

УДК 331.101.262:330.322:338.1

DOI: 10.18799/26584956/2024/3/1775

Шифр специальности ВАК: 5.2.1

Влияние технологических вызовов шестой К-волны на изменение человеческого капитала

Е.В. Меньшикова¹✉, Т.Г. Трубченко²,
Н.В. Потехина^{1,2}, М.В. Верховская¹, А.Н. Древаль¹

¹ *Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск*

² *Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Россия, г. Томск*

✉ emikhalchenko@tpu.ru

Аннотация. Технологический уровень и человеческий капитал являются ключевыми факторами экономического развития. Развитие человеческого капитала и повышение качества жизни населения – первоочередные задачи для социально-экономических трансформаций в стране на ближайшие 7–10 лет. Учитывая значительные технологические изменения в рамках шестой К-волны (Кондратьевской волны) и перспективы развития МАНБРИК-технологий, можно утверждать, что актуальность человеческого капитала будет только возрастать. **Цель:** рассмотреть влияние нового технологического уклада на структурные изменения человеческого капитала в теории Кондратьевских волн и выявить потенциальные последствия на развитие социума. **Методы:** применяется метод анализа для понимания аспектов и ограничений теории технологических укладов, поскольку она используется многими исследователями для объяснения причин длинноволновой динамики; также используются методы типитизации и классификации технологических вызовов; метод систематизации позволил структурировать и описать качественные характеристики Кондратьевских волн и соотнести их с этапами развития общества; метод синтеза помог описать последствия глобальных социальных изменений на структурные компоненты человеческого капитала и развитие социума. **Результаты:** рассмотрены процессы формирования и использования человеческого капитала в контексте изменений в глобальных экономических и технологических структурах; описаны компоненты человеческого капитала, выявлены глобальные технологические вызовы, которые были соотнесены с периодизацией Кондратьевских волн; проанализированы и систематизированы факторы, влияющие на структурные компоненты человеческого капитала в рамках шестой Кондратьевской волны. Описанные тенденции и потенциальные последствия являются основой для формирования государственной технологической и социально-экономической политики.

Ключевые слова: шестая волна Кондратьева, шестая технологическая парадигма, кибернетическая революция, старение населения, человеческий капитал, развитые страны, развивающиеся страны

Для цитирования: Меньшикова Е.В., Трубченко Т.Г., Потехина Н.В., Верховская М.В., Древаль А.Н. Влияние технологических вызовов шестой К-волны на изменение человеческого капитала // Векторы благополучия: экономика и социум. – 2024. – Т. 52. – № 3. – С. 49–61. DOI: 10.18799/26584956/2024/3/1775

УДК 331.101.262:330.322:338.1

DOI: 10.18799/26584956/2024/3/1775

Impact of technological challenges of the sixth K-wave on changes of human capital

E.V. Menshikova^{1✉}, T.G. Trubchenko², N.V. Potekhina¹, M.V. Verkhovskaya¹, A.N. Dreval¹

¹ National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russian Federation

² National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

✉ emikhalchenko@tpu.ru

Abstract. The technological level and human capital are key factors of economic development. The development of human capital and improving the quality of life of the population are the primary tasks for socio-economic transformations in the country for the next 7–10 years. Taken into account the significant technological changes within the 6th K-wave (Kondratieff wave), and the prospects for the development of MANBRIC technologies, disclosed in this article, it can be argued that the relevance of human capital will only increase. **Aim.** To consider the impact of a new technological way on structural changes in human capital in the theory of Kondratieff waves and to identify potential consequences for the development of society. **Methods.** Method of analysis to understand the aspects and limitations of the theory of technological structures, since it is used by many researchers to explain the causes of long-wave dynamics; methods of typification and classification of technological challenges. The systematization method made it possible to structure and describe the qualitative characteristics of Kondratieff waves and correlate them with the stages of development of society. The synthesis method was used to describe the consequences of global social changes on the structural components of human capital and the development of society. **Results.** The article examines the processes of formation and use of human capital in the context of changes in global economic and technological structures. The authors described the components of human capital, identified global technological challenges, correlated global technological challenges with the periodization of Kondratieff waves, analyzed and systematized the factors effecting the structural components of human capital within the 6th Kondratieff wave. The described changes and assessment of potential consequences are for the emerging state technological and socio-economic policies.

Keywords: sixth Kondratieff wave, sixth technological paradigm, cybernetic revolution, aging population, human capital, developed countries, developing countries

For citation: Menshikova E.V., Trubchenko T.G., Potekhina N.V., Verkhovskaya M.V., Dreval A.N. Impact of technological challenges of the sixth K-wave on changes of human capital. *Journal of Wellbeing Technologies*, 2024, vol. 52, no. 3, pp. 49–61. DOI: 10.18799/26584956/2024/3/1775

Введение

В социально-экономическом прогнозе роста национальной экономики до 2030 года подчеркивается ключевая задача развития человеческого капитала и повышения уровня жизни населения, влияющая на все секторы и уровни экономической активности [1]. На сегодняшний день значительная часть экономического прогресса в развитых странах объясняется вкладом научно-технических достижений, в первую очередь связанных с расширением интеллектуального и человеческого капитала.

Научный обзор

Термин «человеческий капитал» прочно вошел в экономический оборот. Впервые он появился в 1970-х гг. в трудах Т. Шульца и Г. Беккера – представителей чикагской школы, но-

белевских лауреатов. В их понимании человеческий капитал есть экономическая оценка способностей человека приносить доход, включающий в себя врожденные и накопленные компетенции человека. При этом врожденные качества – лишь основа, собственно капиталом являются приобретенные ценные качества. Г. Беккер пишет, что «инвестиции в человеческий капитал включают инвестиции в обучение, подготовку на производстве, расходы на здравоохранение, миграцию и поиск информации о ценах и доходах» [2, р. 11].

Люди увеличивают свои способности производить путем инвестирования в самих себя, чтобы в перспективе увеличить свои доходы. Человеческий капитал «есть мера воплощенной в человеке способности приносить доход. Человеческий капитал включает врожденные способности и талант, а также образование и приобретенную квалификацию» [3, с. 303].

В российской экономической литературе имеются разные определения понятия «человеческий капитал». Часть исследователей полагают, что «человеческий капитал – это имеющийся у человека запас здоровья, знаний, навыков, способностей, мотиваций, которые действуют росту его производительности труда и влияют на рост доходов (зарботков). Для постиндустриального общества характерно воспроизводство производительных сил человека не в товарной форме, а в форме человеческого капитала» [4, с. 10]. Авторы подчеркивают, что человеческий капитал есть результат преобразования издержек на получение знаний и навыков, поддержание здоровья и миграцию.

Известный ученый Р.И. Капелюшников утверждает, что человеческий капитал – это «запас знаний, навыков и способностей, которые есть у каждого человека и которые могут быть использоваться им либо в производственных, либо в потребительских целях» [5, с. 26].

Неоднозначен и состав человеческого капитала. Г. Беккер выделяет общие и специальные знания, капитал профессиональной подготовки (квалификация и производственный опыт), капитал здоровья, капитал миграции, а также обладание экономически значимой информацией и мотивацией к экономической деятельности.

И. Ильинский выделяет такие составляющие человеческого капитала, как капитал образования, капитал здоровья и капитал культуры. Под капиталом здоровья им понимались инвестиции в поддержание здоровья человека и, как следствие, его работоспособности [6].

Таким образом, понятие человеческого капитала, с одной стороны, показывает важность инвестирования в рабочую силу, а с другой – выявляет серьезные трансформации в качестве рабочей силы под воздействием технических нововведений.

С точки зрения технического прогресса общества, структурная составляющая человеческого капитала включает в себя следующие элементы [2, 6]:

1. Образование и профессиональная подготовка – формальное образование, такое как школьное и высшее образование, а также неформальное образование, такое как профессиональные курсы, тренинги и стажировки. Образование и профессиональная подготовка позволяют людям развивать свои навыки и знания, необходимые для работы в современных технологических отраслях.

2. Навыки и умения – технические навыки, такие как программирование, инженерия, дизайн, и нетехнические навыки, такие как коммуникация, лидерство, решение проблем и критическое мышление, позволяющие людям эффективно работать в современных технологических отраслях.

3. Капитал здоровья – инвестиции в человека, осуществляемые с целью поддержания и совершенствования его здоровья и работоспособности.

4. Культура и ценности – ментальность работника, ценности и мотивационные установки, социальная активность, уровень потребностей и т. д.

5. Доступ к информации и ресурсам – доступ к технологиям, необходимым для развития и применения человеческого капитала. Это может включать в себя доступ к образовательным ресурсам, библиотекам, онлайн-курсам и пр.

Все эти элементы вместе формируют структурную составляющую человеческого капитала с точки зрения технического развития общества. Они позволяют людям эффективно работать в современных технологических отраслях, генерировать идеи и инновации, а также способствуют прогрессу общества в целом. В то же время все эти факторы вместе определяют качество человеческого капитала и его вклад в экономический рост, инновации и социум.

Формирование и использование человеческого капитала в контексте изменений в глобальных экономических и технологических структурах имеет актуальное значение для понимания функционирования социально-экономических процессов. Этот подход вытекает из признания того, что технологические структуры охватывают множество взаимосвязанных отраслей, составляющих единый воспроизводственный цикл экономического развития.

Устойчивое воспроизводство человеческого капитала служит краеугольным камнем для поддержания современной экономической системы. Каждая технологическая структура соответствует определенным формам общественного потребления, производства и социальной организации.

Изменения технологической структуры отражаются в концепции длинных волн российского социолога и экономиста Н.Д. Кондратьева (1892–1938 гг.) и в теории технологических укладов, согласно которым каждой новой волне (50–60 лет) соответствует новый технологический уклад [7].

Согласно концепции длинных волн (или К-волн), «в долгосрочной динамике некоторых экономических индикаторов наблюдается определенная циклическая регулярность, в ходе которой на смену фазам роста соответствующих показателей приходят фазы их относительного спада с характерным периодом этих долгосрочных колебаний порядка 50 лет» [8, с. 39]. За основу исследования циклической закономерности были взяты такие индикаторы, как цена, банковский процент, объем внешней торговли, производство угля и чугуна, а также некоторые другие производственные показатели, характерные для экономик стран Запада и США. Так, в начале 1870-х гг. автор выявил циклические «длинные волны» в производстве угля и чугуна. Также следует отметить, что вопросы цикличности экономики исследовались в работах разных авторов еще до появления трудов Кондратьева.

У теории Кондратьева оказалось много последователей, которые продолжили изучать циклическую экономическую динамику: С.Ю. Глазьев, М.И. Туган-Барановский, Й. Шумпетер, Р. Гильфердинг, А. Шпитгоф, Ж. Лескюр, А. Афталион, У. Митчел, Дж. Мур, К. Лейтон, В. Зомбарт, Дж. Модельски и В.Р. Томпсон и др.

В.Р. Томпсон утверждает: «Длинные волны экономического роста, по всей видимости, обладают исключительно высокой значимостью для мир-системных социальных процессов... Длинные волны технологических изменений (продолжительностью в 40–60 лет) определяют форму многих важных процессов... В течение последней тысячи лет их влияние становилось все более и более существенным. К-волны стали особенно важными для нашего понимания экономического роста, войн и системного лидерства... Но они важны и для других процессов, таких как политические изменения в отдельных странах, культурные изменения, а также процессы смены поколений. Этот список, по всей видимости, не исчерпывает значимости Кондратьевских волн, но он должен помочь оценить важность длинных волн для глобальных социальных процессов» [8, с. 63].

Согласно концепции российских авторов, смена принципов производства (охотничье-собирательский, аграрно-ремесленный, промышленно-торговый, научно-кибернетический) сопровождается соответствующей революцией [9].

В настоящее время имеет место кибернетическая революция, начало которой датируется 1950–1990 гг., когда появились и стали развиваться мощные информационные технологии, произошел прорыв в автоматизации, энергетике, в области синтетических материалов, космических технологий, в освоении космоса и морской акватории, сельском хозяйстве, но осо-

бенно – в создании электронных средств управления, связи и информации. Завершающая фаза кибернетической революции может начаться в 2030–2040-е гг. и продлится до 2070-х гг., совпадая с шестой кондратьевской волной, которая, по оценкам специалистов, охватывает период с 2020 по 2060–70-е гг.

Кибернетическая революция – это крупнейший технологический переворот от индустриального принципа производства к производству и услугам, базирующимся на работе саморегулирующихся систем [7].

В ряде публикаций российских и зарубежных авторов можно увидеть прогноз о появлении комплекса технологий «МАНБРИК» (по первым буквам, входящих в него технологических направлений: Медицина, Аддитивные, Нано-, Био-, Робототехнические, Информационные и Когнитивные технологии). Особенностью МАНБРИК-комплекса будет то, что большинство входящих в него технологий будут являться самоуправляемыми системами. [10–13].

При этом, как отмечают авторы, пандемия COVID-19 сильно ускорила процесс распространения самоуправляемых систем, в том числе и тех, с помощью которых регулируется поведение человека [14, 15].

Оценка влияния технологических вызовов на развитие человеческого капитала

На сегодняшний день выделяют шесть Кондратьевских волн (К-волн) и соответствующих им технологических укладов. Закономерности развития человеческого капитала и Кондратьевских волн представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика Кондратьевских волн и закономерностей развития человеческого капитала

Table 1. Characteristics of Kondratieff waves and patterns of human capital development

Кондратьевская волна Kondratieff wave	Даты Dates	Развитие новых технологий и базовые отрасли Development of new technologies and basic industries	Закономерности развития человеческого капитала Patterns of human capital development
Первая/First	1780–1840-е гг. 1780–1840s	Текстильные фабрики, промышленное использование каменного угля Textile factories, industrial use coal	<ul style="list-style-type: none"> • развитие ремесленного мастерства development of craft skills; • установление регламентированного труда рабочих/establishment of regulated labor for workers; • обучение рабочих без отрыва от производства workers were trained on the job; • минимальные требования к профессиональным навыкам и грамотности населения/minimum requirements for professional skills and literacy of the population
Вторая/Second	1840–1890-е гг. 1840–1890s	Угледобыча и чёрная металлургия, железнодорожное строительство, паровой двигатель Coal mining and ferrous metallurgy, railway construction, steam engine	<ul style="list-style-type: none"> • преимущественно тяжелый физический труд персонала на развивающихся производствах/predominantly heavy physical labor of personnel in developing industries; • развитие потребности в квалифицированных инженерах/developing the need for qualified engineers; • преобладание мужского труда над женским/predominance of male labor over female labor

Третья/Third	1890–1940-е гг. 1890–1940s	Тяжёлое машиностроение, электроэнергетика, неорганическая химия, производство стали и электрических двигателей Heavy engineering, electric power, inorganic chemistry, steel and electric motor production	<ul style="list-style-type: none"> • этап массового обучения stage of mass training; • высокий спрос на квалифицированных рабочих и специалистов, ответственных за обслуживание конвейеров, станков и инструментов great demand for skilled workers and specialists responsible for servicing conveyors, machines and tools; • повсеместное развитие начального образования, которое позволило вовлекать в производство большой пласт грамотного населения widespread development of primary education, allowing a large layer of the literate population to be involved in production; • развитие женского образования и женского труда development of women's education and women's labor; • возникновение научных подходов к управлению the emergence of scientific approaches to management
Четвертая Fourth	1940-е – начало 1980-х гг. 1940s – beginning 1980s	Производство автомобилей и других машин, химическая промышленность, нефтепереработка и двигатели внутреннего сгорания, массовое производство, развитие электроники Manufacture of automobiles and other machines, chemical industry, oil refining and internal combustion engines, mass production, electronics development	<ul style="list-style-type: none"> • высокий спрос на специалистов с высшим и средним специальным образованием great demand for specialists with higher and secondary specialized education; • переход от ручного труда к машинному производству transition from manual labor to machine production; • развитие науки и образования, повсеместное создание научных и исследовательских организаций, внедрение норм труда development of science and education, widespread creation of scientific and research organizations, implementation of labor standards; • улучшение благосостояния граждан the welfare of citizens has improved; • развитие медицины medicine development
Пятая /Fifth	1980-е – 2020 гг. 1980s – 2020	Производство персональных компьютеров, микроэлектроники, развитие сферы услуг, дистанционного управления, космической отрасли, робототехники, биотехнологий, лазерной и иной оптики, фототехники Production of personal computers, microelectronics,	<ul style="list-style-type: none"> • внедрение автоматизированных систем управления implementation of automated control systems; • рост спроса на специалистов с высшим образованием, в том числе на ученых для проведения научных исследований и разработок growing demand for specialists with higher education, including scientists to conduct research and development;

		development of services, remote control robotics, biotechnologies, laser and other optics, photographic equipment, development of the space industry	<ul style="list-style-type: none"> резкое улучшение качества и продолжительности жизни населения, расширение социальных гарантий и трудовых прав sharp improvement in the quality and life expectancy of the population, expansion of social guarantees and labor rights; активное развитие сфер сервиса active development of service areas; бурное развитие женского предпринимательства rapid development of women's entrepreneurship
Шестая/Sixth	2020–30-е – 2050–70-е гг. 2020–30s – 2050–70s	Искусственный интеллект, нанотехнологии, биотехнологии, новые медицинские технологии, новые технологии управления различными процессами (МАНБРИК-технологии), развитие самоуправляемых систем Artificial intelligence, nanotechnology, biotechnology, new medical technologies, new technologies for controlling various processes (MANBRIC technologies) Development of self-managing systems	<ul style="list-style-type: none"> переход к экономике знаний transition to a knowledge economy; карьерный рост персонала за счет внедрения цифровых технологий accessibility of career fulfillment for personnel through the introduction of digital technologies; повышение мобильности рабочей силы increasing of labor mobility; выход на первый план социальных и культурно-этических требований к труду (для молодого поколения) bringing to the fore social, cultural and ethical requirements for work (for the younger generation); спрос на специалистов по разработке и дальнейшему обслуживанию самоуправляемых систем demand for specialists in the development and further maintenance of self-managing systems

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

Сам Кондратьев выделил несколько основных признаков нового цикла [16]:

- появляются новые отрасли, приходящие на смену старым;
- новый, продолжительный экономический бум начинается с ростом фондовых рынков;
- начинают доминировать новые системы ценностей, определяющие общественные дебаты и планирование;
- появляются новые профессии и стандарты квалификации;
- начинают доминировать новые корпоративные культуры.

Взаимосвязь отраслей в период развития МАНБРИК-технологий на этапе шестой К-волны рассмотрена в табл. 2.

Волновые изменения в разные периоды развития экономики меняют требования и структурные составляющие человеческого капитала и порождают новые технологические вызовы.

Технологические вызовы – это проблемы и задачи, которые возникают в результате быстрого развития и изменения технологий. Они могут быть связаны с автоматизацией, искусственным интеллектом, цифровизацией, глобализацией, обучением и переподготовкой, циф-

ровой безопасностью, экологическими и социальными вызовами, изменением структуры занятости и требований к образованию и профессиональной подготовке. Технологические вызовы требуют от работников новых навыков и компетенций, а также могут привести к изменению рабочих моделей и организационных структур.

Таблица 2. Отрасли и сферы применения МАНБРИК-технологий
Table 2. Industries and areas of application of MANBRIC technologies

Отрасли применения МАНБРИК-технологий <i>Areas of application of MANBRIC technologies</i>	Сферы применения в данных отраслях <i>Application areas in these industries</i>
Медицина Medicine	<ul style="list-style-type: none"> • искусственные органы/artificial organs; • генная терапия/gene therapy; • хирургия/surgery; • фармацевтика/pharmaceuticals; • биочипы/biochips; • искусственный иммунитет/artificial immunity; • программы комплексной ранней диагностики и профилактики здоровья comprehensive early diagnosis and health prevention programs
Аддитивные технологии Additive technologies	<ul style="list-style-type: none"> • 3D-печать в разных сферах применения 3D printing in various fields of application; • FDM-, SLA-, SLS-, EBM-печать/FDM, SLA, SLS, EBM printing
Нанотехнологии Nanotechnology	<ul style="list-style-type: none"> • нанороботы/nanorobots; • наносхемы/nanocircuits; • наноматериалы/nanomaterials; • наномедицина/nanomedicine
Биотехнологии Biotechnology	<ul style="list-style-type: none"> • генетическая инженерия/genetic engineering • биоинформатика, промышленные биотехнологии bioinformatics, industrial biotechnology; • клонирование/cloning; • биомедицина/biomedicine
Робототехнологии Robotic technology	<ul style="list-style-type: none"> • промышленные роботы/industrial robots; • медицинские роботы/medical robots; • военные роботы/military robots; • бытовые роботы/household robots
Информационные технологии Information technology	<ul style="list-style-type: none"> • информационные сети/information networks; • компьютерные программы для управления computer programs for control; • цифровизация для государственных и личных нужд digitalization for government and personal needs; • базы данных/database; • «умные технологии» для дистанционного или автономного управления “Smart technologies” for remote or autonomous control
Когнитивные технологии Cognitive technologies	<ul style="list-style-type: none"> • распознавание речи, лица, отпечатков пальцев speech, face, fingerprint recognition; • искусственный интеллект/artificial intelligence • «умные программы» для улучшения когнийций “Smart programs” to improve cognition

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

По мнению авторов, к технологическим вызовам для человеческого капитала в рамках шестой Кондратьевской волны, относятся:

- автоматизация и роботизация: с развитием технологий многие рутинные и повторяющиеся задачи, которые ранее выполнялись людьми, могут быть автоматизированы или роботизированы, что может привести к сокращению рабочих мест и изменению требований к навыкам и компетенциям работников;
- искусственный интеллект и машинное обучение: с развитием искусственного интеллекта и машинного обучения многие задачи, которые ранее требовали человеческого интеллекта и экспертизы, могут быть выполнены компьютерами, что меняет требования к навыкам и компетенциям работников;
- дистанционная работа и удаленный доступ: с развитием технологий связи и Интернета многие рабочие задачи могут быть выполнены удаленно, вследствие этого меняются требования к навыкам и компетенциям специалистов, а также к производственным процессам и организационным структурам. Внедрение системы дистанционной работы увеличит гибкость и продуктивность сотрудников;
- цифровизация и интернет вещей: с развитием цифровых технологий и интернета вещей, многие рабочие процессы и задачи могут быть оцифрованы и автоматизированы;
- глобализация и мобильность рабочей силы: с развитием технологий связи и транспорта, рабочая сила становится все более мобильной и глобальной;
- обучение и переподготовка: с развитием технологий и изменением требований к навыкам и компетенциям работников необходимость в постоянном обучении и переподготовке становится все более актуальной. Эффективность обучения будет повышаться с использованием онлайн-платформ и образовательных приложений;
- цифровая безопасность и конфиденциальность данных: с развитием цифровых технологий и увеличением объема данных вопросы цифровой безопасности и конфиденциальности данных становятся все более актуальными, что может потребовать от работников новых навыков и компетенций в области информационной безопасности;
- экологические и социальные вызовы: в связи с технологическим прогрессом и изменением требований к бизнесу и обществу возникают экологические и социальные вызовы, которые требуют от работников новых навыков и компетенций в области устойчивого развития и социальной ответственности;
- изменение структуры занятости: с развитием технологий и изменением требований к бизнесу и обществу структура занятости может измениться. Это приводит к сокращению рабочих мест в некоторых отраслях и увеличению рабочих мест в других отраслях и требует от работников новых навыков и компетенций.

На уровне функционирования предприятий технологические вызовы по отношению к человеческому капиталу коснутся следующих направлений:

- использование современных HR-технологий для улучшения процессов найма, оценки и развития персонала;
- создание цифровых платформ для обмена знаниями и опытом между сотрудниками;
- внедрение системы менторства и коучинга через онлайн-платформы для развития лидерских навыков;
- автоматизация рутинных задач с помощью программного обеспечения для освобождения времени сотрудников на более стратегически важные задачи;
- обучение сотрудников навыкам цифровой грамотности и использованию новых технологий для повышения их конкурентоспособности на рынке труда.

Детализация влияния технологических вызовов на отдельные составляющие человеческого капитала приведена в табл. 3.

Таблица 3. Шестая К-волна и качественные изменения элементов человеческого капитала
Table 3. The sixth K-wave and qualitative changes in the elements of human capital

Составляющие человеческого капитала Components of human capital	Изменение составляющих человеческого капитала Changing components of human capital
Образование и профессиональная подготовка Education and training	<p>Развитие онлайн-курсов, дистанционного обучения и персонализация приведут к более доступному и эффективному образованию, которое будет учитывать индивидуальные особенности каждого человека, независимо от его социального статуса или географического положения. Возрастет спрос на специалистов, владеющих комплексом жестких, гибких и специальных компетенций, а также личностных компетенций</p> <p>Development of online courses, distance learning and personalization will lead to more accessible and effective education, which will take into account the individual characteristics of each person, regardless of their social status or geographic location. The demand for specialists who possess both a complex of hard, flexible and special competencies, as well as personal competencies, will increase.</p>
Навыки и умения Skills	<p>В ближайшие десятилетия навыки и умения будут ориентированы на цифровые технологии, креативность, коммуникативность и способность к саморазвитию и адаптации к новым условиям</p> <p>In the coming decades, skills and abilities will be increasingly related to digital technologies, creativity, communication and the ability to self-develop and adapt to new conditions</p>
Капитал здоровья Health capital	<p>Развитие Интернета вещей, интеллектуальных технологий может привести к созданию более точных и эффективных методов диагностики и лечения заболеваний. Развитие персонализированной медицины приведет к более продолжительной и насыщенной жизни людей</p> <p>Development of Internet things and smart technologies can lead to the creation of more accurate and effective methods for diagnosing and treating diseases. Development of personalized medicine will lead to longer and richer lives for people</p>
Культура и ценности Culture and values	<p>Изменяются социальные нормы, отношение к гендерным ролям; более толерантным и открытым станет отношение к различным культурам и ценностям, более важными станут ценности, связанные с этической стороной использования технологий</p> <p>Social norms and attitudes towards gender roles will change; attitudes towards different cultures and values will become more tolerant and open, values associated with the ethical side of using technology will become more important.</p>
Доступность информации Availability of information	<p>Расширение информационной базы может привести к увеличению скорости передачи информации, созданию более точных и эффективных методов поиска и анализа информации. Получение доступа к информации станет очень быстрым и эффективным за счет появления новых технологий (например, за счет искусственного интеллекта). Виртуальная и дополненная реальность позволит видоизменить систему коммуникаций</p> <p>Expanding the information base can lead to an increase in the speed of information transfer and the creation of more accurate and efficient methods for searching and analyzing information. Gaining access to information will become very fast and efficient due to the emergence of new technologies (eg, through artificial intelligence). Virtual and augmented reality will allow us to modify the communication system.</p>

Источник: составлено авторами.

Source: compiled by the authors.

Заключение

Переход на новый технологический путь развития, который в первую очередь опирается на человеческий фактор, потребует существенных изменений в ключевых секторах, таких как наука, образование и здравоохранение, социальная сфера. Шестая К-волна, в отличие от предыдущих волн, качественно меняет роль структуры человеческого капитала:

1. Существенно меняются требования к образованию человека, осуществляется перегруппировка и появление новых навыков и компетенций, возрастает актуальность непрерывного и многоуровневого развития личности.
2. Самоуправляемые системы приведут к значительным изменениям в социальной среде, но точный характер этих изменений будет зависеть от того, как эти системы будут разработаны и внедрены человеком.
3. Инвестиции в человеческий капитал остаются по-прежнему актуальными как для отдельного человека, так и для общества в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апокин А.Ю., Белоусов Д.Р. Сценарии развития мировой и российской экономики как основа научно-технического прогнозирования // Форсайт. – 2009. – № 3 (3). – С. 12–29.
2. Becker G.S. Human capital: a theoretical and empirical analysis with special reference to education. – Chicago, London: The University of Chicago Press, 1993. – 390 p.
3. Фишер С., Дорнбуш Р. Экономика. – М.: Дело ЛТД, 1998. – 830 с.
4. Добрынин А.И., Дятлов С.А., Цыренова Е.Д. Человеческий капитал в транзитивной экономике: формирование, оценка, эффективность использования. – СПб.: Наука, 1999. – 309 с.
5. Российский работник: образование, профессия, квалификация: монография / под ред. В.Е. Гимпельсона, Р.И. Капелюшниковой. – М.: Издательский дом высшей школы экономики, 2011. – 574 с.
6. Ильинский И.В. Инвестиции в будущее: образование в инновационном воспроизводстве. – СПб.: Изд-во СПбУЭФ, 1996. – 163 с.
7. Гринин Л.Е., Гринин А.Л., Коротаев А.В. Кибернетическая революция, шестой длинный цикл Кондратьева и глобальное старение // AlterEconomics. – 2022. – Т. 19. – № 1. – С. 147–165. DOI: <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.9>.
8. Гринин Л.Е. Динамика кондратьевских волн в свете теории производственных революций // Кондратьевские волны: Палитра взглядов. – Волгоград: Учитель, 2013. – С. 31–83.
9. Гринин Л.Е., Коротаев А.В. Циклы, кризисы, ловушки современной мир-системы. Исследование кондратьевских, жүгляровских и вековых циклов, глобальных кризисов, мальтузианских и постмальтузианских ловушек. – М.: Издательство ЛКИ, 2012. – 480 с.
10. Гринин Л.Е. Вербальная модель соотношения длинных кондратьевских волн и среднесрочных жүгляровских циклов // История и математика: Анализ и моделирование глобальной динамики. – М.: ЛИБРОКОМ/URSS, 2010. – С. 44–111.
11. Grinin L.E., Grinin A.L., Korotayev A. A quantitative analysis of worldwide long-term technology growth: From 40,000 BCE to the early 22nd century // Technological Forecasting and Social Change. – 2020. – Vol. 155. – Article number 119955. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119955>.
12. Thompson W.R. The Kondratieff wave as global social process // World System History. Encyclopedia of Life Support Systems // Eds. G. Modelski, R.A. Denemark. – Oxford: UNESCO, EOLSS Publ., 2007. URL: <https://www.eolss.net/outlinecomponents/world-system-history.aspx> (дата обращения 12.03.2024).
13. Dator J. Alternative futures for K-waves // Kondratieff Waves, Warfare and World Security / Ed. by T.C. Devezas. – Amsterdam: IOS Press, 2006. – P. 311–317.
14. Nefiodow L., Nefiodow S. The sixth Kondratieff. The growth engine of the 21st century // Kondratieff Waves: Juglar–Kuznets–Kondratieff / Eds. L. Grinin, T. Devezas, A. Korotayev. – Volgograd: Uchitel, 2014. – P. 326–353.
15. Grinin L., Grinin A., Korotayev A. The MANBRIC-technologies in the Forthcoming Technological Revolution // Industry 4.0: Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape / Eds. T. Devezas, J. Leitão, A. Sarygulov. – Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 2017. – P. 243–261.
16. Кондратьев Н.Д. Мировое хозяйство и его конъюнктуры во время и после войны. URL: <http://elibr.shpl.ru/ru/nodes/18839-kondratiev-n-d-mirovoe-hozyaystvo-i-ego-kon-yunktury-vo-vremya-i-posle-voynu-vologda-1922> (дата обращения 12.03.2024).

Информация об авторах

Екатерина Валентиновна Меньшикова, кандидат философских наук, доцент Бизнес-школы Национального исследовательского Томского политехнического университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; emikhailchenko@tpu.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8228-8236>

Татьяна Григорьевна Трубоченко, кандидат экономических наук, доцент кафедры организационного поведения и управления персоналом Института экономики и менеджмента Национального исследова-

тельского Томского государственного университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; ttg1@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1206-3191>

Нина Васильевна Потехина, старший преподаватель Бизнес-школы Национального исследовательского Томского политехнического университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; старший преподаватель кафедры экономики Института экономики и менеджмента Национального исследовательского Томского государственного университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; potechinanina@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7833-7242>

Марина Витальевна Верховская, кандидат экономических наук, доцент Бизнес-школы Национального исследовательского Томского политехнического университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30; vmv@tpu.ru; <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190291702>

Анатолий Николаевич Древал, кандидат технических наук, доцент кафедры управления качеством факультета инновационных технологий Национального исследовательского Томского государственного университета, Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36; dreval@mail2000.ru; <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7007032496>

Поступила в редакцию: 10.04.2024

Поступила после рецензирования: 12.07.2024

Принята к публикации: 30.09.2024

REFERENCES

1. Apokin A.Yu., Belousov D.R. Scenarios for the development of the world and Russian economy as the basis of scientific and technical forecasting. *Forsayt*, 2009, no. 3 (3), pp.12–29. (In Russ.)
2. Becker G.S. *Human capital: a theoretical and empirical analysis with special reference to education*. Chicago, London, The University of Chicago Press, 1993. 390 p.
3. Fischer S., Dornbusch R. *Economics*. Moscow, Delo LTD, 1998. 830 p. (In Russ.)
4. Dobrynin A.I., Dyatlov S.A., Tsyrenova E.D. *Human capital in a transitive economy: formation, assessment, efficiency of use*. St. Petersburg, Nauka Publ., 1999. 309 p. (In Russ.)
5. *Russian worker: education, profession, qualification*: monograph. Eds. V.E. Gimpelson, R.I. Kapelyushnikov. Moscow, Higher School of Economics Publ. house, 2011. 574 p. (In Russ.)
6. Ilyinsky I.V. *Investments in the future: education in innovative reproduction*. St. Petersburg, SPbUEF Publ. house, 1996. 163 p. (In Russ.)
7. Grinin L.E., Grinin A.L., Korotaev A.V. Cybernetic revolution, sixth long Kondratiev cycle, and global aging. *AlterEconomics*, 2022, vol. 19, no. 1, pp. 147–165. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.9>.
8. Grinin L.E. Dynamics of Kondratieff waves in the light of the theory of industrial revolutions. *Kondratieff waves: a palette of views*. Volgograd, Teacher Publ., 2013. pp. 31–83. (In Russ.)
9. Grinin L.E., Korotaev A.V. *Cycles, crises, traps of the modern world system. Study of Kondratieff, Juglar and secular cycles, global crises, Malthusian and post-Malthusian traps*. Moscow, LKI Publ. House, 2012. 480 p. (In Russ.)
10. Grinin L.E. Verbal model of the relationship between long Kondratieff waves and medium-term Juglar cycles. *History and Mathematics: analysis and Modeling of Global Dynamics*. Moscow, LIBROKOM/URSS Publ., 2010. pp. 44–111. (In Russ.)
11. Grinin L.E., Grinin A.L., Korotaev A. A quantitative analysis of worldwide long-term technology growth: From 40,000 BCE to the early 22nd century. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, vol. 155, article number 119955. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.119955>.
12. Thompson W.R. The Kondratieff wave as global social process. *World System History*. Eds. G. Modelski, R.A. Denemark. Oxford, UNESCO, EOLSS Publishers, 2007. Available at: <https://www.eolss.net/outlinecomponents/world-system-history.aspx> (accessed 12 March 2024).
13. Dator J. Alternative Futures for K-Waves. *Kondratieff Waves, Warfare and World Security*. Ed. by T.C. Devezas. Amsterdam, IOS Press, 2006. pp. 311–317.
14. Nefiodow L., Nefiodow S. The sixth Kondratieff. The growth engine of the 21st century. *Kondratieff Waves: Juglar–Kuznets–Kondratieff*. Eds. L. Grinin, T. Devezas, A. Korotayev. Volgograd, Uchitel Publ., 2014. pp. 326–353.
15. Grinin L., Grinin A., Korotaev A. The MANBRIC-technologies in the Forthcoming Technological Revolution. *Industry 4.0: Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape*. Eds. T. Devezas, J. Leitão, A. Sarygulov. Heidelberg; New York; Dordrecht; London: Springer, 2017. pp. 243–261.
16. Kondratyev N.D. *The world economy and its conditions during and after the war*. (In Russ.) Available at: <http://elib.shpl.ru/nodes/18839-kondratiev-n-d-mirovoe-hozyaystvo-i-ego-kon-yunktury-vo-vremya-i-posle-voyny-vologda-1922> (accessed 12 March 2024).

Information about the authors

Ekaterina V. Menshikova, Cand. Sc., Associate Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation, emikhailchenko@tpu.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1206-3191>

Tatiana G. Trubchenko, Cand. Sc., Associate Professor, National Research Tomsk State University, 36, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation, ttg1@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1206-3191>

Nina V. Potekhina, Senior Lecturer, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation; Senior Lecturer, National Research Tomsk State University, 36, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation potechinanina@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7833-7242>

Marina V. Verkhovskaya, Cand. Sc., Associate Professor, National Research Tomsk Polytechnic University, 30, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation, vmv@tpu.ru; <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57190291702>

Anatolii N. Dreval, Cand. Sc., Associate Professor, National Research Tomsk State University, 36, Lenin avenue, Tomsk, 634050, Russian Federation, dreval@mail2000.ru; <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=7007032496>

Received: 10.04.2024

Revised: 12.07.2024

Accepted: 30.09.2024