
ТЕОРИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ THEORY AND METHODOLOGY

*Вестник Челябинского государственного университета. 2025. № 7 (501). С. 11–20.
Bulletin of Chelyabinsk State University. 2025;(7(501):11-20.*

Научная статья

УДК 001.2:007: 332.025

DOI: 10.47475/1994-2796-2025-501-7-11-20

ПЕРСПЕКТИВЫ УПРАВЛЕНИЯ КОНВЕРГЕНЦИЕЙ ДЛЯ УСКОРЕНИЯ РАЗВИТИЯ РОССИИ

Владимир Вальтерович Ворожихин¹, Елена Васильевна Александрова²✉

¹РЭУ им. Г.В. Плеханова, ИПРАН РАН, Москва, Россия, vorozikhin@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3361-1425

²РЭУ им. Г.В. Плеханова, Москва, Россия, galinaguravleva@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-8365-2279

Аннотация. В статье анализируются развитие и современное состояние подходов диагностики, прогнозирования и результатов конвергенции, которая зарождалась и развивалась в сфере знаний и технологий. Возможность управления конвергенцией становится крайне актуальной в условиях необходимости обеспечения технологического суверенитета и выхода на траекторию достижения глобальной конкурентоспособности России. Цель работы — рассмотреть процессы, основные барьеры и условия эффективной конвергенции, вопросы выбора перспективных направлений конвергенции. Конвергенция рассматривается как процесс инновационного развития мира и страны, сопряженный с формированием супердисциплинарного знания. Результаты исследования свидетельствуют, что практическое решение проблем управления конвергенцией требует принципиального обновления методологических подходов — использования конвергентного проектирования, ускорителей конвергенции, а также развития культуры, поддерживающей конвергенцию, учета выхода процессов конвергенции за рамки развития науки и технологий. Задача успешной конвергенции предполагает действие в рамках всей экосистемы, охватывающей все вопросы от формирования знаний до их применения, и требует создания национальной системы управления конвергенцией на основе сетевого развития отечественной науки, использования цифровых технологий и инноваций и супердисциплинарных подходов. Сделан вывод о возможности ускорения формирования технологического, инновационного и экономического суверенитета России за счет управления конвергенцией.

Ключевые слова: развитие конвергенции, методологическая революция, цифровое инновационное развитие, управление конвергенцией, ускорение развития России

Для цитирования: Ворожихин В. В., Александрова Е. В. Перспективы управления конвергенцией для ускорения развития России // Вестник Челябинского государственного университета. 2025. № 7 (501). С. 11–20. DOI: 10.47475/1994-2796-2025-501-7-11-20

Original article

PROSPECTS FOR CONVERGENCE MANAGEMENT TO ACCELERATE RUSSIA'S DEVELOPMENT

Vladimir V. Vorozhikhin¹, Elena V. Aleksandrova²✉

¹Plekhanov Russian University of Economics, Institute for the Study of Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, vorozikhin@mail.ru, ORCID: 0000-0003-3361-1425

²Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russia, galinaguravleva@rambler.ru, ORCID: 0000-0002-8365-2279

Abstract. The article analyzes the development and current state of approaches to diagnostics, forecasting and results of convergence, which originated and developed in the sphere of knowledge and technology. The possibility of convergence management becomes extremely relevant in the context of the need to ensure technological sovereignty

and get on the trajectory of achieving global competitiveness of Russia. The purpose of the paper is to consider the processes, main barriers and conditions of effective convergence, the issues of selecting promising areas of convergence. Convergence is considered as a process of innovative development of the world and the country, associated with the formation of super-disciplinary knowledge. The results of the study indicate that the practical solution to the problems of convergence management requires a fundamental update of methodological approaches — the use of convergent design, convergence gas pedals, as well as the development of a culture that supports convergence, taking into account the convergence processes beyond the development of science and technology. The challenge of successful convergence involves ecosystem, covering all issues from knowledge formation to its application, and requires the creation of a national convergence management system based on the network development of domestic science, the use of digital technologies and innovations and superdisciplinary approaches. It is concluded that it is possible to accelerate the formation of technological, innovative and economic sovereignty of Russia through convergence management.

Keywords: convergence development, methodological revolution, digital innovation development, convergence management, acceleration of Russia's development

For citation: Vorozhikhin VV, Aleksandrova EV. Prospects for Convergence Management to Accelerate Russia's Development. *Bulletin of Chelyabinsk State University*. 2025;(7(501):11-20. (In Russ.). DOI: 10.47475/1994-2796-2025-501-7-11-20

Введение

Развитие глобальных технологий вплоть до начала 21 века было во многом стихийным и опиралось на открытия выдающихся личностей. Усложнение науки, выявление новых связей между разными сферами науки повлекли за собой выход знания за рамки отдельных дисциплин и формирование междисциплинарных знаний, потребовали интеграции знаний исследователей и организации командной работы. Этот процесс конвергенции отдельных областей знаний стал проявляться с начала 60-х годов XX в. [1].

Современная конвергенция опирается на супердисциплинарные знания: термин был предложен М. Феррари для обозначения совокупности меж-, мульти-, кросс- и трансдисциплинарных знаний¹. В свете попыток специалистов NASEM и NSF выстроить систему терминов для обозначения уровня (меж)дисциплинарности знаний термин «супердисциплинарные знания» мог бы описывать группу дисциплинарного, междисциплинарного и трансдисциплинарного знания с учетом результатов трансформационных исследований — трансформационных знаний.

Современная конвергенция реализуется на основе технологий цифровых платформ, позволяющих использовать в технологической экосистеме решения, найденные для других технологий, распространять их на разные виртуальные и физические объекты. Помимо продуктов, услуг и процессов результатом деятельности стали новые бизнес-модели, ориентированные на развитие цифровых экосистем. Преобразуя способы организации

деятельности и социальной координации, цифровые инновации привели не только к изменению ценностей в сферах проникновения, но и к изменению способов формирования ценностей, меняя человека и общество. Конвергенция стала стремительным процессом, охватывающим знания, технологии и общество.

Наступление новой пострыночной эпохи (эпоха рынков по мнению специалистов McKinsey завершилась в 2020 г.)² несет принципиально новые черты многополярного интеллектуального мира, в котором происходит становление Индустрии 5.0 и Общества 5.0. Партнерами человека по созданию будущего становятся искусственный интеллект и роботы, число которых стремительно увеличивается. В глобальной промышленности на сентябрь 2024 г. работает 4 281 585 роботов. Годовой объем установок превысил полмиллиона единиц третий год подряд, увеличиваясь более чем на 10 % в год. По регионам 70 % всех новых развернутых роботов 2023 года были установлены в Азии, 17 % в Европе и 10 % в Америке³. Взаимодействие партнеров формирует новые процессы и области конвергенции, меняющей мир.

Данные и методология

Данная статья основана на современных публикациях ведущих зарубежных исследователей, прежде всего специалистов Национальных академий

² Bradley C., Seong J., Smit S., Woetzel L. On the cusp of a new era? McKinsey Global Institute, 2022, 44 p. URL: <https://www.mckinsey.com/capabilities/risk-and-resilience/our-insights/on-the-cusp-of-a-new-era> (дата обращения: 21.01.2025).

³ Record 4 Million Robots in Factories Worldwide. Press-Release International Federation of Robotics, 2024. 2 p. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-of-4-million-robots-working-in-factories-worldwide> (дата обращения: 21.01.2025).

¹ Zubaşcu F. The gospel of ERC's new president: super-disciplinary science. URL: <https://sciencebusiness.net/news/gospel-ercs-new-president-super-disciplinary-science> (дата обращения: 21.01.2025).

США и автора учения о формировании бизнес-экосистем Дж. Мура.

Теоретико-методологической основой для написания статьи выступает системный подход, предполагающий комплексное рассмотрение проблемы конвергенции и ее адаптации к условиям развития России. При проведении исследования использовались общенаучные методы анализа, индуктивные и дедуктивные методы, а также экономический подход, на базе которого определяется существенное содержание изучаемого вопроса.

Результаты

Определение и сущность конвергенции

Исторически конвергенция технологий определялась как явление общих технологических инноваций, предпринимаемых в разных отраслях промышленности для преодоления технических препятствий в различных производственных процессах [1]. Развитие конвергенции существенно ускорилось с развитием нанотехнологий, которые повлияли даже на определение конвергенции: конвергенция разнообразных технологий основана на материальном единстве в наномасштабе и на интеграции технологий из этого масштаба [2, с. ix]. Необходимо отметить, что цель конвергенции «улучшение производительности человека за счет интеграции технологий» [2, с. ix] и «целостный взгляд на технологию, основанный на преобразующих инструментах, математике сложных систем и едином причинно-следственном понимании физического мира от наномасштаба до планетарного масштаба» [2, с. x] свидетельствовали о выходе процессов и результатов конвергенции за пределы технологического пространства.

Конвергенцию технологий в 20-е годы XXI в. стали определять как технологию, создаваемую для удовлетворения конкретных требований с точки зрения спроса, и как технологии, объединяющиеся для создания новых функций или повышения эффективности существующего продукта [3].

Два основных аспекта являются наиболее важными для определения конвергенции: глубокая интеграция дисциплин и проблемно-ориентированное междисциплинарное исследование. Возможности «конвергенции» создаются, когда формируются культуры, развивающие способности исследователей творчески интегрировать области знаний [4].

Междисциплинарные исследования могли бы стать фактором активизации конвергенции, но исследователи по-разному воспринимали распространение междисциплинарности в разных дисциплинарных областях, пытаясь отстаивать дисциплинарные подходы и методы от вызовов пред-

ставлениям о правильном подходе к научным исследованиям.

Конвергенция ориентирована на достижение стратегических, масштабных и принципиально новых результатов за счет поиска фундаментальных «исследований, вдохновленных использованием», — создающих фундаментальные знания и значимые социальные воздействия [5].

Парадигма конвергенции «намеренно объединяет интеллектуально разнородных исследователей для разработки эффективных способов коммуникации между дисциплинами путем принятия общих рамок и нового научного языка. Это, в свою очередь, может помочь решить проблему, которая потребовала сотрудничества, что приведет к новым способам постановки исследовательских вопросов и открытию новых исследовательских перспектив» [6, с. 1].

Социальное и интеллектуальное разнообразие представляют собой важнейшие компоненты конвергенции и инноваций. Команды нуждаются в людях, которые могут успешно и умело исполнять разные функциональные и командные роли. Командный успех также требует разных точек зрения, культурного происхождения, этнической принадлежности и пола. Стандартизация может ограничивать разнообразие и конвергенцию [6, с. 10].

Свойства конвергенции

Конвергенция отражает возможность объединения наук, основанную на единстве природы, принципиально расширяющую перспективы и совершенствующую способности личности, общества и человечества в долгосрочной перспективе [2, с. ix]¹. Конвергенция устраняет границы между технологиями, создает новые технологии и продукты, которые стимулируют промышленный рост. Ключевые аспекты, отражающие разнообразие конвергентной экосистемы представлены на рис. 1.

На этом рисунке конвергентный исследовательский проект осуществляется командой (T1). Основные компетенции и области знаний отдельных членов и команды поддержки (T2-T4) определяют качество и эффективность реализации проекта. Многочисленные дополнительные элементы также влияют на культуру конвергенции и возможность добиться успеха, включая систему институциональных стимулов, финансирование и организационную поддержку, а также другие политики и практики,

¹ Record 4 Million Robots in Factories Worldwide. Press-Release International Federation of Robotics, 2024. 2 p. URL: <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/record-of-4-million-robots-working-in-factories-worldwide> (дата обращения: 21.01.2025).

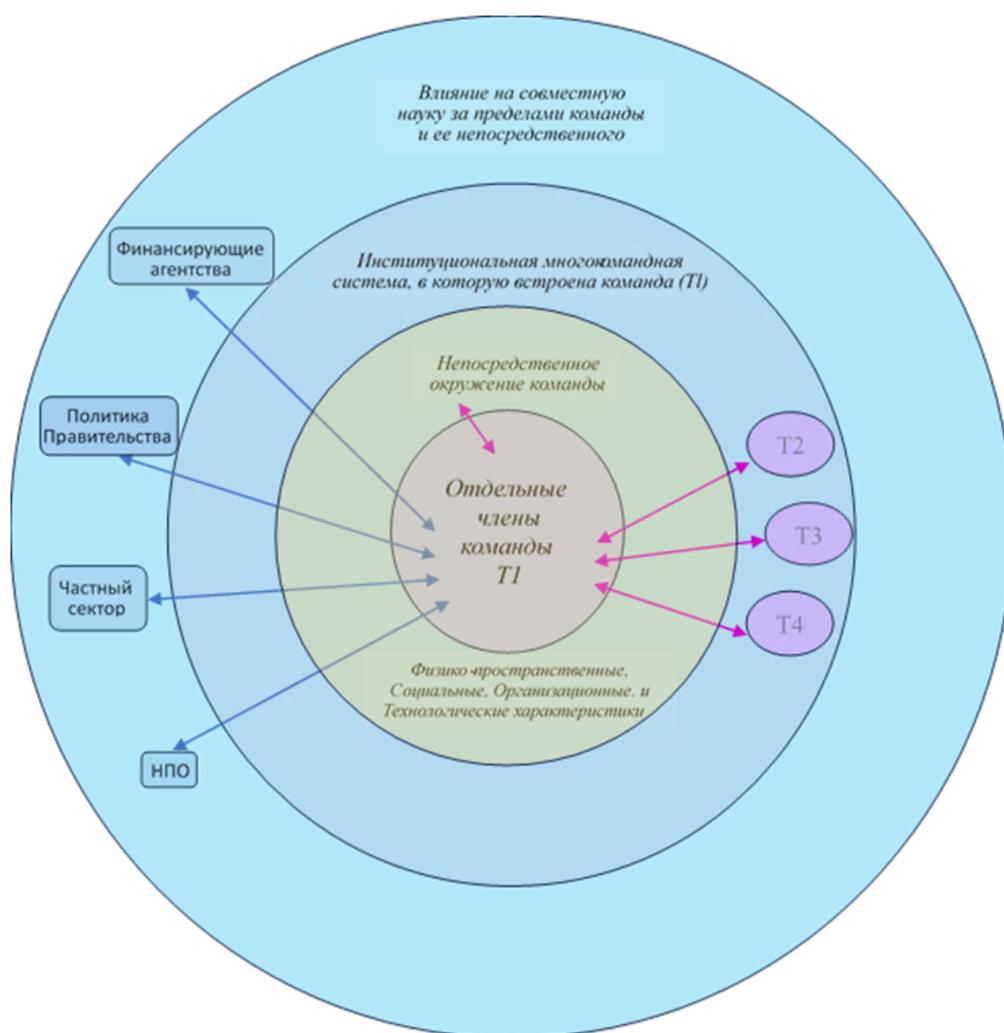


Рис. 1. Ключевые аспекты конвергентной экосистемы
 Fig. 1. Key aspects of a convergent ecosystem
 Источник: [4]

влияющие на исследования, а также взаимодействие с множеством других экспертов и команд, также проведение соответствующих исследований.

Конвергенция технологий реализуется за счет развития ключевых технологий на границах между отраслями, называемых посредниками технологических знаний. Условия работы отраслей и границы между ними могут существенно меняться вследствие конвергенции.

Конвергенция направлена на совершенствование творческой инновационной сети и имеет фазы конвергенции-дивергенции. В основе концепции SKTS лежат пять общих подходов [6, с. 3]:

- Принятие решений с добавленной стоимостью и трансформация знаний;
- Целостный систематический дедукционный подход;
- Создание языков более высокого уровня;
- Сосредоточение усилий на фундаментальных исследованиях, вдохновленных видением, и

грандиозных задачах, решение которых возможно благодаря конвергенции;

- Проактивное поощрение согласованных государственных и частных усилий.

Признаком и условием развития технологической конвергенции становится трансдисциплинарные знания. Специалисты выделяют пять атрибутов трансдисциплинарной (ТД) ориентации [4, с. 28]:

Ценности, которые предрасполагают человека к приобретению широкого понимания исследовательских и общественных проблем; мотивационное ядро ориентации ТД.

Убеждения, что интеграция концепций и методов из различных областей имеет важное значение для важных научных и общественных достижений.

Благоприятное отношение к участию в *интегративной научной деятельности*, объединяющей несколько дисциплин.

Поведение, способствующее изучению и синтезу концепций и методов из разнородных обла-

стей, а также эффективному сотрудничеству в качестве члена исследовательской группы.

Концептуальные навыки и знания, которые позволяют ученым проходить несколько уровней анализа, синтезировать разрозненные дисциплинарные подходы и разрабатывать новые концептуализации, которые выходят за рамки уже существующих конструкций и теорий.

Конвергенция позволяет обществу не только создавать новые компетенции, технологии и знания, но и недоступные ранее комплексные решения проблем.

К настоящему времени объем и глубина воздействия новых факторов перемен позволяют говорить о новых этапах конвергенции, которые связаны с развитием экосистем как экосистем людей [7], очередной методологической революцией [8] и становлением Общества 5.0, в котором у человека появились мощные партнеры по совместному развитию — искусственный интеллект и роботы.

Области конвергенции

Конвергенция формировалась как синергетическая комбинация четырех основных «NBIC» (нано-био-инфо-когнитивных) технологий [2]. В качестве современного индикатора областей конвергенции используются крупномасштабные патентные данные по всем технологическим доменам патентов, поданных в Патентное ведомство США (USPTO), Европейское патентное ведомство и Патентное ведомство Японии — триадические патенты по определению ОЭСР, которые, по мнению исследователей, считаются более ценными, чем другие патенты [9].

В рамках исследования конвергенции в сфере знаний была разработана система рекомендаций по поддержке конвергенции для действий акторов на разных уровнях (таблица 1).

Конвергенция проникает в социальное пространство и влияет на формирование направлений исследований и их цели, возможности развития и решения насущных проблем. Возникают исследовательские проекты, которые «управляемы конкретной и неотложной проблемой... возникает ли она из глубоких научных вопросов или насущных социальных потребностей»¹. Разрыв между фронтами знаний и их использованием помогают устранить трансляционные исследования.

¹ Joanne S. Tornow, James Kurose, William J. (Jim) Lewis, Dawn M. Tilbury, William E. Easterling, C. Suanne Iacono, Rebecca L. Keiser, Anne Kinney, Fay Cook. Dear Colleague Letter: Growing Convergence Research. URL: <https://www.nsf.gov/pubs/2018/nsf18058/nsf18058.jsp> (дата обращения: 21.01.2025)

Барьеры в процессах конвергенции

Конвергенция реализуется в разных областях и в различных условиях, опирающихся на разные определения, различаются результаты и влияния конвергенции, а также измерения конвергенции с использованием различных подходов. Барьеры на пути конвергенции достаточно разнообразны и часто определяются прежде всего особенностями проекта и дисциплин, которые необходимы для его реализации. При формировании конвергентных процессов важен вклад социальных, поведенческих и экономических наук в сочетании с естественными, физическими и вычислительными дисциплинами. Существуют культурные и структурные проблемы для конвергенции, ограниченные стимулы для ученых развивать глубокие компетенции за пределами их основных дисциплин.

Барьеры на пути к конвергенции могут рассматриваться в рамках четырех широких концептуальных типов [4, с. 39]:

Информационные, предполагающая потенциальный недостаток информации среди исследовательских сообществ о том, что подразумевается под конвергенцией и что она позволяет, или что такая информация сбивает с толку. Также может отсутствовать необходимая информация о том, как эффективно способствовать этому;

Мотивационные, в том числе потребность в импульсе от руководства для изменения культуры;

Материальные ограничения, нехватка ресурсов, необходимость выхода за рамки обычного типа и масштаба фондов исследований отдельных исследователей, чтобы использовать дополнительные механизмы финансирования, которые будут способствовать конвергенции, наряду с такими ресурсами, как физическое пространство и оборудование; а также

Структурные и институциональные, указывающие на существование барьеров, возникающих из-за других аспектов организационной политики, практики и культуры, в рамках которых работают исследователи конвергенции.

Конкретизация барьеров позволяет определить точки проведения дополнительных исследований и управленческого воздействия — потенциальные места в общей системе, в которые можно и следует вмешиваться, чтобы способствовать развитию конвергентных процессов и необходимым изменениям.

Условия эффективной конвергенции и ее значение

Разработка интеграционных идей и создания общего языка в качестве основы проекта, ориентированного на конвергенцию, является необхо-

Сводка рекомендаций по конвергенции: содействие трансдисциплинарной интеграции наук о жизни, физических наук, инженерии и других наук

Summary of convergence recommendations: promoting transdisciplinary integration of life, physical, engineering and other sciences

Акторы	Действия	Желаемые результаты
Национальный орган по разработке концепции	Содействие координации по конвергенции. Повышение осведомленности общества и профессионалов о конвергенции как катализаторе новых научных и технических знаний и приложений.	Ускоренные инновации и экономический рост Национальная инфраструктура, способная решать возникающие проблемы, выходящие за рамки традиционных границ.
Спонсор научно-технических инноваций	Выявление проблем, которые выиграют от конвергентных подходов Устранение препятствий на пути к эффективной конвергенции как внутри, так и между учреждениями	Расширенные механизмы финансирования конвергентных исследований. Совместный обзор предложений между финансирующими организациями, когда это необходимо
Академический лидер	Устранение препятствий на пути к эффективному конвергентному партнерству как внутри учреждений, так и между ними Разработка политик, практик и руководств для поддержки и оценки конвергентных и дисциплинарных исследований в равной степени Используйте опыт экономических, социальных и поведенческих наук, а также области управления программами и стратегического планирования при планировании инициативы.	Методы найма, модели возмещения затрат и политика поддержки исследований, которые способствуют конвергенции, включая каталитическое начальное финансирование. Политика продвижения по службе и пребывания в должности, которая признает важность конвергенции и имеет уникальные критерии оценки. Практика, основанная на фактических данных, для эффективного содействия конвергенции. Больше усилий по конвергенции, партнерству, синергии и сотрудничеству, особенно в небольших университетах и учреждениях, которые обслуживают традиционно недостаточно представленные группы.
Государственная лаборатория	Развитие партнерских отношений, синергии и сотрудничества с коллегами из разных учреждений и из самых разных областей. Содействие эффективной передаче технологий, полученных при исследованиях конвергенции.	Практика, основанная на фактических данных, для эффективного содействия конвергенции Новые продукты и услуги, полученные в результате конвергентных исследований.
Промышленность, медицина или регулирующие органы	Устранение препятствий на пути к эффективной конвергенции партнерских отношений между учреждениями. Содействие эффективной передаче технологий, полученных в результате исследований конвергенции.	Расширенные механизмы финансирования конвергентных исследований Новые продукты и услуги, полученные в результате конвергентных исследований.

Источник: [10].

димостью формирования общих представлений у участников проекта.

Взаимодействие с заинтересованными сторонами, такими как бизнес, научное сообщество, органы власти, СМИ и население, необходимы для конвергенции — для стимулирования инноваций в областях пересечения научных дисциплин, имеющих важнейшее значение для решения насущных проблем.

Важную роль играют анализ данных, продвинутые вычислительные инструменты и автоматиза-

ция в сочетании с глубокими знаниями основной дисциплины и смежных областей для развития пространства знаний, инноваций и экономики.

Также важным фактором для достижения успеха компаний является заполнение их внутренней системы людьми, обладающими техническими знаниями, а также интересами к расширению своих знаний.

Для формирования процессов конвергенции важно создать культуру конвергенции, составляющие которой представлены на рис. 2.



Рис. 2. Составляющие культуры конвергенции в организации

Fig. 2. Components of a convergence culture in an organization

Источник: составлено авторами по [4]

Отдельный исследователь также может воплотить идею конвергенции, обладая значительным опытом более чем в одной области, а также способностью успешно соединять смежные области знаний. Узкий глубокий специалист имеет профиль знаний, подобный букве I. Для описания знаний и навыков в смежных областях специалисты Гарварда¹, использовали концепцию T-образного профиля знаний, который как требование к знаниям специалиста появился в объявлениях о поиске специалистов фирмы McKinsey в 2013 г. Для представления обладания двумя отдельными областями знаний используется символ Пи. Знания в множестве областей символизируют «гребенка»².

¹ Growing Convergence Research // U.S. National Science Foundation. URL: <https://www.nsf.gov/pubs/2018/nsf18058/nsf18058.jsp> (дата обращения: 21.01.2025).

² Hansen M. T., von Oetinger B. Introducing T-Shaped Managers: Knowledge Management's Next Generation. URL: <https://hbr.org/2001/03/introducing-t-shaped-managers->

Одним из подходов реализации эффективной конвергенции является конвергентное проектирование, «отличающееся решительным использованием передовых методов командных исследований и создания ценности для быстрой и эффективной интеграции уникального вклада отдельных членов и разработки ценных и инновационных решений для общества»³.

Исследователями разных стран были предприняты попытки создания набора предлагаемых «ускорителей конвергенции», которые будут решать отдельные научные вопросы. Такой проект в ЕС стартовал как «ускоритель знаний» в 2010–2011 гг. с финансированием в миллиард евро. Однако вско-

³ Dawson R. Building success in the future of work: T-shaped, Pi-shaped, and Comb-shaped skills. URL: <https://rossdawson.com/building-future-success-t-shaped-pi-shaped-and-comb-shaped-skills/> (дата обращения: 21.01.2025).

ре был закрыт¹: эксперты из MIT посчитали его неосуществимым — к настоящему времени остались только воспоминания и обзоры прошлых лет [10].

Успешная конвергенция предполагает действия в рамках всей экосистемы, охватывающей все вопросы от формирования знаний до их применения, включая институциональную и исследовательскую культуры, а также политику и практику, которые могут поддерживать такую работу.

«Горизонтальная интеграция» объединяет дисциплины, имеющие общие черты, такие как категория анализа или подход, «вертикальная интеграция» связывает дисциплины на нескольких аналитических уровнях и типах и создает дополнительные проблемы.

Для определения возможных направлений конвергенции применяют *тематические модели* — это генеративная вероятностная модель для частоты терминов документов в корпусе исследуемых текстов, в частности, патентов, для тематического моделирования широко используется латентное распределение Дирихле (LDA) [9].

Исследование сетей конвергенции технологий позволяет провести сравнительный анализ особенностей развития технологий и выявить факторы опережающего технологического развития, а также как технологии связаны и интегрированы, являются ли сети формирующимися или зрелыми. Конвергенция смещается от однородной (горизонтальной) конвергенции схожих технологий к неоднородной (вертикальной) конвергенции, которая является более инновационной и имеет волновой эффект, превращаясь в сложную и разнородную комбинацию технологий [11].

Конвергенция ИИ и социальных сетей (AISoMe) позволила перейти от взаимосвязанных компонентов к формированию многогранного исследовательского ландшафта и выявлению потенциальных бизнес-ценностей [12].

Выводы и направления будущих исследований

Современная конвергенция на основе цифровых платформ, охватывающая знания, технологии и общество, стала одной из важнейших движущих сил стремительного развития цифровых экосистем. Конвергенция стала важнейшим механизмом поиска фундаментальных «исследований, вдохновленных использованием». Конвергенция приводит к конкуренции разнообразных идей и методов исследований, выходу за границы дисциплин,

привычных методологий и отраслей, формируя новое мышление и позволяя получать принципиально новые стратегические и масштабные результаты. Ускоряя цифровые инновации, конвергенция преобразует материальный и виртуальный миры, открывая новые горизонты науки, формируя новые ценности, знания и навыки персоналий, новую культуру и новые возможности развития и совершенствования общества.

Ускорение развития, которое становится креативным и инновационным, повышает человеческий потенциал, улучшает качество жизни и благополучие на протяжении всей жизни для всех, формирует новую методологическую революцию, наделяющую человечество невиданной ранее мощью и преобразующую человека. Конвергенция формирует Индустрию 5.0 и Общество 5.0, в которых роботы и ИИ превращаются в партнеров человека по развитию и совершенствованию общества.

Первоначальные области эффективной конвергенции, определившими ее значимость и уникальные результаты развития, замещаются новыми по мере развития и становления интеллектуального производства и экономики. Конвергенция проникает в социальное пространство и влияет на формирование направлений исследований и их цели, возможности развития и решения насущных проблем. Направления и способы развития конвергенции определяют на основе временного анализа разработки патентов, публикаций, анализа тем и ключевых слов, определяя как развивалась область исследований и в каком направлении она может двигаться. Сопоставление возможностей развития и насущных проблем позволяет управлять конвергенцией для поиска ответов на разнообразные вызовы благополучию человечества.

Значимость конвергенции связана с возможностью решения сложных задач, с высоким уровнем социального воздействия. Конвергенция создает новые способы мышления и революционные инновации, которые преобразуют «сложное и дорогое», делая его «доступным и недорогим», может создать совершенно новые области науки и отрасли промышленности, сохраняя и создавая с эффективными долгосрочными инвестициями миллионы рабочих мест. Конвергенция, расширяющая инклюзивность дисциплин (включая социальные науки, гуманитарные науки и исполнительское искусство) также может быть планом для инноваций и стратегией стимулирования инноваций.

Конвергенция вышла за пределы науки и технологий, она рассматривается как один из важнейших факторов влияния и основа для разработки иннова-

¹ This is a general talk about the FuturICT project. URL: https://futurict.inn.ac/wp-content/uploads/2015/06/FuturICT-overview-December-2011_0.pdf (дата обращения: 21.01.2025).

ционных стратегий, что подтверждается всплеском публикаций о конвергенции [13]. Национальный научный фонд США (NSF) выделил конвергенцию как одну из своих 10 больших идей для агентства.

Создание национальной системы управления конвергенцией, являющейся основой формирова-

ния конкурентоспособности России на ближайшее десятилетие, в том числе подготовка специалистов по управлению конвергенцией, становится одной из важнейших задач, требующих решения на этапе совершенствования государства.

Список литературы

2. Rosenberg N. Technological change in the machine tool industry, 1840–1910 // *The Journal of Economic History*. 1963. Vol. 23, №4. P. 414–443.
3. Roco M. C., Bainbridge W. S. *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Dordrecht : The Netherlands Kluwer Academic Publishers, 2003. 482 p.
4. Yong J. K., Duk H. L. Technology convergence networks for flexible display application: A comparative analysis of latecomers and leaders // *Japan and the World Economy*. 2020. Vol. 55, № 101025. DOI: 10.1016/j.japwor.2020.101025.
5. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2019. *Fostering the Culture of Convergence in Research: Proceedings of a Workshop*. Washington, DC: The National Academies Press. URL: <https://doi.org/10.17226/25271>
6. Dudley J. Defending basic research // *Nature Photonics*. 2013. Vol. 7. P. 338–339. DOI: 10.1038/nphoton.2013.105.
7. Roco M. C., Bainbridge W. S., Tonn B., Whitesides G., eds. *Converging knowledge, technology, and society: Beyond convergence of nano-bio-info-cognitive technologies*. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer. 2013. 450 p.
8. Moore J. F., Rong K., Zhang R. The human ecosystem // *Journal of Digital Economy*. 2022. Vol. 1, № 1. P. 53–72. DOI: 10.1016/j.jdec.2022.08.002.
9. Krauss A. Homo methodologicus and the origin of science and civilisation // *Journal home page for Heliyon*. 2023. Vol. 9. Iss. 10, № e20237. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20237.
10. Lee W. S., Han E. J., Sohn S. Y. Predicting the pattern of technology convergence using big-data technology on large-scale triadic patents // *Technological Forecasting and Social Change*. 2015. Vol. 100. P. 317–329. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.07.022.
11. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *A New Vision for Center-Based Engineering Research*. Washington, DC: The National Academies Press. 2017. DOI: 10.17226/24767.
12. Kim Y. J., Lee D. H. Technology convergence networks for flexible display application: A comparative analysis of latecomers and leaders // *Japan and the World Economy*. 2020. Vol. 55, № 101025. DOI: 10.1016/j.japwor.2020.101025.
13. Saheb T., Sidaoui M., Schmarzo B. Convergence of artificial intelligence with social media: A bibliometric & qualitative analysis // *Telematics and Informatics Reports*. 2024. Vol. 14, № 100146. DOI: 10.1016/j.teler.2024.100146.
14. Sick N., Bröring S. Exploring the research landscape of convergence from a TIM perspective: A review and research agenda // *Technological Forecasting and Social Change*. 2022. Vol. 175, № 121321. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121321.

References

1. Rosenberg N. Technological change in the machine tool industry, 1840–1910. *The Journal of Economic History*. 1963;23(4):414-443.
2. Roco MC, Bainbridge WS. *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Scienc*. Dordrecht, The Netherlands Kluwer Academic Publishers; 2003. 482 p.
3. Yong JK, Duk HL. Technology convergence networks for flexible display application: A comparative analysis of latecomers and leaders. *Japan and the World Economy*. 2020;55:101025. DOI:10.1016/j.japwor.2020.101025.

4. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2019. *Fostering the Culture of Convergence in Research: Proceedings of a Workshop*. Washington, DC: The National Academies Press. URL: <https://doi.org/10.17226/25271>
5. Dudley J. Defending basic research. *Nature Photonics*. 2013;7:338-339. DOI: 10.1038/nphoton.2013.105.
6. Roco MC, Bainbridge WS, Tonn B., and Whitesides G, eds. *Converging knowledge, technology, and society: Beyond convergence of nano-bio-info-cognitive technologies*. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer. 2013. 450 p.
7. Moore JF, Rong K, Zhang R. The human ecosystem. *Journal of Digital Economy*. 2022;1(1):53-72. DOI: 10.1016/j.jdec.2022.08.002.
8. Krauss A. Homo methodologicus and the origin of science and civilization. *Journal home page for Heliyon*. 2023;9(10):e20237. DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e20237.
9. Lee WS, Han EJ, Sohn SY. Predicting the pattern of technology convergence using big-data technology on large-scale triadic patents. *Technological Forecasting and Social Change*. 2015;100:317-329. DOI: 10.1016/j.techfore.2015.07.022.
10. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. *A New Vision for Center-Based Engineering Research*. Washington, DC: The National Academies Press. 2017. DOI: 10.17226/24767.
11. Kim YJ, Lee DH. Technology convergence networks for flexible display application: A comparative analysis of latecomers and leaders. *Japan and the World Economy*. 2020;55,101025. DOI: 10.1016/j.japwor.2020.101025.
12. Saheb T, Sidaoui M, Schmarzo B. Convergence of artificial intelligence with social media: A bibliometric & qualitative analysis. *Telematics and Informatics Reports*. 2024;14:100146. DOI: 10.1016/j.teler.2024.100146.
13. Sick N, Bröring S. Exploring the research landscape of convergence from a TIM perspective: A review and research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*. 2022;175:121321. DOI: 10.1016/j.techfore.2021.121321.

Информация об авторах

В. В. Ворожихин — к.э.н., ведущий научный сотрудник НИИ развития образования РЭУ им. Г.В. Плеханова, ведущий научный сотрудник ИПРАН РАН.

Е. В. Александрова — ведущий научный сотрудник НИИ развития образования РЭУ им. Г.В. Плеханова.

Information about the authors

V. V. Vorozhikhin — PhD in Economics, leading researcher at the Research Institute for Education Development of the Plekhanov Russian University of Economics, leading researcher at the Institute of Russian Academy of Sciences.

E. V. Aleksandrova — leading researcher at the Research Institute for Education Development of the Plekhanov Russian University of Economics.

Статья поступила в редакцию 24.01.2025; одобрена после рецензирования 02.06.2025; принята к публикации 15.06.2025.

The article was submitted 24.01.2025; approved after reviewing 02.06.2025; accepted for publication 15.06.2025.

Вклад авторов: оба автора сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.