

# Формирование региональной экосистемы на основе цифровой конвергенции технологий и сервисов

doi



**С. А. Дятлов,**  
д. э. н., профессор  
oetdsa@yandex.ru



**О.С. Лобанов**  
к. э. н., докторант  
thelobanoff@gmail.com

**Санкт-Петербургский государственный экономический университет**

*В статье раскрыта коэволюционная трансформация бизнес модели в условиях перехода к «индустрии 4.0». Представлена концептуальная модель формирования экосистемы региона на основе цифровой конвергенции технологий, сервисов и компетенций. Раскрыты новые возможности для построения конкурентоспособной, конвергентной экосистемы региона, которые возникают на основе промышленного симбиоза, конвергенции сервисов и реинжиниринга цепочек создания стоимости.*

**Ключевые слова:** цифровизация, регион, цепочки ценностей, коинновации, сервисы, «индустрия 4.0».

## Введение

В материалах Всемирного экономического форума современный этап ускорения инноваций в науке и технике охарактеризован как трансформирующее изменение возможностей в области данных и технологий в сочетании со слиянием цифровых, физических и биологических сфер и последствиями данных процессов для общества в условиях четвертой промышленной революции [1]. Это не только преобразование роли социальных сетей, научных исследований и целых отраслей; это также радикально меняет процессы инноваций в биологии и материаловедении. Использование этих возможностей и активное управление рисками, возникающими в связи с быстрым развитием новой науки и технологий, неизбежно потребуют большей креативности и гибкости в существующих структурах управления и имеющихся механизмах финансирования.

Важно отметить, что в цифровой экономике большие данные становятся ценнейшим активом, имеющим полифункциональную ценность, заключающуюся не только в сборе разнообразной статистической информации, но и в широкой возможности применения больших данных для создания и разработки новых идей и технологий [11], а также в эволюционном совершенствовании рыночных институтов. Решающая роль

в эволюции рынка заключается в изучении того, как предприятия могут использовать экономику замкнутого цикла с точки зрения возможности использования ее в глобальных цепочках поставок [2]. Экономика замкнутого цикла по своей природе подразумевает повторное применение материалов и направлена на то, чтобы продукты, компоненты и материалы всегда были максимально ценными и полезными. При этом возникает задача обеспечения возможности построения такой экономической системы в конкретных условиях.

Чтобы успешно решать новые задачи развития «индустрии 4.0», необходимо обеспечение долгосрочных партнерских отношений между предприятиями и университетами, основной целью которых должно быть совместное интенсивное обучение (компетенции 1). Долгосрочное сотрудничество создает предпосылки для новых совместных инноваций и коэволюции. Технологии четвертой промышленной революции вызвали большую дискуссию по поводу возможностей, которые они предлагают, а также обеспокоенность по поводу вопросов управления, регулирования и этики [1]. При этом открываются большие перспективы для роста, поскольку конвергенция новых технологий создает беспрецедентные возможности во всех аспектах, от коммерческой деятельности до гуманитарной интервенции. Слияние искусственного интеллекта

(ИИ) с возможностями больших данных — не говоря уже о фактическом экспоненциальном накоплении самих данных — создало систему коммуникаций, сотрудничества и взаимодействия не только между людьми, но и между машинами, а также между человеком и машиной.

Одной из актуальных проблем сегодня является выявление новых тенденций и взаимосвязей цифровизации сервисов и «индустрии 4.0». В результате цифровизации участников экономической деятельности возникает новая бизнес-модель, которая заключается в переходе от фирм, ориентированных на товар, к цифровым системам предоставления товаров, работ и услуг. Данная трансформация так глубоко затрагивает структуру логистических цепей участников хозяйственной деятельности, что это влечет за собой реструктуризацию бизнес-модели самих организаций на разных этапах перехода экономических отраслей к условиям цифровой экономики [10].

Благодаря цифровой трансформации использование новых технологий, таких как большие данные, открытые данные, облачные технологии, Интернет вещей, платформы, искусственный интеллект и социальные сети, с растущими интеллектуальными и цифровыми предприятиями, — может использовать новые возможности и оптимизировать существующие операции для достижения значительного роста цифрового бизнеса. Сбор разрозненных данных, кластеризация их для анализа, визуализация их для принятия решений и использование выбранных данных при разработке новых услуг в условиях экономики замкнутого цикла наиболее важны для создания промышленного симбиоза и конвергенции в процессе создания сетей добавленной ценности с использованием цифровизации.

Чтобы сохранить конкурентное преимущество, многие компании переориентируют свой бизнес на экономику замкнутого цикла. Поступая так, они многократно расширяют свое предложение путем одновременного создания сильного потенциала посредством разработки более устойчивых продуктов для привлечения клиентов, совместного внедрения цифровых сервисов со своими партнерами и сотрудничества для создания интегрированных устойчивых бизнес-технологий [4]. Компании сегодня сталкиваются с растущей сложностью прибыльной реализации процесса непрерывного устойчивого перехода бизнеса к экономике замкнутого цикла. Ответственное лидерство понимается как социально-поведенческий и этический феномен, возникающий в социальных процессах взаимодействия и общения [5]. Это стратегический подход к использованию ответственности как движущей силы бизнеса и инноваций для содействия переходу промышленности и бизнеса к экономике замкнутого цикла. Ответственность создает значительное влияние и возможности для пересечения бизнеса, технологий и инноваций. Переход к подобным методам ведения бизнеса занимает много времени, и поэтому важно полностью понять стратегическую концепцию, определить ключевые проблемы и использовать связанные с ними возможности. В этих условиях требования к компетенции стали более сложными, и один

человеческий потенциал не может справиться со всей необходимой компетенцией для создания новых возможностей для бизнеса (компетенции 2). Такой подход базируется на инновационном мышлении и инновационной культуре, а также в процессах совместной инновации и совместной эволюции (коинновации и коэволюции) [4].

## Материалы и методы

В рамках экономики замкнутого цикла важное место занимает необходимость применения нового подхода к законодательству, регулирующему обращение с отходами. Данный подход охватывает долгосрочные целевые показатели по переработке муниципальных и производственных отходов, меры по ограничению захоронения отходов и стимулы для государств использовать экономические инструменты на национальном уровне [6]. Он также направлен на содействие сотрудничеству между отраслями, при котором отходы от одного процесса становятся вторичными материалами для других, посредством упрощения правовой базы для побочных продуктов и статуса конечных отходов, создавая большую надежность для работы операторов на этих рынках. Это приводит нас к возможности строить логистические сети с учетом данного подхода, что открывает новые возможности промышленного симбиоза и конвергенции.

Ключевым моментом в отношении устойчивого развития является то, в какой степени это повлияет на конкретный сектор экономики и на создание бизнеса в экономике замкнутого цикла и промышленного симбиоза. Это изменяющая отрасль парадигма, объединяющая инновации, дифференциацию и трансформацию.

В «индустрии 4.0» описывается организация производственных процессов на основе технологий и устройств, автономно взаимодействующих друг с другом по цепочке создания стоимости. Архитектура «индустрии 4.0» учитывает возросшую цифровизацию различных отраслей, в которых физические объекты полностью интегрированы в информационную сеть, что обеспечивает децентрализованное производство и адаптацию в реальном времени в будущем [8]. Для «индустрии 4.0» характерно то, что она предполагает соединение продуктов друг с другом. «Индустрия 4.0» тесно связана с киберфизическими системами (CPS) Их можно определить как трансформирующие технологии, которые управляют взаимосвязанными системами с их физическими активами и вычислительными возможностями. Чтобы успешно решать новые задачи развития «индустрии 4.0», необходимо обеспечить долгосрочных партнерских отношений между предприятиями и университетами, основной целью которых должно быть совместное интенсивное обучение (компетенции 1). Долгосрочное сотрудничество создает предпосылки для новых совместных инноваций и коэволюции. Ожидается, что адаптация структуры «индустрии 4.0» в качестве основы для развития предоставит возможность для существенного конкурентного преимущества как для бизнеса, так и для регионов [11].

В условиях цифровой экономики устойчивость является ключевым фактором инноваций. При этом самым большим преимуществом является генерация и обработка больших данных. Информационные технологии помогают сделать большие объемы данных доступными для различных целей в государственном или частном секторе с минимальными усилиями и затратами [13]. Наиболее надежным методом идентификации наборов данных с большим потенциалом является подход, основанный на спросе, что означает тесное сотрудничество с потенциальными конечными пользователями. Каждый участник экосистемы имеет возможность участвовать в создании инноваций и ценностей, которые обычно создаются на пересечениях стейкхолдеров в рамках экосистемы. Бизнес-экосистема может быть рассмотрена как групповая деятельность, или одна компания может создать ее с помощью совместной деятельности. Повышение организационной компетентности также требует повышения собственной когнитивной гибкости менеджеров для представления новой стратегической логики для создания и реализации новых видов предложений по созданию добавленной ценности. При этом коэволюционный спиральный метод способствует выявлению и достижению потенциала, возможностей, компетенции и зрелости, необходимых для превращения знаний в инновации.

Промышленный симбиоз и сопутствующая цифровизация конвергенция предоставляют средства для повышения конкурентоспособности и построения устойчивой экономики. Он также помогает предприятиям и организациям функционировать так же, как естественная экосистема, где каждый элемент определен и функционирует, а ресурсы не тратятся впустую. Независимо от того, рассматривается ли уровень компании, региона или макрорегиона, либо на национальном уровне, необходимо применять данный системный подход. Он объединяет различные организации в сети, чтобы способствовать экоинновациям и

долгосрочным изменениям экономической парадигмы. Создание и обмен знаниями через сеть дает взаимовыгодные возможности для поиска необходимых ресурсов и мест назначения с добавленной стоимостью для продуктов, не связанных с производством, а также для улучшения деловых и технических процессов.

Роль экономики замкнутого цикла и цифровизации как движущей силы бизнеса возрастает в нейросетевой биоэкономике и в качестве фактора цифровой конвергенции в сфере промышленных услуг. Это должно быть учтено при принятии решений о реструктуризации бизнеса, так как открывает новые возможности цифровой конвергенции инновационных технологий и сервисов. В связи с этим представляется важным разработка концептуальной модели использования экономики замкнутого цикла и цифровизации в качестве движущей силы трансформации бизнеса для успешного перехода хозяйствующих субъектов к новой экономике услуг на основе цифровой конвергенции.

## Модель и результаты ее применения

Экономика замкнутого цикла относится к индустриальной экономике, которая является восстанавливающей по своему направлению; стремится полагаться на возобновляемую энергию; минимизирует, отслеживает и исключает использование токсичных химических веществ, не допуская появления отходов посредством тщательного проектирования [2]. Концепция экономики замкнутого цикла основана на исследовании нелинейных систем. Концептуальная диаграмма на рис. 1 иллюстрирует непрерывный поток технических и биологических материалов через сеть создания добавленной стоимости.

Изменение экономических структур, обострение экологических проблем и повышение требований, связанных со спросом, означают, что компаниям необходимо находить более ресурсоемкие решения. Это может быть достигнуто путем сотрудничества между компа-

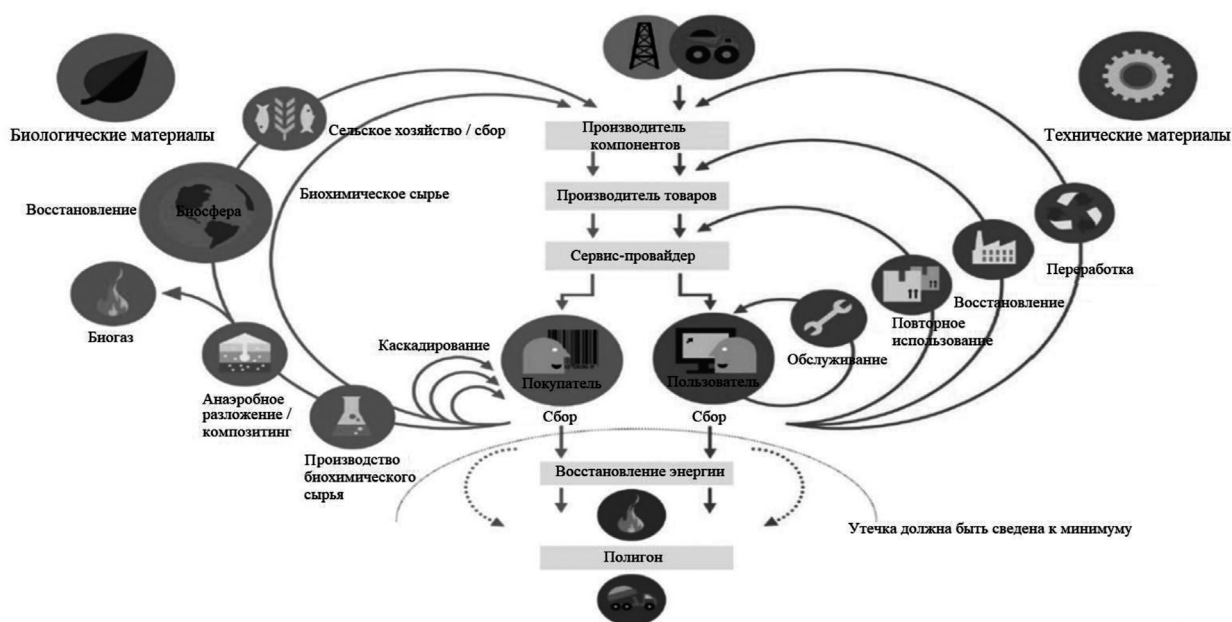


Рис. 1. Концептуальная модель экономики замкнутого цикла

ниями, работающими в различных секторах, а также с местными органами власти и муниципалитетами.

Промышленный симбиоз — это промышленная экосистема, в которой неиспользованные или остаточные ресурсы одной компании используются другой. Это приводит к взаимным экономическим, социальным и экологическим выгодам. В этом процессе участвуют несколько компаний — фирмы, которые дополняют друг друга, обеспечивают взаимную добавленную стоимость за счет эффективного использования сырья, технологий, услуг и энергии. Совместная разработка данного подхода обеспечивает эффективный способ проектирования, разработки и тестирования инновационных товаров, работ и услуг. Это, в свою очередь, порождает новые компетенции, которые могут использовать новые бизнес-модели.

Бизнес-системы, основанные на конвергенции, обеспечивают большую добавленную стоимость, используя меньше природных ресурсов, чем традиционные производственно-бытовые цепочки. Это означает более эффективное потребление энергии и ресурсов, а также сокращение отходов. В данных условиях промышленные операции, производство энергии, первичное производство, переработка отходов и услуги, их поддерживающие, объединяются в единое целое, обеспечивая производство товаров, работ и услуг для нужд конечного пользователя в рамках оптимизации использования ресурсов.

## Концептуальная модель «индустрии 4.0».

Термин «индустрия 4.0» был первоначально придуман правительством Германии. Он концептуальный в том смысле, что излагает способ понимания наблюдаемого феномена и институциональный, поскольку он обеспечивает основу для ряда политических инициатив, определенных и поддерживаемых представителями правительства и бизнеса, которые ведут программу исследований и разработок. В области социальных изменений мало кто знает об «индустрии 4.0» за пределами группы ключевых заинтересованных сторон. Хотя пробел в компетенциях для адаптации к единому цифровому рынку существует, требования к компетенциям для адаптации к «индустрии 4.0» намного выше (компетенции 1) [8].

В современных условиях физический мир сливается с виртуальным миром. Мы все больше привыкаем к Интернету вещей, Интернету всего или к промышленному Интернету. Все они находятся в условиях цифровой трансформации. Широкое распространение информационных и коммуникационных технологий (ИКТ) все больше ускоряет стирание границ между реальным физическим миром и виртуальным. Связь также становится все более умной [9]. Новые технологии на основе ИКТ делают возможным развитие «индустрии 4.0» и дают возможность реинжиниринга цепочек создания стоимости и создания новых бизнес-моделей. Интернет вещей (IoT) является одной из технологических основ «индустрии 4.0». Рост коммуникаций приносит новые возможности и решения для бизнеса. С другой стороны, экспоненциальный рост также создает новые проблемы для образования,

НИОКР и деятельности в области регионального развития. Экспоненциальный рост IoT-соединений указывает на рождение новых бизнес-моделей и нового вида бизнес-среды [9]. Эти процессы требуют большого обмена данными и сотрудничества. Именно здесь происходит экспоненциальный рост платформ и экосистем. Чтобы попытаться соединить сети вещей, услуг, данных и людей, необходимо радикально изменить структуру отрасли, а участники должны быть соединены между собой. В настоящее время «индустрия 4.0» в большей степени ориентирована на промышленность, но этот процесс продолжает свое распространение в иные сферы.

Цифровизация является отличной возможностью узнать конкурентные преимущества в бизнесе. Университеты и научные школы имеют хорошую возможность и центральную роль в поддержке роста бизнеса в экономике замкнутого цикла. Сотрудничество между правительством, предприятиями и университетами имеет важное значение для успеха в коэволюции при наращивании совокупной компетенции в создании решений для экономики замкнутого цикла за счет использования в ней цифровизации. Также важно иметь единый подход, чтобы управлять принятием решений и финансированием. В противном случае действия могут быть фрагментированы на мелкие этапы и не сформировать единой концепции.

Под развитием бизнес-среды понимается ответственность государственного сектора и правительства. Государственный сектор, однако, является многослойным (например, законодательная, исполнительная ветви власти, региональный, районный или муниципальный уровень). Есть и иные организации, которые обязаны развивать бизнес-среду. Все уровни и виды деятельности должны быть выстроены вдоль единой линии, поддерживать друг друга и быть устойчивыми, чтобы цифровая среда функционировала эффективно. В быстро меняющейся операционной среде это требует ясного и общепринятого подхода. Чтобы описать элементы и слои, которые поддерживают экономику замкнутого цикла, можно нарисовать концептуальную модель в форме пирамиды, изображенной на рис. 2. Слои описывают операции государственного сектора, которые поддерживают и обеспечивают эффективное формирование цифровой промышленной конвергенции [3].

Частные организации и малый бизнес активно используют новые технологии и пытаются найти наиболее подходящие условия для бизнеса и подходящую нишу. Задача правительства, региона и города состоит не в том, чтобы вести бизнес, а в том, чтобы создать комфортные и плодотворные условия для бизнеса, создать инфраструктуру и обеспечить квалифицированной рабочей силой промышленность и общество.

Законодательство должно нормативно определить данный вид бизнеса и поддерживать его развитие. Законодательство определяет правила, делая бизнес-среду более предсказуемой и снижая бизнес-риски. Промышленные районы развивались и позиционировались на основе сильных сторон конкретного региона (таких как логистические связи, население, энергия, сырье, ноу-хау в университетах, квалифицированная рабочая сила). Важно знать, как планируется ис-

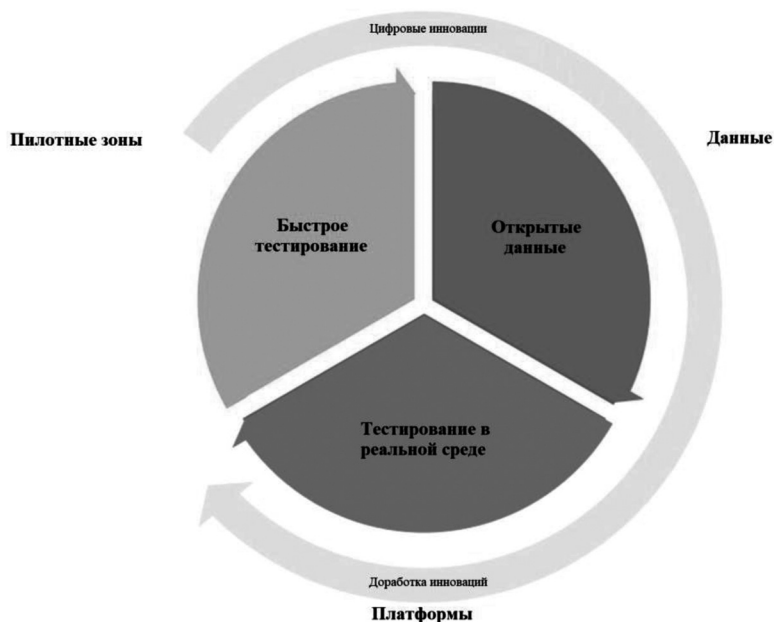


Рис. 2. Появление инноваций в цифровой экосистеме

пользование недвижимости (деловые/логистические зоны), чтобы компании могли создавать плодотворную бизнес-экосистему, эффективное использование материалов (экономика замкнутого цикла) и минимизировать затраты на логистику. Интеллектуальный подход к специализации объединяет производственную, образовательную и инновационную политику. Цифровая экосистема представляет собой сложную цепочку создания стоимости между распределенными поставщиками, специализирующимися на предоставлении либо нового контента, либо платформы для распространения данного контента [3]. В результате процесса цифровизации сотрудничество между организациями становится цифровым, и это приводит к развитию цифровой экосистемы. Таким образом, новые инновации создаются специально на цифровых интерфейсах экосистемы.

В будущем, в цифровой экосистеме, компании будут больше нуждаться в стабильных и привлекательных бизнес-средах, в дополнение к традиционным сильным сторонам региона будут предъявляться повышенные требования к доступности данных и существованию интеллектуальных платформ.

Из-за возрастающей важности использования данных бизнес больше не может оцениваться на основе эффективности использования материалов и энергоресурсов. Современный производственный цикл должен оцениваться также на основе потоков данных и потоков знаний.

Как правило, используются два подхода:

1. Данные позволят улучшить производственно-сбытовые цепочки и сети конвергенции и, таким образом, укрепить и сделать возможным расширение данных процессов.
2. Данные позволят найти или предсказать новые возможности или угрозы (например, изменение поведения клиента и т. д.), что указывает на необходимость или возможности для новых инноваций в регионе.

Исходя из приведенных выше аргументов, есть основания утверждать, что регионы могут повысить свою привлекательность и развитие, предлагая открытые данные и развивая свои информационные ресурсы для использования в промышленности.

Эффективное использование данных требует, чтобы данные были собраны и документированы в правильной и удобной форме, чтобы обеспечить удобство использования. Законодатель определит право собственности на данные и их оператора. Таким образом, развитие законодательства окажет огромное влияние на региональное развитие и привлекательность региона.

В данном контексте существует четыре основных подхода к повышению привлекательности региона:

1. Сбор и публикация данных для открытого использования.
2. Предоставление источников данных для ограниченного использования на основании законодательства.
3. Поощрение учреждений публиковать данные, которые они собрали, но которые больше не важны для их бизнеса — так называемые «данные о побочных потоках». Эти данные могут быть полезны для региональных разработчиков.
4. Региональные субъекты должны поощрять местные компании к адаптации структур «индустрии 4.0», поскольку они обеспечат возможность подключения на европейских цифровых единых рынках и дадут структурированную модель для развития своего бизнеса и создания цифровой сети. Вот почему интеллектуальная платформа «индустрии 4.0» имеет решающее значение для развития.

Чтобы обеспечить развитие и способность к обновлению в условиях цифровой конвергенции, необходимо будет предоставить все данные участникам данных взаимодействий. Это означало бы высокое доверие ко всем, кто вовлечен в процессы конвергенции. Исходя из понимания, которое формируется на основе данных,

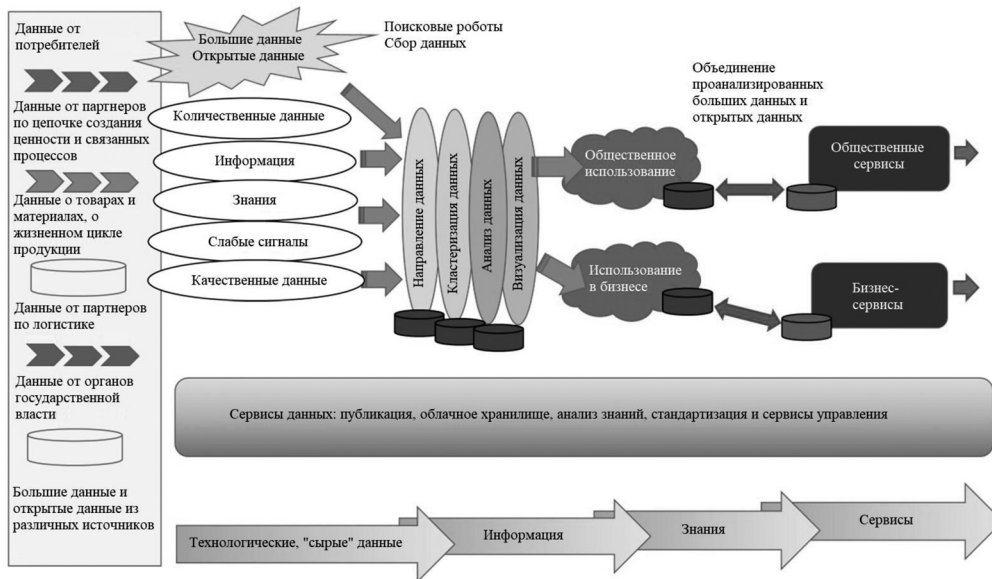


Рис. 3. От процесса обработки данных к сервисам в процессе цифровой трансформации

необходимо провести пилотирование в междисциплинарной среде на реальных примерах.

Развитие регионов и цифровую конвергенцию следует рассматривать как непрерывный процесс, включая данные, интеллектуальные платформы и развертывание пилотных зон (рис. 2).

### Оценка и обсуждение

Количество неупорядоченных и структурированных данных вокруг нас резко увеличивается. Это отличная возможность для бизнеса использовать эти данные в коммерческих целях. Экономика замкнутого цикла с взаимосвязанным биомеханическим циклом состоит из огромного количества данных. Данные об отходах одного партнера предоставляют материал для другого партнера. Понимание ценностного предложения в сетях создания стоимости имеет важное значение. Управление данными и анализ данных, поступающих из различных источников, обеспечивает направление данных посредством сервисов в бизнес-коэволюции экономики замкнутого цикла, рис. 3.

На рис. 4 показан пример технологически ориентированной компетенции и создания решений в области экономики замкнутого цикла. Важно собрать данные из разных источников и разных процессов. Система автоматизации или сенсорная сеть интернета вещей создает данные, которые собираются, группируются, анализируются и сравниваются с данными, собранными ранее, а затем принимаются решения о том, как следует повторно использовать отходы, какой тип логистики следует применять, кто должен их повторно использовать в процессе производства. Для поддержки этого процесса создания сети добавленной стоимости важно, чтобы в виртуальной сети были специалисты любого типа, оптимизирующие материалы, материально-техническое обеспечение и повторное использование материалов. В той же сети могут быть и конечные клиенты.

### Заключение

Цифровые экосистемы и их конвергенцию следует рассматривать как непрерывно развивающуюся сущность, которая будет меняться и обновляться в зави-

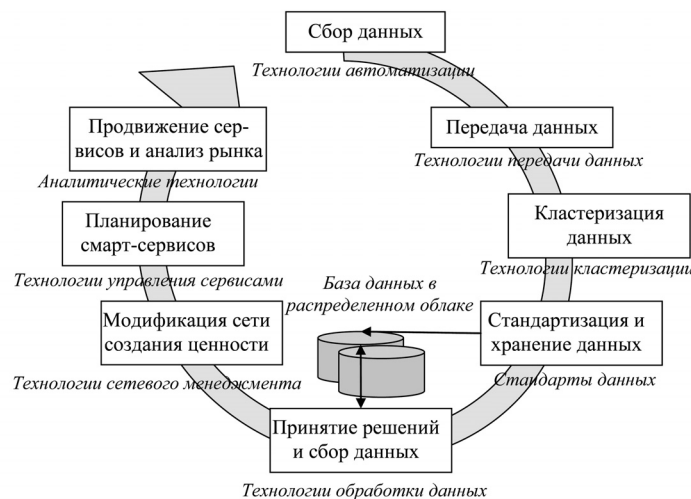


Рис. 4. Взаимосвязь технологий и компетенций в условиях цифровой трансформации

симости от изменений в технологии и бизнес-среде и, следовательно, сохранять их конкурентоспособность. Региональные мероприятия по развитию играют ключевую роль в поддержании данных процессов.

Увеличивающиеся потоки больших данных и повышающееся удобство их использования изменят и обновят деятельность экономических субъектов и разовьют привлекательность регионов. Поскольку доступность данных в условиях цифровой трансформации будет критическим фактором, необходимо, чтобы данные были доступны для участников экономической деятельности для создания новых инноваций. Открытость данных важна для инноваций и повышения эффективности взаимодействия.

Доступность и удобство использования данных важны для регионального развития. Сюда входят, в том числе, данные о «боковом потоке», стандарты, архитектура и т. д. «Индустрия 4.0» является хорошей основой для проектирования систем эффективного использования данных. Это также важно для развития региона в направлении единых цифровых рынков. Цифровизация, экономика замкнутого цикла и конвергенция являются ключевыми факторами, которые изменяют деловую среду, способы ведения бизнеса и создания инноваций. Инновации будут нуждаться в реальной междисциплинарной пилотной среде. И эффективность использования ресурсов, и их цифровизация направлены на предоставление сервисов субъектами экономической деятельности.

Цифровые конвергентные экосистемы будут базироваться на умных сетевых платформах с соционейроморфными интерфейсами и системами искусственного интеллекта, включающими в себя конвергенцию технологий, сервисов и компетенций, формирующих универсальную среду работы с большими данными, позволяющими повысить эффективность инвестиционных и управленческих решений и конкурентоспособность на федеральном, региональном и корпоративном уровнях.

\* \* \*

Материал подготовлен при грантовой поддержке РФФИ, проект № 19-010-00318.

#### Список использованных источников

1. Fourth Industrial Revolution for the Earth Series: Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Life on Land-Towards an Inclusive Bio-Economy//World Economic Forum, January 2018, Geneva, Switzerland. 2018.
2. Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains//World Economic Forum Report, February 2014, Geneva, Switzerland. 2014.
3. H. Ruohomaa, M. Mäntyneva, V. Salminen. Renewing a university to support smart manufacturing within a region//In: Digital Transformation in Smart Manufacturing, vol. 8. InTech-Open Science. Open minds. 2018.
4. V. Salminen, J. Kantola, H. Ruohomaa.: Digitalization and big data supporting responsible business co-evolution//In: 2nd International Co-Evolve Conference on Human Factors, Business Management and Society (Inside AHFE 2016), Orlando, USA, 27-31 July. 2016.
5. World Economic Forum Workshop, Responsive and Responsible Leadership, Davos-Klosters, Switzerland, 17-20 January. 2017.
6. European Commission. 2016. <https://kumu.io/ellenmacarthurfoundation/educational-resources#circular-economy-educational-resources/key-for-general-resources-map/intro-to-the-circular-economy>.

7. EU Environment, Taking Europe closer to the circular economy. Magazine Environment for Europeans. 2016.
8. European Parliament, Industry 4.0 digitalization for productivity and growth, September 2015. <http://www.europarl.europa.eu/thinktank>.
9. С. А. Дятлов, О. С. Лобанов. Конвергенция информационных пространств как фактор снижения цифрового неравенства в Евразийском экономическом союзе//Региональная экономика и управление: электронный научный журнал. 2017. № 2-1. С. 15-25.
10. С. А. Дятлов, О. С. Лобанов. Конвергенция сервисов и технологий в условиях цифровой трансформации экономики//Журнал правовых и экономических исследований. 2019. № 2. С. 158-165.
11. С. А. Дятлов, И. И. Елисеева. Трансформация институтов государственной статистики в цифровой экономике//Экономика и управление: проблемы, решения. Научно-практический журнал. № 2. Т. 7. Февраль. 2019. С. 47-53.
12. М. В. Ковальчук. Конвергенция наук и технологий - прорыв в будущее//Российские нанотехнологии. 2011. Т. 6. № 1-2. С. 13-23.
13. В. А. Королев, П. В. Акинин и др. Математические и инструментальные методы экономики: учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Прикладная информатика» и экономическим специальностям. М., 2014.
14. О. С. Лобанов. CASE-технологии проектирования информационных систем. В сб.: «Информационные технологии в экономике, управлении и образовании». СПб., 2010. С. 298-299.
15. О. С. Лобанов, И. В. Рябцев. Стратегический менеджмент и его поддержка средствами Carewise на примере BSC. В сб.: «Модернизация российской экономики и общества в контексте национально-государственных и общемировых изменений». СПб., 2008. С. 92-97.
16. Е. Ф. Мельникова, О. С. Лобанов, Н. В. Баша. Приоритезация проектов в инжиниринговой компании как инструмент принятия оперативных управленческих решений//Международный научно-исследовательский журнал «Research Journal of International Studies». 2014. № 8-1 (27). С. 65-66.
17. В. В. Щербаков. Логистика и управление цепями поставок: от профессиональных компетенций к возможностям бизнеса//Интегрированная логистика. 2013. № 2 (111). С. 39-41.
18. В. В. Щербаков. Модели формирования и развития компетенций логиста. В сб.: «Логистика: современные тенденции развития». 2015. С. 375-379.
19. В. В. Щербаков. Логистика как конвергентная технология современного менеджмента. В сб.: «Современный менеджмент: проблемы и перспективы». 2016. С. 540-545.
20. В. В. Щербаков, Д. П. Иванова. О позиционировании логистических инноваций//Инновационная деятельность. 2013. № 3 (26). С. 98-102.
21. A. G. Frank, L. S. Dalenogare, N. F. Ayala. Industry 4.0 technologies: implementation patterns in manufacturing companies//Int. J. Prod. Econ. 210, 15-26. 2019.
22. T. Oesterreich, F. Teuteberg. Understanding the implications of digitization and automation in the context of Industry 4.0: a triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry//Comput. Ind. 83, 121-139. 2016.

#### The formation of regional ecosystems based on digital convergence technology and services

**S. A. Dyatlov**, doctor of economics, professor.

**O. S. Lobanov**, PhD in economics.

(Saint-Petersburg state university of economics)

The article reveals the co-evolutionary transformation of the business model in the transition to industry 4.0. The conceptual model of the region ecosystem formation on the basis of digital convergence of technologies, services and competencies is presented. New opportunities for building a competitive, convergent ecosystem of the region, which arise on the basis of industrial symbiosis, convergence of services and reengineering of value chains, are revealed.

**Keywords:** digitalization, region, value chains, ecosystems, services, industry 4.0.