

Фундаментальные исследования в сфере развития информационного общества

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ СФЕР ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ершова Татьяна Викторовна

Кандидат экономических наук

Институт развития информационного общества, главный редактор журнала «Информационное общество»

Москва, Российская Федерация

tatiana.ershova@iis.ru

Катин Александр Владимирович

Институт развития информационного общества, генеральный директор, руководитель дирекции отраслевых программ

РЭУ имени Г. В. Плеханова, старший преподаватель базовой кафедры цифровой экономики ИРИО

Москва, Российская Федерация

alexander.katin@iis.ru

Малахов Вадим Александрович

Кандидат исторических наук

Институт истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН, заведующий Отделом научоведения, старший научный сотрудник

Москва, Российская Федерация

yasonbh@mail.ru

Хохлов Юрий Евгеньевич

Кандидат физико-математических наук, доцент

Институт развития информационного общества, председатель совета директоров

Российский экономический университет имени Г. В. Плеханова, научный руководитель базовой кафедры цифровой экономики ИРИО

Москва, Российская Федерация

yuri.hohlov@iis.ru

Шапошник Сергей Борисович

Карельский научный центр РАН, ОКНИ, лаборатория цифровых технологий регионального развития, старший научный сотрудник

Петрозаводск, Российская Федерация

sergei.shaposhnik@iis.ru

Аннотация

Предложен концептуальный подход к трактовке стадий и процессов цифрового развития, позволяющий операционализировать данное понятие. На его основе разработана оригинальная комплексная модель цифрового развития, ключевой особенностью которой является интерпретация цифрового развития как инновационного процесса в соответствии с международными стандартами мониторинга инноваций, закрепленными в «Руководстве Осло». При этом цифровое развитие предложено рассматривать как «двухтактный» инновационный процесс, находящийся под воздействием факторов внутренней и внешней среды. Первый такт – цифровые продуктовые инновации (производство и вывод на рынок ИКТ новых цифровых товаров и услуг), второй – инновационные процессы, основанными на использовании этих продуктов в различных сферах деятельности, приводящие к перестройке деловых процессов. Модель также учитывает системные изменения, такие как появление цифровых платформ и отраслевых

© Ершова Т. В., Катин А. В., Малахов В. А., Хохлов Ю. Е. Шапошник С. Б., 2025

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «С указанием авторства

- С сохранением условий версии 4.0 Международная (Creative Commons Attribution – ShareAlike 4.0 International; CC BY-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.ru>

https://doi.org/10.52605/16059921_2025_digital_2

информационных систем. Предлагаемый подход систематизирует методы различных дисциплин (от моделирования инноваций до оценки цифровой зрелости) и может служить эффективным инструментом управления на корпоративном, отраслевом и национальном уровнях.

Ключевые слова

цифровое развитие сферы деятельности; модель процессов цифрового развития; мониторинг и оценка; процессная инновация; продуктовая инновация

Введение

Ключевая роль цифровых технологий в процессах социально-экономического развития последних десятилетий определяет особое внимание, которое уделяют цифровому развитию международные организации, национальные правительства, аналитические компании и академические институты. Многочисленные программные документы, аналитические доклады, научные публикации, диагностические и мониторинговые инструменты в данной междисциплинарной области носят полематический характер и отражают различные взгляды на происходящую под воздействием плодов цифровой революции трансформацию крупных социально-экономических систем в масштабах страны, отдельной сферы деятельности или территории. Исследования и разработки по этой теме разрозненны, проводятся и публикуются в рамках различных научных дисциплин и аналитических жанров, поэтому актуальным является создание инструментария для сбора, систематизации и наглядного представления накопленных в этой области знаний.

Одним из подходов к решению проблемы может стать формирование модели цифрового развития, отражающей основные стадии и процессы, а также механизмы производства и использования цифровых технологий. С практической точки зрения такая модель будет служить ключевым инструментом управления процессами развития и использования цифровых технологий на корпоративном, отраслевом и национальном уровнях.

В настоящей статье представлены обзор основных существующих подходов к моделированию процессов цифрового развития и описание разработанной авторами комплексной модели цифрового развития, которая позволяет интегрировать различные исследования и разработки в данной области.

1 Концептуальные подходы к моделированию цифрового развития

На начальном этапе моделирования всегда встает проблема концептуализации объекта исследования и его рассмотрения в соответствующих теоретических и научно-прикладных контекстах. Одна из приоритетных задач в рассматриваемой области состоит в выделении соответствующего множества высокоразвитых понятий и соответствующих терминов для описания процессов цифрового развития на основе общепринятых определений и разграничении этих понятий. Тут можно встретить прямо противоположные подходы – от использования в качестве синонимов таких широко распространенных терминов, как «оцифровка» (в англоязычной литературе – digitization), «цифровизация» (digitalization), «цифровая трансформация» (digital transformation), «цифровое развитие» (digital development) [1], до попыток добиться четкого разграничения этих понятий как отражающих разные стадии или процессы развития на основе цифровых технологий [2; 3]. Но работа по наведению порядка с терминологией и различием понятий пока не приводит к единому пониманию.

Например, авторы статьи [4], посвященной научному анализу представленных в литературе определений цифровой трансформации, еще в 2021 г. насчитали 134 различных определения. В этой ситуации любое исследование должно начинаться с определения понятий, используемых в работе. Начиная с определений, можно отметить, что при всем их разнообразии наблюдаются общие тенденции в различии, как правило на корпоративном уровне, понятий «оцифровка», «цифровизация» и «цифровая трансформация».

Под оцифровкой понимается перевод аналогового контента (сведений, текстов, изображений и видео) в цифровой формат без изменения деловых процессов, в ходе которых они создаются или используются [5].

Под цифровизацией понимается автоматизация и перевод отдельных деловых процессов в цифровую форму (например, электронный документооборот, онлайн-курсы, интернет-торговля и т. п.) без изменения бизнес-модели [3].

С цифровой трансформацией связано наибольшее разнообразие приводимых в литературе признаков: если объединить основные из них в единую формулу, то можно сказать, что под цифровой трансформацией понимается стратегическая перестройка всей деятельности организации, которая приводит к формированию новой бизнес-модели, предложению новых ценностей и делает организацию более гибкой, клиентоориентированной и конкурентоспособной [3; 6]. Нередко в научной литературе цифровая трансформация противопоставляется более постепенным изменениям, вызванным цифровыми технологиями; отмечается, что именно революционный характер изменений является отличительной чертой собственно цифровой трансформации [7]. В сфере образования, например перевод учебных материалов в цифровую форму – это оцифровка, онлайн курсы – цифровизация, а реализация моделей типа «университет как цифровая платформа» с адаптивным обучением – цифровая трансформация.

Понятие «цифровое развитие» используется обычно в более широком контексте, – когда говорят о процессах социально-экономического развития, основанных на использовании цифровых технологий, на международном, национальном или региональном уровнях. Вместе с тем, можно отметить диффузию и универсализацию использования понятий – в последнее время все чаще появляются публикации о цифровой трансформации отраслей, регионов или стран, а понятие «цифровое развитие» можно встретить при описании процессов на корпоративном уровне.

Предлагаемое в настоящем исследовании построение эталонной модели цифрового развития базируется на нескольких основополагающих концептуальных положениях. Реализованный в работе подход состоит в том, чтобы цифровое развитие рассматривать как сущностно инновационный процесс в строгом понимании этого концепта, зафиксированного на международном уровне в широко применяемом инструменте для мониторинга инноваций – Руководстве Осло (Oslo manual [8]). В современных теоретических представлениях о цифровом развитии или цифровой трансформации неизменно подчеркивается, что речь идет не просто об использовании цифровых технологий, а о качественной перестройке деятельности и/или обновлении продуктовой линейки на их основе. Это позволяет использовать концепцию инноваций для описания этих процессов и рассматривать цифровое развитие как совокупность процессных и продуктовых инноваций, основанных на цифровых технологиях [9]. По большей части речь идет о процессных инновациях (*business process innovations*), которые представляют собой широкую категорию изменений, охватывающую не только методы производства, но и логистику, маркетинг, администрирование, управление человеческими ресурсами и другие бизнес-процессы. Но не менее важны в контексте цифрового развития и продуктовые инновации (*product innovations*): выход на рынок с новыми или улучшенными за счет использования цифровых технологий товарами или услугами. С этой точки зрения из всего многообразия процессов и ситуаций использования цифровых технологий к цифровому развитию относятся все процессы цифровой трансформации, значительная часть процессов цифровизации (в случае существенного улучшения бизнес-процессов) и отдельные ситуации, относящиеся к оцифровке.

В рамках этого подхода возможно масштабирование и широкое применение понятия «цифрового развития». В последней версии Руководства Осло [8] дано более общее, чем ранее, определение инноваций, которое относится к различным субъектам, ответственным за инновации – к любой институциональной единице в любой сфере деятельности, включая домохозяйства и их отдельных членов. Это позволяет рассматривать более широкие процессы цифрового развития, в частности цифрового развития отраслей экономики, регионов и стран как совокупность основанных на использовании цифровых технологий инновационных процессов, субъектами которых являются организации в различных сферах деятельности, домохозяйства и их члены.

В качестве одного из преимуществ данного подхода к моделированию цифрового развития можно отметить возможность проводить мониторинг и оценку процессов цифрового развития в рамках общей методологии мониторинга инноваций. В этой связи важно обратить внимание на то, что в той же последней версии Руководства Осло наметилось встречное движение: поставлена задача измерения цифровизации как одного из инновационных процессов. В начальном разделе там отмечается, что «цифровизация имеет потенциал трансформировать бизнес-процессы, экономику и общество в целом» и указано, что руководство «вводит ряд новых элементов, которые могут способствовать лучшему пониманию цифровизации как самостоятельного инновационного процесса и как ключевого фактора, стимулирующего инновации». Здесь важно включить в методологию измерение отдельных элементов цифровизации «как самостоятельного

инновационного процесса», что соответствует предлагаемому подходу. В работе [9] указанные «новые элементы» были применены для пилотного расчета индекса «НИОКР и инновации для цифрового развития сферы деятельности», что подтвердило перспективность выбранного подхода.

Предложенная трактовка цифрового развития открывает еще одну возможность: использовать при моделировании процессов цифрового развития накопленный опыт построения моделей инновационных процессов и изучения факторов, влияющих на инновационное развитие.

Внедрение цифровых технологий представляет собой, как правило, приобретение, адаптацию и интеграцию в бизнес-процессы цифровых товаров и услуг, представленных на рынке. При этом наиболее радикальные изменения связаны с новыми цифровыми продуктами, выведенными на рынок предприятиями ИКТ-сектора или другими производителями (сегодня это решения и услуги, основанные на прорывных/подрывных цифровых технологиях, таких как технологии искусственного интеллекта, работа с большими данными, распределенный реестр, сервисы цифровых платформ и т. д.).

В этой связи представляется продуктивным рассматривать цифровое развитие в широком контексте и включить в модель процессы, приводящие к появлению инновационных цифровых товаров и услуг. С этой точки зрения цифровое развитие является двухэтапным («двуихтактным») инновационным процессом, на первом этапе которого приходится иметь дело с цифровыми продуктовыми инновациями (выход на рынок ИКТ с новыми цифровыми товарами и услугами), а на втором – с инновационными процессами, связанными с использование этих продуктов в различных сферах деятельности.

При этом, говоря о цифровом развитии сферы деятельности, следует выделять два вида инновационных процессов: инновации в отдельных организациях, связанные с внедрением цифровых технологий, и изменения во всей сфере деятельности, связанные с внедрением цифровых инструментов (цифровых платформ, отраслевых информационных систем), которые меняют ее функционирование в целом.

2 Обзор литературы

2.1 Моделирование инновационного развития

Как отмечено выше, цифровое развитие можно рассматривать как частный случай научно-технического и инновационного развития. Соответственно, общие модели инновационного процесса можно применять и для описания процессов цифрового развития. В научной литературе существует множество различных подходов к моделированию инновационного процесса, особенно это касается продуктовых инноваций. Большинство таких моделей описывают в первую очередь процессы разработки инновационных продуктов и их вывода на рынок.

Рой Ротуэл [10], а вслед за ним большинство современных исследователей, выделяли пять основных типов моделей инновационного процесса:

1) *Линейные модели «технологического толка» (technology-push).* В основе таких моделей лежит представление о линейной структуре инновационного процесса: развитие фундаментальной науки порождает новые технологии; на основе новых технологий создаются новые продукты, которые выходят на рынок. В такой парадигме больше вложений в фундаментальную науку автоматически приводит к большему числу успешных инновационных продуктов. За редким исключением самому процессу трансформации или роли рынка в этом процессе уделялось минимум внимания.

2) *Линейные модели «рыночного спроса» (market pull).* Со временем исследователи стали больше внимания уделять рыночному спросу как основному фактору, способствующему инновационным процессам. По сути, эти модели тоже были линейными просто акцент делался не на фундаментальных исследованиях. В классическом варианте модель «рыночного спроса» состоит из четырех стадий: (1) определение потребностей рынка; (2) разработка инновационного продукта; (3) производство; (4) продажи.

К линейным моделям продуктовых инноваций можно также отнести классическую модель «Стадии-Входы» («Stage-Gate») [11]. Эта модель делит процесс создания продукта на стадии с определенными «входами», которые служат точками принятия решений между ними. Современные линейные модели инновационного процесса часто помимо стадий включают в себя описание сквозных процессов, происходящих на разных стадиях продуктовой инновации. Так, в

модели [12] подобными процессами (или «функциями», как они названы в модели) являются маркетинг, дизайн, производство и «другие функции».

3) *Интерактивные модели инновационного процесса*. В интерактивных моделях инновационного развития сделана попытка объединить два предыдущих типа линейных моделей. В качестве факторов, вызывающих инновации, признаются как развитие науки, так и рыночный спрос. По сути, в данных моделях инновационное развитие было по-прежнему последовательным (линейным) процессом, но теперь в них добавлены петли обратной связи (см. рис. 1).

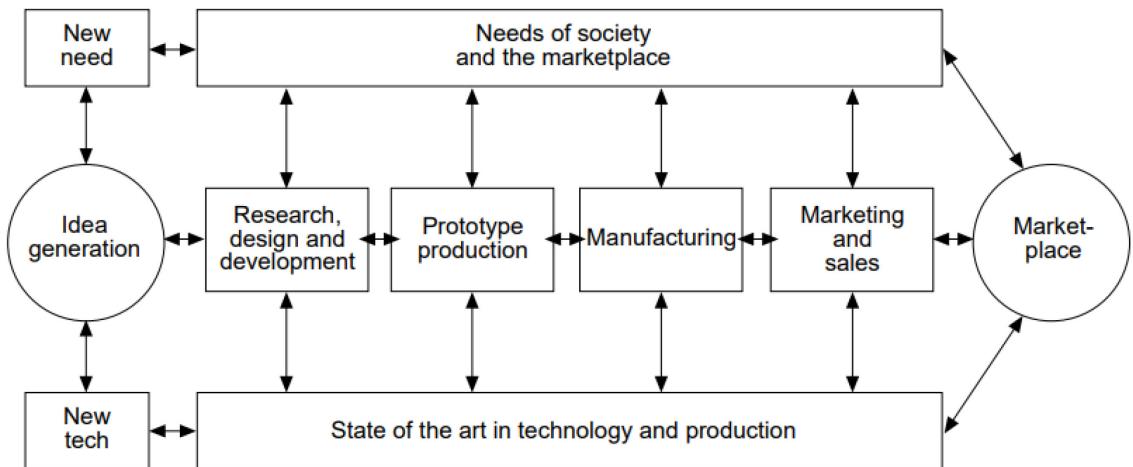


Рисунок 1. Пример схемы интерактивной модели инновационного процесса. Источник: [10]

4) *Интегрированные модели инновационного процесса*. Основное отличие данных моделей заключалось в том, что различные стадии инновационного развития рассматривались как параллельные (а не последовательные) процессы [13].

5) *Сетевые модели инновационного процесса*. Сам Ротуэл предложил новые модели инновационного развития, которые характеризуются наличием таких элементов, как стратегическое планирование, исследовательская инфраструктура, интеграция с основным поставщиком, наличие горизонтального технологического сотрудничества. Акцент был сделан на сетевом взаимодействии всех акторов инновационного процесса. В целом основными характеристиками сетевой модели [14] являются влияние на организацию-производителя инновационного продукта внешней среды и эффективное взаимодействие с ней. В данной парадигме инновации возникают в сети внутренних и внешних заинтересованных сторон.

Именно в сетевых моделях инновационного процесса появился такой элемент, как факторы, способствующие инновационному развитию организации. Если раньше влияние научного прогресса и рынка отображалось в качестве стадии инновационного процесса (линейные модели) или петли обратной связи (интерактивные модели), то теперь и они выделяются в отдельную группу факторов, так или иначе влияющие на все этапы процесса. Кроме развития науки и потребностей рынка в сетевых моделях появляются и другие факторы. Так, на рис. 2 показана модель инновационного процесса «креативная фабрика» [15], в которой факторы инновационного развития разделены на две группы: факторы внутренней среды организации и факторы внешней среды (называемой «национальной инновационной средой»). К первой группе относятся технические возможности, организационные структура и климат, корпоративные стратегия и политика, креативность. К факторам внешней среды относятся государственное регулирование, финансовая система, инфраструктура, человеческий капитал, спрос рынка, ресурсное обеспечение. Исследования и разработки выделены в отдельную группу, но также разделены на публичную науку и корпоративные НИОКР.

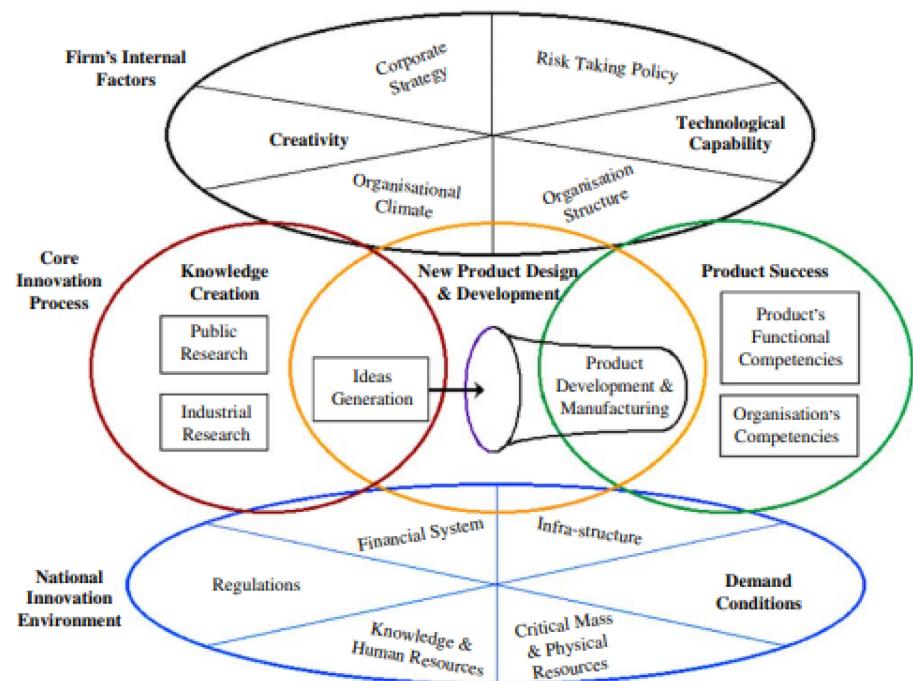


Рисунок 2. Модель инновационного процесса «креативная фабрика». Источник: [15].

Некоторые исследователи в своих моделях объединяли описание процесса продуктовых инноваций и процесс внедрения этих инноваций. На рис. 3 показана схема инновационного процесса «воронка и горн» [14]. Данная модель объединяет конвергентный инновационный процесс, или «воронку» с дивергентным внедрением и использованием инноваций (называемую авторами модели «инновационным горном»). К внутренним факторам инновационного развития относятся стратегия, человеческий капитал и культура, данные и знания, организационная структура и процесс. В модели также выделяется влияние на инновационный процесс внешней среды, правда без разделения на конкретные факторы.

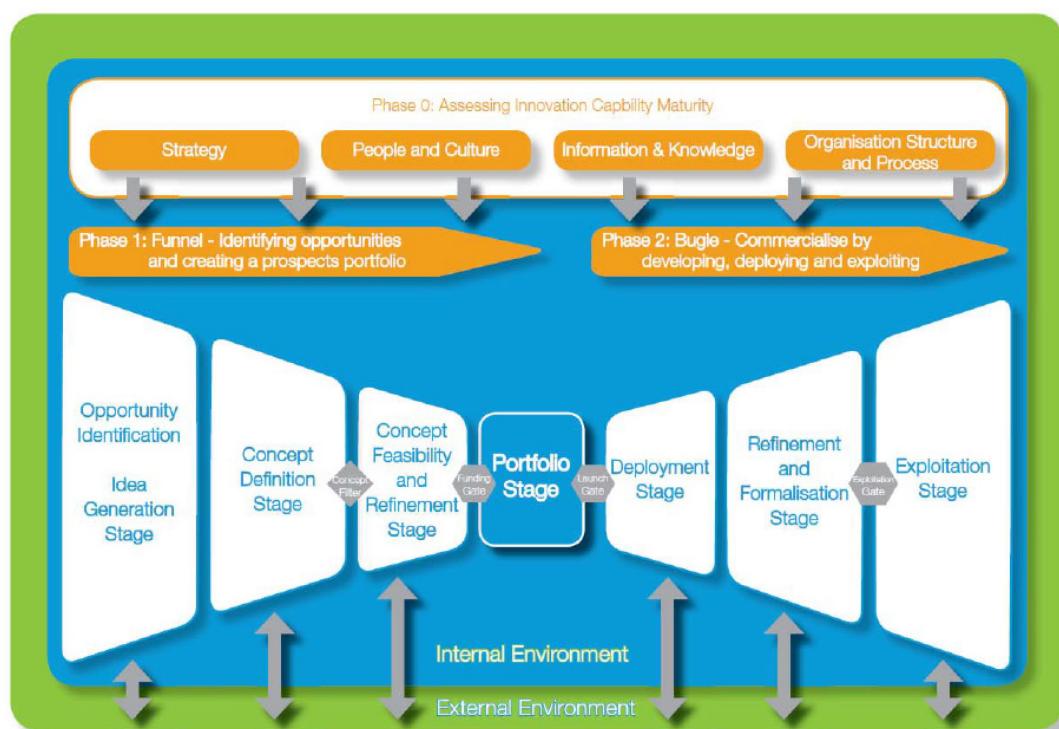


Рисунок 3. Схема модели инновационного процесса «воронка и горн». Источник: [14]

Работ, посвященных процессным инновациям, в научной литературе не так много, часто они рассматривались вместе с продуктами [16] в рамках единых моделей. Тем не менее, некоторые исследователи создавали модели, описывающие исключительно процессные инновации. Так, в работе [17] представлена схема, включающая в себя две основных последовательности (рис. 3). Первая, на рисунке обозначенная потоком сверху вниз, называется рабочим потоком реинжиниринга. Поток слева направо описывает базовые отношения между ключевыми элементами модели. В целом данную модель можно рассматривать как вариацию линейных моделей инновационного процесса, где за анализом современного состояния производства и возможных источников для процессных инноваций следует стадия пересборки («реинжиниринга») процесса и его трансформации.

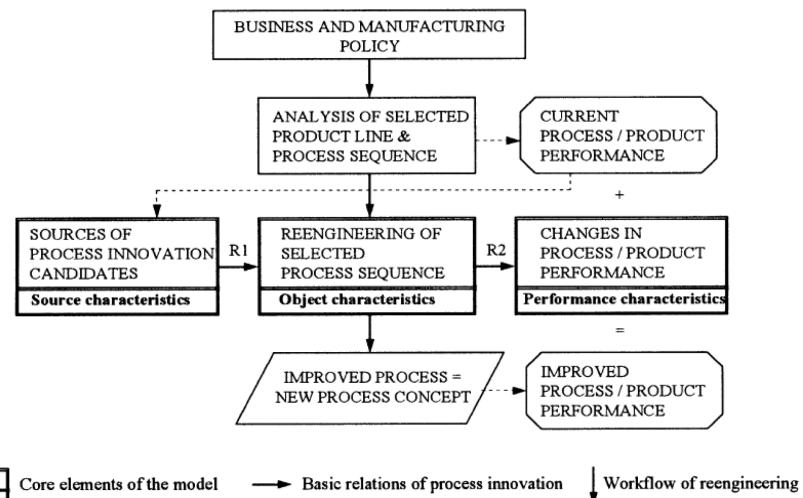


Рисунок 4. Пример модели процессных инноваций. Источник: [17]

Другой подход к описанию и моделированию инновационного процесса сформировался в рамках концепции инновационных систем (см. рис. 5).

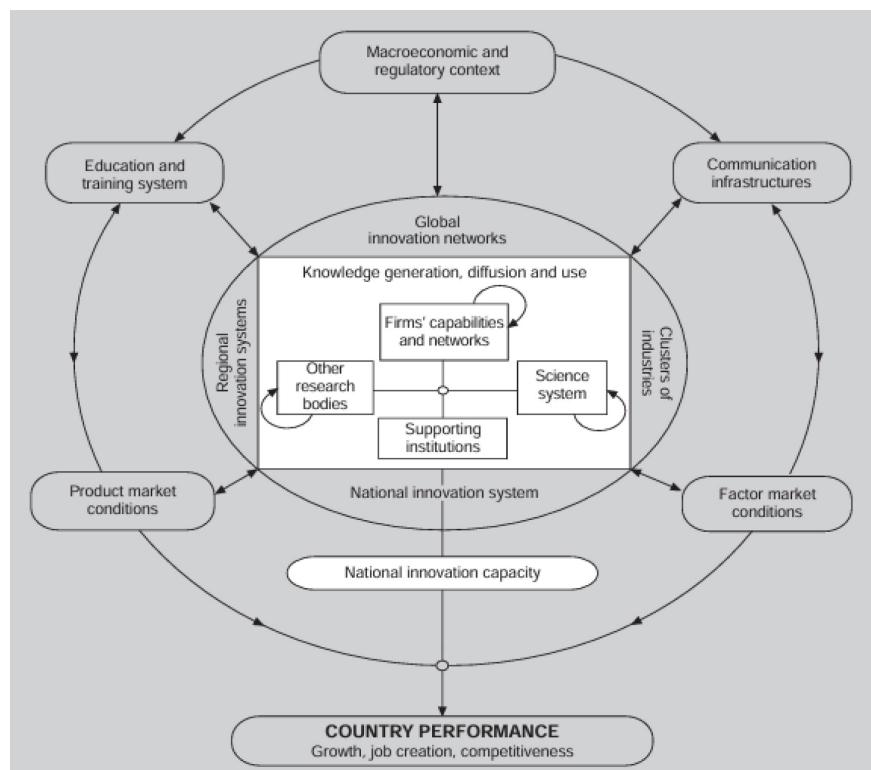


Рисунок 5. Пример модели инновационной системы. Источник: [18]

В этой концепции инновации рассматриваются как результат взаимодействия широкой сети динамично связанных между собой участников, существующих в институциональном контексте [19]. В этом смысле инновационные системы можно рассматривать как пример сетевых моделей инновационного процесса. В отличие от проанализированных выше моделей, рассматривающих инновационный процесс в основном на уровне организаций (в более современных вариациях – с включением факторов внешней среды), инновационные системы описывают инновационный процесс на макроуровнях – региональном [20], национальном [21; 22] или отраслевом [23]. Российские исследователи, разрабатывающие проблематику национальных инновационных систем, традиционно уделяли значительное внимание проблемам государственного регулирования подобных систем [24], а также сравнению и разработке типологий инновационных систем, присущих различным странам [25; 26]. В последние десятилетия активно развивались модели «тройной спирали» [27]; в более поздних интерпретациях – модели четверной или пятерной спиралей [28]), в которых национальная инновационная система рассматривается как взаимодействие между тремя основными заинтересованными сторонами: научно-образовательным сообществом, бизнесом и властью. В моделях четверной и пятерной спиралей соответственно появляются также контексты общества и окружающей среды. Данные модели применялись в том числе для сравнительной оценки уровня цифровизации стран ЕС [29].

2.2 Моделирование цифрового развития

Элементы моделирования процессов цифрового развития сфер деятельности присутствуют как в работах отдельных исследователей, так и в документах международных организаций (ОЭСР, Всемирный Банк, МСЭ, ЕС) и аналитических компаний, а также в программных документах национального уровня. Существующие модели процессов цифрового развития можно разбить на несколько групп.

Во-первых, это факторные модели цифрового развития, отражающие процессы, эффекты и факторы развития на основе использования цифровых технологий. Подобные модели сосредоточены на выделении предметных областей мониторинга и оценки цифрового развития на национальном, региональном, отраслевом или корпоративном уровнях. На страновом уровне к ним относятся, в том числе, методики оценки «электронной готовности» (e-Readiness Assessment), всевозможные индексы развития информационного общества и цифровой экономики. К таким моделям можно отнести общие концептуальные рамки мониторинга развития информационного общества – отрасли статистики, сформировавшейся за последние 25 лет. Международные стандарты статистического наблюдения за развитием, производством и использованием цифровых технологий разрабатывались экспертами ОЭСР начиная с конца 1990-х [30; 31; 32]. Предметные области статистического наблюдения включают в качестве основных компонентов производство ИКТ-товаров и услуг, использование ИКТ бизнесом и населением, ИКТ-инфраструктуру, а также факторы, способствующие развитию информационного общества – в методических разработках ОЭСР они представлены в виде взаимосвязанных областей, отражающих основные аспекты цифрового развития (см. рис. 6). Разработанный экспертами ОЭСР инструментарий представления и оценки цифрового развития [32] включает систему из 33 показателей, разделенных на семь предметных областей: кадры, общество, безопасность, рынок, доступ, использование, инновации.

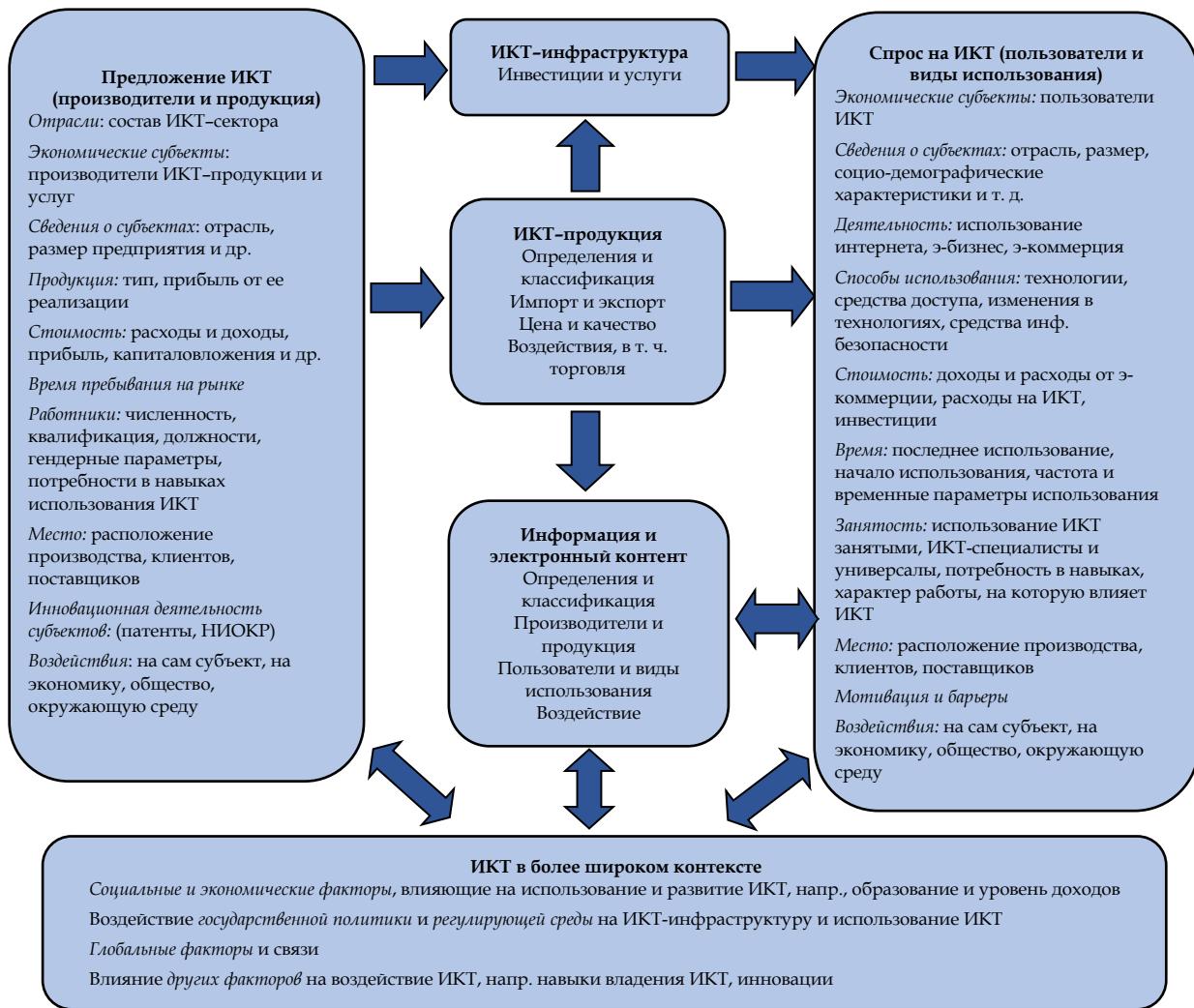


Рисунок 6. Концептуальная схема мониторинга развития информационного общества ОЭСР
 Источник: [30]

Для большинства современных индексов, оценивающих те или иные аспекты цифрового развития, также характерно включение в концептуальную схему оценки факторов, влияющих на их использование. Так, в концептуальной схеме Индекса развития ИКТ [33, 34] Международного союза электросвязи (МСЭ) для оценки человеческого капитала используется набор из трех показателей. В концептуальной схеме мониторинга развития и использования технологий работы с большими данными BD4DE [30] выделялись следующие факторы, влияющие на производство, использование и воздействие технологий работы с большими данными: государственная политика и регулирование, институты управления и финансирования, цифровая инфраструктура, человеческий капитал, исследования и разработки, информационная безопасность.

В 2017 г. Всемирным банком в сотрудничестве с Институтом развития информационного общества (ИРИО) была разработана и апробирована методика оценки цифровой экономики, предназначенная для использования в различных странах мира (Digital Economy Country Assessment, DECA) [35; 36]. Согласно предложенной ИРИО модели, цифровое развитие анализируется по трем основным аспектам: (1) факторы развития цифровой экономики; (2) уровень использования цифровых технологий для трансформации ключевых сфер деятельности, а также домохозяйствами и населением; (3) воздействие цифровых технологий на социально-экономическое развитие. Под факторами развития цифровой экономики понимаются: (1) нецифровые основы (государственная политика, лидерство и институты, человеческий капитал, деловая среда, НИОКР и инновации, информационная безопасность и доверие); (2) цифровые основы (телекоммуникационная инфраструктура, центры обработки данных, цифровые платформы и др.); (3) цифровой сектор экономики (ИКТ-сектор и сектор контента и СМИ).

Экспертами Всемирного банка в рамках проекта «Инициатива по цифровой экономике для стран Латинской Америки и Карибского бассейна» была разработана «Концептуальная схема цифровой экономики». В рамках данной схемы выделяется шесть факторов, по которым оценивается цифровое развитие [37]: (1) цифровая инфраструктура, (2) цифровые навыки (т. е. человеческий капитал), (3) цифровые платформы, (4) цифровые финансовые услуги, (5) цифровой бизнес, (6) доверенная среда (сюда входят регулирование и безопасность).

В работе [38] авторы на основе систематического анализа литературы описали модель цифровой трансформации с помощью нескольких компонентов, распределяющих факторы успешности по нескольким уровням. К «верхнему уровню» относятся цифровые стратегии; далее следуют «драйверы трансформации», к которым относятся организационная гибкость, клиентоцентричность и инновации; на третьем уровне сосредоточены факторы, обеспечивающие возможность цифровой трансформации (цифровая инфраструктура и технологии, регулирование, партнеры, управление данными); они в свою очередь базируются на внутренних «организационных» факторах, которые формируют стабильную основу для успешной трансформации и характеризуют компетенции сотрудников и руководства, корпоративную культуру и практики управления человеческими ресурсами.

Обширной областью исследований также являются моделирование, мониторинг и оценка воздействия цифровой трансформации на общество, экономику, институты и окружающую среду [39; 40]. К работам по оценке воздействия цифровых технологий тематически примыкают работы, посвященные измерению цифровой экономики (т. е., по сути, измерению влияния цифровых технологий на экономику). В подобных работах выстраиваются границы цифровой экономики, ее уровни (ИКТ-сфера; платформенная экономика; сферы деятельности, в которых важную роль играют цифровые технологии) и создаются методологии для оценки ее размеров [41].

К факторным моделям цифрового развития на корпоративном уровне можно также отнести модели цифровой зрелости организаций. Как правило, под цифровой зрелостью понимается «уровень цифровизации организации», который измеряется с помощью показателей, характеризующих внутреннюю среду организации, в т. ч. по таким факторам, как корпоративная культура, цифровая инфраструктура, работа с данными, стратегическое планирование и т. д. [42]. На основе подобных (само)оценок организации можно сгруппировать по уровню цифровой зрелости на «скептиков», «начинающих» или «лидеров».

Схожие модели зрелости также могут использоваться на национальном уровне для оценки цифровой зрелости конкретной сферы деятельности [43; 44]. В работе [45] было проанализировано 32 модели и выделены следующие основные факторы, по которым оценивается цифровая зрелость организаций: стратегия, культура организации, кадры, технологии, данные, организация работы и инструменты (включая аналитику). Экспертами ОЭСР была создана «Модель зрелости цифровой трансформации» [46], которая представляет собой специализированную концептуальную рамку, предназначенную для оценки и самодиагностики текущего уровня цифровой зрелости организаций одной конкретной сферы деятельности (налоговых администраций). Модель состоит из шести основных размерностей, по которым происходит оценка цифровой зрелости; каждая из размерностей разбивается на несколько подразмерностей. Эти размерности включают в себя такие факторы внешней и внутренней среды, влияющие на цифровую трансформацию сферы деятельности, как кадровый потенциал, нормативное регулирование, механизмы управления, доверие и безопасность.

Таким образом, факторные модели цифрового развития делают акцент на выделении факторов цифрового развития, работающих на большинстве стадий и во многих процессах: (1) производства, (2) использования и (3) воздействия цифровых технологий. Среди основных выделяемых факторов стоит отметить развитие технологий, человеческий капитал, стратегию, культуру организации, регулирование, инфраструктуру, данные, потребности рынка, безопасность. При этом во многих проанализированных моделях цифрового развития нет четкого деления на факторы внутренней и внешней среды.

Второй большой группой моделей являются стадийные модели цифрового развития на национальном, региональном, отраслевом и корпоративном уровнях в контексте стратегического планирования и стратегического управления. В подобных моделях акцент делается на выделении стадий управления процессами цифрового развития и выделении предметных областей, на которые надо обращать внимание при мониторинге и оценке. Подобную модель активно разрабатывал в своих работах Наги Ханна [47; 48]. Впоследствии эту модель развил и углубила

Т. В. Ершова и соавторы [49; 50; 51]. Ими была создана модель мониторинга цифрового развития как механизма информационно-аналитического обеспечения инновационной деятельности по управлению процессами информатизации на различных уровнях, а также комплексная система показателей для нее. Разработанная в [50] концептуальная схема управления процессами информатизации на макро- и мезоуровнях делится на 7 стадий (см. рис. 7): (1) анализ текущего состояния; (2) выработка стратегического видения цифровой трансформации; (3) разработка стратегий цифровой трансформации; (4) разработка, общественная экспертиза и утверждение непосредственных программ и планов действия по реализации стратегий цифровой трансформации; (5) идентификация и оценка уже существующих инициатив в сфере цифровизации; (6) мобилизация материально-технических ресурсов; (7) формирование системы мониторинга реализации стратегии. На основе результатов мониторинга должен произойти новый анализ текущей ситуации, и цикл может быть перезапущен.

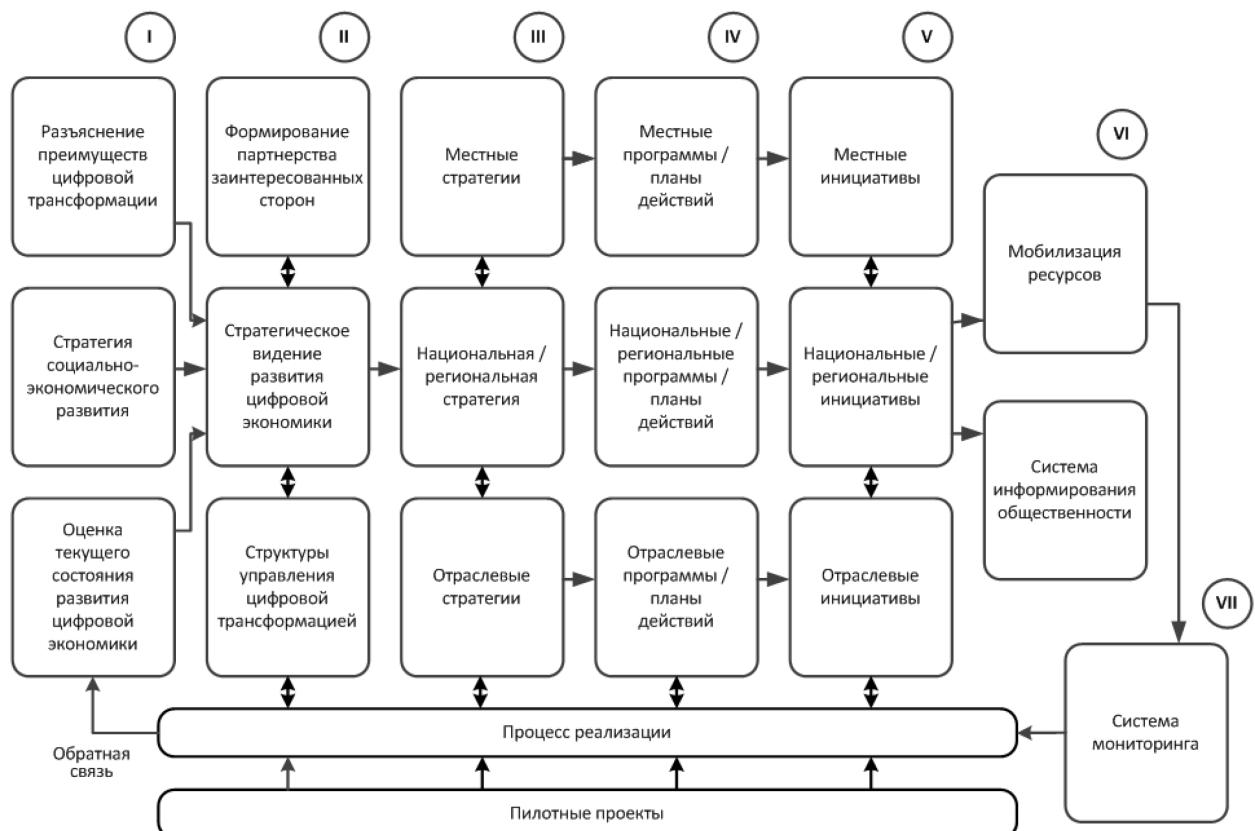


Рисунок 7. Концептуальная схема планирования и реализации процесса цифровой трансформации.
Источник: [50]

При этом стадийная модель, предложенная Т. В. Ершовой и соавторами, интегрировала в себя элементы факторной модели цифрового развития [51]. В ней предметные области мониторинга цифрового развития разбивались на две группы. К первой относились области, являющиеся факторами развития информационного общества, такие как государственное регулирование, человеческий капитал, инновационный потенциал, инфраструктура, экономическая среда, доверие и безопасность. Ко второй относились области применения ИКТ для развития, в частности цифровое правительство, цифровое ведение бизнеса, цифровое домохозяйство, цифровое здравоохранение и т. д. При этом информационная индустрия относилась одновременно и к факторам развития информационного общества, и к использованию ИКТ для развития.

Схожая стадийная модель управления цифровым развитием была позднее представлена в «Колесе цифровой трансформации» Бюро развития электросвязи [52] - инструменте, разработанном специалистами МСЭ для оценки цифрового развития на национальном уровне. Подход Бюро развития электросвязи МСЭ к цифровой трансформации предполагает шесть стадий или «шагов»: (1) диагностика (оценка текущего состояния цифровой трансформации), (2) определение приоритетных областей и валидация по странам, (3) глубокий анализ и рекомендации

на основе выделенных приоритетных блоков, (4) определение и разработка необходимых мероприятий, (5) реализация разработанных мер, (6) мониторинг и оценка.

Стадийные модели также часто используются для управления отдельными процессами цифрового развития на уровне организации. Так, в докладе РАНХиГС «Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить» [53] выделяют 8 стадий создания стратегии цифрового развития организации (без последующих стадий реализации и мониторинга результатов): (1) анализ текущего состояния, (2) формирование образа будущего, (3) формирование команды, (4) разработка системы целевых показателей, (5) анализ рисков, (6) разработка стратегии, (7) трансформация культуры организации, (8) формирование дорожной карты.

К стадийным моделям относятся и модели жизненного цикла цифровых технологий и продуктов. Как правило, в подобных моделях выделяют стадии разработки/производства, внедрения, использования и воздействия (см. рис. 8); в некоторых случаях также отдельно выделяют стадию продаж и маркетинга [54]. В целом данные модели похожи на линейные модели инновационного процесса.

Informatics Lifecycle Stage of Applicability:



Level of Applicability:

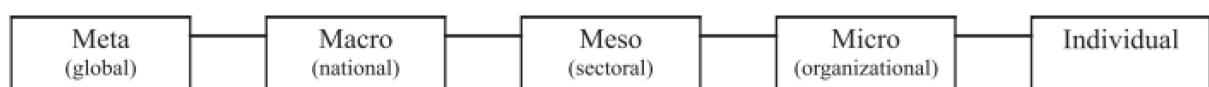


Рисунок 8. Пример модели жизненного цикла цифровой технологии. Источник: [55]

2.3 Цифровые инновации: встреча двух концепций

Хотя цифровое развитие, исходя из общих соображений, можно рассматривать как частный случай научно-технического и инновационного развития, исследования, посвященные взаимосвязи процессов цифрового и инновационного развития, остаются противоречивыми, разрозненными и сталкиваются с целым рядом трудностей. Трудности обусловлены, с одной стороны, концептуальными проблемами интеграции двух теоретических перспектив, развивавшихся какое-то время независимо – теории инноваций и концепций цифровой трансформации/цифрового развития и, с другой стороны, сложностью и самих цифровых технологий, и процессов (в т. ч. инновационных), которые сопровождают их внедрение и порождаются их использованием. Получивший в последние годы широкое распространение термин «цифровые инновации» не имеет однозначного толкования. Можно выделить три основных области его использования, с которыми связаны три типа трактовок этого понятия:

(1) Инновации в цифровом секторе экономики (сектор, производящий цифровые товары и услуги и определяемый в статистике как сектор ИКТ). В данном контексте цифровые инновации – это продуктовые инновации в секторе, т. е. выход на рынок с новыми цифровыми товарами и услугами. Продуктовые инновации в цифровом секторе – важная часть цифрового развития, закладывающая технологические основы трансформации сфер деятельности, обусловленной использованием инновационных цифровых товаров и услуг.

(2) Воздействие цифровых технологий на инновационную деятельность и инновационные процессы (в различных отраслях экономики). Здесь цифровые инновации – это измененные в результате внедрения цифровых технологий инновационные процессы и инновационная деятельность. Иногда в данном контексте говорят о цифровой трансформации инновационного процесса [56]. В вышедшем в 2025 году фундаментальном аналитическом обзоре исследований влияния цифровой трансформации на инновационные процессы [57] предложена концептуальная схема, которая по замыслу авторов должна интегрировать результаты разрозненных и

фрагментарных исследований в этой области и служить ориентиром для дальнейших исследований (рис. 9).

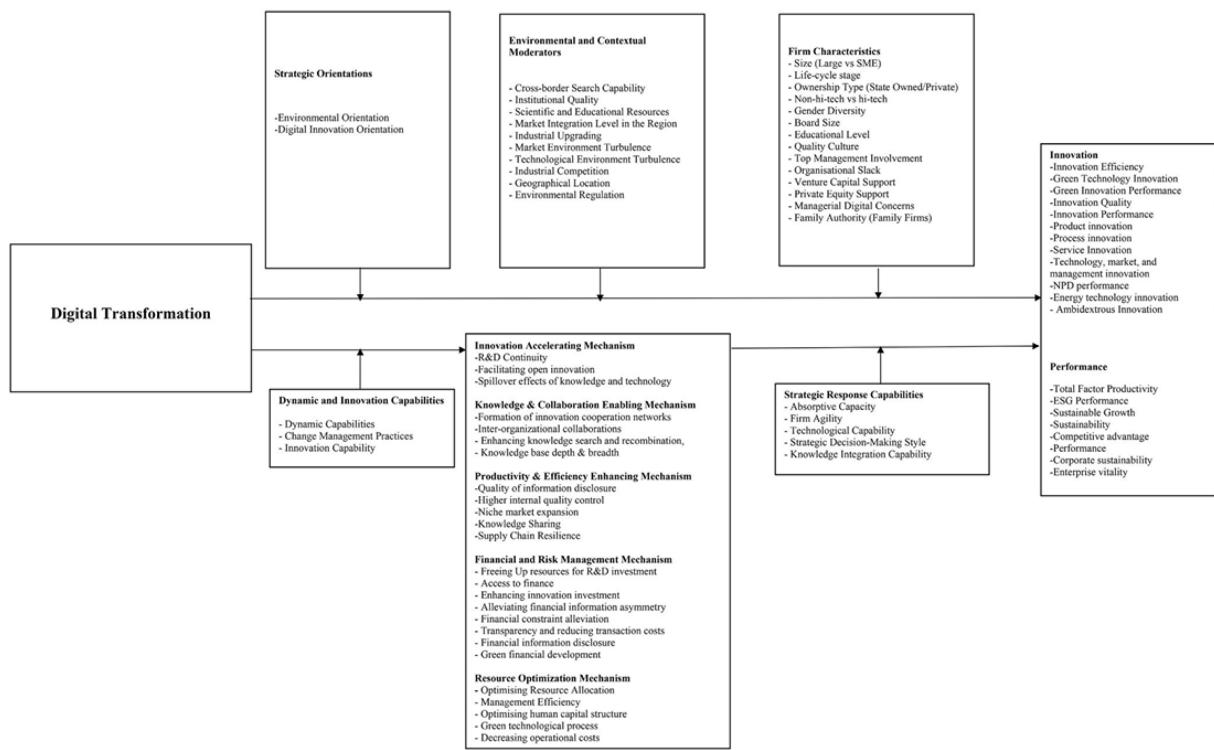


Fig. 3. A multilevel framework for DT-Innovation research (Source: study findings).

Рисунок 9. Концептуальная рамка исследований влияния цифровой трансформации на инновационные процессы. Источник: [57]

Предложенная концептуальная схема имеет ряд структурных элементов схожих по своей роли с элементами моделей цифрового и инновационного развития, рассмотренных выше. Авторы [57] рассматривают влияние цифровых технологий (цифровой трансформации) на инновационные процессы, предлагая подробный перечень механизмов этого влияния, в который входят ускорение инноваций, оптимизация управления финансами и рисками, формирование сетей кооперации и другие улучшения внутренних и внешних деловых процессов, задействованных в инновационном процессе. Еще один канал влияния – через внутренние факторы организации и факторы внешней среды, которые могут тормозить инновации или способствовать им. Так, в «контекстуальных и средовых модераторах» можно увидеть факторы цифрового развития внешней среды (такие как доступные научные и образовательные ресурсы, регулирование, турбулентность рыночной и технологической сред); при этом «стратегические ориентиры», «характеристики организации» и «стратегические возможности реагирования», по сути, являются факторами внутренней среды организации. В схеме также представлен перечень инноваций, на которые оказывается воздействие. Он разделен на несколько иногда пересекающихся категорий: продуктовые, процессные, сервисные, зеленые инновации и т. д.

(3) Еще одна трактовка цифровых инноваций – инновации как результат внедрения цифровых технологий. В этом контексте цифровые инновации – это не процесс, а результат: обусловленные внедрением цифровых технологий новые продукты, деловые процессы и бизнес-модели [58]. Причем речь идет обо всей экономике: встроенные, например, в традиционную продукцию цифровые технологии (чипы в бытовую технику и т. п.) – это продуктовая цифровая инновация [59]. Во вводной статье специального номера журнала [58] по управлению цифровыми инновациями дается такое определение цифровой инновации: «Мы концептуализируем цифровую инновацию как создание (и последующее изменение) рыночных предложений, бизнес-процессов или моделей, возникающих в результате использования цифровых технологий». При таком подходе исследуются особенности цифровых инноваций (продуктовых, в частности) и

последствия для управления ими. В отличие от «традиционных» инновационных продуктов цифровые инновации постоянно эволюционируют и трансформируются, эволюция цифровых продуктов более динамична и непредсказуема [60]. Более того, для цифровых инноваций характерно размытие границ между инновационными процессами и результатами, т. к. зачастую цифровые инструменты одновременно формируют цифровые товары и услуги и формируются ими самими [58]. Несколько отличительных характеристик цифровых инноваций связано с многоуровневой модульной архитектурой цифровых технологий. Разработка модулей внутри и между уровнями обычно выходит за пределы корпоративных границ; следовательно, нельзя рассматривать цифровые продукты и услуги как самостоятельные предложения – крайне важно рассматривать их как часть цифровых платформ и экосистем [60]. Все эти особенности влияют на инновационный процесс и требуют изменений в системе управления инновациями.

2.4 Выводы

Подводя итоги обзора литературы, можно сделать следующие выводы.

Хотя обе концепции – цифрового и инновационного развития – исходно формировались в разных областях НИОКР, можно выделить общие тенденции развития и их определенную симметрию и структурную близость. Обе интеллектуальные традиции пришли к тому, чтобы рассматривать процессы (инновационные и внедрения цифровых технологий) как находящиеся под воздействием факторов внутренней среды организации, в которых они протекают, и внешней среды, в условиях которой организация действует.

В моделях и цифрового развития, и инновационного развития структура внешних и внутренних факторов по составу достаточно близка, как, например, в моделях цифровой и инновационной зрелости организаций или в композиции факторов внешней среды. Можно выделить следующие, встречающиеся в литературе, основные факторы (внутренние и внешние) цифрового и инновационного развития: регулирование, НИОКР (публичные и корпоративные), развитие технологий, человеческий капитал, стратегия, культура организации, цифровая инфраструктура и данные, деловая среда, доверие и безопасность, финансовые ресурсы.

Приведенное выше определение цифровой инновации из третьего варианта трактовок этого понятия [58] соответствует предлагаемому подходу – рассматривать цифровое развитие как совокупность применяемых цифровых инноваций (процессных и продуктовых). Такая трактовка цифровых инноваций достаточно широко распространена, но следующего шага – рассматривать и измерять цифровое развитие/цифровую трансформацию в парадигме Руководства Осло – практически никто не делает. На отраслевом, региональном и национальном уровнях мониторинг цифрового развития/цифровой трансформации проводится на основе статистического наблюдения за использованием цифровых технологий. Эта область статистики развивается уже больше 25 лет в рамках основанного на ней подхода как в странах ОЭСР, так и в России, которая использует стандарты ОЭСР; в качестве метрик цифрового развития рассматриваются показатели производства ИКТ и их использования организациями и населением.

Возникает закономерный вопрос: насколько используемые метрики соответствуют определениям цифровизации/цифровой трансформации/цифрового развития? Можно ли любой показатель использования ИКТ (таких как число компьютеров на 100 работников или доля организаций, имеющих широкополосный доступ к интернету) считать характеристикой цифровой трансформации или цифрового развития? Ответ очевидно отрицательный – при всем разнообразии определений в описании этих процессов акцент делается не на любом использовании цифровых технологий, а на тех ситуациях, когда цифровые технологии меняют сложившиеся бизнес-модели, процессы и продукты, позволяя тем самым рассматривать эти ситуации как частный случай инноваций. В этой ситуации представляется актуальной задача согласования не только двух концептуальных подходов, но и связанных с ними методов измерения и мониторинга, которые развивались как разные области статистики. Трактовка цифрового развития как череды цифровых инноваций открывает возможность проводить мониторинг и оценку процессов цифрового развития в рамках общей методологии мониторинга инноваций.

3 Модель цифрового развития сферы деятельности

В рамках предложенного подхода (раздел «Концепция») и с учетом результатов существующих подходов (см. раздел 2) была разработана комплексная эталонная модель цифрового развития сферы деятельности (рис. 10).



Рисунок 10. Комплексная модель цифрового развития сферы деятельности

Процесс цифрового развития сферы деятельности представлен в виде модели, состоящей из двух взаимосвязанных частей, отражающих два основных «такта» инновационного процесса производства и использования цифровых технологий для развития сферы деятельности.

На первом такте моделируются продуктовые инновации – вывод на рынок ИКТ новых или улучшенных цифровых продуктов (товаров или услуг). Модель отражает не только вывод на рынок инновационного цифрового продукта организацией-субъектом инновации, но и тиражирование инновации – освоение производства продукта со схожими характеристиками другими организациями-конкурентами. Как правило, процессы производства протекают в цифровом секторе экономики – в организациях-производителях цифровой продукции. Нередки случаи, когда субъектом первоначальной инновации выступает организация другой сферы деятельности. В случае специализированного цифрового продукта, например, ориентированного на применение в конкретной сфере деятельности, разработчиками инновационного цифрового решения могут выступать организации самой сферы деятельности.

Как отмечалось выше, модели инновационных процессов последних поколений рассматривают инновационный процесс как протекающий под воздействием факторов двух типов: внутренних факторов – корпоративная стратегия, организационная структура, корпоративная культура, корпоративные НИОКР/знания и т. д. и внешних факторов – регулирование, инфраструктура, финансовая система и др. (см., например [15]). Иногда эти факторы обсуждаются и моделируются с использованием экологической метафоры «внутренняя и внешняя среда» [14]. Такой подход, подтверждаемый научными исследованиями, реализован и в данной модели. При этом были учтены особенности объекта моделирования – инновационных процессов в цифровом секторе экономики, производящем цифровые товары и услуги. Помимо традиционно выделяемых факторов внешней среды (государственная политика и регулирование, доступные результаты НИОКР и технологии, компоненты деловой среды – инфраструктура поддержки инноваций, конкуренция, поставщики и потребители и т. д.) в модель включены такие специфические параметры среды как доступная и безопасная цифровая инфраструктура и доступные (открытые) цифровые данные. Это связано с тем, что и сама разработка цифровых инновационных продуктов

и предоставление, например, новых цифровых сервисов существенно зависят от качества цифровой среды, в которой действует предприятие – субъект инновации. Например, разрабатывать и предоставлять онлайн сервисы (облачных вычислений, ИИ-агентов, данных центров и т. п.) в регионах, где нет развитой телекоммуникационной инфраструктуры невозможно. Еще один параметр внешней среды, важный в условиях быстрого развития технологий работы с большими данными и систем искусственного интеллекта, – наличие доступа к большим массивам цифровых данных.

Аналогично с внутренними факторами к традиционно выделяемым в моделях инновационных процессов и в моделях инновационной зрелости организаций факторам добавлен фактор наличия в организации защищенной цифровой инфраструктуры и цифровых данных, включая всю необходимую для эффективной работы с ними техническую и организационную инфраструктуру.

Модель продуктовых инноваций учитывает достижения интерактивных, интегрированных и сетевых моделей инновационных процессов. Цепочка стадий инновационного процесса не означает их линейной последовательности, когда работа на предыдущей стадии заканчивается и происходит переход на новую стадию. Проблемы на стадии разработки, производства или маркетинга и продаж могут потребовать возвращения к предыдущим стадиям с целью уточнения требований и/или характеристик производимых цифровых продуктов. Аналогично, воздействие внутренних и внешних факторов не заканчивается на первоначальном «толчке», как в первых поколениях моделей инновационного развития («толчок» со стороны рынка или НИОКР). Изменения нормативно-правового регулирования, рыночной ситуации, новые результаты НИОКР, проблемы с финансированием и т. д. могут воздействовать на инновационный процесс на любой стадии (на левой половине схемы такие воздействия внутренних и внешних факторов указаны стрелками).

Еще одна особенность модели, которую необходимо подчеркнуть, связана с тем, что хотя инновационный процесс отнесен к организации, которая вывела на рынок инновационный продукт, и рассматривается как протекающий в ее внутренней среде, часть стадий инновационного процесса, включая серийное производство, может отдаваться на аутсорсинг, в т. ч. и в другие страны. Например, производство продуктов технологических компаний США и ЕС зачастую осуществляется в Китае, Юго-Восточной Азии или Мексике. Поэтому в модели в качестве внешнего фактора выделена доступная производственная инфраструктура. Хотя факторы внешней среды сформулированы в общем виде, механизм их воздействия, как например при аутсорсинге производства, представляет собой взаимодействие и сотрудничество с другими организациями и институтами (университетами, проводящими НИОКР, на стадиях концепции и разработки; финансовыми организациями на всех стадиях и т. д.). В этом плане модель может уточняться и детализироваться с учетом существующих национальных или отраслевых инновационных систем, в которых инновационный процесс представлен в контексте сети взаимодействующих институтов и организаций.

На втором такте цифрового развития сферы деятельности (правая половина схемы на рис.10) представлены две категории инновационных процессов, связанных с внедрением и распространением цифровых инноваций в сфере деятельности.

Сфера деятельности – это совокупность организаций, осуществляющих преимущественно одинаковый или сходный вид экономической деятельности. Первая категория – это цифровые инновации в организациях: продуктовые (вывод на рынок новой или улучшенной за счет встроенных цифровых технологий продукции) и процессные (новые или улучшенные за счет цифровых технологий бизнес-процессы). Этот процесс начинается, как правило, с организаций-лидеров цифрового развития, и потом инновация тиражируется – ее внедряют другие организации сферы деятельности. Для них это тоже инновационный процесс, но источник инновации у «подражателей» другой: наличие успешной завершенной инновации у конкурентов, если речь идет о коммерческих сферах деятельности. В бюджетной сфере цифровые инновации и их тиражирование, как правило, запускаются централизовано, и решение принимают органы управления сферой деятельности.

Вторая категория цифровых инноваций связана с внедрением цифровых инструментов, которые меняют функционирование сферы деятельности в целом. В роли таких инструментов зачастую выступают цифровые платформы. Появление, например, цифровой платформы Uber, давшей название «уберизация экономики» целому направлению перестройки различных сфер

деятельности, привело к существенному изменению индустрии такси и способа получения услуг. Это была «подрывная» цифровая инновация. Соединение напрямую через многостороннюю цифровую платформу водителей и пассажиров поставило под вопрос само существование в традиционном виде организаций сферы пассажирских перевозок – таксопарков.

В сферах деятельности, в большей степени регулируемых государством, такими цифровыми инструментами перестройки могут выступать отраслевые информационные системы. Реализация в полном объеме, например, Единой государственной информационной системе в сфере здравоохранения Минздрава РФ (ЕГИСЗ), к которой подключаются и коммерческие организации, потенциально должно существенно изменить всю отрасль здравоохранения и процессы предоставления медицинских услуг. Создание таких государственных информационных систем, как Единый портал государственных и муниципальных услуг (ЕПГУ), Система межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ) и др. кардинально поменяли всю сферу предоставления государственных и муниципальных услуг в Российской Федерации. Гражданам в большинстве случаев нет необходимости иметь дело с отдельными органами власти или учреждениями – для них органы власти разного уровня предстают теперь в виде единой системы, имеющей «одно окно» (портал госуслуг в интернете или многофункциональные центры онлайн).

Эти процессы также находятся под воздействием внутренних и внешних факторов, композиция которых основана на моделях цифровой зрелости организаций (внутренние факторы), а также на моделях цифрового развития отраслей, регионов и стран и на результатах исследования факторов цифрового развития. К ключевым внутренним факторам, влияющим на успешность цифрового развития организации сферы деятельности, отнесены стратегическое планирование и корпоративная культура организации, поскольку они выступают основой управляемости и прогнозируемости процесса внедрения цифровой инновации. Наличие достаточного объема данных требуемого разнообразия и качества является базисом для эффективного применения большинства современных цифровых продуктов. Должные инвестиции в цифровую инфраструктуру, особенно с учетом обеспечения безопасности ее функционирования, также существенно повышают шансы на достижение запланированных эффектов цифрового развития. Для того, чтобы организация имела возможность реализовать цифровую инновацию и эксплуатировать внедренные цифровые решения, ей нужно иметь достаточное количество квалифицированных кадров, способных полностью использовать потенциал внедряемых решений. Естественно, все перечисленные ранее возможности должны быть подкреплены достаточным объемом финансирования.

К основным внешним факторам, влияющим на деятельность организаций сферы деятельности, занимающихся внедрением цифровых инноваций, будем относить государственную политику и регулирование, которые с одной стороны могут выступать серьезным барьером (например, если регулирующее функционирование сферы деятельности ведомство вводит запретительные нормы на внедрение тех или иных цифровых решений), так и значимой возможностью для развития (если государство определит цифровое развитие сферы деятельности своей приоритетной задачей, что приведет к привлечению дополнительных средств, снятию административных барьеров, реализации льгот и преференций для организаций сферы деятельности). Наличные на рынке технологии и открытые НИОКР могут служить серьезным подспорьем для организаций сферы деятельности на их пути внедрения цифровых продуктов. Также значимым внешним фактором является развитая деловая среда, позволяющая на равных конкурировать значительному количеству поставщиков и обеспечивающая существование дифференцированных и доступных источников привлечения средств (льготное кредитование, гранты, инвестиционные средства). Не менее значимым фактором выступает наличие на рынке квалифицированных кадров, чему служит развитость системы образования и переподготовки, поставляющая на рынок специалистов с нужными компетенциями. Критическое влияние на успешность цифрового развития оказывает наличие на рынке доступных масштабируемых мощностей, предоставляющих организациям сферы деятельности возможность получить в пользование безопасную и доверенную телекоммуникационную, вычислительную и платформенную цифровую инфраструктуру.

Отметим в завершении, что хотя факторы в левой и правой половинах схемы на рис. 10 имеют практически идентичные названия, это структурное, но не содержательное совпадение. Например, в разных частях модели идет речь о государственной политике и регулировании. При этом на первом такте основную роль играет политика и регулирование научно-технической и

инновационной сферы (законы «О науке и государственной научно-технической политике» и «О технологической политике», соответствующие государственные программы, институты и инструменты поддержки инноваций и т. д.), а на втором такте – регулирование использования цифровых технологий и такие инструменты государственной политики, как национальные проекты «Цифровая экономика в Российской Федерации» или «Экономика данных и цифровая трансформация государства», связанные с ними федеральные проекты и т. д. Требования к человеческому капиталу (знания и компетенции работников) как к фактору инновационного производства и использования цифровых технологий частично пересекаются, но тоже различаются в этих двух сферах.

Заключение

Предложенный подход к концептуализации и моделированию процессов цифрового развития открывает возможность для формирования программы измерения и мониторинга производства и использования цифровых технологий для развития сфер деятельности с двух точек зрения.

В модели представлены композиция и взаимосвязь предметных областей, которые могут служить концептуальной схемой комплексной системы мониторинга, отражающей внутренние и внешние факторы и стадии цифрового развития.

На основе предложенной концепции рассмотрения цифрового развития как инновационного процесса даже в рамках действующего федерального статистического наблюдения за инновационными процессами (форма №4-инновации) можно за счет точечных изменений сделать инструмент, позволяющий измерять уровень цифрового развития сферы деятельности. Этого можно добиться, вводя в форму уточняющие вопросы для выделения из инновационных процессов и параметров (завершенные инновации, реализация инновационной продукции, затраты) тех, которые связаны с внедрением цифровых технологий – аналогично тому, как в форму №2-наука были введены уточняющие вопросы, позволяющие определять затраты на НИОКР в области цифровых технологий или число исследователей в области нанотехнологий. Еще один шаг к мониторингу и оценке цифрового развития должен заключаться в расширении сфер деятельности, организации которых обследуются по форме №4-инновация. Современное понимание инноваций, отраженное также и в последней версии Руководства Осло, исходит из того, что инновационные процессы протекают во всех сферах деятельности, включая социальную сферу и государственное управление, а не только в отдельных отраслях экономики.

Благодарности

В работе использованы результаты научно-методической работы по реализации задач создания и обеспечения функционирования механизма формирования условий для цифровой трансформации отраслей экономики и секторов социальной сферы через акселерацию цифровых платформ, а также прикладного экономического исследования «Исследование путей и механизмов стратегической координации процессов цифровой трансформации отраслей экономики, социальной сферы и государственного управления», выполненных в 2022-2023 гг. сотрудниками Всероссийской академии внешней торговли Министерства экономического развития Российской Федерации совместно с экспертами Института развития информационного общества.

Работа частично выполнена в рамках государственного задания Карельского научного центра РАН и государственного задания Института истории естествознания и техники им. С. И. Вавилова РАН.

Литература

1. Demlehner Q., Laumer S. Why context matters: Explaining the digital transformation of the manufacturing industry and the role of the industry's characteristics in it // Pacific Asia Journal of the Association for Information Systems. 2020. №. 12 (3). P. 57-81.
<https://doi.org/10.17705/1pais.12303>
2. Susanti S., Larso D., Suryaningsih I. Distinguishing digitization and digitalization: A systematic review and conceptual framework // Journal of Product Innovation Management. 2023. № 40(2). P 123–145. <https://doi.org/10.1111/jpim.12690>

3. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Dong J.Q., Fabian N. et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda // Journal of business research. 2021. № 122. P. 889-901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
4. Gong C., Ribiere V. Developing a unified definition of digital transformation // Technovation. - 2021. № 102. P. 102217. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102217>
5. Sebastian I. M., Ross J.W., Beath C., Mocker M., Moloney K.G., Fonstad N.O. How Big Old Companies Navigate Digital Transformation // MIS Quarterly Executive. 2017. №.16(3). P. 197-213.
6. Pagani M., Pardo C. The impact of digital technology on relationships in a business network //Industrial Marketing Management. 2017. № 67. P. 185-192. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.08.009>
7. Heeks R. et al. The DX4D Illusion: Results from a Stakeholder Survey on Digital Transformation for Development // Digital Development Working Paper Series. Paper No. 111 2024. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5550703>
8. OECD/Eurostat, Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Paris, Luxembourg: OECD Publishing, 2018. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
9. Хохлов Ю. Е., Шапошник С. Б. НИОКР и инновации для цифрового развития сферы деятельности // Информационное общество. 2024. DIGITAL. С. 85-98. https://doi.org/10.52605/16059921_2024_digital_85-98
10. Rothwell R. Towards the fifth-generation innovation process // International marketing review. 1994. №. 11(1). P. 7-31. <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
11. Cooper R.G. Stage-Gate systems: a new tool for managing new products // Business Horizons. 1990. № 33(3). P. 44-53. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(90\)90040-I](https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I)
12. Ulrich K. T., Eppinger S. D., Yang M. C. Product design and development. 4th edition. New York: McGraw-hill, 2020. – 384 p.
13. Graves A. Comparative Trends in Automotive Research and Development, DRC Discussion Paper No. 54. Science Policy Research Unit. 1987. Brighton: Sussex University. – 42 p.
14. Du Preez N. D., Louw L., Essmann H. An innovation process model for improving innovation capability //Journal of high technology management research. 2006. № 17. P. 1-24.
15. Galanakis K. Innovation process. Make sense using systems thinking // Technovation. 2006. № 26 (11). P. 1222-1232. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2005.07.002>
16. Fritsch M., Meschede M. Product innovation, process innovation, and size //Review of Industrial organization. 2001. № 19(3). P. 335-350. <https://doi.org/10.1023/A:1011856020135>
17. Papinniemi J. Creating a model of process innovation for reengineering of business and manufacturing // International Journal of Production Economics. 1999. № 60. P. 95-101. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00146-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00146-7)
18. OECD. Managing National Innovation Systems. Paris: OECD Publishing, 1999. <https://doi.org/10.1787/9789264189416-en>.
19. Edquist C. Systems of Innovation: Perspectives and Challenges // The Oxford Handbook of Innovation. Oxford: Oxford University Press, 2005. P. 181-208.
20. Iammarino S. An evolutionary integrated view of regional systems of innovation: concepts, measures and historical perspectives //European planning studies. 2005. № 13(4). P. 497-519. <https://doi.org/10.1080/09654310500107084>
21. Lundvall B. National innovation systems—analytical concept and development tool //Industry and innovation. 2007. № 14(1). P. 95-119. <https://doi.org/10.1080/13662710601130863>
22. Голиченко О. Г. Национальная инновационная система: от концепции к методологии исследования //Вопросы экономики. 2014. № 7. С. 35-50. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2014-7-35-50>
23. Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe / Malerba F. (ed.). – Cambridge university press, 2004. – 519 p.
24. Иванова Н. И. Инновационная политика: теория и практика // Мировая экономика и международные отношения. 2016. Т. 60. № 1. С. 5–16. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2016-60-1-5-16>
25. Сергеев В. М., Алексеенкова Е. С., Нечаев В. Д. Типология моделей инновационного развития // Полития. 2008. № 4(51). С. 6–22.

26. Балацкий Е.В., Ушакова С. Е., Малахов В. А., Юревич М. А. Национальные модели технологического развития: сравнительный анализ // Журнал институциональных исследований. 2017. № 9(4). С. 37–51. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2017.9.4.037-051>
27. Leydesdorff L., Zawdie G. The triple helix perspective of innovation systems // Technology analysis & strategic management. 2010. № 22(7). P. 789-804. <https://doi.org/10.1080/09537325.2010.511142>
28. Machado H. P. V., Sartori R., Rosa P. F. M. Beyond the Triple Helix model: Scientific production on the quadruple and quintuple helix // Journal of the Knowledge Economy. 2025. № 16(1). P. 5758–5791. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02026-4>
29. Loučanová E., Olšiaková M., Štofková Z. Mapping of the Quintuple Helix Model Pillars and Digitalization in European Union Countries // Systems. 2025. № 13(11). P. 988. <https://doi.org/10.3390/systems13110988>
30. Ершова Т. В., Хохлов Ю. Е., Шапошник С. Б. Методология мониторинга развития и использования технологий работы с большими данными // Информационное общество. 2021. № 4–5. С. 2.
31. OECD (2011), OECD Guide to Measuring the Information Society 2011, OECD Publishing. [http://dx.doi.org/10.1787/9789264113541-en](http://dx.doi.org/10.1787/10.1787/9789264113541-en)
32. OECD. Going Digital Toolkit. 2025. URL: <https://goingdigital.oecd.org/>
33. Measuring the Information Society Report 2017. Volume 1. Geneva: International Telecommunication Union, 2017. – xi + 155 p.
34. Measuring the Information Society Report 2017. Volume 2. Geneva: International Telecommunication Union, 2017. – viii + 251 p.
35. Анализ текущего состояния развития цифровой экономики в России. М.: Институт развития информационного общества, 2018. – 166 с.
36. Всемирный банк. Конкуренция в цифровую эпоху: стратегические вызовы для Российской Федерации. 2018. – 144 с. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/3c785826-a058-5608-8fdd-fd3051be1e89/content>
37. World Bank Group. DE4LAC. 2025. URL: <https://www.worldbank.org/en/programs/de4lac/digital-economy-framework>
38. Heuermann M., Gaiser-Bertram S., Schallmo D. Digital Transformation Success Factors: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis // International Journal of Innovation Management. 2024. Vol. 28. № 09n10, 2440004. <https://doi.org/10.1142/S1363919624400048>
39. Handel M. The Effects of Information and Communication Technology on Employment, Skills, and Earnings in Developing Countries. Background paper for the World Development Report 2016. Washington, DC, 2015. URL: <https://www.g20.utoronto.ca/2015/The-Effects-of-Technology-on-Employment-and-Implications-for-Public-Employment-Services.pdf>
40. Малахов В. А., Хохлов Ю. Е. Воздействие цифровых технологий на экономику, социальную сферу и окружающую среду // Информационное общество. 2024. DIGITAL. P. 21-41. https://doi.org/10.52605/16059921_2024_21-41
41. Bukht R., Heeks R. Defining, conceptualising and measuring the digital economy // Development Informatics working paper. 2017. № 68. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3431732>
42. Thordsen T., Murawski M., Bick M. How to measure digitalization? A critical evaluation of digital maturity models // Conference on e-Business, e-Services and e-Society. Cham: Springer International Publishing, 2020. P. 358-369. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5_30
43. International Telecommunication Union e-Government Implementation Toolkit: e-Government Readiness Assessment Framework. Geneva: International Telecommunication Union, 2009. – 37 p. URL: https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GOV.E_GOV-11-2010-PDF-E.pdf
44. UNCTAD. eTrade Readiness Assessments. 2025. URL: <https://unctad.org/topic/ecommerce-and-digital-economy/etrade-readiness-assessments>
45. Ершов П. С., Катин А. В., Хохлов Ю. Е., Шапошник С. Б. Модель BD4DE-ММ зрелости работы с большими данными в организации // Информационное общество. 2021. № 4–5. С. 259-277.
46. OECD. Digital Transformation Maturity Model. Paris: OECD Publishing, 2022. www.oecd.org/tax/forum-on-tax-administration/publications-and-products/digital-transformation-maturity-model.htm

47. Hanna, Nagy K. E-Transformation: Enabling New Development Strategies. N.Y.: Springer, 2010. XVI, 460
48. Hanna N.K. Transforming Government and building the Information Society. Challenges and Opportunities for the Developing World. N.Y.: Springer, 2010. XII, 336 p
49. Ершова Т. В. Механизм мониторинга использования информационно-коммуникационных технологий в домохозяйствах: диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук: 08.00.05 / Ершова Татьяна Викторовна; [Место защиты: Моск. гос. ун-т экономики, статистики и информатики]. Москва, 2013. – 300 с.
50. Ershova T.V., Hohlov Yu. E. Digital Transformation Framework Monitoring of Large-Scale Socio-Economic Processes // Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. Moscow: V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, Moscow, 2018. <https://doi.org/10.1109/MLSD.2018.855176>
51. Ershova T.V., Hohlov Yu. E. Shaposhnik S. B. Methodology for Digital Economy Development Assessment as a Tool for Managing the Digital Transformation Processes // Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. Moscow: V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences. Moscow, 2018. <https://doi.org/10.1109/MLSD.2018.8551846>
52. ITU. The BDT Digital Transformation Wheel. URL: <https://www.itu.int/ru/ITU-D/Regulatory-Market/Pages/digital-transformation-wheel.aspx>
53. Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить / под ред. Е. Г. Потаповой, П. М. Потеева, М. С. Шклярук. М.: РАНХиГС, 2021. – 184 с.
54. Subramoniam, R., Sundin, E., Subramoniam, S., & Huisingsh, D. Riding the digital product life cycle waves towards a circular economy // Sustainability / 2021. № 13(16). P. 8960. <https://doi.org/10.3390/su13168960>
55. Heeks R. Theorizing ICT4D research // Information Technologies & International Development. 2006. Vol. 3. №. 3. P. 1-4.
56. Urbinati A., Manelli L., Frattini F., Bogers M. L. The digital transformation of the innovation process: Orchestration mechanisms and future research directions // Innovation. 2022. № 24(1). P. 65-85. <https://doi.org/10.1080/14479338.2021.1963736>
57. Saeedikiya M., Salunke S., Kowalkiewicz M. The nexus of digital transformation and innovation: A multilevel framework and research agenda // Journal of Innovation & Knowledge. 2025. № 10(1). P. 100640. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100640>
58. Nambisan S., Lyytinen K., Majchrzak A., Song M., Digital Innovation Management: Reinventing Innovation Management Research in a Digital World Free // MIS Quarterly. 2017. № 41(1). P. 223–238. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2017/41:1.03>
59. Berghaus S., Back A. Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study" MCIS 2016 Proceedings. № 22. 2016. <http://aisel.aisnet.org/mcis2016/22>
60. Marcel L. A., Bogers M. L., Garud R., Thomas L. D., Tuertscher P., Yoo Y. Digital innovation: transforming research and practice // Innovation. 2022. № 24(1). P 4–12. <https://doi.org/10.1080/14479338.2021.2005465>

MODELING SECTORAL DIGITAL DEVELOPMENT PROCESSES

Ershova, Tatiana Viktorovna

Candidate of economical sciences

Institute of the Information Society, editor-in-chief of the research and analytical journal "Informacionnoe obshchestvo" (Information Society)

Moscow, Russian Federation

tatiana.ershova@iis.ru

Katin, Alexander Vladimirovich

Institute of the Information Society, general director, head of Directorate of industrial programs

Plekhanov Russian University of Economics, IIS-based Digital economy department, senior lecturer

Moscow, Russian Federation

alexander.katin@iis.ru

Malahov, Vadim Aleksandrovich

Candidate of historical science

Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the Russian Academy of Sciences, head of the Department of Science Studies, senior researcher

Moscow, Russia

yasonbh@mail.ru

Hohlov, Yuri Evgenyevich

Candidate of physical and mathematical sciences, associate professor

Institute of the Information Society, chairman of the Board of directors

Plekhanov Russian University of Economics, IIS-based Digital economy department, scientific advisor

Moscow, Russian Federation

yuri.hohlov@iis.ru

Shaposhnik, Sergei Borisovich

Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, OKNI, Laboratory of digital technologies for regional development, senior researcher

Petrozavodsk, Russian Federation

sergei.shaposhnik@gmail.com

Abstract

The paper proposes a conceptual approach to interpreting the stages and processes of digital development, enabling the operationalization of this concept. Based on this approach, an original comprehensive model of digital development has been developed. Its key feature is the interpretation of digital development as an innovation process, aligned with the international innovation monitoring standards defined in the Oslo Manual. Digital development is conceptualized as a "two-phase" innovation process influenced by factors from both internal and external environments. The first phase involves digital product innovations (production and market launch of new ICT goods and services), while the second phase entails digital process innovations based on the adoption of these products in various sectors, leading to the transformation of business processes. The model also accounts for systemic changes, such as the emergence of multisided digital platforms and industry-specific information systems. The proposed approach systematizes methods from various disciplines (ranging from innovation modeling to digital maturity assessment) and serves as an effective management tool at the corporate, industry, and national levels.

Keywords

digital development of the sphere of activity; model of digital development; monitoring and evaluation; business process innovations; product innovations

References

1. Demlehner Q., Laumer S. Why context matters: Explaining the digital transformation of the manufacturing industry and the role of the industry's characteristics in it // Pacific Asia Journal

- of the Association for Information Systems. 2020. №. 12 (3). P. 57-81.
<https://doi.org/10.17705/1pais.12303>
2. Susanti S., Larso D., Suryaningsih I. Distinguishing digitization and digitalization: A systematic review and conceptual framework // Journal of Product Innovation Management. 2023. № 40(2). P 123-145. <https://doi.org/10.1111/jpim.12690>
 3. Verhoef P.C., Broekhuizen T., Bart Y., Bhattacharya A., Dong J.Q., Fabian N. et al. Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda // Journal of business research. 2021. № 122. P. 889-901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
 4. Gong C., Ribiere V. Developing a unified definition of digital transformation // Technovation. – 2021. № 102. P. 102217. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2020.102217>
 5. Sebastian I. M., Ross J.W., Beath C., Mocker M., Moloney K.G., Fonstad N.O. How Big Old Companies Navigate Digital Transformation // MIS Quarterly Executive. 2017. №.16(3). P. 197-213.
 6. Pagani M., Pardo C. The impact of digital technology on relationships in a business network //Industrial Marketing Management. 2017. № 67. P. 185-192.
<https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2017.08.009>
 7. Heeks R. et al. The DX4D Illusion: Results from a Stakeholder Survey on Digital Transformation for Development // Digital Development Working Paper Series. Paper No. 111 2024. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.5550703>
 8. OECD/Eurostat, Oslo Manual 2018: Guidelines for Collecting, Reporting and Using Data on Innovation, 4th Edition, The Measurement of Scientific, Technological and Innovation Activities. Paris, Luxembourg: OECD Publishing, 2018. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>
 9. Khokhlov Yu. E., Shaposhnik S. B. NIOKR i innovatsii dlya tsifrovogo razvitiya sfery deyatel'nosti // Informatsionnoe obshchestvo. 2024. DIGITAL. S. 85-98. https://doi.org/10.52605/16059921_2024_digital_85-98
 10. Rothwell R. Towards the fifth-generation innovation process // International marketing review. 1994. №. 11(1). P. 7-31. <https://doi.org/10.1108/02651339410057491>
 11. Cooper R.G. Stage-Gate systems: a new tool for managing new products // Business Horizons. 1990. № 33(3). P. 44-53. [https://doi.org/10.1016/0007-6813\(90\)90040-I](https://doi.org/10.1016/0007-6813(90)90040-I)
 12. Ulrich K. T., Eppinger S. D., Yang M. C. Product design and development. 4th edition. New York: McGraw-Hill, 2020. 384 p.
 13. Graves A. Comparative Trends in Automotive Research and Development, DRC Discussion Paper No. 54. Science Policy Research Unit. 1987. Brighton: Sussex University. 42 p.
 14. Du Preez N. D., Louw L., Essmann H. An innovation process model for improving innovation capability //Journal of high technology management research. 2006. № 17. P. 1-24.
 15. Galanakis K. Innovation process. Make sense using systems thinking // Technovation. 2006. № 26 (11). P. 1222-1232. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2005.07.002>
 16. Fritsch M., Meschede M. Product innovation, process innovation, and size //Review of Industrial organization. 2001. № 19(3). P. 335-350. <https://doi.org/10.1023/A:1011856020135>
 17. Papinniemi J. Creating a model of process innovation for reengineering of business and manufacturing // International Journal of Production Economics. 1999. № 60. P. 95-101. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(98\)00146-7](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(98)00146-7)
 18. OECD. Managing National Innovation Systems. Paris: OECD Publishing, 1999. <https://doi.org/10.1787/9789264189416-en>
 19. Edquist C. Systems of Innovation: Perspectives and Challenges // The Oxford Handbook of Innovation. Oxford: Oxford University Press, 2005. P. 181-208.
 20. Iammarino S. An evolutionary integrated view of regional systems of innovation: concepts, measures and historical perspectives //European planning studies. 2005. № 13(4). P. 497-519. <https://doi.org/10.1080/09654310500107084>
 21. Lundvall B. National innovation systems – analytical concept and development tool //Industry and innovation. 2007. № 14(1). P. 95-119. <https://doi.org/10.1080/13662710601130863>
 22. Golichenko O. Natsional'naia innovatsionnaia sistema: ot kontseptsii k metodologii issledovaniia // Voprosy Ekonomiki. 2014. № 7. P. 35-50. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2014-7-35-50>
 23. Sectoral systems of innovation: concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe / Malerba F. (ed.). – Cambridge university press, 2004. – 519 p.

24. Ivanova N. I. Innovatsionnaya politika: teoriya i praktika // Mirovaya ekonomika i mezhdunarodnye otnosheniya. 2016. Vol. 60. № 1. S. 5-16. <https://doi.org/10.20542/0131-2227-2016-60-1-5-16>
25. Sergeev V.M., Alekseenkova E. S., Nechaev V. D. Tipologiya modelei innovatsionnogo razvitiya // Politiya. 2008. № 4(51). S. 6-22.
26. Balatskii E.V., Ushakova S.E., Malakhov V.A., Yurevich M.A. Natsional'nye modeli tekhnologicheskogo razvitiya: sravnitel'nyi analiz // Zhurnal institutsional'nykh issledovanii. 2017. № 9(4). C. 37-51. <https://doi.org/10.17835/2076-6297.2017.9.4.037-051>
27. Leydesdorff L., Zawdie G. The triple helix perspective of innovation systems // Technology analysis & strategic management. 2010. № 22(7). P. 789-804. <https://doi.org/10.1080/09537325.2010.511142>
28. Machado H. P. V., Sartori R., Rosa P. F. M. Beyond the Triple Helix model: Scientific production on the quadruple and quintuple helix // Journal of the Knowledge Economy. 2025. № 16(1). P. 5758-5791. <https://doi.org/10.1007/s13132-024-02026-4>
29. Loučanová E., Olšiaková M., Štofková Z. Mapping of the Quintuple Helix Model Pillars and Digitalization in European Union Countries // Systems. 2025. № 13(11). P. 988. <https://doi.org/10.3390/systems13110988>
30. Ershova T. V., Khokhlov Yu. E., Shaposhni S. B. Metodologija monitoringa razvitiya i ispol'zovaniya tehnologij raboty s bol'shimi dannymi // Informatsionnoe obshchestvo. 2021. № 4-5. S. 2-32.
31. OECD (2011), OECD Guide to Measuring the Information Society 2011, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/10.1787/9789264113541-en>
32. OECD. Going Digital Toolkit. 2025. URL: <https://goingdigital.oecd.org/>
33. Measuring the Information Society Report 2017. Volume 1 – Geneva: International Telecommunication Union, 2017. – xi + 155 p.
34. Measuring the Information Society Report 2017. Volume 2 – Geneva: International Telecommunication Union, 2017. – viii + 251 p.
35. Analiz tekushchego sostoyaniya razvitiya tsifrovoi ekonomiki v Rossii. M.: Institut razvitiya informatsionnogo obshchestva, 2018. – 166 s.
36. Vsemirnyi bank. Konkurentsiya v tsifrovuyu epokhu: strategicheskie vyzovy dlya Rossiiskoi Federatsii. 2018. – 144 s. URL: <https://openknowledge.worldbank.org/server/api/core/bitstreams/3c785826-a058-5608-8fdff3d3051be1e89/content>
37. World Bank Group. DE4LAC. 2025. URL: <https://www.worldbank.org/en/programs/de4lac/digital-economy-framework>
38. Heuermann M., Gaiser-Bertram S., Schallmo D. Digital Transformation Success Factors: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis // International Journal of Innovation Management. 2024. Vol. 28. № 09n10, 2440004. <https://doi.org/10.1142/S1363919624400048>
39. Handel M. The Effects of Information and Communication Technology on Employment, Skills, and Earnings in Developing Countries. Background paper for the World Development Report 2016. Washington, DC, 2015. URL: <https://www.g20.utoronto.ca/2015/The-Effects-of-Technology-on-Employment-and-Implications-for-Public-Employment-Services.pdf>
40. Malakhov V. A., Khokhlov Yu. E. Vozdeistvie tsifrovych tekhnologii na ekonomiku, sotsial'nyyu sferu i okruzhayushchuyu sredu // Informatsionnoe obshchestvo. 2024. DIGITAL. 21-41. https://doi.org/10.52605/16059921_2024_21-41
41. Bukht R., Heeks R. Defining, conceptualising and measuring the digital economy // Development Informatics working paper. 2017. № 68. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3431732>
42. Thordsen T., Murawski M., Bick M. How to measure digitalization? A critical evaluation of digital maturity models // Conference on e-Business, e-Services and e-Society. Cham: Springer International Publishing, 2020. P. 358-369. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44999-5_30
43. International Telecommunication Union e-Government Implementation Toolkit: e-Government Readiness Assessment Framework. Geneva: International Telecommunication Union, 2009. – 37 p. URL: https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/str/D-STR-GOV.E_GOV-11-2010-PDF-E.pdf
44. UNCTAD. eTrade Readiness Assessments. 2025. URL: <https://unctad.org/topic/ecommerce-and-digital-economy/etrade-readiness-assessments>

45. Ershov P. S., Katin A. V., Khokhlov Yu. E., Shaposhni S. B. Model' BD4DE-MM zrelosti raboty s bol'shimi dannymi v organizacii // Informatzionnoe obshchestvo. 2021. № 4-5. S. 259-277.
46. OECD. Digital Transformation Maturity Model. Paris: OECD Publishing, 2022. www.oecd.org/tax/forum-on-tax-administration/publications-and-products/digital-transformation-maturity-model.htm
47. Hanna, Nagy K. E-Transformation: Enabling New Development Strategies. N.Y.: Springer, 2010. XVI, 460
48. Hanna N.K. Transforming Government and building the Information Society. Challenges and Opportunities for the Developing World. N.Y.: Springer, 2010. XII, 336 p
49. Ershova T. V. Mekhanizm monitoringa ispol'zovaniya informatsionno-kommunikatsionnykh tekhnologii v domokhozyaistvakh: dissertatsiya na soiskanie uchenoi stepeni kandidata ekonomicheskikh nauk: 08.00.05 / Ershova Tat'yana Viktorovna; [Mesto zashchity: Mosk. gos. un-t ekonomiki, statistiki i informatiki]. Moskva, 2013. 300 s.
50. Ershova T.V., Hohlov Yu. E. Digital Transformation Framework Monitoring of Large-Scale Socio-Economic Processes // Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. Moscow: V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences, Moscow, 2018. <https://doi.org/10.1109/MLSD.2018.855176>
51. Ershova T.V., Hohlov Yu. E. Shaposhnik S. B. Methodology for Digital Economy Development Assessment as a Tool for Managing the Digital Transformation Processes // Proceedings of 2018 11th International Conference "Management of Large-Scale System Development", MLSD 2018. Moscow: V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences. Moscow, 2018. <https://doi.org/10.1109/MLSD.2018.8551846>
52. ITU. The BDT Digital Transformation Wheel. URL: <https://www.itu.int/ru/ITU-D/Regulatory-Market/Pages/digital-transformation-wheel.aspx>
53. Strategiya tsifrovoi transformatsii: napisat', chtoby vypolnit' / pod red. E. G. Potapovoi, P. M. Poteeva, M. S. Shklyaruk. M.: RANKhiGS, 2021. – 184 s.
54. Subramoniam, R., Sundin, E., Subramoniam, S., & Huisinagh, D. Riding the digital product life cycle waves towards a circular economy // Sustainability / 2021. № 13(16). P. 8960. <https://doi.org/10.3390/su13168960>
55. Heeks R. Theorizing ICT4D research // Information Technologies & International Development. 2006. Vol. 3. №. 3. P. 1-4.
56. Urbinati A., Manelli L., Frattini F., Bogers M. L. The digital transformation of the innovation process: Orchestration mechanisms and future research directions // Innovation. 2022. № 24(1). P. 65–85. <https://doi.org/10.1080/14479338.2021.1963736>
57. Saeedikiya M., Salunke S., Kowalkiewicz M. The nexus of digital transformation and innovation: A multilevel framework and research agenda // Journal of Innovation & Knowledge. 2025. № 10(1). P. 100640. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2024.100640>
58. Nambisan S., Lyytinen K., Majchrzak A., Song M., Digital Innovation Management: Reinventing Innovation Management Research in a Digital World Free // MIS Quarterly. 2017. № 41(1). P. 223–238. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2017/41:1.03>
59. Berghaus S., Back A. Stages in Digital Business Transformation: Results of an Empirical Maturity Study" MCIS 2016 Proceedings. № 22. 2016. <http://aisel.aisnet.org/mcis2016/22>
60. Marcel L. A., Bogers M. L., Garud R., Thomas L. D., Tuertscher P., Yoo Y. Digital innovation: transforming research and practice // Innovation. 2022. № 24(1). P 4-12. <https://doi.org/10.1080/14479338.2021.2005465>