повестку – информационно-коммуникационную, обучающую, мотивационную и организационную, показав, что устойчивые изменения в ESG-профиле предприятия невозможны без системной работы с кадрами [Соколова, 2024]. В глобальном контексте систематический обзор «зелёных навыков» подтверждает, что формирование климатически ориентированной рабочей силы становится приоритетом национальных кадровых политик. При этом большинство организаций в мире не располагают достаточным числом специалистов для реализации стратегий устойчивого развития.

Управленческие компетенции. Арктические проекты требуют междисциплинарного, кросс-функционального подхода. Помимо инженерных навыков, работодатели ожидают от специалистов критического мышления, способности к непрерывному обучению, эмоционального интеллекта и навыков работы в поликультурной среде. Трансформация системы подготовки кадров для арктических нефтегазовых проектов предполагает переход к модели, основанной на междисциплинарности, базовых знаниях в естественных науках, учёте социокультурной специфики и интернационализации [Samylovskaya et al., 2020].

Глобальный контекст подчёркивает остроту проблемы. По данным Международного энергетического агентства (МЭА), занятость в мировой энергетике достигла 76 млн. чел., при этом более половины компаний сектора сообщают о критических проблемах с наймом квалифицированного персонала [World Energy Employment, 2025]. Согласно докладу Всемирного экономического форума «Future of Jobs 2025», 39% ключевых навыков работников изменятся к 2030 г., а экологическая устойчивость впервые вошла в десятку наиболее быстрорастущих навыков [The Future of Jobs Report, 2025]. По оценкам ОЭСР, значительная часть глобальной рабочей силы не обладает навыками, необходимыми для зелёного перехода, при этом работники энергетического сектора нуждаются в масштабной переподготовке [Employment and Skills ..., 2025].

Методология. Настоящее исследование относится к типу теоретико-аналитических работ, основанных на систематическом обзоре литературы, синтезе вторичных данных и концептуальном моделировании. Выбор данного подхода обусловлен задачей интеграции разнородных исследовательских массивов – по цифровизации, ESG-повестке и управлению кадрами арктического ТЭК – в единую теоретическую конструкцию.

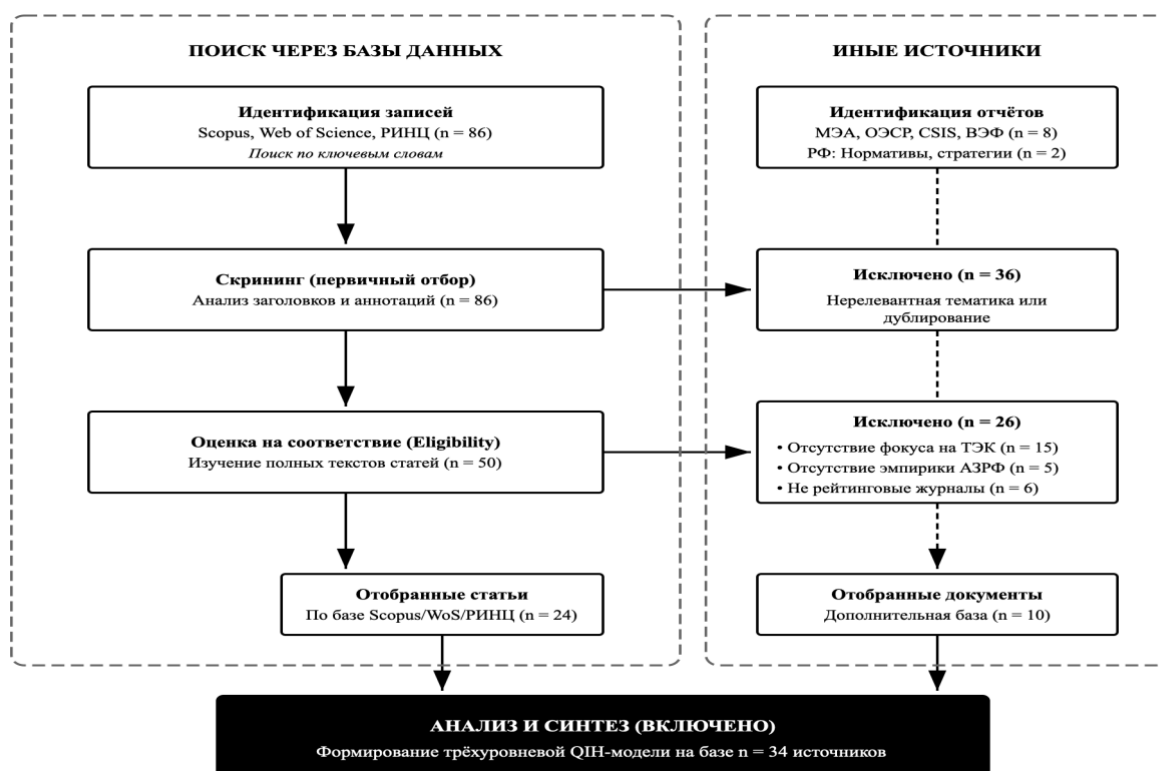
Аналитический процесс включал четыре последовательных этапа. На *первом этапе* проведён систематический обзор литературы по базам данных Scopus, Web of Science и Российскому индексу научного цитирования (РИНЦ) за период 2017–2026 гг. с фокусом на публикации по ключевым словам: «кадровый потенциал», «трудовой потенциал», «Арктическая зона», «топливно-энергетический комплекс», «цифровые компетенции», «ESG», «Quintuple Helix», а также их англоязычные эквиваленты. В анализ включены 20 рецензируемых статей, 3 аналитических отчёта международных организаций (МЭА, ОЭСР, ВЭФ) и 2 нормативных документа Российской Федерации. Дополнительно привлечены отраслевые обзоры кадровых агентств.

На *втором этапе* выполнена диагностика структурных проблем кадрового обеспечения арктического ТЭК на основе синтеза вторичных данных: демографической статистики Росстата, результатов социологических исследований, данных о кадровом дефиците из отраслевых источников. Данные систематизированы по трём кластерам факторов: демографическому, образовательному и компетентностному.

На *третьем этапе* проведён анализ компетентностных разрывов (gap-анализ) на основе сопоставления требований работодателей арктического ТЭК (по данным отраслевых обзоров и

экспертных опросов) с содержанием существующих образовательных программ и корпоративных систем обучения. Выделены три типа компетенций, формирующих ядро разрыва: цифровые, ESG-ориентированные и управленческие.

На четвёртом этапе осуществлено концептуальное моделирование: разработана трёхуровневая модель формирования кадрового потенциала с использованием QIN в качестве организующей теоретической рамки. Дифференциация модели по целевым группам (студенты – молодые специалисты – менеджеры среднего звена) определена на основе анализа карьерных траекторий специалистов арктического ТЭК и выявленных компетентностных разрывов. На данном этапе также выполнен сравнительный анализ кадровой политики в арктическом ТЭК России и Норвегии по шести измерениям [Казанина, 2022].



Источник: составлено авторами

Рисунок 1 – Блок-схема этапов отбора источников по формату PRISMA для формирования систематического обзора.

Результаты исследования

Синтез данных из множественных источников позволяет систематизировать ключевые количественные характеристики кадровой ситуации в АЗРФ (табл. 1).

Таблица 1 – Ключевые показатели кадровой ситуации в АЗРФ

Показатель	Значение	Год
Дополнительная потребность АЗРФ в специалистах (10-летний горизонт)	до 180 тыс. чел.	2025
Текущая потребность в вакансиях АЗРФ	20–25 тыс. чел.	2026

Показатель	Значение	Год
Ежегодная потребность ТЭК России в новых специалистах	200–300 тыс. чел.	2025
Население Мурманской области	650 920 чел. (–100 тыс. за 10 лет)	01.2025
Убыль населения городов Чукотского АО (1990–2020 гг.)	–71,6%	2024
Безработица в РФ (исторический минимум)	2,1%	08.2025
Доля выпускников школ ЯНАО, обучающихся за пределами региона	78%	2024
Рост спроса на IT/цифровых специалистов в энергетике	×3,4–5,5 за 2022–2025	2025
Доля противников цифровизации на арктических предприятиях (при 63–74% согласованности о необходимости)	5%	2024
Средний возраст работника ТЭК	43 года	2025
Медианная зарплата на вахте в ТЭК РФ (в Арктике свыше 180 тыс.)	154 500 руб. /мес	Q1 2025

Источник: составлено по [Дефицит кадров в Арктике, 2025; Недосека и др., 2024; Население Арктической зоны ..., 2025; Учёные подсчитали мультипликативный ..., 2026; Люди и деньги ..., 2025; Кадровый голод ..., 2026; ТЭК требует перенастройки ..., 2025; Минэнерго отмечает снижение ..., 2026].

Анализ данных позволяет выявить три взаимосвязанных кластера факторов, определяющих формирование кадрового дефицита в ТЭК АЗРФ (рис. 2).



Источник: составлено по [Дефицит кадров ..., 2025, Дефицит кадров в регионах ..., 2024; Недосека и др., 2024; Чернышев и др., 2024; Национальный проект «Кадры ...», 2024].

Рисунок 2 – Факторы формирования кадрового дефицита в ТЭК АЗРФ

Блок 1 – Демографические факторы: депопуляция арктических территорий (–43...–72% за 30 лет; Мурманск: –100 тыс. за 10 лет) – безработица 2,1% (исторический минимум, 2025) при структурном дефиците – положительная динамика лишь в ЯНАО; рост населения АЗРФ +1% впервые в 2024 г. – сужение воспроизводственной базы трудовых ресурсов.

Блок 2 – Образовательные факторы: образовательная миграция (54–78% выпускников

школ) – 9 вузов и 9 филиалов на 9 арктических субъектов (при среднем 11 на регион) – безвозвратный характер миграции (возврат ~25% в когорте 24–29 лет) – разрыв «теория – практика» в подготовке кадров.

Блок 3 – Компетентностные факторы: рост спроса на IT-специалистов в ТЭК в 3,4–5,5 раза за 2022–2025 гг. – потребности технологического суверенитета (2022+): уход SAP, Schlumberger – 63–74% согласованность о необходимости цифровых компетенций vs. 5% противники; средний возраст ТЭК – 43 года.

Первый кластер, *демографический*, связан с устойчивой депопуляцией арктических территорий, хотя последние данные указывают на неоднозначные тенденции. Исследования показывают, что движущими силами оттока населения выступают три группы причин: природно-климатические условия, низкое качество жизни (прежде всего инфраструктурная деградация) и отсутствие перспектив профессионального развития. Анализ 23 817 постов и 926 583 комментариев мурманского интернет-сообщества подтверждает, что экономическая конкурентоспособность и качество рабочих мест являются первичными факторами миграционных решений [Недосека и др., 2024].

Характерно, что Мурманская область в 2023 г. впервые зафиксировала положительное миграционное сальдо (+664 чел.), однако эффект пока недостаточен для компенсации естественной убыли. На общеарктическом уровне в 2024 г. впервые за десятилетия зафиксирован рост населения на 1% – до 2,4 млн. чел. [Население Арктической зоны ..., 2026], что может свидетельствовать о позитивном воздействии инвестиционных проектов. Демографические потери распределены неравномерно: старопромышленные регионы Европейского Севера (Республика Коми, Республика Карелия, Архангельская область) демонстрируют устойчивую убыль, тогда как новые регионы освоения (ЯНАО, Республика Саха (Якутия)) способны привлекать трудовые ресурсы за счёт инвестиционной активности.

Второй кластер, *образовательный*, определяется безвозвратной образовательной миграцией молодёжи. В арктических субъектах, не имеющих самостоятельных высших учебных заведений (НАО, ЧАО, частично ЯНАО), молодёжь вынуждена покидать регион для получения образования, и, как показывает анализ больших данных, большинство не возвращается. Масштаб проблемы подчёркивается тем, что во всех 9 арктических субъектах действует лишь 9 самостоятельных вузов и 9 филиалов – при среднероссийском показателе 11 вузов на регион [Развитие системы образования ..., 2025]. На Чукотке в 2022 г. в филиалах вузов обучалось лишь 8 студентов, в Ноябрьске (ЯНАО) – 42 студента [Чернышев и др., 2024, с. 133]. При этом возрастная когорта 15–19 лет демонстрирует убыль свыше 10%, а частичный возврат специалистов в возрасте 24–29 лет (~25% прибывших) не компенсирует оттока. Это создаёт порочный круг: отсутствие образовательной инфраструктуры → миграция → сокращение спроса на образование → дальнейшая деградация инфраструктуры.

Третий кластер, *компетентностный*, связан с качественным несоответствием подготовки кадров потребностям отрасли. Цифровизация производственных процессов, ESG-требования и задачи технологического суверенитета формируют принципиально новый набор компетенций, который не обеспечивается ни системой высшего образования, ни корпоративными программами обучения в полной мере. Характерен «парадокс готовности»: согласованность мнений управленческого персонала арктических моногородов о необходимости развития цифровых компетенций высока (63–74% по всем уровням управления), однако 5% респондентов являются активными противниками цифровизации [Дядик и др., 2024, с. 51–53], что указывает на институциональные, а не индивидуальные барьеры трансформации.

Библиография

1. Дефицит кадров в Арктике достигает 180 тысяч человек // Независимая газета. 2025. 21 мая. URL: https://www.ng.ru/economics/2025-05-21/4_9257_arctic.html
2. Дефицит кадров в регионах: кого и где ищет нефтегазовая отрасль // ANCOR. 2024. URL: <https://ancor.ru/press/insights/defitsit-kadrov-v-regionakh-kogo-i-gde-ishchet-neftegazovaya-otrasl/>
3. Безработица в России обновила исторический минимум // РБК. 2025. 1 октября. URL: <https://www.rbc.ru/economics/01/10/2025/68dd4ea29a794778a517eda1>
4. Дядик В. В., Игумнов А. В., Каньковская А. Р., Тесля А. Б. Стратегия градообразующего предприятия как фактор развития цифровых компетенций населения моногородов Арктической зоны // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2024. Т. 27, № 2(84). С. 46–57. DOI: 10.37614/2220-802X.2.2024.84.004
5. Кадровый голод в нефтегазе-2026. URL: <https://nprom.online/trends/defitsit-kadrov-v-neftegazovoy-otrasli-2026-2/>
6. Казанина М. А. Укрепление кадрового потенциала арктических территорий – опыт Норвегии // Экономика устойчивого развития. 2022. № 4(52). С. 80–84. DOI: 10.37124/20799136_2022_4_52_80
7. Корчак Е. А. Приоритеты государственного управления развитием трудового потенциала регионов российской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2023. Т. 26, № 2(80). С. 133–145. DOI: 10.37614/2220-802X.2.2023.80.009
8. Кузнецова М. Н., Васильева А. С. Формирование трудового потенциала и его компонентов с позиции цифровой трансформации и технологического суверенитета в АЗРФ // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2024. Т. 27, № 4(86). С. 164–179. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2024.86.011
9. Люди и деньги в Мурманской области: население сокращается, зарплаты растут. URL: <https://goarctic.ru/news/lyudi-i-dengi-v-murmanskoy-oblasti-naselenie-sokrashchaetsya-zarplaty-rastut/>
10. Минэнерго отмечает снижение числа сотрудников в электроэнергетической сфере в РФ и увеличение их возраста. URL: <https://www.bigpowernews.ru/news/document119927.phtml>
11. Население Арктической зоны России выросло до 2,4 млн. человек. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Арктика_\(Арктическая_зона\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Арктика_(Арктическая_зона))
12. Национальный проект «Кадры» (2025–2030): паспорт проекта. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/412295680/?ysclid=mr29p8ahup776674615>
13. Национальный проект «Кадры»: итоги 2025 года. URL: <http://government.ru/news/54754/>
14. Недосека Е. В., Шарова Е. Н., Шорохов Д. М. Убывающие города российской Арктики: статистические тренды и публичный дискурс о причинах оттока населения // Арктика и Север. 2024. № 54. С. 169–189. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2024.54.169
15. Нефтегаз 2024–2025: дефицит кадров, зелёная энергетика и соцпакеты. URL: <https://getexperts.ru/blog/neftegaz-2024-2025-deficit-kadrov-zelenaya-energetika-i-shhedrye-socpakety/>
16. Пилясов А. Н., Котов А. В. Российская Арктика-2035: полимасштабный прогноз // Экономика региона. 2024. Т. 20, № 2. С. 369–394. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-2-3
17. Пилясов А. Н., Цукерман В. А. Технологические уклады, инновации и хозяйственное освоение российской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2022. Т. 25, № 4(78). С. 7–22. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2022.78.001
18. Соколова Е. Л. Интеграция национальных целей развития РФ и повестки ESG в деятельность предприятия: стратегии управления вовлеченностью персонала // Креативная экономика. 2024. № 10. С. 2825–2842. DOI: 10.18334/ce.18.10.121879
19. Развитие системы образования поможет сохранить население Арктики. URL: <https://rsctf.ru/news/release/razvitie-sistemy-obrazovaniya-i-sotsialnoy-infrastruktury-pomogut-sokhranit-naselenie-arktiki/>
20. ТЭК требует перенастройки кадров // Энергетика и промышленность России. 2025. № 13–14(513–514). Июль. URL: <https://www.eprussia.ru/epr/513-514/1111109.htm>
21. Указ Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года». URL: <https://base.garant.ru/74810556/?ysclid=mr29kp471r453055005>
22. Учёные подсчитали мультипликативный эффект рабочих мест в Арктике. URL: <https://ria.ru/20260204/nauka-2071943690.html>
23. Филимонова О. А., Беркутова Т. А., Сабурова Е. А. Модель цифровой обучающей среды для повышения квалификации специалистов нефтегазовой отрасли // Вестник Удмуртского университета. Сер. «Экономика и право». 2023. Т. 33, № 6. С. 1005–1012. DOI: 10.35634/2412-9593-2023-33-6-1005-1012
24. Чернышев К. А., Конышев Е. В., Петров Е. Ю. Образовательная миграция из арктических регионов России, не имеющих самостоятельных вузов // Арктика и Север. 2024. № 55. С. 130–144. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2024.55.130
25. Carayannis E. G., Cherepovitsyn A. E., Ilinova A. A. Sustainable Development of the Russian Arctic Zone Energy Shelf: The Role of the Quintuple Innovation Helix Model // Journal of the Knowledge Economy. 2017. Vol. 8, no. 2.

DOI: 10.1007/s13132-017-0478-9

26. Cherepovitsyn A. E., Kazanin A., Rutenko E. Strategic Priorities for Green Diversification of Oil and Gas Companies // *Energies*. 2023. Vol. 16(13): 4985. DOI: 10.3390/en16134985
27. Dmitrieva D., Chanysheva A., Solovyova V. A Conceptual Model for the Sustainable Development of the Arctic's Mineral Resources Considering Current Global Trends: Future Scenarios, Key Actors, and Recommendations // *Resources*. 2023. Vol. 12(6): 63. DOI: 10.3390/resources12060063
28. Employment and Skills Policies for the Green Transition. Paris: OECD, 2025. URL: https://www.oecd.org/en/publications/employment-and-skills-policies-for-the-green-transition_f0c558fa-en.html
29. Machado H. P. V., Sartori R., Rosa P. F. M. Beyond the Triple Helix Model: Scientific Production on the Quadruple and Quintuple Helix // *Journal of the Knowledge Economy*. 2024. Vol. 16, no. 1. DOI: 10.1007/s13132-024-0202
30. Samylovskaya E., Kudryavtseva R.-E., Medvedev D., Grinyaev S., Nordmann A. Transformation of the Personnel Training System for Oil and Gas Projects in the Russian Arctic // *Resources*. 2020. Vol. 9, no. 11. Art. 137. DOI: 10.3390/resources9110137
31. The Future of Jobs Report 2025. WEF. Geneva: WEF, 2025. URL: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>
32. World Energy Employment 2025. Paris: IEA, 2025. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-employment-2025>
33. Zadegan M. G., Ghazinoory S., Nasri S. The Triple Helix Model of Innovation and Sustainable Development Goals: A Literature Review // *Sustainable Development*. 2025. Vol. 33, no. S1. P. 1482–1497. DOI: 10.1002/sd.70041

Formation of the Personnel Potential of the Arctic Fuel and Energy Complex: A Model Based on the Innovation Helix (Part 1)

Svetlana G. P'yankova

Doctor of Economics, Associate Professor,
Professor of the Department of Regional,
Municipal Economics and Management,
Ural State University of Economics,
620144, 62/45, 8 Marta/Narodnoy Voli str., Ekaterinburg, Russian Federation;
e-mail: silen_06@list.ru

Inna V. Mitrofanova

Doctor of Economics, Professor,
Professor of the Department of Economic Theory,
Regional Economics and Entrepreneurship,
Volgograd State University,
400062, 100, Universitetskiy ave., Volgograd, Russian Federation;
e-mail: mitrofanova@volsu.ru

Ol'ga T. Ergunova

PhD in Economics, Associate Professor,
Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University,
195251, 29, Politekhnicheskaya str., Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: ergunova-olga@yandex.ru

Nikita I. Chistilin

Financial Analyst,
Center for Logistics, Engineering and Design "UMEKO";
Student,
Department of Banking, Financial Markets and Insurance,
Saint Petersburg State University of Economics,
191023, 30-32, letter A, Griboedova Canal Embankment,
Saint Petersburg, Russian Federation;
e-mail: nikita.chistilin.03@mail.ru

Abstract

The Arctic Zone of the Russian Federation (AZRF), providing up to 15% of GDP (taking into account full value-added chains) and up to 90% of the country's natural gas production, is facing a growing shortage of qualified personnel for fuel and energy complex (FEC) enterprises: the additional demand is estimated at 180 thousand specialists, and the annual FEC deficit amounts to 200–300 thousand people. The problem is aggravated by the demographic decline of the Arctic territories, the irrevocable educational migration of youth, and the simultaneous transformation of competency requirements under the influence of digitalization, the ESG agenda, and the tasks of technological sovereignty. The objective of the research is to develop a model for forming the personnel potential of FEC enterprises in the AZRF, integrating digital, ESG-oriented, and managerial competencies within the framework of the theoretical construct of the Quintuple Innovation Helix. The methodology includes a systematic literature review, synthesis of secondary data, and conceptual modeling. A three-level model is proposed, differentiating competencies and mechanisms for their formation by target groups: students, young specialists, and middle-level managers. The scientific novelty consists in the first operationalization of the Quintuple Innovation Helix model in relation to the personnel support of the Arctic FEC, with the identification of the roles of each of the five subsystems. A comparative analysis of the personnel policies of Russia and Norway has revealed significant gaps in the mechanisms of regional staff retention and subsidizing youth training. The results can be used in developing the personnel policy of FEC enterprises, designing educational programs, and forming the Arctic component of the national project "Personnel".

For citation

P'yankova S.G., Mitrofanova I.V., Ergunova O.T., Chistilin N.I. (2026) Formirovanie kadrovogo potentsiala arkticheskogo TEK: model' na osnove innovatsionnoy spirali (chast' 1) [Formation of the Personnel Potential of the Arctic Fuel and Energy Complex: A Model Based on the Innovation Helix (Part 1)]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 16 (6A), pp. 160-173. DOI: 10.34670/AR.2026.86.89.015

Keywords

Personnel potential, fuel and energy complex, Arctic Zone of the Russian Federation, digital competence, sustainable development, Quintuple Innovation Helix, ESG competence.

References

1. (2025) Defitsit kadrov v Arktike dostigaet 180 tysyach chelovek [Workforce deficit in the Arctic reaches 180 thousand people]. *Nezavisimaya gazeta*, May 21. URL: https://www.ng.ru/economics/2025-05-21/4_9257_arctic.html
2. (2024) Defitsit kadrov v regionakh: kogo i gde ishchet neftegazovaya otrasl' [Workforce deficit in the regions: who and where the oil and gas industry is looking for]. URL: <https://ancor.ru/press/insights/defitsit-kadrov-v-regionakh-kogo-i-gde-ishchet-neftegazovaya-otrasl/>
3. Dyadik V. V., Igumnov A. V., Kankovskaya A. R., Teslya A. B. (2024) Strategiya gradoobrazuyushchego predpriyatiya kak faktor razvitiya tsifrovyykh kompetentsij naseleniya monogorodov Arkticheskoy zony [The dominant employer's strategy as a factor in developing digital competencies among the population of an Arctic monotown]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 27(2(84)), pp. 46–57. DOI: 10.37614/2220-802X.2.2024.84.004
4. (2025) Bezrobotitsa v Rossii obnovila istoricheskij minimum [Russia's unemployment hit a historic low]. URL: <https://www.rbc.ru/economics/01/10/2025/68dd4ea29a794778a517eda1>
5. (2026) Kadrovyy golod v neftegaze-2026 [The staffing hunger in oil and gas 2026]. URL: <https://nprom.online/>
6. Kazanina M. A. (2022) Ukreplenie kadrovogo potentsiala arkticheskikh territorij – opyt Norvegii [Strengthening the workforce capacity of Arctic territories – the Norwegian experience]. *Ekonomika ustojchivogo razvitiya* [Economics of Sustainable Development], 4(52), pp. 80–84. DOI: 10.37124/20799136_2022_4_52_80
7. Korchak E. A. (2023) Prioritety gosudarstvennogo upravleniya razvitiem trudovogo potentsiala regionov rossijskoj Arktiki [Public administration priorities for developing the workforce potential of Russian Arctic regions]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 26 (2(80)), pp. 133–145. DOI: 10.37614/2220-802X.2.2023.80.009
8. Kuznetsova M. N., Vasil'eva A. S. (2024) Formirovanie trudovogo potentsiala i ego komponentov s pozitsii tsifrovoy transformatsii i tekhnologicheskogo suvereniteta v AZRF [Formation of labor potential and its components from the perspective of digital transformation and technological sovereignty in AZRF]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 27 (4(86)), pp. 164–179. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2024.86.011
9. (2025) Lyudi i den'gi v Murmanskoy oblasti: naselenie sokrashchaetsya, zarplaty rastut [People and money in Murmansk Oblast: population shrinks, wages grow]. URL: <https://goarctic.ru/>
10. (2025) Minenergo otmechaet snizhenie chisla sotrudnikov v elektroenergeticheskoy sfere v RF i uvelichenie ikh vozrasta [Ministry of Energy notes decline in the number of electric power sector employees and their aging]. URL: <https://www.bigpowernews.ru/news/document119927.phtml>
11. (2025) Naselenie Arkticheskoy zony Rossii vyroslo do 2,4 mln chelovek [The population of Russia's Arctic Zone has grown to 2.4 million]. URL: [https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Арктика_\(Арктическая_зона\)](https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Арктика_(Арктическая_зона))
12. (2025) Natsionalnyj proekt «Kadry» (2025–2030) [National project “Kadry” (2025–2030)]: project passport. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/412295680/?ysclid=mr29p8ahup776674615>
13. (2025) Natsionalnyj proekt «Kadry»: itogi 2025 goda [National project “Kadry”: results of 2025]. Government of the Russian Federation. URL: <http://government.ru/news/54754/>
14. Nedoseka E. V., Sharova E. N., Shorokhov D. M. (2024) Ubyvayushchie goroda rossijskoj Arktiki: statisticheskie trendy i publichnyj diskurs o prichinakh ottoka naseleniya [Shrinking cities of the Russian Arctic: statistical trends and public discourse on the causes of population outflow]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 54, pp. 169–189. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2024.54.169
15. (2025) Neftegaz 2024–2025: defitsit kadrov, zelenaya energetika i sotsial'nye pakety [Oil and gas 2024–2025: workforce deficit, green energy, and social packages]. URL: <https://getexperts.ru/blog/neftegaz-2024-2025-deficit-kadrov-zelenaya-energetika-i-shhedrye-soczapakety/>
16. Pilyasov A. N., Kotov A. V. (2024) Rossijskaya Arktika-2035: polimasshtabnyj prognoz [Russian Arctic-2035: a multi-scale forecast]. *Ekonomika regiona* [Economy of Regions], 20(2), pp. 369–394. DOI: 10.17059/ekon.reg.2024-2-3
17. Pilyasov A. N., Tsukerman V. A. (2022) Tekhnologicheskie uklady, innovatsii i khozyajstvennoe osvoenie rossijskoj Arktiki [Technological paradigms, innovations, and economic development of the Russian Arctic]. *Sever i rynek: formirovanie ekonomicheskogo poryadka* [The North and the Market: Forming the Economic Order], 25(4(78)), pp. 7–22. DOI: 10.37614/2220-802X.4.2022.78.001
18. Sokolova E. L. (2024) Integratsiya natsional'nykh tselej razvitiya RF i povestki ESG v deyatel'nost' predpriyatiya: strategii upravleniya вовлеченност'yu personala [Integration of RF national development goals and ESG agenda into enterprise activity: strategies for managing employee engagement]. *Kreativnaya ekonomika* [Creative Economy], 10, pp. 2825–2842. DOI: 10.18334/ce.18.10.121879
19. (2025) Razvitie sistemy obrazovaniya pomozhet sokhranit' naselenie Arktiki [Developing the education system will help retain the Arctic population]. *Russian Science Foundation*. URL: <https://rscf.ru/>
20. (2025) TEK trebuyet perenastroyki kadrov [The FEC requires workforce recalibration]. *Energetika i promyshlennost' Rossii* [Energy and Industry of Russia], 13–14(513–514), July. URL: <https://www.eprussia.ru/epr/513->

- 514/1111109.htm
21. (2020) Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 26.10.2020 № 645 «O Strategii razvitiya Arkticheskoy zony Rossijskoj Federacii i obespecheniya nacional'noj bezopasnosti na period do 2035 goda» [Decree of the President of the Russian Federation of October 26, 2020, No. 645. On the Strategy for the Development of the Arctic Zone of the Russian Federation and National Security for the Period up to 2035]. URL: <https://base.garant.ru/74810556/?ysclid=mr29kp471r453055005>
 22. (2026) Uchenye podschitalimul'tiplikativnyj effekt rabochikh mest v Arktike [Scientists calculated the multiplier effect of Arctic jobs], February 4. URL: <https://ria.ru/20260204/nauka-2071943690.html>
 23. Filimonova O. A., Berkutova T. A., Saburova E. A. (2023) Model' tsifrovoy obuchayushchej sredy dlya povysheniya kvalifikatsii spetsialistov neftegazovoj otrasli [A model of digital learning environment for oil and gas industry professional development]. *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Ser. «Ekonomika i pravo»* [Bulletin of Udmurt University. Series: Economics and Law], 33(6), pp. 1005–1012.
 24. Carayannis E. G., Cherepovitsyn A. E., Ilinova A. A. (2017) Sustainable Development of the Russian Arctic Zone Energy Shelf: The Role of the Quintuple Innovation Helix Model. *Journal of the Knowledge Economy*, 8(2). DOI: 10.1007/s13132-017-0478-9
 25. Chernyshev K. A., Konyshchev E. V., Petrov E. Yu. (2024) Obrazovatel'naya migratsiya iz arkticheskikh regionov Rossii, ne imeyushchikh samostoyatel'nykh vuzov [Educational migration from Arctic regions of Russia without independent universities]. *Arktika i Sever* [Arctic and North], 55, pp. 130–144. DOI: 10.37482/issn2221-2698.2024.55.130
 26. Cherepovitsyn A. E., Kazanin A., Rutenko E. (2023) Strategic Priorities for Green Diversification of Oil and Gas Companies. *Energies*, 16(13): 4985. DOI: 10.3390/en16134985
 27. Dmitrieva D., Chanysheva A., Solovyova V. (2023) A Conceptual Model for the Sustainable Development of the Arctic's Mineral Resources Considering Current Global Trends. *Resources*, 12(6): 63. DOI: 10.3390/resources12060063
 28. (2025) Employment and Skills Policies for the Green Transition. OECD, Paris. URL: https://www.oecd.org/en/publications/employment-and-skills-policies-for-the-green-transition_f0c558fa-en.html
 29. Machado H. P. V., Sartori R., Rosa P. F. M. (2024) Beyond the Triple Helix Model: Scientific Production on the Quadruple and Quintuple Helix. *Journal of the Knowledge Economy*, 16(1). DOI: 10.1007/s13132-024-02026-4
 30. Samylovskaya E., Kudryavtseva R.-E., Medvedev D., Grinyaev S., Nordmann A. (2020) Transformation of the Personnel Training System for Oil and Gas Projects in the Russian Arctic. *Resources*, 9(11): 137. DOI: 10.3390/resources9110137
 31. (2025) The Future of Jobs Report 2025. WEF, Geneva. URL: <https://www.weforum.org/publications/the-future-of-jobs-report-2025/>
 32. (2025) World Energy Employment 2025. IEA, Paris, 2025. URL: <https://www.iea.org/reports/world-energy-employment-2025>.
 33. Zadegan M. G., Ghazinoory S., Nasri S. (2025) The Triple Helix Model of Innovation and Sustainable Development Goals: A Literature Review. *Sustainable Development*, 33(S1), pp. 1482–1497. DOI: 10.1002/sd.70041