

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА В ЭПОХУ БИОЭКОНОМИКИ

**А. С. Шабалтас**

*аспирант, Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, shabaltas.01@mail.ru*

**Научный руководитель С. А. Самаль**

*доктор экономических наук, профессор, Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь, samal\_s@tut.by*

Статья посвящена анализу влияния биоэкономики и процессов автоматизации на рынок труда и развитие человеческого капитала. Рассматривается гипотеза о том, что сокращение числа выпускников по ряду направлений отражает не кризис образования, а переход экономики к более высокому уровню технологического развития. Показано, что автоматизация и внедрение зелёных технологий способствуют росту эффективности труда, трансформации профессиональной структуры и формированию новых компетенций, востребованных в условиях устойчивого развития. Особое внимание уделено роли квалифицированных кадров в промышленности, энергетике и сельском хозяйстве, где цифровизация и биотехнологии становятся основой инновационного роста. Сделан вывод о том, что биоэкономика формирует качественно новый тип человеческого капитала – интеллектуально-гибкого, междисциплинарного и ориентированного на управление технологиями будущего.

**Ключевые слова:** биоэкономика; человеческий капитал; рынок труда; зелёные технологии; автоматизация.

## TRANSFORMATION OF HUMAN CAPITAL IN THE ERA OF BIOECONOMICS

**A. S. Shabaltas**

*postgraduate student, Belarusian State University, Minsk, Belarus, shabaltas.01@mail.ru*

**Supervisor S. A. Samal**

*doctor of economics, professor, Belarusian State University, Minsk, Belarus, samal\_s@tut.by*

The article analyzes the impact of bioeconomics and automation processes on the labor market and the development of human capital. The hypothesis is considered that the reduction in the number of graduates in a number of areas reflects not the crisis of education, but the transition of the economy to a higher level of technological development. It is shown that automation and the introduction of green technologies contribute to the growth of labor efficiency, the transformation of the professional structure and the formation of new competencies that are in demand in conditions of sustainable development. Special attention is paid to the role of qualified personnel in industry, energy and agriculture, where digitalization and biotechnology are becoming the basis for innovative growth. It is concluded that bioeconomics forms a qualitatively new type of human capital – intellectually flexible, interdisciplinary and technology-oriented of the future.

**Keywords:** bioeconomics; human capital; labor market; green technologies; automation.

В условиях глобального перехода к устойчивому развитию и экологически ориентированной модели хозяйствования биоэкономика становится одной из ключевых стратегий модернизации современной экономики. Она предлагает новые подходы к производству и потреблению, основанные на использовании возобновляемых биологических ресурсов. Её успех во

многим определяется не только технологическими инновациями, но и качеством человеческого капитала – уровнем образования, компетенциями и готовностью работников к нахождению новых подходов.

Однако переход к биоэкономике также ставит перед обществом ряд вызовов. Внедрение зелёных технологий требует не просто замены оборудования или сырья, а формирования новой культуры труда, ориентированной на рациональное использование ресурсов, минимизацию отходов и снижение углеродного следа. Появление новых профессий и необходимость переподготовки кадров требуют активного участия образовательных учреждений, государственных структур и бизнеса. Но тем самым могут исчезать и нынешние профессии. На фоне технологических инноваций, автоматизации и цифровизации возникает парадокс: чем активнее люди создают новые технологии, тем больше они рискуют вытеснить собственный труд с рынка.

Развитие биоэкономике становится не только технологическим, но и социальным вызовом, открывающим возможности для обновления системы подготовки кадров и укрепления человеческого потенциала как основы устойчивого экономического роста [1].

Внедрение зелёных технологий и устойчивое развитие становятся все более актуальными в ответ на вызовы изменения климата и истощения природных ресурсов. Данная гипотеза о сокращении рабочих мест особенно актуальна для биоэкономике, где искусственный интеллект, роботизация и биотехнологии не только повышают эффективность производств, но и изменяют саму структуру занятости.

Развитие биоэкономике сопровождается масштабным внедрением зелёных технологий и автоматизированных систем, которые позволяют снижать издержки и повышать производительность. В промышленности новые биопроцессы и роботизированные линии делают ненужными целые категории работников ручного труда. В энергетике цифровые платформы управления «умными сетями» заменяют традиционные диспетчерские профессии. В сельском хозяйстве дроны и системы точного земледелия позволяют контролировать большие площади с минимальным участием человека. Таким образом, технологический прогресс, создавая новые рабочие места, одновременно вытесняет старые, формируя асимметричный рынок труда.

Например, специалисты с высоким уровнем профессиональной подготовки способны разрабатывать и внедрять инновационные решения, направленные на повышение энергоэффективности, сокращение выбросов и рациональное использование природных ресурсов. Инженеры и технологи в промышленности адаптируют производственные линии под принципы «замкнутого цикла», минимизируя отходы и перерабатывая побочные продукты. В аграрном секторе агрономы и биотехнологи создают устойчивые системы земледелия – применению биотехнологий, органических удобрений, точного орошения и систем мониторинга состояния почвы. Биотехнологи и агроэкологи разрабатывают решения, позволяющие снизить нагрузку на экосистемы и повысить продуктивность без ущерба для природы. В пищевой промышленности специалисты внедряют методы переработки биосырья и производство продуктов с минимальным экологическим следом [2].

Несмотря на риск вытеснения рабочих мест, именно человеческий капитал остаётся ключевым ресурсом устойчивого перехода к новой экономике.

Квалифицированные кадры являются проводниками изменений в корпоративной культуре. Экологически ответственные управленцы и специалисты по устойчивому развитию формируют стратегию компаний с учётом экологических рисков, развивают систему «зелёного менеджмента», внедряют стандарты ESG и отчётность по устойчивости. Это способствует не только снижению экологического воздействия, но и укреплению репутации компаний на рынке [3].

В отрасли строительства архитекторы и инженеры внедряют принципы «зелёного строительства» – энергоэффективные материалы, системы рекуперации тепла, использование возобновляемых источников энергии и управление водными ресурсами. Урбанисты проектируют города с низким уровнем выбросов, развивают инфраструктуру для общественного транспорта и «умных» зданий.

В транспортной логистике разрабатывают и внедряют экологичные транспортные решения – электромобили, водородные двигатели, системы оптимизации маршрутов и снижения выбросов. Логисты и инженеры по транспорту формируют устойчивые цепочки поставок и развивают концепцию «зелёной логистики».

Специалисты, обладающие глубокими знаниям в предметной области экологии, инженерии, биотехнологии и т. д. могут разрабатывать и внедрять инновационные решения, в том числе, ради создания устойчивых технологий. Например, инженеры-экологи создадут системы очистки сточных вод, обеспеченные биологическим асинтетическим процессом, что уменьшит влияние на окружающую среду. Таким образом, с точки зрения человеческого капитала, процесс создания зелёных инноваций проявляется именно как основной источник научно-технического прогресса. Именно знания и креативные исследовательские способности работников являются основой создания зелёных инноваций. Развитие человеческого капитала через систему образования, научные центры и корпоративные программы обучения гарантирует долгосрочную устойчивость биоэкономики и способность к адаптации к новым экологическим вызовам.

В промышленности «чистое производство» обеспечивают квалифицированные инженеры, технологи и экологи. Они внедряют энергоэффективное оборудование, технологии замкнутого цикла, системы утилизации отходов и очистки воды. Так, материаловеды разрабатывают биополимеры и вторичные материалы, ликвидируя зависимость от нефти и газа. Промышленная биоэкономика требует нового уровня инженерных компетенций, объединяющего химическое, биотехнологическое и автоматизированное обучение. Все это делает человеческий капитал стратегическим ресурсом, обеспечивающим конкуренцию фирмы. Зато компании, инвестирующие в развитие своих специалистов, получают возможность постоянно набирающих объемы зарубежных поставщиков, создавать с родным заводом предлагаемые решения.

В модернизации энергетики кадры обеспечивают переход от ископаемых источников к возобновляемым. Инженеры по солнечным, ветровым установкам, специалисты по биоэнергетике и хранению энергии внедряют новые технологии, повышающие эффективность и энергосистем. Развиваются профессии управления распределённой энергией, проектирование «умных» сетей, цифровой мониторинг потребления. Человеческий капитал в энергетике – это не только совокупность технических навыков, но и способность специалистов к системному мышлению, анализу данных и управлению инновационными проектами. Таким образом, человеческий капитал становится ключевым мотором зеленого энергетического обновления.

Данные за 2019–2023 годы демонстрируют устойчивую тенденцию к сокращению числа выпускников по ключевым направлениям (таблица).

**Выпуск специалистов из учреждений высшего образования по профилю образования  
(тысяч человек)**

Сфера	2019	2020	2021	2022	2023
Экономика	20,2	19,1	18,5	16,5	15,0
Экологические науки	0,5	0,5	0,5	0,4	0,5
Техника и технологии	11,0	10,3	11,0	13,5	11,1
Архитектура и строительство	2,7	2,6	2,6	2,3	2,0
Сельское и лесное хозяйство	5,3	4,5	4,5	5,4	3,9

Составлено по: [4].

Количество выпускников по направлению «Экономика» снизилось с 20,2 % до 15,0 %, что отражает снижение интереса молодёжи к традиционным экономическим профессиям. Именно в данной отрасли автоматизация процессов не является ключевым, здесь требуются специалисты нового типа: экономисты, способных сочетать знания в области устойчивого развития, ресурсной эффективности и оценки «зелёных» инвестиций.

Таким образом, сокращение количества выпускников не обязательно означает дефицит кадров, а скорее указывает на сокращение потребности в массовых профессиях и рост спроса на узкопрофильные, высокотехнологичные компетенции.

Биоэкономика открывает перед обществом новые перспективы экологически устойчивого развития, но её успех невозможен без инвестиций в человеческий капитал. Гипотеза о том, что люди, создавая технологии, вытесняют собственные рабочие места, подтверждается в краткосрочной перспективе, однако в долгосрочной – именно человек остаётся движущей силой инноваций. Технологии могут заменить рутинные функции, но не способность человека к исследованию, творчеству и этическому осмыслению последствий прогресса. Будущее биоэкономики зависит от того, сумеет ли общество преодолеть разрыв между технологическим развитием и образовательным потенциалом.

Люди по-прежнему создают технологии, но теперь не для замещения себя, а для освобождения от рутинных функций и перехода к интеллектуальному труду, научным исследованиям и управлению инновациями. В этом смысле уменьшение выпуска специалистов – проявление качественной трансформации человеческого капитала: общество переходит от «экономики количества» к «экономике знаний».

#### Библиографические ссылки

1. Zhang J., Li Y., Wang H., Chen X. The Impact of Human Capital on Green Technology Innovation // Sustainability. 2023. Vol. 15, № 5. P. 1204–1218. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10049096> (дата обращения: 11.10.2025).

2. Шувалова О. В. Биоэкономика – важный инструмент устойчивого развития // Научный журнал «Экономика и экология». 2021. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bioekonomika-vazhnyy-instrument-ustoychivogo-razvitiya> (дата обращения: 11.10.2025).

3. Костина Л. А., Семёнова И. В. Развитие биоэкономики и подготовка квалифицированных трудовых ресурсов в российских регионах // Вестник Пензенского государственного университета. 2022. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-bioekonomiki-i-podgotovka-kvalifitsirovannyh-trudovyh-resursov-v-rossiyskih-regionah> (дата обращения: 11.10.2025).

4. Национальный статистический комитет Республики Беларусь. Численность выпускников учреждений образования по направлениям подготовки (2000–2023 гг.) // DataPortal Белстат. URL: <https://dataportal.belstat.gov.by/osids/indicator-info/10103000010> (дата обращения: 11.10.2025).