

ВЫЗОВЫ XXI ВЕКА И СТРАТЕГИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ



И. А. ЗУБРИЦКАЯ

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ КИБЕРФИЗИЧЕСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ В ЭКОНОМИЧЕСКОМ КИБЕРФИЗИЧЕСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Целью исследования является обоснование управляемых факторов конкурентоспособности национальной киберфизической экосистемы в условиях формирования экономического киберфизического пространства.

В статье рассматривается методологический подход с обоснованием новых экономических критериев конкурентоспособности национальных систем в условиях глобальной смены производственной парадигмы, предусматривающий интеграцию человеческого и цифрового капитала, исполнительных машин и механизмов в формировании конкурентного потенциала и его реализацию в условиях цифровой глобализации.

Предложенный подход включает три метода экономической оценки, позволяющих на основе стоимостных показателей межотраслевого баланса измерять национальные конкурентные преимущества по динамике и глубине интеграции человеческого и цифрового капитала в производственные сферы экономики с возможностью их оценки в международном сопоставлении.

Практическая значимость предложенного методологического подхода в условиях экономических санкций и технологического эмбарго обусловлена возможностью проведения мониторинга мероприятий Государственной программы «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 гг., научным обоснованием критериев стратегического прогнозирования и планирования для управления цифровым развитием страны в обозримом будущем.

Ключевые слова: экономическое киберфизическое пространство; национальная киберфизическая экосистема; цифровые ресурсы; человеческий капитал; цифровой капитал.

УДК 338.3 (476)

Результаты анализа многочисленных научных публикаций на предмет оценки национальной конкурентоспособности показали, что приоритеты в исследованиях критериев национальной конкурентоспособности двигались в

Инесса Анатольевна ЗУБРИЦКАЯ (zubritskaya@tut.by), кандидат экономических наук, доцент кафедры маркетинга Белорусского национального технического университета (г. Минск, Беларусь).

зависимости от внешнеэкономических и внутривнутриполитических факторов, таких как глобальная конкуренция, борьба за ресурсы, необходимость быстрого увеличения национальных преимуществ и устойчивый экономический рост и др. [1–3].

К началу 2000-х гг. наблюдается появление и развитие международных методологий оценки и сравнения стран по многочисленным рейтингам конкурентоспособности, например, Всемирного экономического форума, Швейцарского института менеджмента, Организации экономического сотрудничества и развития и других, критикуемых научным сообществом с указанием на невозможность объективного сравнения стран из-за влияния социальных, культурных и исторических факторов и предложениями по изучению конкурентоспособности государств по аналогии с бизнес-единицами, рассмотрению государства как корпорации и применению подходов бизнес-анализа к государственному управлению и бюджетированию [2].

С изменением глобальных потоков капитала, товаров и услуг в пользу стран Азиатско-Тихоокеанского региона, особенно Китая, когда азиатские страны начали активно применять утилитарные методы государственного стимулирования национальной конкурентоспособности, научная проблематика развития конкурентных преимуществ стран в условиях смещения полюсов экономического пространства актуализируется [3].

Как отмечает доктор экономических наук, профессор В. Ф. Байнев «...с резким обострением конкуренции в мировом политическом и экономическом пространстве проблемы обеспечения глобальной конкурентоспособности государств и их союзов выступают на самый первый план» [4].

Речь идет о глубоких преобразованиях экономики и общества, которые касаются смены производительных сил и производственных отношений, связанных с началом четвертой промышленной революции [5], переосмыслением ценностей, появлением новых форм и способов удовлетворения потребительского спроса и формирования ценностного предложения, опережающего приобретение новых национальных конкурентных преимуществ.

Методология оценки национальной конкурентоспособности в цифровую эпоху находится в стадии формирования и вероятнее всего последует новый эволюционный этап научной парадигмы национальной конкурентоспособности, на наш взгляд, связанный с влиянием четвертой промышленной революции, сменой производственной парадигмы, формированием экономического киберфизического пространства [6].

Актуальность приобретает разработка методологического подхода с обоснованием новых экономических критериев конкурентоспособности национальных систем в условиях глобальной смены производственной парадигмы.

Целью настоящего научного исследования является обоснование управляемых факторов национальной конкурентоспособности в условиях формирования экономического киберфизического пространства.

В существующей методологии оценка национальной конкурентоспособности в условиях цифровой глобализации основывается на измерении критериев создания благоприятной институциональной среды для создания телекоммуникационной инфраструктуры, повышения навыков владения компьютерной техникой, внедрения робототехники.

Так, проведенный анализ методологии рейтинга мировой цифровой конкурентоспособности (World Digital Competitiveness), разработанной Швейцарским институтом менеджмента (IMD), по которой оценивается 64 страны с 2017 г., позволил выявить, что в рамках оценки цифровой конкурентоспособности в рейтинге используется 19 индикаторов цифровизации в совокупности с индикаторами, применяемыми ранее в рейтинге глобальной конкурентоспособности. Оценке подвергаются традиционные факторы, отражающие

развитие инновационной и инвестиционной экономики, а также отдельные компоненты цифровизации, такие как доступ к Интернету, уровень цифровых навыков, развитие инфраструктуры, институциональной среды, удельное покрытие роботами территорий и др. [7].

Группы применяемых в рейтинге факторов содержат общий контекст, отражающий оценку цифрового потенциала стран, реализованную в мировом хозяйстве.

Например, критерии оценки фактора «Технологии» по субфактору «Нормативная база» содержат показатели, отражающие развитие институциональной среды, способствующей научно-технологическому развитию. Субфактор «Технологическая основа» представлен критериями цифровизации на ранней стадии и показателем экспорта высокотехнологичных товаров (%), одним из основных, присутствующих в различных методологиях, с помощью которого традиционно оценивается уровень конкурентоспособности экономики в мировых рейтингах.

Фактор «Уровень готовности к будущему» отражает, насколько страна готова применять новые цифровые технологии и решения для развития экономики, общества и государственных услуг. Оценка включает в себя наличие необходимой инфраструктуры, человеческих ресурсов, политической воли и правовых рамок в условиях цифровой глобализации.

Показатель «Распределение роботов по всему миру» относится к географическому распределению роботов по регионам и странам. При расчете используется соотношение количества роботов и населения, типы используемых роботов (промышленные, сервисные и т. д.), а также тенденции их внедрения в разных отраслях. Данные о распределении роботов помогают понять, где технологии автоматизации наиболее развиты и какие страны лидируют в этой области.

Вытеснение живого человеческого труда из рутинных производственных и бизнес-процессов интегрированными функционалами роботов, исполнительных машин и механизмов, управляемых интеллектуальными и сетевыми компонентами на основе применения облачных технологий, промышленного интернета вещей, машинообучения, искусственного интеллекта является новой экономической тенденцией, раскрытие объективных законов которой требует формирования научных знаний для применения их в будущем.

Свидетельством сказанного являются, например, отчеты Gartner [8; 9], в которых исследователями прогнозируется жизненный цикл технологических трендов. Так, в отчете 2019 г. в числе десяти основных трендов первым назван «Автономные вещи» (*autonomous things*), другими словами, интеллектуальных исполнительных машин и механизмов, которые, по мнению исследователей, в следующее десятилетие заполнят все географическое пространство [8].

К интеллектуальным исполнительным машинам и механизмам относятся высокоточные программируемые станки, роботы, беспилотные автомобили и летательные аппараты, транспортные средства, аддитивное, энергетическое и электрическое оборудование, сельскохозяйственная и коммунальная техника и др. Интеллектуальные исполнительные машины и механизмы, управляемые с использованием специального программного обеспечения, облачных технологий, промышленного интернета вещей по определению образуют киберфизическую производственную систему, основу концепции «Индустрия 4.0» [10], стратегии повышения конкурентоспособности немецкой промышленности (2011 г.), нашедшую отражение во многих государственных программах цифрового развития.

Киберфизические производственные системы рассматриваются учеными технической сферы как цифровые промышленные платформы, способные «...ставить цели и решать задачи, реагировать на события и анализировать

ситуацию во внешней среде, планировать свою работу и контролировать достижение целей» [11, с. 324].

Киберфизические производственные системы, объединяемые с себе подобными и людьми как на основе кооперации, так и основе конкуренции, образуют киберфизические экосистемы различных уровней. С целью повышения ценности предложения в совокупности такие экосистемы являются основой формирования и развития экономического киберфизического пространства.

Развитие производственных киберфизических экосистем оказывает влияние на развитие экономических систем различных уровней, включая промышленные предприятия, (организации), производственные отрасли, сферу услуг, государственное управление.

На микроуровне современные конкурентные преимущества приобретаются путем опережающего внедрения и использования субъектами хозяйствования киберфизических производственных систем, выигрывающих у людей по скорости реагирования на поведение потребителя в цифровой среде, способствующих удовлетворению индивидуализированного спроса, созданию добавленной стоимости без участия живого человеческого труда.

Отраслевая конкуренция принимает новые формы, заказчики и производители становятся участниками киберфизической экосистемы посредством изменения своих бизнес-моделей, путем внедрения интеллектуальных исполнительных машин и механизмов в производство, цифровых ресурсов в управление бизнес-процессами предприятий, чтобы предоставить экосистеме свои возможности, а потенциальному потребителю — соответствующее запросу предложение.

Масштабное внедрение киберфизических производственных систем во все отрасли народного хозяйства обуславливает формирование национальных киберфизических экосистем на основе цифровых промышленных платформ.

Как отражено в отчете Gartner за 2023 г. через пять лет прогнозируется продуктивность промышленных облачных платформ (тренд Industry Cloud Platform) [11] с высокой скоростью развертывания и масштабирования.

Согласно основным направлениям цифрового развития Республики Беларусь [12] способами приобретения и удержания национальных конкурентных преимуществ обозначены мероприятия по внедрению в производство технологий концепции «Индустрия 4.0», включая создание и использование цифровых двойников, мероприятия по созданию коммерческой и логистической платформ и др. Как отмечается в программе «Цифровое развитие Беларуси» на 2021 — 2025 годы, внедрением «...обозначенных технических решений будут созданы необходимые цифровые инструменты для продвижения отечественной продукции как на рынке государств — членов Евразийского экономического союза, так и других международных рынках, а также формирования благоприятных условий для увеличения экспорта белорусских товаров» [12].

Мероприятия программы нацелены на «Обеспечение внедрения информационно-коммуникационных и передовых производственных технологий в отрасли национальной экономики и сферы жизнедеятельности общества» [12], что свидетельствует о признаках начала формирования национальной киберфизической экосистемы, объединяющей все сферы экономики страны и белорусского общества.

В результате исследования особенностей становления и развития киберфизических экосистем автором разработана трактовка понятия «национальная киберфизическая экосистема», отражающая основные экономические свойства и связи рассматриваемого экономического феномена [13].

Национальная киберфизическая экосистема — это совокупность целевых бизнес-сообществ, интегрированная в результате сквозной цифровой трансформации отраслей народного хозяйства страны, обусловленная непрерывными субъектно-объектными, объектно-объектными, субъектно-субъектными взаимодействиями, способствующими росту общественного благосостояния и национальной безопасности на основе своевременного реагирования и адаптации к изменяющимся факторам макро- и микросреды [13, с. 45].

Главным центром стратегического управления цифровой трансформацией является государство, определяющее приоритеты цифрового развития страны и реализующее их посредством институциональных инструментов. В условиях растущей глобальной конкуренции опережающее развитие национальной киберфизической экосистемы является необходимым условием обеспечения экономической безопасности и технологического суверенитета страны, приоритетным направлением промышленной политики.

Практическая реализация основных свойств национальной киберфизической экосистемы и обеспечение ее конкурентоспособности в экономическом киберфизическом пространстве в условиях санкций и технологического эмбарго обусловлены своевременной промышленной политикой государства, которая «...должна формироваться на основе проактивного подхода, предполагающего создание стимулирующих институциональных условий для ускорения внедрения новых технологий и повышения ресурсоэффективности, включая технические регламенты и правила регулирования внутреннего рынка, а также сопутствующие меры, такие как формирование инфраструктуры и реализация исследований и разработок, инновационных проектов...» [14].

Под экономическим киберфизическим пространством (ЭКФП) понимается интегрированная самоорганизующаяся и самоуправляемая с прозрачными географическими границами среда жизнедеятельности современного человека, состоящая из интеллектуальных машин и механизмов, взаимосвязанных и взаимодействующих на основе цифрового управления, основные свойства которых проявляются в замещении живого труда не только в производстве, но и в рутинных бизнес-процессах, что выражается в возникновении объективных экономических отношений в поиске и принятии оптимальных решений в отношении деятельности субъекта хозяйствования, в выпуске продукции, ориентированной на потребительский спрос, улучшении качества здоровья и жизни человека, способствующих во взаимодействии с ним обеспечению гуманитарной безопасности и достижению целей устойчивого развития.

Основные свойства ЭКФП определяются распространением и использованием множеств интеллектуальных машин и механизмов на земле, в воде, воздухе, под землей и космосе; связностью и связанностью киберфизических производственных систем вне государственных границ. Основные связи между киберфизическими производственными системами базируются на организации безлюдного производства. При их слиянии в экосистемы достигается децентрализованное управление субъектами хозяйствования на основе конкуренции, кооперации и субконтрактации, что отражает принципы взаимодействия киберфизических производственных систем в поиске и реализации оптимальных решений и обуславливает экономические отношения, возникающие независимо от местоположения последних.

В отличие от ЭКФП национальная киберфизическая экосистема ограничена государственными границами, должна обладать целостностью и собственным состоянием равновесия, обеспечивающим сбалансированное экономическое развитие страны, национальную безопасность и технологический

суверенитет. Равновесие в ЭКФП определяется равновесием глобальных полюсов экономического роста на основе институциональной гармонизации вне географических границ.

Основные постулаты ЭКФП сформированы на основе существующей теории пространственной экономики и заключаются в следующем:

экономические отношения формируются с участием доминирующих субъектов и подчиненных объектов, что исключает равноправие субъектно-объектных отношений;

цифровое неравенство приводит к деформации и поляризации ЭКФП вокруг полюсов экономического роста;

наиболее эффективные и быстрорастущие отрасли, обладающие эффектами масштаба, производительности и инноваций, стимулируют экономическую экспансию и рост всей экономической структуры ЭКФП;

объектная основа пространства образована межобъектными экономическими отношениями, изменяющимися по форме и содержанию вследствие деформации ЭКФП вокруг быстрорастущих отраслей [15].

Формирование ЭКФП обусловлено влиянием глобальных технологических тенденций в развитии мирохозяйственных связей и объективно определенных связей, которые определяют современную активную экономическую позицию стран, которая заключается в генерировании экономиками человеческого и цифрового капитала, представляющего собой «...совокупность накопленных материальных и нематериальных цифровых ресурсов, участвующих в производстве и обмене, которые циклично распределяются, изменяют свою вещественную форму и приносят дополнительный доход, способствующий в цифровую эпоху росту национального богатства» [15, с. 236].

Под цифровыми ресурсами понимается «...совокупность материальных и нематериальных активов, включаемых в стоимость промышленной продукции частями или полностью, назначение которых состоит в использовании информации в цифровом виде в управлении производственными, продуктовыми и бизнес-процессами» [16, с. 98].

В результате проведенного исследования предлагается методологический подход к оценке конкурентоспособности национальной киберфизической экосистемы в экономическом киберфизическом пространстве, объединяющий факторы человеческого и цифрового капитала, который включает следующие методы экономической оценки:

интеграцию человеческого капитала в национальной киберфизической экосистеме;

интеграцию цифровых ресурсов и исполнительных машин и механизмов;

цифровую добавленную стоимость и ее экспорта [16].

Метод экономической оценки интеграции человеческого капитала в национальной киберфизической экосистеме позволяет измерить и оценить степень востребованности интеллектуального человеческого труда на основе стоимости промежуточного потребления результатов научно-исследовательской, научно-технической, образовательной, консультационной и инжиниринговой деятельности в сфере производства цифровых ресурсов и исполнительных машин и механизмов. Это в совокупности характеризует конкурентный потенциал национальной киберфизической экосистемы по фактору «Человеческий капитал».

Метод экономической оценки интеграции цифровых ресурсов и исполнительных машин и механизмов на основе среднегодового прироста стоимости промежуточного потребления цифровых ресурсов видами экономиче-

ской деятельности, выпускающими исполнительные машины и механизмы, составляющие технико-технологическую базу национальной киберфизической экосистемы, позволяет измерить и оценить степень ее формирования и развития. Соотношение показателей промежуточного потребления по видам экономической деятельности и выпуска цифровых ресурсов в совокупности с механизмами изменения их запаса и валового накопления в экономике страны характеризует конкурентный потенциал национальной киберфизической экосистемы по фактору «Цифровые ресурсы в исполнительных машинах и механизмах».

Метод экономической оценки цифровой добавленной стоимости и ее экспорта позволяет измерить и оценить результирующие экономические критерии конкурентоспособности национальной киберфизической экосистемы в экономическом киберфизическом пространстве по фактору «Цифровой капитал».

Предложенные методы позволяют произвести оценку стоимостных показателей, составляющих факторы конкурентного потенциала и конкурентоспособности национальной киберфизической экосистемы на основе существующей методологии межотраслевого баланса [17].

В соответствии с принятой международной [18] и государственной классификациями продуктов и видов экономической деятельности [19; 20] произведена выборка для измерения и экономической оценки факторов.

По фактору «Человеческий капитал» совокупная стоимость промежуточного потребления услуг, принадлежащих секции М «Услуги профессиональные, научные и технические» и секции Р «Услуги в области образования» [19], отражает значимость результатов научно-технической и образовательной деятельности в формировании национальной киберфизической экосистемы.

Выделены следующие виды экономической деятельности (секции, подсекции и разделы выпускаемой продукции):

производство вычислительной, электронной и оптической аппаратуры (секция CI, разд. 26);

производство электрооборудования (секция CJ, разд. 27);

производство прочих готовых изделий; ремонт, монтаж машин и оборудования (секция CK, разд. 28);

производство транспортных средств и оборудования (подсекция CL, разд. 29, 30);

производство прочих готовых изделий; ремонт, монтаж машин и оборудования (подсекция CM);

деятельность в области телекоммуникаций (секция J, подсекция JB, разд. 61);

компьютерное программирование, консультационные и другие сопутствующие услуги (секция J, подсекция JB, разд. 62);

деятельность в области информационного обслуживания (секция J, подсекция JB, разд. 63) [20].

По фактору «Цифровые ресурсы в исполнительных машинах и механизмах» совокупная стоимость промежуточного потребления компьютеров, оборудования электронного и оптического (секция CI, разд. 26): услуг телекоммуникационных (секция J, подсекция JB, разд. 61): услуг в области компьютерного программирования, консультационных и аналогичных им (секция J, подсекция JB, разд. 62): услуг в области информационного обслуживания (секция J, подсекция JB, разд. 63) отражает применение отечественных продуктов и услуг сектора ИКТ при производстве автомобилей, транспортных средств, сельскохозяйственной, дорожной, бытовой техники и др.

В группу производителей исполнительных машин и механизмов объединены отрасли со следующими видами экономической деятельности:

производство электрооборудования (секция CJ, разд. 27);
 производство прочих готовых изделий; ремонт, монтаж машин и оборудования (секция SK, разд. 28);
 производство транспортных средств и оборудования (подсекция CL, разд. 29, 30);
 производство прочих готовых изделий; ремонт, монтаж машин и оборудования (подсекция SM) [20].

По фактору «Цифровой капитал» коэффициенты полных затрат цифровых ресурсов в экономике страны отражают удельные показатели использования цифровых ресурсов в выпуске. Показатели полной, прямой и косвенной цифровой валовой добавленной стоимости и ее экспорта отражают генерирование национального цифрового капитала и его экспорта.

Предложенный методологический подход в отличие от существующих оперирует методами экономической оценки критериев развития национальной киберфизической экосистемы, что позволяет:

оценить конкурентный потенциал национальной экономики и его реализацию в экономическом киберфизическом пространстве;

выявить институциональные и экономические предпосылки повышения конкурентоспособности и национальной киберфизической экосистемы.

На наш взгляд, основными экономическими предпосылками развития национальных конкурентных преимуществ в экономическом киберфизическом пространстве обоснованно можно считать:

темпы роста востребованности человеческого капитала в отраслях экономики, обеспечивающих технико-технологическую базу формирования и развития национальной киберфизической экосистемы;

темпы циркуляции цифровых ресурсов в экономике, включая валовое накопление и изменение запасов готовой продукции по соответствующим видам экономической деятельности.

К институциональным предпосылкам можно отнести стимулирующие мероприятия по развитию:

национального человеческого капитала и потреблению экономикой результатов научно-технической деятельности, образовательных и наукоемких услуг, в том числе отраслями, составляющими технико-технологическую основу развития киберфизических производственных систем;

инвестиционной политики, способствующей приросту выпуска, изменения запасов, валового накопления, промежуточного и конечного потребления отечественных цифровых ресурсов;

промышленной политики, способствующей приросту выпуска, промежуточного и конечного потребления, валового накопления и изменения запасов отечественных интеллектуальных исполнительных машин и механизмов;

организационно-экономических механизмов генерирования цифровой валовой добавленной стоимости национального происхождения и ее экспорта.

Государственное управление в условиях экономических санкций и технологического эмбарго (используя предложенный методологический подход) располагает принципами и методами разработки национальной промышленной политики на основе прогнозирования, планирования, стимулирования развития конкурентного потенциала и конкурентоспособности национальной киберфизической экосистемы в экономическом киберфизическом пространстве. Практический аспект предлагаемой методологии может быть реализован при ее использовании в стратегическом управлении как в разработке целевых показателей цифровой трансформации экономики страны, так и в прогнозировании влияния создаваемых государством институциональных предпосылок, при проведении оценки их результативности в повышении конкурентного по-

тенциала национальной киберфизической экосистемы и ее конкурентоспособности в экономическом киберфизическом пространстве.

Таким образом, предлагаемый методологический подход позволяет оценить обеспечение национальной киберфизической экосистемы необходимыми ресурсами, институтами и механизмами для цифровой трансформации и оценить ее конкурентный потенциал и конкурентоспособность в экономическом киберфизическом пространстве.

Вместе с тем предлагается альтернатива существующей методологии рейтинга мировой цифровой конкурентоспособности, позволяющая оценить цифровую конкурентоспособность стран на основе стоимостных критериев конкурентного потенциала и конкурентоспособности киберфизической экосистемы страны в условиях цифровой глобализации. Практическое значение имеет возможность расчета экономических значений показателей разработанных критериев конкурентного потенциала и конкурентоспособности киберфизической экосистемы на основе методологии межотраслевого баланса, что позволяет провести межстрановое сопоставление и ранжирование.

Разработанный на основе предлагаемого методологического подхода методический инструментарий позволяет провести экономическую оценку развития национальной киберфизической экосистемы на межотраслевом уровне с апробацией результатов на основе эмпирических данных национальных межотраслевых балансов, что обуславливает тематику и направления дальнейших научных исследований.

Литература и электронные публикации

1. *Портер, М.* Международная конкуренция: конкурентные преимущества стран / М. Портер. — М. : Альпина Паблишер, 2016.
- Porter, M.* Mezhdunarodnaja konkurencija: konkurentnye preimushhestva stran [International competition: competitive advantages of countries] / M. Porter. — М. : Al'pina Pablisher, 2016.
2. *Kristjánsdóttir, N.* Country Competitiveness: an Empirical Study / N. Kristjánsdóttir // Balt. — 2017. — Reg. — Vol. 9. — N 2. — P. 31–44.
3. *Альбекова, С. А.* Теоретизация национальной конкурентоспособности: мейнстрим и перспективные альтернативы / С. А. Альбекова, В. И. Самофалов // Экономические науки. — 2023 — № 10. — С. 222–228.
- Al'bekova, S. A.* Teoretizacija nacional'noj konkurentosposobnosti: mejnstrim i perspektivnye al'ternativy [Theorizing national competitiveness: mainstream and promising alternatives] / S. A. Al'bekova, V. I. Samofalov // Jekonomicheskie nauki. — 2023 — N 10. — P. 222–228.
4. *Байнев, В. Ф.* Научно-технический прогресс как фактор глобальной конкурентоспособности социально-экономических систем / В. Ф. Байнев // Формирование организационно-экономических условий эффективного функционирования АПК : сб. науч. ст. XVI Междунар. науч.-практ. конф., 23–24 мая 2024 г., г. Минск / БГАТУ ; редкол.: Н. Н. Романюк [и др.]. — Минск, 2024. — С. 21–27.
- Bajnev, V. F.* Nauchno-tehnicheskij progress kak faktor global'noj konkurentosposobnosti social'no-jekonomicheskijh sistem [Scientific and technological progress as a factor of global competitiveness of socio-economic systems] / V. F. Bajnev // Formirovanie organizacionno-jekonomicheskijh uslovij jeffektivnogo funkcionirovanija APK : sb. nauch. st. XVI Mezhdunar. nauch-prakt. konf., 23–24 maja 2024 g., g. Minsk / BGATU ; redkol.: N.N. Romanjuk [i dr.]. — Minsk, 2024. — P. 21–27.
5. *Шваб, К.* Четвертая промышленная революция / К. Шваб. — М. : Эксмо, 2016. — 209 с.
- Shvab, K.* Chetvertaja promyshlennaja revoljucija [The Fourth Industrial Revolution] / K. Shvab. — М. : Jeksmo, 2016. — 209 p.

6. *Зубрицкая, И. А.* Экономическое киберфизическое пространство: теоретико-методологический генезис и современные тенденции формирования и развития / И. А. Зубрицкая // Наука и инновации. — 2024. — № 9. — С. 54–57.
- Zubrickaja, I. A.* Jekonomicheskoe kiberfizicheskoe prostranstvo: teoretiko-metodologicheskij genезis i sovremennye tendencii formirovanija i razvitija [Economic cyberphysical space: theoretical and methodological genesis and current trends in formation and development] / I. A. Zubrickaja // Nauka i innovacii. — 2024. — N 9. — P. 54–57.
7. World Digital Competitiveness Ranking 2023 — URL: <https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-digital-competitiveness-ranking/> (date of access: 08.11.2024).
8. Top 10 Strategic Technology Trends 2019. — URL: <https://nbf.ae/media/113981/gartner-top-technology-trends-2019.pdf> (date of access: 08.11.2024).
9. Top 10 Strategic Technology Trends 2023. — URL: <https://www.gartner.com/en/articles/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2023> (date of access: 08.11.2024).
10. *Зубрицкая, И. А.* Концепция «Индустрия 4.0» и предпосылки ее применения в отечественной промышленности / И. А. Зубрицкая // Наука и инновации: научно-практический журнал. — 2018. — № 7. — С. 38–42.
- Zubrickaja, I. A.* Konceptija «Industrija 4.0» i predposylki ee primenenija v otechestvennoj promyshlennosti [The concept of “Industry 4.0” and the prerequisites for its application in the domestic industry] / I. A. Zubrickaja // Nauka i innovacii: nauchno-prakticheskij zhurnal. — 2018. — N 7. — P. 38–42.
11. *Городецкий, В. И.* Концептуальная модель цифровой платформы для киберфизического управления современным предприятием. Часть 1. Цифровая платформа и цифровая экосистема / В. И. Городецкий, В. Б. Ларюхин, П. О. Скобелев // Мехатроника, автоматизация, управление. — 2019. — № 20 (6). — С. 323–332.
- Gorodeckij, V. I.* Konceptual'naja model' cifrovoj platformy dlja kiberfizicheskogo upravlenija sovremennym predpriatiem. Chast' 1. Cifrovaja platforma i cifrovaja jekosistema [A conceptual model of a digital platform for cyber-physical management of a modern enterprise. Part 1. Digital Platform and Digital Ecosystem] / V. I. Gorodeckij, V. B. Larjuhin, P. O. Skobelev // Mehatronika, avtomatizacija, upravlenie. — 2019. — N 20 (6). — P. 323–332.
12. Государственная программа «Цифровое развитие Беларуси» на 2021–2025 годы // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C22100066> (дата обращения: 24.11.2024).
13. *Зубрицкая, И. А.* Особенности становления и развития киберфизической экосистемы / И. А. Зубрицкая // Новости науки и технологий — 2023. — № 3 (66). — С. 42–48.
- Zubrickaja, I. A.* Osobennosti stanovlenija i razvitija kiberfizicheskoy jekosistemy [Features of the formation and development of the cyberphysical ecosystem] / I. A. Zubrickaja // Novosti nauki i tehnologij — 2023. — N 3 (66). — P. 42–48.
14. *Шутилин, В. Ю.* Стратегические аспекты промышленной политики Беларуси в условиях новой экономической реальности / В. Ю. Шутилин // Вестник Института экономики НАН Беларуси. — 2021. — Вып. 2. — С. 37–46. — URL: <https://doi.org/10.47612/978-985-08-2743-2-2021-2-37-46> (дата обращения: 24.11.2024).
- Shutilin, V. Ju.* Strategicheskie aspekty promyshlennoj politiki Belarusi v uslovijah novoj jekonomicheskoy real'nosti [Strategic aspects of Belarus' industrial policy in the context of the new economic reality] / V. Ju. Shutilin // Vestnik Instituta jekonomiki NAN Belarusi. — 2021. — Vyp. 2. — P. 37–46. — URL: <https://doi.org/10.47612/978-985-08-2743-2-2021-2-37-46> (data obrashhenija: 24.11.2024).
15. *Зубрицкая, И. А.* Цифровой капитал: показатели новой экономики / И. А. Зубрицкая // Новая экономика : научно-теоретический, научно-практический, научно-методический журнал — 2022. — № 2 (80). — С. 234–246.
- Zubrickaja, I. A.* Cifrovoj kapital: pokazateli novoj jekonomiki [Digital capital: indicators of the new economy] / I. A. Zubrickaja // Novaja jekonomika : nauchno-teoreticheskij, nauchno-prakticheskij, nauchno-metodicheskij zhurnal — 2022. — N 2 (80). — P. 234–246.
- Zubrickaja, I. A.* Cifrovoj kapital: pokazateli novoj jekonomiki [Digital capital: indicators of the new economy] / I. A. Zubrickaja // Novaja jekonomika : nauch.-teoret., nauch.-prakt., nauch.-metod. zhurn. — 2022. — N 2 (80). — P. 234–246.
16. *Зубрицкая, И. А.* Измерение цифровой добавленной стоимости национальной экономики по данным межотраслевого баланса / И. А. Зубрицкая // Белорусский экономический журнал. — 2023. — № 1. — С. 60–74.

Zubrickaja, I. A. Izmerenie cifrovoj dobavlennoj stoimosti nacional'noj jekonomiki po dannym mezhotraslevogo balansa [Measurement of the digital added value of the national economy according to the data of the intersectoral balance] / I. A. Zubrickaja // Belorusskij jekonomicheskij zhurnal. — 2023. — N 1. — P. 60–74.

17. Система таблиц «Затраты – выпуск» // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — URL: https://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/realny-sector-ekonomiki/natsionalnye-scheta/sistema-tablits-zatraty-vypusk/index.php?sphrase_id=2109034 (дата обращения: 24.11.2024).

18. The International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (ISIC): [statistics database]. — URL: <https://unstats.un.org/unsd/classifications/Econ/ISIC.cshtml> (date of access: 22.11.2024).

19. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 007-2012 «Классификатор продукции по видам экономической деятельности (ОКП (РБ))» // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — URL: <http://belstat.gov.by> (дата обращения: 24.11.2024).

20. Общегосударственный классификатор Республики Беларусь ОКРБ 005-2011 «Виды экономической деятельности (ОКЭД)» // Национальный статистический комитет Республики Беларусь. — URL: <http://belstat.gov.by> (дата обращения: 24.11.2024).

INESA ZUBRITSKAYA

A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE COMPETITIVENESS OF THE NATIONAL CYBERPHYSICAL ECOSYSTEM IN THE ECONOMIC CYBERPHYSICAL SPACE

Author affiliation. Inesa ZUBRITSKAYA (zubritskaya@tut.by), *Belarusian National Technical University (Minsk, Belarus).*

Abstract. In the global environment, digital transformation is a requirement of the time, and international competition is a powerful motivating factor for building up national digital capital due to the introduction of cyber—physical production systems into the economy and their integration.

The purpose of this scientific research is to substantiate the controlled factors of competitiveness of the national cyberphysical ecosystem in the conditions of formation of the economic cyberphysical space.

The article proposes a methodological approach to substantiate new economic criteria for the competitiveness of national systems in the context of a global change in the production paradigm, providing for the integration of human and digital capital, executive machines and mechanisms in the formation of competitive potential and its implementation in the context of digital globalization.

The proposed approach includes three methods of economic assessment that allow, based on the cost indicators of the intersectoral balance, to measure national competitive advantages in terms of dynamics and depth of integration of human and digital capital into the productive sectors of the economy with the possibility of their assessment in international comparison.

The practical significance of the proposed methodological approach in the context of economic sanctions and technological embargoes is due to the possibility of monitoring the activities of the State Program “Digital Development of Belarus” for 2021-2025, scientific justification of criteria for strategic forecasting and planning for managing the country’s digital development in the foreseeable future.

Keywords: economic cyber-physical space; national cyber-physical ecosystem; digital resources; human capital; digital capital.

UDC 338.3 (476)

*Статья поступила
в редакцию 04. 02. 2025 г.*