

Assel M. Sadenova ^{11*}, Arkadiusz Gola ², Eren Geminhan ¹, Elena Y. Udovitskaya ¹

¹D. Serikbayev East Kazakhstan technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

²Lublin University of Technology, Lublin, Poland

Designing a Map of Human Capital Competencies in the Context of Digital Transformation of the Economy

ABSTRACT. In the context of the Fourth Industrial Revolution, human capital has emerged as a key driver of economic growth and innovation. This study aims to analyze the structure and current state of human capital in the Republic of Kazakhstan in light of the challenges posed by Industry 4.0 and to design a competency map to enhance the innovation activity of entrepreneurial structures. The methodology includes a comparative analysis of international indicators (HDI, GII, IMD, GEM), a review of Kazakhstan's strategic programs, and a synthesis of theoretical competency frameworks found in academic literature.

The findings reveal significant potential in the areas of education, digital infrastructure, and entrepreneurial activity, yet highlight critical barriers: low investment in R&D (0.12% of GDP), limited research personnel, a mismatch between education and labor market demands, weak business involvement in skills development, and insufficient lifelong learning among adults. In response, the study proposes a comprehensive competency map that integrates technical, research-innovative, entrepreneurial, social, and personal competencies.

The practical value of this study lies in its potential use of the competency map as a tool for designing human capital development policies, modernizing training systems, and formulating digital transformation strategies at the firm and industry levels. The recommendations outlined can contribute to improving the innovation performance of Kazakhstan's human capital and support the creation of institutional conditions for sustainable economic growth.

KEYWORDS: human capital, competencies, innovative development, Industry 4.0, entrepreneurship, digital skills, Kazakhstan.

CONFLICT OF INTEREST: The authors declares that there is no conflict of interest.

ACKNOWLEDGEMENTS AND FUNDING: The work article has been prepared within the framework of the state grant of the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (IRN AP19578464 «The impact of human capital quality on the level of innovative activity of business structures in the context of the transition to Industry 4.0 in the Republic of Kazakhstan».

DISCLOSURE OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE USE: The author(s) declare that generative artificial intelligence technologies ([NAME OF TOOL/SERVICE]) were used during the preparation of this manuscript for the purpose of [REASONS]. The authors assume full responsibility for the accuracy, completeness, and compliance with scientific standards of all the material presented.

FOR CITATION: Sadenova A.M., Gola A., Geminkhan E., Udovitskaya E.Y. (2025). Designing a map of human capital competencies in the context of digital transformation of the economy. *Social Sciences & Digital Humanities*, 1(1),

^{1*} Corresponding author: Sadenova Assel Maratovna, e-mail: assadenova@edu.ektu.kz, +77055300230

Экономиканың цифрлық трансформациясы жағдайында адам капиталының құзыреттілік картасын жобалау

АНДАТПА. Төртінші өнеркәсіптік революция жағдайында адами капитал экономикалық өсудің және инновациялық дамудың негізгі факторы ретінде алға шығады. Бұл зерттеудің мақсаты – Қазақстан Республикасындағы адами капиталдың құрылымы мен жай-күйін Индустрия 4.0 талаптары тұрғысынан талдау және кәсіпкерлік құрылымдардың инновациялық белсенділігін арттыруға бағытталған құзыреттер картасын әзірлеу болып табылады. Мақалада ұсынылған зерттеу әдіснамасы халықаралық индикаторларды (Адам дамуының индексі, GII, IMD, GEM) салыстырмалы талдауды, Қазақстанның стратегиялық бағдарламаларын зерделеуді және ғылыми әдебиеттердегі құзыреттер модельдерін жинақтауды қамтиды.

Нәтижелер Қазақстанда білім беру, цифрлық инфрақұрылым және кәсіпкерлік белсенділік салаларында елеулі әлеуеттің бар екенін көрсетті. Сонымен қатар, бірқатар жүйелі кедергілер анықталды: Ғылыми зерттеу, тәжірибелік-конструкторлық жұмыстарға төмен инвестициялар (жалпы ішкі өнімінің 0,12%), ғылыми кадрлардың жетіспеушілігі, білім беру мен еңбек нарығының талаптары арасындағы алшақтық, бизнестің құзыреттерді қалыптастыруға әлсіз қатысуы және ересектер арасындағы үздіксіз оқыту мәдениетінің жеткіліксіз дамуы анықталған. Осы мәселелерге жауап ретінде осы зерттеу аясында техникалық, зерттеу-инновациялық, кәсіпкерлік, әлеуметтік және тұлғалық құзыреттерді қамтитын кеңейтілген құзыреттер картасы ұсынылды.

Зерттеудің тәжірибелік маңыздылығы – бұл карта адами капиталды дамыту саясатын жобалауға, кадрларды даярлау жүйесін жаңартуға және цифрлық трансформация стратегияларын әзірлеуге бағытталған құрал ретінде қолдануға болады. Ұсынылған ұсынымдар Қазақстандағы адами капиталдың инновациялық тиімділігін арттыруға және орнықты экономикалық дамуға қажетті институционалдық негіз құруға ықпал етуі мүмкін.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: адам капиталы, құзыреттер, инновациялық даму, Индустрия 4.0, кәсіпкерлік, цифрлық дағдылар, Қазақстан.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ: Авторлар мүдделер қақтығысының жоқтығын мәлімдейді.

ҚАРЖЫЛАНДЫРУ ЖӘНЕ АЛҒЫС: Бұл мақала 19578464 AP «Қазақстан Республикасында 4.0 Индустрияға көшу жағдайында кәсіпкерлік құрылымдардың инновациялық белсенділік деңгейіне адами капитал сапасының әсері» тақырыбы бойынша ҒЖБМ ғылыми зерттеулерді гранттық қаржыландыру жобасы шеңберінде дайындалды.

ЖАСАНДЫ ИНТЕЛЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТУРАЛЫ ХАБАРЛАМА: Авторлар осы қолжазбаны дайындау барысында генеративті жасанды интеллект технологияларын ([ҚҰРАЛ/ҚЫЗМЕТ АТАУЫ]) [СЕБЕПТЕР] мақсатында пайдаланғанын мәлімдейді. Ұсынылған материалдың нақтылығы, толықтығы және ғылыми стандарттарға сәйкестігі үшін толық жауапкершілік авторларға жүктеледі.

ДӘЙКЕСӨЗ ҮШІН: Саденова, А.М., Gola, А., Геминхан, Е., Удовицкая, Е.А. (2025). Экономиканың трансформациясы жағдайында адам капиталының құзыреттілік картасын жобалау. *Social Sciences & Digital Humanities*, 1(1),

* Хат-хабаршы авторы: Саденова Асель Маратовна, e-mail: assadenova@edu.ektu.kz, +77055300230

Проектирование карты компетенций человеческого капитала в условиях цифровой трансформации экономики

АННОТАЦИЯ. В условиях Четвёртой промышленной революции человеческий капитал становится ключевым фактором устойчивого и инновационного развития экономик. Целью настоящего исследования является анализ структуры и состояния человеческого капитала в Республике Казахстан в контексте вызовов Индустрии 4.0, а также проектирование карты компетенций, необходимой для активизации инновационной активности предпринимательских структур. Методология исследования включает сравнительный анализ международных индикаторов (ИЧР, GII, IMD, GEM), изучение стратегических программ развития Казахстана и обобщение теоретических моделей компетенций, предложенных в зарубежной и отечественной литературе.

Результаты показывают наличие существенного потенциала в сфере образования, цифровой инфраструктуры и предпринимательской активности, однако выявлены и ключевые барьеры: низкий уровень участия в НИОКР (0,12% ВВП), ограниченность исследовательского кадрового состава, разрыв между образовательными программами и потребностями рынка, слабое участие бизнеса в формировании компетенций, а также недостаточная распространённость непрерывного обучения среди взрослого населения. В ответ на эти вызовы в рамках исследования разработана структурированная карта компетенций, включающая пять взаимодополняющих блоков: технические, научно-исследовательские, предпринимательские, социальные и личностные компетенции.

Практическая значимость исследования заключается в том, что предложенная карта может быть использована как инструмент для проектирования образовательной политики, развития системы подготовки кадров и выработки стратегий цифровой трансформации на уровне компаний и отраслей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: человеческий капитал, компетенции, инновационное развитие, Индустрия 4.0, предпринимательство, цифровые навыки, Казахстан.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ И БЛАГОДАРНОСТИ: Данная статья подготовлена в рамках проекта грантового финансирования научных исследований МНВО по теме АР 19578464 «Влияние качества человеческого капитала на уровень инновационной активности предпринимательских структур в условиях перехода к Индустрии 4.0 в Республике Казахстан».

УВЕДОМЛЕНИЕ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА: Автор(ы) заявляют, что при подготовке данной рукописи были использованы технологии генеративного искусственного интеллекта ([НАЗВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА/СЕРВИСА]) с целью [ПРИЧИНЫ]. Ответственность за точность, полноту и соответствие научным стандартам всего представленного материала полностью возложена на авторов.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Саденова, А.М., Gola, A., Геминхан, Е., Удовицкая, Е.А. (2025). Проектирование карты компетенций человеческого капитала в условиях цифровой трансформации экономики. *Social Sciences & Digital Humanities*, 1(1),

³ Автор-корреспондент: Саденова Асель Маратовна, e-mail: assadenova@edu.ektu.kz, +77055300230

INTRODUCTION

The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0) is characterized by the convergence of physical, digital, and biological technologies, blurring the boundaries between them. These rapid technological changes present both new opportunities for economic growth and significant challenges for human capital. Industry 4.0 has driven the emergence of cyber-physical systems, big data, artificial intelligence, and other breakthrough technologies that demand new knowledge and skills from the workforce (Hecklau et al., 2016; Alhloul & Kiss, 2022). According to Klaus Schwab, the scale and speed of these changes are unprecedented, and societies must adapt to the new conditions to ensure sustainable development (Schwab, 2016)...

...

LITERATURE REVIEW

The emergence of the Industry 4.0 concept marked a fundamental shift in the skills required from workers. New technologies—ranging from automation and robotics to big data analytics and artificial intelligence—demand more advanced and complex competencies than ever before (Hecklau et al., 2016; Kowal et al., 2022; Alhloul & Kiss, 2022). In the traditional sense, a "skill" refers to the ability to perform a specific task or solve a problem. However, for the economy of the 4.0 era, this is no longer sufficient. What is needed is competence—that is, the ability to effectively apply a combination of knowledge, skills, and personal qualities in complex and non-standard situations.

Researchers emphasize that only highly qualified personnel, capable of continuous lifelong learning, will be able to manage Industry 4.0 technologies effectively (Schwab, 2016; OECD, 2024)...

...

MATERIALS AND METHODS

To conduct a systematic analysis of the current state and future prospects for the development of human capital competencies required for the digital transformation of Kazakhstan's economy, this study employed a multi-component methodological approach that combines both quantitative and qualitative research methods...

...

RESULTS AND DISCUSSION

Kazakhstan has achieved a high Human Development Index (HDI): in 2024, the HDI reached 0.802, ranking the country 67th out of 191 nations and placing it in the category of very high development. For comparison, the average HDI across Europe and Central Asia is approximately 0.8, indicating that Kazakhstan is roughly at the regional average. This high HDI reflects significant accomplishments in the education sector: adult literacy exceeds 99%, and nearly 64% of individuals have attained post-secondary or higher education. According to UNDP data, the expected years of schooling in Kazakhstan is around 15 years, while the average actual duration is approximately 11.8 years—figures comparable to those of developed countries. This indicates substantial accumulation of human capital in the form of educational attainment.

...

Figure 1 presents a comparison of Kazakhstan's R&D expenditure as a percentage of GDP with selected benchmarks.

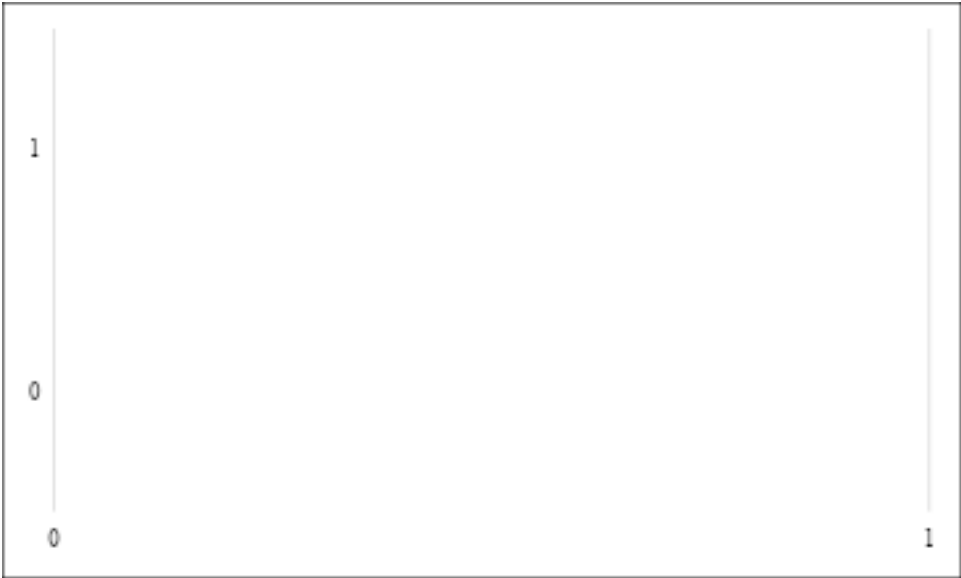


Figure 1. Share of R&D Expenditures in GDP (%): Comparison of Kazakhstan with Selected Benchmarks for 2024

Note: Compiled by the authors based on data from World Bank (2024) and WIPO (2024)

According to Table 1...

Table 1. Key Indicators of Human Capital and Innovation Development of Entrepreneurial Structures in Kazakhstan

Indicator	Value	Comparison / Rank
Human Development Index (HDI)	0,802 (2022)	67th out of 191 (very high development level)
Share of population with higher education	64% (ages 25–34, 2020)	≈55% – OECD average
Number of researchers in R&D	682 per 1 million people (2022)	~2,900 – Russia; >4,000 – OECD average
<i>Note: Compiled by the authors based on data from UNDP (2025), World Bank (2023), WIPO (2024), IMD (2024), GEM (2022).</i>		

...

CONCLUSION

The conducted research has confirmed that...

REFERENCES

Abedin, B., Meske,C., Junglas,I., & others. (2022). Designing and managing human-AI interactions. *Information Systems Frontiers*, 24, 691–697. <https://doi.org/10.1007/s10796-022-10313-1>
IMD World Competitiveness Center. (2024). *IMD World Digital Competitiveness Ranking 2024*.

Institute for Management Development.

<https://www.imd.org/centers/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness/>

Баксултанов, Д., Курманов, Н., Керимкулова, М., и Сырлыбаева, Н. (2022). Анализ и оценка состояния инновационного развития Казахстана. *Журнал экономических исследований и делового администрирования*, 141(3), 138–150. <https://doi.org/10.26577/be.2022.v141.i3.13> // Baksultanov, D., Kurmanov, N., Kerimkulova, M., i Syrlybaeva, N. (2022). Analiz i otsenka sostoyaniya innovatsionnogo razvitiya Kazakhstana. *Zhurnal ekonomicheskikh issledovaniy i delovogo administrirovaniya*, 141(3), 138–150. <https://doi.org/10.26577/be.2022.v141.i3.13>

Information about the authors

Assel Maratovna Sadenova – Master of Social Sciences, D. Serikbayev East Kazakhstan technical university, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, e-mail: assadenova@edu.ektu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4052-8830>

Arkadiusz Gola – Master of Social Sciences, Lublin University of Technology, e-mail: a.gola@pollub.pl, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2935-5003>

...

Авторлар туралы мәліметтер

Саденова Асель Маратовна – әлеуметтік ғылымдар магистрі, Д. Серікбаев атындағы Шығыс Қазақстан техникалық университеті, Өскемен қ., Қазақстан, e-mail: assadenova@edu.ektu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4052-8830>

Arkadiusz Gola – техникалық ғылымдар докторы, Люблин технологиялық университеті, Люблин қ., Польша, e-mail: a.gola@pollub.pl, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2935-5003>

...

Сведения об авторах

Саденова Асель Маратовна – магистр социальных наук, Восточно-Казахстанский технический университет им. Д. Серикбаева, г.Усть-Каменогорск, Казахстан, e-mail: assadenova@edu.ektu.kz, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4052-8830>

Arkadiusz Gola – доктор технических наук, Люблинский Технологический Университет, Люблин, Польша, e-mail: a.gola@pollub.pl, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2935-5003>

...