

АГАРКОВ Сергей Анатольевич

доктор экономических наук, профессор,
главный научный сотрудник
Институт экономических проблем им. Г. П. Лузина
Кольский научный центр Российской академии наук
(г. Апатиты, Российская Федерация)

agarkovsa@yandex.ru

s.agarkovsa@ksc.ru

ВОСПРОИЗВОДСТВО ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА ДЛЯ НОВОЙ ЭКОНОМИКИ АРКТИКИ: ВЫЗОВЫ И РЕШЕНИЯ (на примере Мурманской области)*

Аннотация: масштабные изменения, происходящие в экономике и обществе под влиянием четвертой промышленной революции, ядром которой являются НБИК-конвергентные технологии, радикально меняют требования к формированию человеческого капитала как ключевого производительного фактора новой экономики. Это актуализирует необходимость научного осмысления возможных подходов к организации пространства знаний и инноваций в концепции НБИК с учетом социально-экономического контекста и отраслевой специфики регионов. В статье рассматриваются подходы к повышению эффективности формирования человеческого капитала в условиях вызовов современности, где особое внимание уделяется роли университетов в кадровом обеспечении наукоемкого развития региональной экономики. Обоснована необходимость трансформации регионального пространства знаний и инноваций под задачи наукоемкого развития арктической экономики и перехода к индустрии 4.0. Показано, что переход к новой модели организации пространства знаний и инноваций (с акцентом на НБИК и СТЕМ) позволит обеспечить воспроизводственный процесс формирования нового качества человеческого капитала для формирования экономики (промышленности) новой (шестой) технологической волны. Представлена НБИК модель организации интегрированной системы пространства знаний и инноваций принципиально нового коэволюционного типа, ориентированной на устранение разрыва между наукой, образованием и бизнесом, формирующим спрос на инновации и высококвалифицированный человеческий капитал.

Данная статья является продолжением задуманного автором цикла работ [1–3], посвященных инновационному развитию арктической экономики. Ключевая роль в исследовании принадлежит знаниям и инновациям, человеческому капиталу и обучению, а также институтам, формирующим кросс-функциональное (диффузное) пространство знаний и инноваций.

Ключевые слова: Арктический регион, индустрия 4.0, конвергенция, НБИК, СТИМ, экосистема знаний и инноваций, человеческий капитал.

Дата поступления: 21.09.2023

Дата публикации: 26.12.2023

Для цитирования: Агарков С. А. Производство человеческого капитала для новой экономики Арктики: вызовы и решения (на примере Мурманской области) // Непрерывное образование: XXI век. 2023. Вып. 4 (44). DOI: 10.15393/j5.art.2023.8864

* Исследование выполнено в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» в части проведения научно-исследовательских работ Института экономических проблем имени Г. П. Лузина по научной теме: FMEZ-2023-0009. № 123012500051-8 «Стратегическое планирование развития Арктики в новых геоэкономических и политических условиях».

AGARKOV Sergey A.

Doctor of Economics, Professor,
chief researcher

Luzin Institute of Economic Problems

Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

(Apatity, Russian Federation)

agarkovsa@yandex.ru

s.agarkovsa@ksc.ru

REPRODUCTION OF HUMAN CAPITAL FOR THE NEW ECONOMY OF THE ARCTIC: CHALLENGES AND SOLUTIONS (using the example of the Murmansk region)

Abstract: the large-scale changes taking place in the economy and society under the influence of the fourth industrial revolution, the core of which is NBIC-convergent technologies, are radically changing the requirements for the formation of human capital, as a key productive factor in the new economy. This actualizes the need for scientific understanding of possible approaches to organizing the space of knowledge and innovation in the NBIC concept, taking into account the socio-economic context and industry specifics of the regions. The article discusses approaches to increasing the efficiency of human capital formation in the face of modern challenges, where special attention is paid to the role of universities in staffing the knowledge-intensive development of the regional economy. The need to transform the regional space of knowledge and innovation to meet the challenges of knowledge-intensive development of the Arctic economy and the transition to industry 4.0 is substantiated. It is shown that the transition to a new model for organizing the space of knowledge and innovation (with an emphasis on NBIC and STEM) will ensure the reproductive process of forming a new quality of human capital. Presents NBIC – model for organizing an integrated system of knowledge and innovation space of a fundamentally new co-evolutionary type, aimed at bridging the gap between science, education and business, which creates demand for innovation and highly qualified human capital.

Keywords: Arctic Region, industries 4.0, convergence, NBIC, STEM, ecosystem knowledge and innovation, human capital.

Received: September 15, 2023

Date of publication: December 26, 2023

For citation: Agarkov S. A. Reproduction of human capital for the new economy of the arctic: challenges and solutions (using the example of the Murmansk region). *Nepreryvnoe obrazovanie: XXI vek [Lifelong education: the 21st century]*. 2023. No. 4 (44). DOI: 10.15393/j5.art.2023.8864

В настоящий период мир находится в завершающей стадии третьей и начале четвертой промышленной революции, уникальность которой заключается, «помимо темпов развития и широкого охвата, в растущей гармонизации и интеграции большого количества различных научных дисциплин и открытий» [1, с. 15]. Это революция, которая характеризует фундаментальные изменения в экономике и обществе, обусловленные переходом к шестому, технологическому, укладу. Ядром этого уклада являются НБИК-конвергентные технологии [2, с. 35]. Новый научно-технологический уклад базируется, как утверждают М. Роко и В. Бэйнбридж, «на синергично объединяющих принципах трансдисциплинарности четырех быстро развивающихся областей НБИК (NBIC: Nano-Bio-

Info-Cogno) [3, с. 2]. Поэтому целостное понимание движущих факторов, определяющих суть беспрецедентных изменений, происходящих под влиянием конвергентных технологий, имеет принципиальное значение для построения стратегии будущего. «Истинная редкость в мире – это не ресурсы, писал Нобелевский лауреат П. Кругман, а понимание происходящего» [4, с. 296].

Действительно, характер происходящих сегодня технологических изменений настолько фундаментален, что мировая история еще не знала подобного. Речь идет «не только о возросшем уровне развития науки и техники, новых отраслях экономики и способах организации производства, но и о новых формах социальности, ценностных ориентирах, о новом понимании сущности и природы человека» [5, с. 22]. Этот факт следует определить как новую реальность, характеризующую фундаментальные изменения, обусловленные переходом к конвергентно-сетевому нано-биотехнологическому укладу, для которого характерно появление целого ряда новых закономерностей, механизмов функционирования и регулирования [6, с. 5].

Таким образом, формирование НБИК уклада само по себе приводит нас к многомерному пониманию «синергетической сложности» современного мира, которая выступает как «категорический императив» четвертой промышленной революции, характеризуя модернизационный контекст глобального развития экономики, общества и человека. Это необходимо иметь в виду на пути к НБИК-конвергенции, чтобы понять качественно новую сложность современного мира как при постановке вопроса формирования человеческого капитала, так и при решении задач его развития в условиях вызовов четвертой промышленной революции.

Учитывая высокоиндустриальный характер экономики Арктики, формирование человеческого капитала для ее наукоемкого развития следует рассматривать в резонансном контексте вызовов и задач НБИК трансформации, происходящей под влиянием четвертой промышленной революции. Логично предположить, что Мурманская область, обладая значительным научно-образовательным и промышленным потенциалом, должна быть лидером (как минимум в Арктической зоне) формирования высокотехнологичных инновационных кластеров конкурентоспособности новой (шестой) технологической волны, что, как показывает предыдущий анализ, не подтверждается региональной хозяйственной практикой [7, с. 1775, 1776]. В этой связи возникает вопрос, насколько региональная система знаний и инноваций соответствует вызовам времени, в том числе с точки зрения формирования высококвалифицированного человеческого капитала [8].

Принимая во внимание все эти факторы, в исследовании основное внимание уделялось трансформационному потенциалу существующей системы знаний и инноваций для преодоления разрыва между наукой, образованием и реальным сектором экономики (бизнесом), формирующим спрос на инновации и квалифицированные кадры для новой экономики.

Цель работы заключается в обобщении теоретического опыта и систематизации базовых принципов организации открытого пространства знаний и инноваций в прикладном аспекте модельного описания эндогенно обусловленно-

го инновационного развития экономики конкретного региона (Мурманской области).

Задачи исследования – выявить неразрешенные на данный момент проблемы (и противоречия), характерные для кадрового обеспечения устойчивого развития экономики региона и предложить практико-ориентированные подходы для преодоления этих противоречий.

Научная новизна вытекает из цели и заключается в концептуализации развиваемого автором конвергентно-сетевых подхода, обеспечивающего диффузный процесс кросс-функционального перелива знаний и инноваций (модель НБИК-СТИМ, режим 3).

Базовая гипотеза конвергентно-сетевой организации пространства знаний и инноваций основывается на теории эндогенного роста [9; 10], подчеркивается ключевая роль человеческого капитала в экономике, основанная на знаниях, которые могут расти с возрастающей отдачей (и без ограничений) по сравнению с убывающей отдачей физического капитала (материальных факторов производства). Это актуализирует задачу воспроизводства трудовых ресурсов, обладающих все более высоким уровнем квалификации, творческих и иных способностей и компетенций, востребованных современной экономикой.

Предложенный в статье подход хотя и не позволяет решить самостоятельно все проблемы, связанные с вызовами современности, но может послужить формированию в регионе саморазвивающейся конкурентной среды пространства знаний и инновационного для обеспечения нового качества экономического роста в концепции умной специализации.

В зарубежной и отечественной литературе проблеме высшего образования как института развития человеческого капитала новой экономики посвящено немало исследований, в том числе с точки зрения влияния современных университетов на региональное развитие. Новая глобальная архитектура образования предполагает сращивание академической и технологической среды, возможность смешанных моделей обучения и появление новых форм, влияющих на рынок образования [11, с. 561].

В совместном исследовании А. Валеро и Д. В. Ринен [12] на основании анализа эмпирических данных со всего мира доказывается гипотеза о существовании сильной положительной связи развития университетов и роста экономики, где исследователями приводятся доказательства прямой (и перекрестной) корреляции университетов с ключевыми экономическими показателями, которая осуществляется через человеческий капитал и инновации.

В коллективном исследовании [13], посвященном вкладу университетов в региональное экономическое и социальное развитие, анализируются четыре концептуальные модели:

- модель предпринимательского университета, когда вузы дополняют свои традиционные задачи (исследования и обучение) предпринимательской функцией, направленной на решение задач экономического развития региона;
- «модель РИС» концептуализирует фундаментальную роль университетов в интерактивных инновационных процессах;
- модель университета с новой формой производства знаний («режим 3»),

ориентирована на создание новых знаний для решения актуальных для экономики и общества проблем, в том числе в рамках стратегий «умной специализации» регионов, которая основывается на идее, что регионы должны не «распыляться», а концентрировать усилия и ресурсы на развитии тех областей экономической специализации, где есть значительный потенциал и естественные конкурентные преимущества; стратегия умной специализации устанавливает приоритеты, нацеленные на получение конкурентных преимуществ путем развития собственного научного и инновационного потенциала [14, с. 1275].

Большой вклад в понимание роли университетов в экономике, основанной на знаниях, внесли Г. Ицковиц и Л. Лейдесдорф, авторы известной и получившей широкое признание модели «тройной спирали» (Triple Helix Model) [15]. Модель тройной спирали показывает процесс и механизмы пространственного (пространства знаний, инноваций и консенсуса) взаимодействия между тремя ведущими институциональными секторами – государством, бизнесом и университетами, каждый из которых имеет свой набор ресурсов и потенциал. Причем для достижения синергии участникам нужно находиться в режиме постоянных согласований (пространство консенсуса). Модель тройной спирали стала «результатом теоретического обоснования растущего влияния университетов, как важного ресурса наукоемкого развития экономики» [16, с. 315]. Позднее Э. Караяннисом и Э. Григорудисом была предложена модель четырехзвездной спирали (Quadruple-Helix Model) [17], в фокусе внимания которой выступает гражданское общество, которое формирует спрос на инновационные продукты, товары и услуги, которые определяют инновационный процесс и являются его движущей силой [17, с. 42]. Пятиступенчатая спираль (Quintuple Helix) [18] объединяет модели тройной и четверной спирали, добавляя социальную и природную экологию в качестве пятой спирали, тем самым концептуально связывая знания и инновации с устойчивым развитием, подчеркивая их междисциплинарный характер. Обобщая спиралевидные концепции (N-кортеж спиралей) для анализа экономики, основанной на знаниях, Лейдесдорф приходит к выводу, что для практического использования всех моделей важно, «в какой мере производство знаний и инноваций в процессе коэволюционного партнерства науки, образования, бизнеса и власти приобрело системный характер» [19].

В исследовании М. Гелсвика [20] достаточно подробно рассмотрено, как местные университеты могут помочь укрепить инновационный потенциал территорий и создать региональные преимущества. При этом отмечается, что роль университетов в локальных инновационных процессах зависит от отраслевой специфики региона и уровня экономического развития, на котором находится регион [20, с. 11].

Несмотря на очевидную роль высшего образования в формировании человеческого капитала, Ярослав Кузьминов и соавторы указывают: «...человеческий потенциал, создаваемый образованием, все хуже капитализируется: рост мировой и национальной экономик замедляется» [21, с. 19]. Это можно интерпретировать как то, что в «гонке» между образованием и технологиями побеждают технологии [22]. Действительно, мир современных НБИК конвергентных технологий коренным образом меняет рынок труда, физическо-

го и человеческого капитала, в том числе требования к квалификации и компетенциям рабочей силы, что создает большие вызовы и ставит сложные задачи для всех участников (государство, бизнес, наука, образование, общество) экономических отношений. Несмотря на то что уровень отдачи в России выше, чем во многих развитых странах мира (около 60 % против 56 % в среднем для стран Евросоюза), для российского рынка труда остро стоит проблема так называемого «недокапитализированного» человеческого потенциала [21], когда значительная часть высокообразованной рабочей силы из-за несоответствия уровня профессиональных компетенций остается невостребованной современной экономикой (по статистике Росстата, сегодня у 43 % людей с высшим образованием работа не соответствует специальности) [11, с. 566]. Это корреспондирует с экспертной оценкой Всемирного банка глобального человеческого капитала, где Россия по охвату населения высшим образованием входит в пятерку мировых лидеров, вместе с тем занимает только 89-е место по доступности для экономики квалифицированных кадров [23]. На проблемы быстро меняющегося рынка труда под влиянием технологической (цифровой) трансформации обращают внимание С. Земцов, В. Барина, Р. Семенова, предупреждая о рисках так называемой «экономики незнания», когда значительная часть общества (рабочей силы) перестанет участвовать в современных экономических процессах по причине несоответствия уровня профессиональных компетенций требованиям быстро меняющегося рынка труда [24, с. 86].

Подводя итог анализу литературы, мы приходим к выводу, что в условиях усложнения экономики новой технологической волны при разработке подходов к пространственной организации знаний и инноваций основное внимание следует сосредоточить на теории и практике производства новых знаний (режим 3) в модельной концепции пятифакторной спирали инноваций (Quadruple-Helix Model). Как пишет М. В. Ковальчук в своем анализе этапов цивилизационного развития: «Сама логика развития науки привела нас от узкой специализации к междисциплинарности, затем наддисциплинарности, а теперь фактически к необходимости объединения наук; но не к простому геометрическому сложению результатов, а к их синергетическому эффекту, взаимопроникновению» [25, с. 26]. С этой точки зрения именно университеты представляют собой благоприятную среду для научной и технологической конвергенции, «выступая в роли “пейсмейкеров”, задающих темп инновационных изменений и предоставляющих площадку, через которую осуществляется широкий обмен знаниями и диффузия нововведений» [26, с. 323].

Обобщая международный и отечественный опыт, представим (рис. 1) визуализацию концепции многоуровневой системной архитектуры пространства знаний и инноваций коэволюционного типа, которая отражает конвергентно-функциональный подход с новой формой производства знаний (режим 3). Понятийный аппарат данной модели основан на пятифакторной спирали (Quintuple Helix) [19], характеризующей экологически обусловленную взаимосвязь хозяйственной деятельности и инноваций, что критически важно для арктической экономики, весьма чувствительной к антропогенному воздействию. Модель знаний третьего вида (режим 3) [17] подчеркивает эволюцию различ-

ных парадигм совместного производства (распространения и использования) экономически востребованных знаний, включающего социальные, технологические, гуманитарные аспекты, требующие многочисленных заинтересованных акторов «представителей государства, академического сообщества, промышленности и гражданского общества» [17, с. 33].

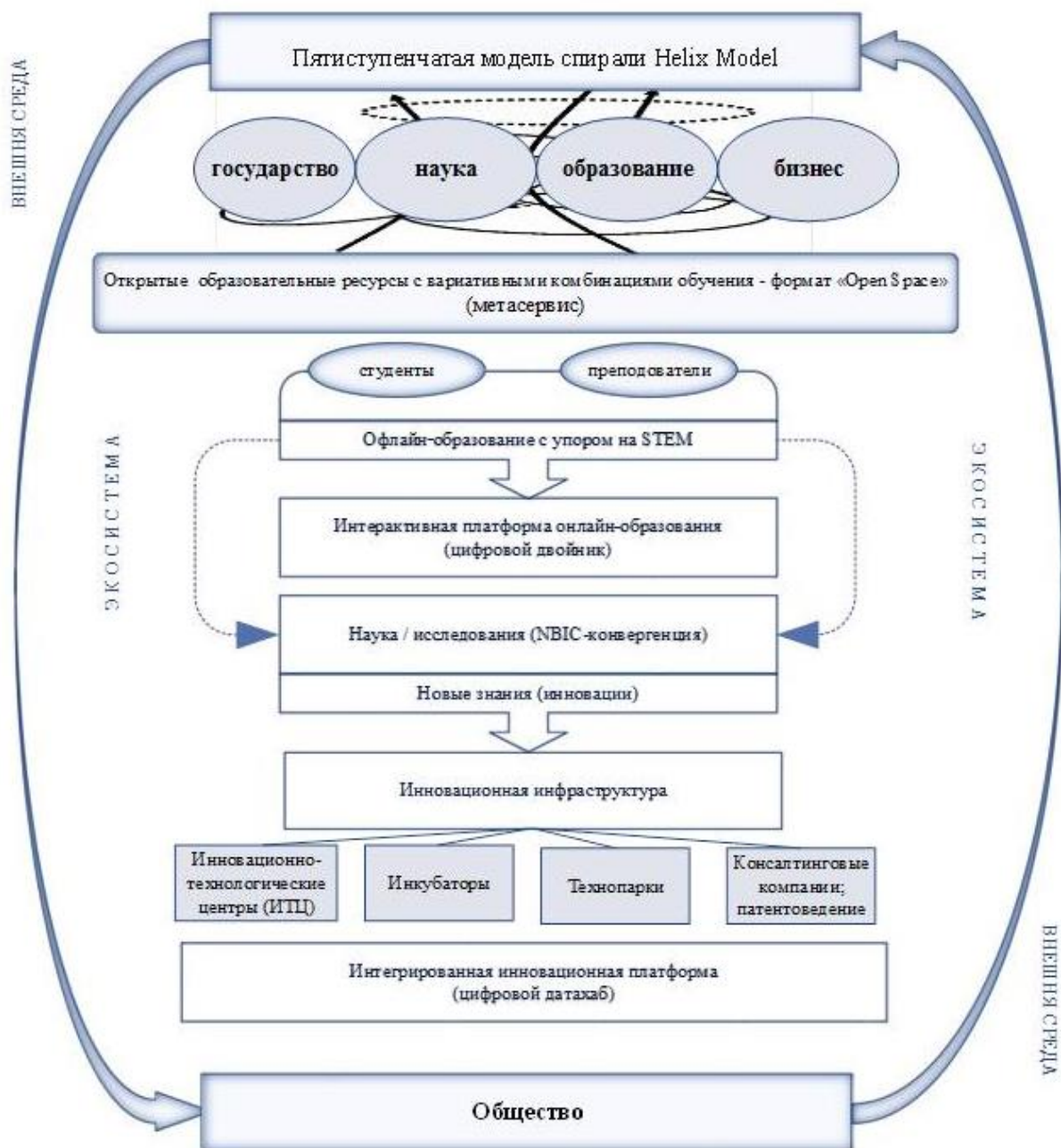


Рис. 1. НБИК-СТИМ экосистемная модель открытого пространства знаний и инноваций («НБИК-СТИМ, режим 3») [13–19]

Fig. 1. NBIC-STEM ecosystem model of an open space of knowledge and innovation («NBIC & STEM – Mode 3») [13–19]

Преимуществом такой многоуровневой системной архитектуры является то, что она дает более точное и близкое к реальности описание глокальных (глобальных и локальных) процессов взаимопроникающего научного, образо-

вательного, инновационного и экономического пространства, свойственных новым закономерностям развития конвергентной цифровой нейросетевой экономики, связывая пространственно распределенные организационные единицы в многомерное сложное единство.

Это сложная конвергенция, основанная на трансдисциплинарности знаний (и инноваций) и коэволюционных принципах взаимодополняющего и взаимосоливающего взаимодействия представителей различных институциональных секторов (бизнеса, академических кругов, государства, гражданского общества), обладающих различными возможностями и компетенциями, с целью создания, развития и использования стратегических знаний (и инноваций) для получения устойчивых и масштабируемых преимуществ конкурентоспособного развития региона.

Представленная на рис. 1 модель носит универсально рекурсивный характер и может масштабироваться на любой регион, где соответствующие структурно-функциональные звенья «НБИК-СТИМ» модели будут наполняться конкретным организационным содержанием, отражающим региональную хозяйственно-отраслевую и социально-экономическую специфику, включающую базовые организации академического (университеты, НИИ) и корпоративного (системообразующие предприятия региона, формирующие спрос на трудовые ресурсы и инновации) секторов, органы государственной власти, а также общественные организации, в процессе своего кросс-функционального взаимодействия формирующие инновационные сети и кластеры знаний, которые становятся движущей силой эндогенно обусловленного инновационного роста [9; 11] и масштабируемого экономического эффекта [14, с. 33].

Методология исследования основана на анализе зарубежных и отечественных исследований, посвященных формированию и влиянию человеческого капитала на экономическое развитие и инновационный рост, в том числе роли университетов в этих процессах в контексте так называемой «третьей миссии». Были применены традиционные методы и специфические приемы научного синтеза, основанные на обобщении научной литературы, посвященной раскрытию сущностной роли знаний и человеческого капитала как ключевых детерминант инновационного экономического роста.

Базовая рамка теоретических модельных построений пространственной организации знаний и инноваций основывается на теории эндогенного роста [9; 10] и заключается в том, что для практического обеспечения конкурентоспособности региональной экономики и ее способности адаптироваться к вызовам современности необходимо создание пространственно институализированных условий эндогенизации инновационных изменений, в основе которых лежит объективный процесс усиления трансдисциплинарной (NBIC-конвергентной) природы знаний и инноваций [7, с. 1761], которые могут расти с возрастающей отдачей (и без ограничений), где ключевую роль играет человеческий капитал. Это актуализирует задачу расширенного воспроизводства высококвалифицированных трудовых ресурсов, обладающих уровнем компетентностной подготовки, соответствующей требованиям новой экономики.

При оценке потенциала региональной системы высшего образования и ее

соответствия требованиям стратегического развития регионального хозяйства был использован GAP-анализ с применением метода экстраполяции временных рядов по выборке максимального подобию [27].

В ходе работы были получены интересные результаты исследования.

Роль региональных университетов в развитии Мурманской области.

Стратегические перспективы развития экономики Арктики тесно связаны с Мурманской областью, которую по праву считают «воротами в Арктику», так как регион обладает значительным природно-ресурсным, экономическим, научным, образовательным, инфраструктурным и человеческим потенциалом, включая такие уникальные характеристики, как незамерзающий Кольский залив, где базируется российский атомный ледокольный флот.

Поэтому формирование человеческого капитала региона следует рассматривать в резонансном контексте вызовов наукоемкого развития арктической экономики с точки зрения решения задач новой индустриализации (индустрии 4.0), что во многом зависит от вузовского потенциала региона, поскольку именно университеты являются основным источником воспроизводства высококвалифицированных кадров. Кроме того, как показывают результаты исследования Высшей школы экономики, регионы с развитой системой высшего образования и сильными конкурентоспособными университетами являются центрами притяжения для абитуриентов из других регионов. Эти регионы также характеризуются высоким ВРП на душу населения и в целом входят в число лидеров рейтингов регионального развития [28, с. 23].

На проблему трудовых ресурсов и оттока молодежи из региона обращал внимание губернатор Мурманской области А. Чибис, когда, выступая на Петербургском экономическом форуме (ПМЭФ – 2023), назвал кадровую проблему *«главным вызовом устойчивого развития экономики региона, которая не может быть решена вахтовым методом, поэтому в регионе нужно создавать условия для жизни и образования; и главная наша битва за молодых»*¹. Поэтому развитие регионального пространства знаний и инноваций в комплементарной (взаимодополняющей) целостности науки (академической и отраслевой), университетского образования и бизнеса – это и есть ответ на вызовы современности в условиях перехода к новому технологическому укладу.

¹ Андрей Чибис на ПМЭФ – 2023. Мурманская область. Арктика. [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: <https://murmansk.bezformata.com/listnews/arktike-poetomu-nasha-zadacha/118210201/> (дата обращения 06.07.2023).

Анализ влияния региональных университетов на воспроизводственный потенциал трудовых ресурсов Мурманской области. Экстраполируя тенденции развития человеческого капитала на Мурманскую область, следует подчеркнуть, что в регионе сложилась ситуация, которая, с одной стороны, развивается в русле общероссийских тенденций, характеризующих структурные диспропорции в высшем образовании и на рынке труда, о чем предупреждают эксперты (Кузьминов Я., Сорокин П., Земцов С. и др.) [21; 24]. С другой стороны, существуют дополнительные негативные факторы, связанные с депопуляцией арктических регионов, при этом ситуацию усугубляет отток молодежи по причинам межрегиональной «образовательной» миграции, когда выпускники 11-х классов массово уезжают для получения высшего образования в столичные центры, после чего обратно в регионы уже не возвращаются, что увеличивает разрыв между потребностями экономики региона и воспроизводственным потенциалом человеческого капитала (трудовых ресурсов) [8, с. 33]. Эта тенденция усугубляется послевузовской миграцией молодых специалистов, когда выпускники вузов покидают свои регионы в поисках работы. Ниже (рис. 2) представлены данные распределения регионов Арктической зоны по показателю востребованности университетов региональных систем высшего образования.

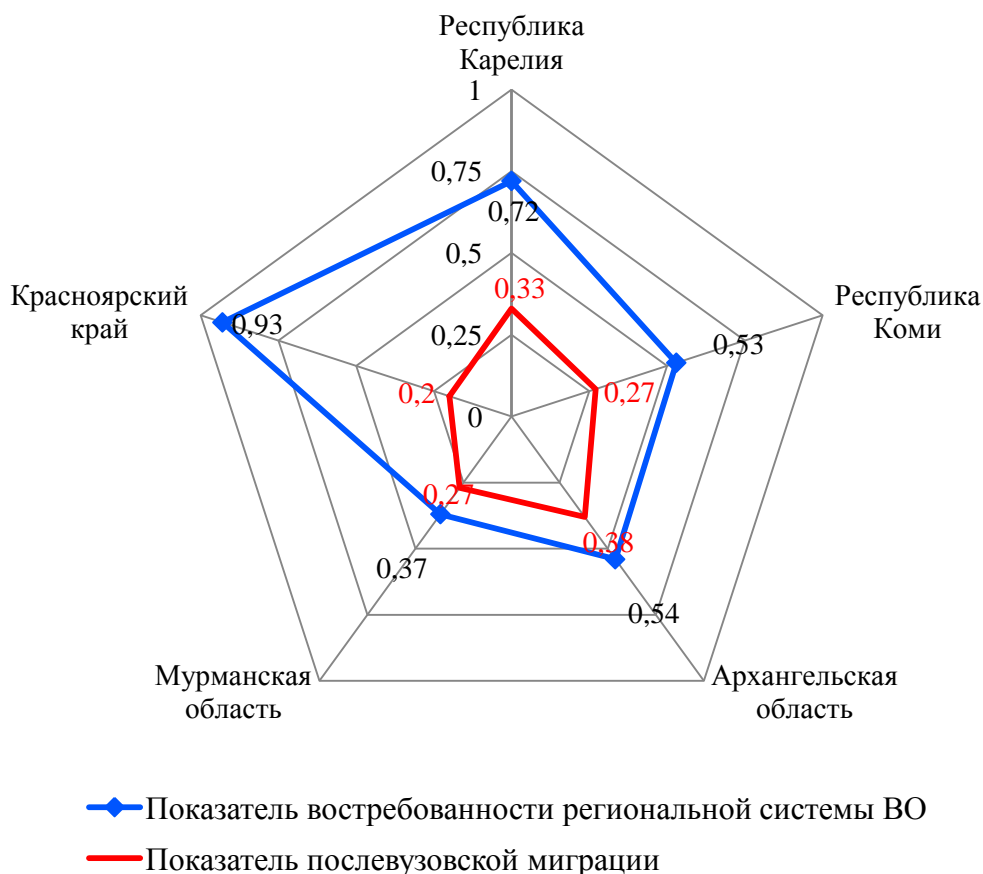


Рис. 2. Распределение регионов Арктической зоны по показателю востребованности систем высшего образования [29]

Fig. 2. Distribution of the regions of the Arctic zone in terms of the demand for higher education systems [29]

Значение показателя востребованности университетов региональных систем высшего образования АЗРФ варьируется в диапазоне от 0,27 (Мурманская область) до 0,93 (Красноярский край), по показателю послевузовской миграции (доля выпускников, покинувших регион, в общем числе выпускников вузов региона) от 0,2 (Красноярский край) до 0,38 (Архангельская область).

Это интерпретируется как тот факт, что почти треть всех выпускников вузов Арктической зоны покидают свои регионы в поисках работы. Следствием указанных тенденций является изменение структуры занятости экономики АЗРФ в пользу работников старших возрастов. В таблице 1 представлены данные изменения доли молодежи в возрасте 15–29 лет среди занятых в экономике регионов Арктической зоны России за период с 2001 по 2021 г.

Таблица 1

Доля молодежи в возрасте 15–29 лет среди занятых в экономике регионов Арктической зоны России [30]

Table 1

The share of young people aged 15–29 in the number of people employed in the economy of the regions of the Russian Arctic [30]

Регионы	2001	2009	2021	2001	2009	2021	2021 к 2009	
	%	%	%	тыс. чел.	тыс. чел.	тыс. чел.	тыс. чел.	%
Российская Федерация	24,0	24,5	17,0	17032,3	18492,1	12824,8	-4207,5	-24,7
Республика Карелия	27,4	26,7	17,3	108,2	94,2	51,1	-57,1	-52,8
Республика Коми	26,8	26,1	16,9	159,8	135,1	69,0	-90,7	-56,8
Архангельская область	26,7	26	16,8	202,7	174,0	93,0	-109,7	-54,1
Ненецкий АО	26,6	23,9	17,4	6,4	5,7	4,0	-2,4	-36,8
Мурманская область	27,0	22,8	17,5	155,8	112,6	72,3	-83,4	-53,6
Ямало-Ненецкий АО	25,0	21,9	15,1	76,3	69,3	48,0	-28,3	-37,1
Красноярский край	26,4	26,1	17,7	406,3	402,1	259,4	-147,0	-36,2
Республика Саха (Якутия)	25,6	24,6	21,4	125,2	124,0	107,1	-18,0	-14,4
Чукотский АО	20,9	23,5	15,1	9,2	8,0	4,7	-4,5	-48,4
Всего по регионам АЗРФ	25,8	24,6	17,3	18 282,1	19 617,1	13 533,4	-4 748,7	-26,0

Как видно из представленных в таблице 1 данных, всего по регионам Арктической зоны доля молодежи в возрасте 15–29 лет за период с 2001 по 2021 г. снизилась (-26 %), что на 2 промилле больше по сравнению со среднероссийским показателем (-24,7 %). Наибольшее сокращение зафиксировано в Республике Коми, Архангельской и Мурманской областях (-56,8 %, -54,1 %, -53,6 %, соответственно).

По нашим оценкам, полученным методом модельной экстраполяции, к 2035 г. всего населения Мурманской области снизится на 32,1 % (-212 тыс. чел.) к уровню 2023 г., и составит 446 тыс. человек, в том числе: молодежи на 21,4 % (-27 тыс. чел.), трудоспособного населения на 41,3 % (-161 тыс. чел), пенсионеров на 16,7 % (-24 тыс. чел) к уровню 2023 г. (табл. 2).

Таблица 2

Прогноз изменения численности и возрастной структуры населения Мурманской области на период до 2035 г. [31]

Table 2

Forecast of changes in the number and age structure of the population of the Murmansk region for the period up to 2035 [31]

	2023*	2025	2030	2035	2030 к 2023*	2035 к 2023*	2030 к 2023*	2035 к 2023*
	тыс. чел.	тыс. чел.	тыс. чел.	тыс. чел.	тыс. чел.	тыс. чел.	в %	в %
Все население, в т. ч.	658	604	536	446	-122	-212	81,5 (-18,5)	67,8 (-32,2)
моложе трудоспособного возраста	125	121	113	98	-12	-27	90,4 (-9,6)	78,4 (-21,6)
трудоспособное	388	338	284	228	-104	-160	73,2 (-26,8)	58,8 (-41,2)
старше трудоспособного возраста	145	143	139	121	-6	-24	95,9 (-4,1)	83,4 (-16,6)

Примечание: 01.01.2023* – базовый год, к которому приводились данные расчетов прогнозной экстраполяции.

Из полученных данных следует, что доля пенсионеров в структуре населения региона будет расти. Это объясняется как общими тенденциями межрегиональной «образовательной» миграции (показатель послевузовской миграции в Мурманской области составляет 27 %, см. рис. 2), так и действующим пенсионным законодательством, дающим право на более ранний выход на пенсию жителей Крайнего Севера (Федеральный закон от 28.12.2013 № 400-ФЗ (ред. от 18.03.2023) «О страховых пенсиях»), а также прогнозируемым увеличением продолжительности жизни с 70,2 лет (2022.) до 77,4 лет (2035). По данному показателю Мурманская область по результатам 2022 г. находится на 66-м месте среди всех субъектов РФ.

Такая тенденция отразится в дополнительной социально-демографической нагрузке на экономику региона (рис. 3).

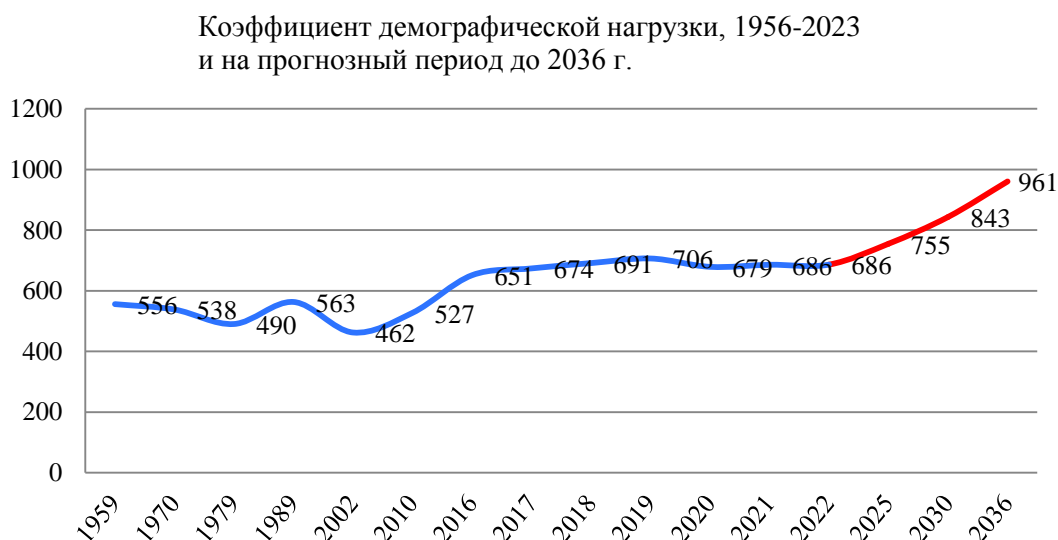


Рис. 3. Прогнозная динамика роста коэффициента демографической нагрузки в Мурманской области на период до 2036 г. [31]

Fig. 3. Forecast dynamics of the growth of the dependency ratio in the Murmansk region for the period up to 2036 [31]

Из представленной диаграммы (рис. 3) видно, как в сложившихся условиях будет расти коэффициент демографической нагрузки¹, который, по нашим оценкам, составит в 2036 г. величину в 1,4 раза превышающую текущий показатель (686 и 961, соответственно).

Другой негативной тенденцией для регионов АЗРФ является сокращение числа студентов, обучающихся по программам высшего образования, что можно интерпретировать как снижение воспроизводственного потенциала человеческого капитала. Данные, характеризующие снижение численности студентов вузов в регионах АЗРФ, представлены в табл. 3.

Как видно из представленных данных (табл. 3), Мурманская область является «лидером» по сокращению числа студентов, обучающихся по программам высшего образования (-56,7 % за 7 лет), и перспективы здесь неутешительные. Фактически речь идет о молодежной депопуляции Мурманской области, что несет самые негативные последствия для социально-экономического развития региона.

¹ Коэффициент демографической нагрузки характеризует отношение общего числа детей в возрасте 0–15 лет и лиц старше трудоспособного возраста к численности населения трудоспособного возраста. Исчисляется в промилле (на 1000 человек населения).

Сравнительная динамика численности студентов, обучающихся по программам высшего образования в отдельных регионах Арктической зоны, за период с 2015 по 2022 г. [32]

Table 3

Comparative dynamics of the number of students enrolled in higher education programs in certain regions of the Arctic zone for the period from 2015 to 2022 [32]

Регион	2015	2017	2020	2022	2022 к 2015 гг.		Снижение (7 лет) в %
	чел.	чел.	чел.	чел.	чел.	в %	
Российская Федерация	4 766 479	4 245 885	4 049 333	4 044 203	-722 276	84,8	-15,2
Архангельская область	22 691	18 944	17 287	17 175	-5 516	75,7	-24,3
Республика Карелия	14 311	11 636	10 769	10 613	-3 698	74,2	-25,8
Республика Коми	20 515	16 359	13 837	12 923	-7 592	63,0	-37,0
Мурманская область	15 394	8 789	6 564	6 669	-8 725	43,3	-56,7

Эти негативные тенденции также подтверждаются результатами GAP-анализа спроса и предложения рабочей силы для экономики региона, который показал значительный разрыв между прогнозной потребностью в трудовых кадрах (рабочей силы) экономики региона и воспроизводственным потенциалом региональной системы высшего образования:

$$R_t^{GAP-median}(2,6) = \begin{bmatrix} r^{2022} & r^{2023} & r^{2024} & r^{2025} & r^{2026} & forecast \\ 2,1 & 2,2 & 2,6 & 2,8 & 2,9 & \mathbf{BO}^* \\ 2,7 & 2,7 & 2,8 & 2,8 & 2,9 & \mathbf{B}^* \\ 1,4 & 1,5 & 1,8 & 1,9 & 2,0 & \mathbf{M}^* \\ 2,1 & 2,2 & 2,6 & 2,9 & 3,1 & \mathbf{C}^* \end{bmatrix}$$

где $R_t^{GAP-median}$ – медианное значение на горизонте планирования до 2026 г. коэффициента разрыва спроса и предложения трудовых ресурсов для экономики Мурманской области в разрезе направлений подготовки (специальностей): \mathbf{BO}^* – специалисты с высшим образованием, в т. ч. \mathbf{B}^* – бакалавриат, \mathbf{M}^* – магистратура \mathbf{C}^* – специалитет.

Приведенные данные наглядно демонстрируют, что существует количественный разрыв между воспроизводственным потенциалом региональной системы высшего образования и фактической потребностью в трудовых ресурсах экономики региона. Разрыв между спросом и предложением колеблется в диапазоне $R^{gap} = [1,4; 3,1]$ в зависимости от группы специальностей и уровня образования (бакалавриат, специалитет, магистратура). Наибольший разрыв фикси-

руется по программам специалитета: С* 2,1 (2022) – 3,1 (2026), в рамках которых осуществляется подготовка инженерных кадров для базовых отраслей региональной промышленности. Далее (рис. 4) в графической форме представлены данные, иллюстрирующие результаты GAP-анализа.



Рис. 4. Прогноз потребности в кадрах предприятий и организаций Мурманской области и плановый выпуск в 2023–2026 гг. [33]

Fig. 4. Forecast of the need for personnel of enterprises and organizations of the Murmansk region and the planned release in 2023–2026 [33]

Факторный анализ образовательного потенциала Мурманской области в контексте вызовов технологической трансформации и задач кадрового обеспечения новой экономики региона показал:

1. В соответствии с типологией регионов по степени востребованности системы высшего образования среди выпускников школ и послевузовской миграции выпускников университетов (рис. 1) Мурманская область относится к так называемым «замкнутым регионам» – вузы региона не востребованы среди выпускников школ и работают на локальный рынок труда (показатель востребованности < 1; показатель послевузовской миграции < 0,33) [24]. Это значит, что более 33 % всех выпускников региональных вузов покидают Мурманскую область в поисках работы.

2. В Мурманской области один из самых высоких в России (и самый высокий в СЗФО) темпов снижения численности обучающихся по программам высшего образования (табл. 3). Это негативно сказалось на показателе охвата населения высшим образованием, по которому Мурманская область занимает 81-е место в России.

3. Суммарная потребность экономики региона в кадрах превышает воспроизводственный потенциал региональной системы профессионального образования более чем в 2 раза, что в годовом исчислении соответствует дефициту более 9 тыс. специалистов с тенденцией негативного роста разрыва к 2026 г. (рис. 4). Такую тенденцию можно интерпретировать как снижение воспроизводственного потенциала человеческого капитала региона.

Таким образом, полученные результаты наглядно свидетельствуют, что в сложившихся условиях (если ничего не предпринимать) Мурманская область уже в ближайшем будущем будет испытывать острый дефицит квалифицированных трудовых ресурсов, особенно в высокотехнологичных секторах экономики, развитие которых требует специалистов, обладающих соответствующим уровнем компетенций, в том числе в области НБИК-конвергентных технологий.

Человеческий капитал для новой экономики арктического региона. Решение проблемы видится в конвергентной интеграции научного, образовательного, инновационного и экономического пространств на экосистемной платформе объединенного университета (МАУ) с использованием современных форматов пространственной организации научно-образовательного и инновационного процесса.

Содержательная суть предлагаемой концепции заключается в консолидации ресурсов (научно-образовательных, кадровых, инфраструктурных, интеллектуальных и др.) двух государственных университетов, что позволит обеспечить системное единство и интеграционную целостность пространства знаний, открывающего путь «для полноценного участия гуманитариев в конвергенции знаний и технологий, в том числе за счет развития “технологической компоненты” социально-гуманитарного знания» [34, с. 8].

Таким образом, задача состоит в том, чтобы на региональном уровне всемерно стимулировать процесс конвергентного расширения возможностей для НБИК-инициатив, в рамках общей стратегии инновационно ориентированного развития экономики региона в кластерной концепции умной специализации, под которой понимается региональная стратегия инновационной деятельности, устанавливающей приоритеты, нацеленные на получение конкурентных преимуществ путем развития собственного научного и инновационного потенциала в соответствии с потребностями бизнеса [35].

Новая модель роста: от стимулирования инноваций к росту на их основе. Ниже (рис. 5) представлена развиваемая автором концепция новой модели эндогенно обусловленного экономического роста [9; 10], что предполагает кластеризацию регионального хозяйства в концепции умной специализации. Поскольку цель умной специализации – инновационная трансформация региональной экономики, то в качестве важного направления признается необходимость поддерживать межотраслевое распространение знаний для создания так называемых кросс-индустриальных инноваций и ноу-хау, в основе которых лежит объективный процесс усиления мультидисциплинарной природы знаний [7, с. 1764].

Инновационное развитие региональной экономики складывается в целом из двух комплементарных (взаимодополняющих) тенденций: формирования

инновационного сектора в экономике, т. е. создания рынка технологий, при этом рынок технологий должен быть способным производить конкурентоспособную рыночно востребованную продукцию; роста склонности компаний, работающих в традиционных и новых отраслях, к инновациям в интересах повышения своей конкурентоспособности.

Возможным решением этой сложной задачи может стать создание в регионе межотраслевого (кросс-индустриального) инжинирингового кластера инноваций и высоких технологий – Кольского кросс-индустриального инжинирингового кластера, призванного обеспечить полный цикл воспроизводства (создания, трансферта и коммерциализации) перспективных и востребованных реальным сектором экономики нововведений (рис. 5).

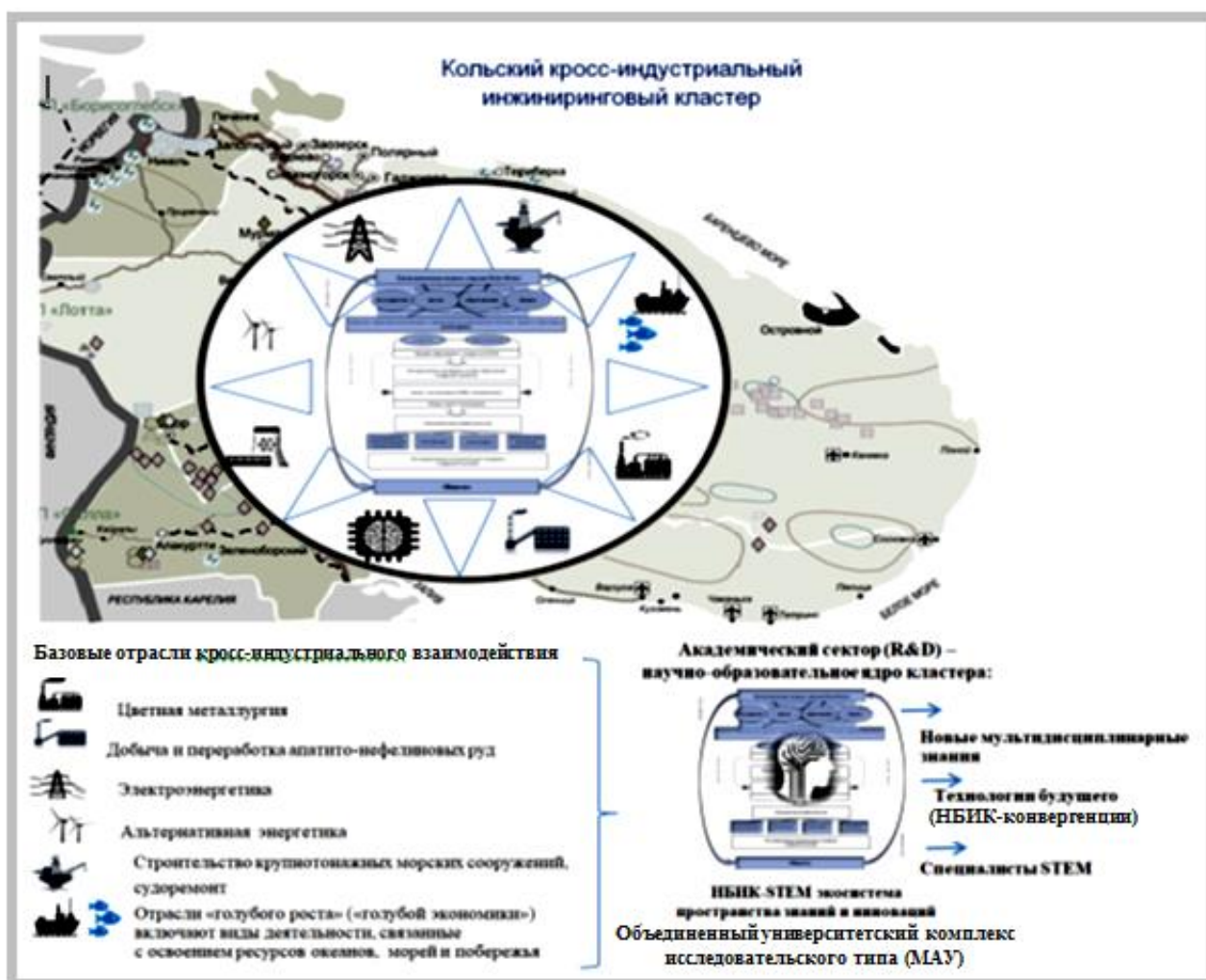


Рис. 5. Кластерная концепция НБИК-СТИМ пространства знаний и инноваций региональной экономики умной специализации [7; 8; 36; 37]

Fig. 5. NBIC-STEM cluster concept of the knowledge and innovation space of the regional economy of smart specialization [7; 8; 36; 37]

Данный подход развивает концепцию абсолютных и сравнительных преимуществ региона, объясняя кросс-функциональные взаимодействия наличием

таких преимуществ и предлагая механизм пространственной организации для реализации этих преимуществ.

Новая модель роста предполагает ориентацию на постиндустриальную экономику новой (шестой) технологической волны, ядром которой являются НБИК-конвергентные технологии, базирующиеся на объективном процессе усиления мультидисциплинарной природы знаний [7, с. 1764], где университетская экосистема объединенного университета (Мурманский арктический университет, МАУ) выступает сетевой платформой НБИК-конвергентного пространства знаний и инноваций с упором на СТИМ образование («НБИК-СТИМ, режим 3») (рис. 1).

Экосистемный подход отражает «поворот» от доминирующей в индустриальной экономике диады «промышленность – государство» к многофакторному спиральному взаимодействию (N-кортеж спиралей) «наука – промышленность – государство – общество» [19], когда происходит сближение функциональных сфер научной, образовательной, инновационной и предпринимательской экосистемы, образуется открытое метaprостранство знаний и инноваций, в рамках которого формируется специфическая институциональная среда адаптивного типа, учитывающая стратегические задачи данной системы и способствующая активизации процессов расширенного воспроизводства инноваций, технологий и человеческого капитала [7, с. 1763].

Таким образом, речь идет о формировании институциональной матрицы конвергентного пространства знаний и инноваций нового коэволюционного типа, адекватного реалиям информационно-сетевой эпохи, включающей в себя не только предмет и методы исследования, основанные на метадисциплинарной методологии НБИК, но и механизмы функционирования, взаимодействия, принятия решений, для которых характерно комбинированное сочетание государственно-плановых, рыночных и сетевых методов и механизмов регулирования, координации и саморегуляции. Сформированные на этой основе конвергентные сетевые экосистемы, основанные на интеллектуальных цифровых платформах и формирующие универсальную среду работы с большими данными, позволят обеспечить конвергенцию знаний, компетенций, технологий, сервисов.

По результатам проведенного исследования предлагаем следующие выводы:

1. В настоящее время мир находится на завершающем этапе третьей и формирования четвертой промышленной революции, технологическим ядром которой являются конвергентные технологии НБИК. Это приводит к серьезным проблемам, связанным с трансформацией рынка труда, когда кардинально меняются требования к качеству человеческого капитала.

2. Мурманская область – это стратегический регион с высокоиндустриальной структурой экономики, которая остро нуждается в передовых инновациях и высококвалифицированных кадрах; переход к инновационной экономике является абсолютным императивом устойчивости развития арктического региона.

3. Несмотря на достаточно высокий научно-образовательный и промышленно-технологический потенциал, развитие инновационных процессов в регионе находится на низком уровне и не соответствует в полной мере современ-

ным тенденциям НБИК-конвергентного экономического развития, а человеческий капитал девальвируется, о чем свидетельствует растущая нехватка профессиональных кадров, главным образом, инженерно-технических направлений подготовки.

4. Учитывая специфику развития арктической экономики, которая носит ярко выраженный индустриальный характер, формирование человеческого капитала следует рассматривать в резонансном контексте вызовов четвертой промышленной революции и задач новой индустриализации (индустрии 4.0) на базе шестого уклада, технологическим ядром которой являются конвергентные технологии НБИК.

5. Возможным решением этой сложной задачи может стать создание в регионе межотраслевого (кросс-индустриального) инжинирингового кластера инноваций и высоких технологий, призванного обеспечить полный цикл воспроизводства (создания, трансферта и коммерциализации) перспективных и востребованных реальным сектором экономики нововведений, где университетская экосистема объединенного университета (МАУ) выступает сетевой платформой НБИК-конвергентного пространства знаний и инноваций с упором на СТИМ образование («НБИК-СТИМ, режим 3»).

Список литературы

1. Шваб К. Четвертая промышленная революция: пер. с англ. Москва, 2016. 138 с. [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: http://ncrao.rsvpu.ru/sites/default/files/library/k._shvab_chetvertaya_promyshlennaya_revolyuiciya_2016.pdf (дата обращения 11.08.2023).
2. Акаев А., Рудской А. Синергетический эффект NBIC-технологий и мировой экономической рост в первой половине XXI века [Электронный ресурс]. Экономическая политика. 2014. № 2. С. 25–46. Электрон. дан. EDN: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=rzsepz> (дата обращения 11.08.2023).
3. Roco M. C., Bainbridge W. S. Converging Technologies for Improving Human Performance. Project Oil water separation technologies. Germany. Berlin, 2003. 25 p. [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: https://www.researchgate.net/publication/252444145_Converging_Technologies_for_Improving_Human_Performance (дата обращения 27.08.2023).
4. Кругман П. Р. Возвращение Великой депрессии?: пер. с англ. В. Н. Егорова. Москва, 2009. 334 с. [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004367154> (дата обращения 26.08.2023).
5. Алексеева И. Ю., Аршинов В. И., Чеклецов В. В. «Технолюди» против «постлюдей»: НБИКС-революция и будущее человека. [Электронный ресурс] // Вопросы философии. 2013. № 3. С. 12–21. Электрон. дан. EDN: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18937181> (дата обращения 26.08.2023).
6. Дятлов С. А. Цифровая нейро-сетевая экономика: теоретические и методологические подходы к исследованию [Электронный ресурс] // Экономика и управление: проблемы, решения. 2018. Т. 3. № 3. С. 3–8. Электрон. дан. EDN: <https://elibrary.ru/ytdhcl> (дата обращения 26.08.2023).
7. Агарков С. А. Особенности пространственной организации инновационных процессов в арктическом регионе: вызовы и задачи современности // Вопросы инновационной экономики. 2022. Т. 12. № 3. С. 1759–1786. DOI: 10.48023/2411-7943_2021_9_4_21
8. Агарков С. А. Человеческий капитал в контексте актуальных задач конкурентоспособного развития экономики регионов Российской Арктики // Идеи и новации. 2021. Т. 9.

№ 4. С. 21–45. DOI: 10.48023/2411-7943_2021_9_4_21

9. Romer P. Growth based on increasing returns due to specialization. [Электронный ресурс] // *American Economic Review*. 1987. Vol. 77 (2). P. 56–62. Электрон. дан. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Growth-Based-on-Increasing-Returns-Due-to-Romer/64ba7bea655b46e2e9a5c274165e15fae17c27ec> (дата обращения 20.09.2023).

10. Romer P. Endogenous technological change [Электронный ресурс] // *Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98. № 5 (2). P. 71–102. Электрон. дан. URL: <https://doi.org/10.1086/261725> (дата обращения 20.09.2023)

11. Маркова Т. Л., Первухина И. В., Пьянкова С. Г. Взаимосвязь мегатрендов, перспектив развития рынка труда и системы высшего образования: зарубежный и отечественный аспект [Электронный ресурс] // *Научные труды вольного экономического общества России*. 2018. Т. 211. № 3. С. 559–581. Электрон. дан. EDN: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36645095> (дата обращения 20.09.2023).

12. Valero A., Reenen J. V. The economic impact of universities: evidence from across the globe [Электронный ресурс] // *Economics of Education Review*. 2018. Vol. 68. P. 53–67. Электрон. дан. URL: <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2018.09.001> (дата обращения 12.08.2023).

13. Trippl M., Sinozic T., Lawton Smith H. The role of universities in regional development: conceptual models and policy institutions in the UK, Sweden and Austria // *Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy (CIRCLE) Lund University*. 2015. № 13. DOI: 10.1080/09654313.2015.1052782

14. Cataldo M. Di, Monastiriotis V., Rodríguez-Pose A. How ‘Smart’ Are Smart Specialization Strategies? [Электронный ресурс] // *Journal of Common Market Studies*. 2020. Vol. 60. Is. 5. P. 1272–1298. Электрон. дан. URL: <http://dx.doi.org/10.1111/jcms.13156> (дата обращения 12.08.2023).

15. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The dynamics of innovation: from national systems and «Mode 2» to the triple helix of university-industry-government relations [Электронный ресурс] // *Research Policy*. 2000. Т. 29. № 2. С. 109–125. Электрон. дан. EDN: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=6391166> (дата обращения 12.08.2023).

16. Etzkowitz H., Webster A., Gebhardt C., Terra B. R. The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm [Электронный ресурс] // *Research Policy*. 2000. Is. 29 (2). P. 313–330. Электрон. дан. EDN: <https://elibrary.ru/dyugtp> (дата обращения 12.08.2023).

17. Carayannis E., Grigoroudis E. Quadruple Innovation Helix and Smart Specialization: Knowledge Production and National Competitiveness // *Journal of the National Research University Higher School of Economics*. 2016. Vol. 10. № 1. P. 31–42. DOI: 10.17323/1995-459x.2016.1.31.42

18. Carayannis E., Campbell D. F. J., Barth T. D. The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation // *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 2012. Is. 1. No. 2. P. 1–12. DOI: 10.1186/2192-5372-1-2

19. Leydesdorff L. The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an N-Tuple of Helices: Explanatory Models for Analyzing the Knowledge-Based Economy? // *Journal of the Knowledge Economy*. 2012. Vol. 3. No. 1. P. 25–35. DOI: 10.1007/s13132-011-0049-4

20. Gjelsvik M. Universities, innovation and competitiveness in regional economies // *International Journal of Technology Management*. 2018. Vol. 76. Is. 1 (2). P. 10–31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1504/IJTM.2018.10009596>

21. Кузьминов Я., Сорокин П., Фруммин И. Общие и специальные навыки как компоненты человеческого капитала: новые вызовы для теории и практики образования // *Форсайт*. 2019. Т. 2. № 13. С. 19–41. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.2.19.41

22. Goldin C., Katz L. *The Race between Education and Technology*. Cambridge, MA: Belknap Press // *American Journal of Ophthalmology*. 2010. Vol. 114 (5). P. 1413–1415. DOI: 10.1086/ahr.114.5.1413

23. WEF (2017) *The Global Human Capital Report* [Электронный ресурс]. Электрон. дан.

- URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-human-capital-report-2017/> (дата обращения 19.09.2023).
24. Zemtsov S., Barinova V., Semenova R. The Risks of Digitalization and the Adaptation of Regional Labor Markets in Russia // *Foresight and STI Governance*. 2019. Vol. 13. No. 2. P. 84–96. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.2.84.96
25. Ковальчук М. В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее [Электронный ресурс] // *Российские нанотехнологии*. 2011. Т. 6. № 1 (2). С. 13–23. Электрон. дан. EDN: <https://elibrary.ru/nedvvh> (дата обращения 19.09.2023).
26. Bainbridge W. S., Montemagno C., Roco M. C. Converging technologies for improving human performance [Электронный ресурс] // NSF/DOC-sponsored report. 2002. 457 p. Электрон. дан. URL: https://www.researchgate.net/publication/252444145_Converging_Technologies_for_Improving_Human_Performance (дата обращения 19.08.2023).
27. Чучуева И. А. Прогнозирование временных рядов при помощи модели экстраполяции по выборке максимального подобию [Электронный ресурс] // *Наука и современность*. 2010. № 1-2. С. 187–192. Электрон. дан. EDN: <https://elibrary.ru/rsljut> (дата обращения 19.08.2023).
28. Козлов Д. В., Платанова Д. П., Лешуков О. В. Где учиться и где работать: межрегиональная мобильность студентов и выпускников университетов. Москва: НИУ ВШЭ, 2017. 32 с.
29. Симакова А. В., Гуртов В. А. Потенциал системы профессионального образования территорий Арктической зоны России [Электронный ресурс] // *Непрерывное образование: XXI век*. 2020. № 3 (31). DOI: 10.15393/j5.art.2020.6053. Электрон. дан. URL: <https://lll21.petsru.ru/journal/article.php?id=6053> (дата обращения 30.08.2023).
30. Федеральная служба государственной статистики. Рабочая сила, занятость и безработица в России. [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13211> <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13211> (дата обращения 29.08.2023).
31. Постановление Правительства Мурманской области от 20.03.2019 № 123-ПП «Прогноз социально-экономического развития Мурманской области на период до 2035 года». [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: <https://mines.gov-murman.ru/activities/forecasts/sub02/> (дата обращения 05.07.2023).
32. Информационно-аналитические материалы по результатам проведения мониторинга деятельности образовательных организаций высшего образования. Характеристика системы высшего образования в РФ [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: <https://monitoring.miccedu.ru/?m=vpo&year=2022> (дата обращения 26.07.2023).
33. Об утверждении Прогноза кадровой потребности экономики и социальной сферы Мурманской области на 2022–2026 годы [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: <https://murman-zan.ru/Documents/Detail/3a2b2de5-228c-4ad7-91b0-e98660c54f10/> (дата обращения 20.07.2023).
34. Алексеева И. Ю., Аршинов В. И. Информационное общество и НБИКС-революция. Москва: Институт философии РАН, 2016. 196 с. [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: <https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/2016/alekseeva/Alekseeva.pdf> (дата обращения 02.07.2023).
35. Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisations (RIS 3) European Commission. DOI: 10.2776/65746
36. Постановление Правительства Мурманской области от 25 декабря 2013 г. № 768-ПП/20. «Стратегия социально-экономического развития Мурманской области до 2020 года и на период до 2025 года» [Электронный ресурс]. Электрон. дан. URL: https://mines.gov-murman.ru/activities/strat_plan/sub02/ (дата обращения 27.11.2023).
37. Агарков С. А. Пространственная организация арктического хозяйства в условиях современных вызовов неиндустриального развития // *Экономика и предпринимательство*. 2022. № 5 (142). С. 282–292. DOI: 10.34925/EIP.2022.142.5.053

References

1. Schwab K. The fourth industrial revolution. Moscow, 2016. 138 p. [Electronic resource]. Electron dan. URL: http://ncrao.rsvpu.ru/sites/default/files/library/k._shvab_chetvertaya_promyshlennaya_revolyuciya_2016.pdf (date of access 11.08.2023). (In Russ.)
2. Akaev A., Rudskoy A. Synergetic effect of NBIC-technologies and global economic growth in the first half of the 21st century [Electronic resource]. *Ekonomicheskaya politika [Economic Policy]*. 2014. No. 2. P. 25–46. Electron dan. EDN: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=rzsepz> (date of access 11.08.2023). (In Russ.)
3. Roco M. C., Bainbridge W. S. Converging Technologies for Improving Human Performance. Project Oil water separation technologies. Germany. Berlin, 2003. 25 p. [Electronic resource]. Electron dan. URL: https://www.researchgate.net/publication/252444145_Converging_Technologies_for_Improving_Human_Performance (date of access 27.08.2023).
4. Krugman P. R. Return of the Great Depression? Moscow, 2009. 334 p. [Electronic resource]. Electron dan. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01004367154> (date of access 27.08.2023). (In Russ.)
5. Alekseeva I. Yu., Arshinov V. I., Chekletsov V. V. «Techno-people» against «post-people2: NBICS-revolution and the future of man [Electronic resource]. *Voprosy filosofii [Questions of Philosophy]*. 2013. No. 3. P. 12–21. Electron dan. EDN: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18937181> (date of access 27.08.2023). (In Russ.)
6. Dyatlov S. A. Digital neural network economics: theoretical and methodological approaches to research [Electronic resource]. *Ekonomika i upravlenie: problemy, resheniya [Economics and management: problems, solutions]*. 2018. No. 3 (3). P. 3–8. Electron dan. URL: <https://elibrary.ru/ytdhcl> (date of access 27.08.2023). (In Russ.)
7. Agarkov S. A. Features of the spatial organization of innovation processes in the Arctic region: challenges and tasks of our time. *Voprosy innovacionnoj ekonomiki [Issues of innovative economics]*. 2022. Vol. 12. No. 3. P. 1759–1786. DOI: 10.48023/2411-7943_2021_9_4_21 (In Russ.)
8. Agarkov S. A. Human capital in the context of current tasks of competitive development of the economy of the regions of the Russian Arctic. *Idei i novacii [Ideas and innovations]*. 2021. Vol. 9. No. 4. P. 21–45. DOI: 10.48023/2411-7943_2021_9_4_21 (In Russ.)
9. Romer P. Growth based on increasing returns due to specialization [Electronic resource]. *American Economic Review*. 1987. Vol. 77 (2). P. 56–62. Electron dan. URL: <https://www.semanticscholar.org/paper/Growth-Based-on-Increasing>Returns-Due-to-Romer/64ba7bea655b46e2e9a5c274165e15fae17c27ec> (date of access 20.09.2023).
10. Romer P. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*. 1990. Vol. 98. No. 5 (2). P. 71–102. DOI: 10.1086/261725
11. Markova T. L., Pervukhina I. V., Pyankova S. G. Interrelation of megatrends, prospects for the development of the labor market and the higher education system: foreign and domestic aspects [Electronic resource]. *Nauchnye trudy vol'nogo ekonomicheskogo obshchestva Rossii [Scientific works of the Free Economic Society of Russia]*. 2018. T. 211. No. 3. P. 559–581. Electron dan. EDN: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=36645095> (date of access 20.09.2023). (In Russ.)
12. Valero A., Reenen J. V. The economic impact of universities: evidence from across the globe. *Economics of Education Review*. 2018. No. 68. P. 53–67. DOI: 10.1016/j.econedurev.2018.09.001
13. Trippel M., Sinozic T., Lawton Smith H. The role of universities in regional development: conceptual models and policy institutions in the UK, Sweden and Austria. *Centre for Innovation, Research and Competence in the Learning Economy (CIRCLE) Lund University*. 2015. № 13. DOI: 10.1080/09654313.2015.1052782

14. Cataldo M. Di, Monastiriotis V., Rodríguez-Pose A. How 'Smart' Are Smart Specialization Strategies? *Journal of Common Market Studies*. 2020. No. 60 (5). P. 1272–1298. DOI: 10.1111/jcms.13156
15. Etzkowitz H., Leydesdorff L. The dynamics of innovation: from national systems and «Mode 2» to the triple helix of university-industry-government relations [Electronic resource]. *Research Policy*. 2000. T. 29. No. 2. C. 109–125. Electron dan. EDN: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=6391166> (date of access 12.08.2023).
16. Etzkowitz H., Webster A., Gebhardt C., Terra B. R. C. The future of the university and the university of the future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm [Electronic resource]. *Research Policy*. 2000. No. 29 (2). P. 313–330. Electron dan. EDN: <https://elibrary.ru/item.asp?id=6391181> (date of access 12.08.2023).
17. Carayannis E., Grigoroudis E. Quadruple Innovation Helix and Smart Specialization: Knowledge Production and National Competitiveness. *Journal of the National Research University Higher School of Economics*. 2016. Vol. 10. No. 1. P. 31–42. DOI: 10.17323/1995-459x.2016.1.31.42
18. Carayannis E., Barth T. D., Campbell D. F. J The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 2012. No. 1 (2). P. 1–12. DOI: 10.1186/2192-5372-1-2
19. Leydesdorff L. The Triple Helix, Quadruple Helix, ..., and an N-Tuple of Helices: Explanatory Models for Analyzing the Knowledge-Based Economy? *Journal of the Knowledge Economy*. 2012. No. 3 (1). P. 25–35. DOI: 10.1007/s13132-011-0049-4
20. Gjelsvik M. Universities, innovation and competitiveness in regional economies // *International Journal of Technology Management*. 2018. Vol. 76. Is. 1 (2). P. 10–31. DOI: 10.1504/IJTM.2018.10009596
21. Kuzminov Ya., Sorokin P., Froumin I. General and special skills as components of human capital: new challenges for education theory and practice. *Forsajt [Foresight]*. 2019. No. 2 (13). P. 19–41. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.2.19.41 (In Russ.)
22. Goldin C., Katz L. *The Race between Education and Technology*. Cambridge, MA: Belknap Press. *American Journal of Ophthalmology*. 2010. No. 114 (5). P. 1413–1415. DOI: 10.1086/ahr.114.5.1413
23. WEF (2017) *The Global Human Capital Report* [Electronic resource]. Electron dan. URL: <https://www.weforum.org/reports/the-global-human-capital-report-2017/> (date of access 19.09.2023).
24. Zemtsov S., Barinova V., Semenova R. The Risks of Digitalization and the Adaptation of Regional Labor Markets in Russia. *Foresight and STI Governance*. 2019. Vol. 13. No. 2. P. 84–96. DOI: 10.17323/2500-2597.2019.2.84.96
25. Kovalchuk M. V. Convergence of sciences and technologies-breakthrough to the future. [Electronic resource]. *Rossijskie nanotekhnologii [Nanotechnol Russia]*. 2011. No. 6. P. 1–16. Electron dan. <https://elibrary.ru/nedvvh> (date of access 19.09.2023). (In Russ.)
26. Bainbridge W. S., Montemagno C., Roco M. C. Converging technologies for improving human performance [Electronic resource]. *NSF/DOC-sponsored report*. 2002. 457 p. Electron dan. URL: https://www.researchgate.net/publication/252444145_Converging_Technologies_for_Improving_Human_Performance (date of access 19.08.2023).
27. Chuchueva I. A. Forecasting time series using an extrapolation model based on maximum similarity sampling [Electronic resource]. *Nauka i sovremennost' [Science and modernity]*. 2010. No. 1-2. P. 187–192. Electron. dan. EDN: <https://elibrary.ru/rsljut> (date of access 19.08.2023). (In Russ.)
28. Kozlov D. V., Platanova D. P., Leshukov O. V. Where to study and where to work: inter-regional mobility of university students and graduates. Moscow, 2017. 32 p. (In Russ.)
29. Simakova A. V., Gurtov V. A. Potential of the vocational education system of the territories of the Arctic zone of Russia [Electronic resource]. *Nepreryvnoe obrazovanie: XXI vek [Lifelong*

- education: the 21st century*]. 2020. No. 3 (31). DOI: 10.15393/j5.art.2020.6053. Electron. dan. URL: <https://i1121.petrus.ru/journal/article.php?id=6053> (date of access 30.08.2023) (In Russ.)
30. Federal State Statistics Service. Labor force, employment and unemployment in Russia [Electronic resource]. Electron. dan. URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13211> <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13211> (date of access 29.08.2023). (In Russ.)
31. Decree of the Government of the Murmansk Region dated March 20, 2019 No. 123-PP «Forecast of socio-economic development of the Murmansk Region for the period until 2035» [Electronic resource]. Electron. dan. URL: <https://minec.gov-murman.ru/activities/forecasts/sub02/> (date of 5.07.2023) (In Russ.)
32. Information and analytical materials based on the results of monitoring the activities of educational organizations of higher education. Characteristics of the higher education system in the Russian Federation. [Electronic resource]. Electron. dan. URL: <https://monitoring.miccedu.ru/?m=vpo&year=2022> (date of access 26.07.2023). (In Russ.)
33. On approval of the Forecast of personnel needs of the economy and social sphere of the Murmansk region for 2022–2026 [Electronic resource]. Electron. dan. URL: <https://murman-zan.ru/Documents/Detail/3a2b2de5-228c-4ad7-91b0-e98660c54f10/> (date of access 20.07.2023) (In Russ.)
34. Alekseeva I. Yu., Arshinov V. I. The Information Society and the NBICS Revolution. Moscow: Institute of Philosophy RAS, 2016. 196 p. [Electronic resource]. Electron dan. URL: <https://iphras.ru/uplfile/root/biblio/2016/alekseeva/Alekseeva.pdf> (date of access 02.07.2023) (In Russ.)
35. Guide to Research and Innovation Strategies for Smart Specialisations (RIS 3) European Commission. DOI: 10.2776/65746
36. Decree of the Government of the Murmansk Region of December 25, 2013 № 768-PP/20. «Strategy for the socio-economic development of the Murmansk region until 2020 and for the period until 2025» [Electronic resource]. Electron dan. URL: https://minec.gov-murman.ru/activities/strat_plan/sub02/ (date of access 27.11.2023) (In Russ.)
37. Agarkov S. A. Spatial organization of the Arctic economy in the context of modern challenges of neo-industrial development. *Ekonomika i predprinimatel'stvo [Economics and Entrepreneurship]*. 2022. No. 5 (142). P. 282–292. DOI: 10.34925/EIP.2022.142.5.053 (In Russ.)