

DOI: 10.29141/2218-5003-2022-13-3-1

EDN: NJHATA

JEL Classification: B53, O39, P42

Развитие теории принципала – агента в контексте цифровой трансформации

Е.В. Попов¹, В.Л. Симонова¹, В.В. Черепанов¹¹Уральский институт управления РАНХиГС, г. Екатеринбург, РФ

Аннотация. Несмотря на широкое распространение цифровых технологий, экономическая природа и суть цифровой трансформации пока не получили должного освещения. Статья посвящена исследованию аспектов теории принципала – агента в контексте цифровой трансформации, которая представляет собой замещение человека или аналоговых машин цифровыми технологиями. Необходимость ее проведения, как правило, объясняется получением дополнительных экономических преимуществ или повышением гибкости деятельности организации в рамках концепции «Индустрия 4.0». В статье показано, что истинной экономической причиной цифровой трансформации является решение проблемы асимметричности доступа к информации и преодоление конфликта «принципал – агент» за счет применения цифровых технологий. Методологическую базу исследования составили концепции цифровой трансформации и положения теории принципала – агента. В качестве методов применялись обобщение наблюдений и выводов, индуктивный метод формирования знаний и оценка полноты сформулированных в ходе исследования выводов с привлечением теоретиков и практиков в рассматриваемой области. Исследование позволило развить понимание теории принципала – агента: определить роли агента-человека и агента-машины, а также показать существенные экономические аспекты проведения цифровой трансформации. Полученные результаты могут применяться для создания методик цифровой трансформации и проведения исследований по вопросам организации труда в данной области.

Ключевые слова: цифровая трансформация; теория принципала – агента; агент-машина; агент-человек; цифровой агент; физический агент; асимметричность информации; конфликт принципала – агента; цифровой двойник.

Финансирование: Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-28-20077).

Информация о статье: поступила 10 апреля 2022 г.; доработана 12 мая 2022 г.; одобрена 17 мая 2022 г.

Ссылка для цитирования: Попов Е.В., Симонова В.Л., Черепанов В.В. (2022). Развитие теории принципала – агента в контексте цифровой трансформации // *Управленец*. Т. 13, № 3. С. 2–15. DOI: 10.29141/2218-5003-2022-13-3-1. EDN: NJHATA.

The principal–agent problem amid digital transformation

Evgeny V. Popov¹, Viktoriya L. Simonova¹, Vitaly V. Cherepanov¹¹Ural Institute of Management (RANEPA), Ekaterinburg, Russia

Abstract. Despite the widespread use of digital technologies, the economic nature and essence of digital transformation remain understudied. The article examines the aspects of the principal–agent problem amid digital transformation, which implies replacing a person or analogue machines with digital technologies. Transformation is needed to gain additional economic advantages or improve the flexibility of the organization's activities within the concept of Industry 4.0. The research demonstrates that the underlying economic reason for digital transformation is to solve the problem of information asymmetry and overcome the principal–agent conflict through the use of digital technologies. The concept of digital transformation and the principles of the principal–agent theory constitute the methodological basis of the study. Among the research methods were generalization, the inductive method of knowledge formation, and the assessment of the conclusions' completeness with the involvement of theorists and practitioners in the field under consideration. The study allowed broadening the understanding of the principal–agent theory: establishing the roles of a human agent and a machine agent, as well as highlighting the essential economic aspects of digital transformation. The results obtained can be used to create digital transformation methodologies and research on the organization of labour in this field.

Keywords: digital transformation; principal–agent problem; machine agent; human agent; digital agent; physical agent; information asymmetry; principal–agent conflict; digital twin.

Funding: The study was funded by the Russian Science Foundation (project no. 22-28-20077).

Article info: received April 10, 2022, 2021; received in revised form May 12, 2022; accepted May 17, 2022

For citation: Popov E.V., Simonova V.L., Cherepanov V.V. (2022). The principal–agent problem amid digital transformation. *Upravlenets/The Manager*, vol. 13, no. 3 pp. 2–15. DOI: 10.29141/2218-5003-2022-13-3-1. EDN: NJHATA.

ВВЕДЕНИЕ

В современных экономических условиях не ставится вопрос о том, целесообразно ли внедрять цифровые технологии в тех или иных отраслях. Напротив, очевидна острая необходимость в числе первых приобретать конкурентные преимущества за счет использования этих технологий и на их основе предоставлять потребителям новое или более полное ценностное предложение.

Во время распространения COVID-19 именно цифровые технологии для целого ряда сфер позволили сохранить непрерывность бизнес-процесса. Вместе с тем в большинстве случаев это были лишь быстрые решения по поддержке бизнеса, а не его полноценная трансформация [Meiller, 2020, p. 6].

Такие отрасли, как финансы, образование, розничная торговля, корпоративные закупки и продажи, средства массовой информации и культура, в течение длительного времени внедряют цифровые технологии, подчас создавая даже новые формы активов и искусства на их основе. Широко известная технология блокчейн (Blockchain)¹ в немалой степени обязана своей популярностью криптовалюте биткоин (Bitcoin), которая отчасти заменяет реальные активы и используется в качестве средств платежа при продаже физических товаров². Современное искусство давно и активно переходит в цифровой формат как путем предоставления доступа к произведениям в цифровой форме³, так и путем поддержки новых форм воплощения этих произведений, например в виде NFT-токенов⁴. Даже традиционные виды бизнеса стремятся представить свои результаты в цифровой форме либо, как минимум, обеспечить взаимодействие с потребителями с применением цифровых технологий.

Переход предприятия к работе в цифровой среде или активному применению цифровых технологий принято называть цифровой трансформацией. Ее проведение обусловлено целым рядом причин, среди которых доминирует получение дополнительных экономических выгод, в том числе увеличение капитализации и повышение маржинальности продуктов и услуг⁵.

В докладе «Цифровые технологии в российской экономике» исследователи Высшей школы экономики отмечают, что сегодня наибольшее внимание

уделяется созданию цифровых двойников, «умного» производства и виртуальной реальности, а наряду с этим возрастает интерес к искусственному интеллекту и блокчейну⁶. Согласно обозначенным в докладе результатам автоматизированного анализа научных публикаций в области цифровых технологий, в фокусе исследовательской работы находятся сами технологии и эффект от их внедрения, а не экономическая природа и суть цифровой трансформации.

Исследователи отмечают, что для распространения цифровых технологий необходимы постоянный широкополосный доступ в Интернет, специфические цифровые компетенции и высокий уровень интеграции информационных технологий в бизнес-среду [Plotnikov et al., 2020, p. 165]. Наличие этих ресурсов может позволить провести цифровую трансформацию даже такой консервативной функции, как финансовый аудит [Manita et al., 2020, p. 2], что в конечном счете повысит качество основных процессов документирования и информационного обеспечения. Наряду с мерами мотивации и распределения ответственности это даст возможность в определенной степени разрешить противоречия между собственниками и наемными работниками, известные как противоречия между принципалом и агентами [Хорин, Бровкин, 2020, с. 1310].

Обзор научных публикаций и материалов профильных экономических изданий свидетельствует о том, что вопросы цифровой трансформации в рамках экономической теории в целом и экономики фирмы в частности изучены недостаточно полно.

Цель исследования – объяснение изменений в содержании отношений между участниками цифровой трансформации внутри предприятия с точки зрения экономики фирмы в контексте цифровой трансформации. Поскольку суть отношений внутри фирмы раскрывает теория принципала – агента, она была принята в качестве основного теоретического инструмента исследовательской работы.

Цель достигалась не только путем поиска теоретических решений, но и посредством анализа практических кейсов цифровой трансформации⁷, итоги которого приведены в аналитической публикации авторов [Попов, Симонова, Черепанов, 2022]. Достигнутые результаты позволили авторам дополнить положения теории принципала – агента в контексте цифровой трансформации собственными выводами. В частности, были сформулированы понятия агента-машины и агента-человека, или цифрового и физического агента, определена суть подходов к передаче действий или

¹ Что такое блокчейн? <https://www.pwc.ru/ru/publications/blockchain.html>.

² От дивана до самолета: что можно купить за биткоины. <https://currency.com/ru/chto-mozhno-kupit-za-bitcoin>.

³ Виртуальный тур по музеям России. <https://www.culture.ru/themes/252991/virtualnyi-tur-po-muzeyam-rossii>.

⁴ Бум цифрового искусства: как селебрити и художники стали зарабатывать миллионы на продаже своих гифок. <https://www.forbes.ru/karera-i-svooy-biznes/422981-bum-cifrovogo-iskusstva-kak-selebriiti-i-hudozhniki-stali-zarabatyvat>.

⁵ Цифровая трансформация в России – 2020. Аналитический отчет на базе опроса представителей российских компаний. С. 59. https://komanda-a.pro/projects/dtr_2020.

⁶ Цифровые технологии в российской экономике: Исследование Высшей школы экономики. https://www.researchgate.net/publication/351035278_Cifrovye_tehnologii_v_rossijskoj_ekonomike.

⁷ Кейсы цифровой трансформации АНО «Цифровая экономика». <https://data-economy.ru/regions>.

сферы ответственности физического агента цифровому агенту, а также охарактеризована область принятия решений как самостоятельный объект, контроль над которым в результате цифровой трансформации может быть передан от одного агента к другому, в том числе от агента-человека к агенту-машине.

В связи с тем, что теоретические основы цифровой трансформации и теория принципала – агента являются основными инструментами настоящего исследования, был проведен детальный анализ соответствующих научных взглядов и наблюдений.

ВЛИЯНИЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ НА ОТНОШЕНИЯ ВНУТРИ ОРГАНИЗАЦИИ

Цифровая трансформация – это прежде всего область деятельности организации, направленная на повышение эффективности трансформируемых процессов и достижение необходимого уровня гибкости для адаптации к условиям рынка либо получения конкурентных преимуществ за счет готовности взаимодействовать с потребителем в новых формах и сферах. Отдельные исследователи отмечают, что успешность цифровой трансформации зависит от развития бизнеса и уровня эффективности менеджмента, а не только от стратегии ее проведения и качества работы ИТ-подразделения [Ko et al., 2021].

Подход к обеспечению гибкости организации при реализации концепции «Индустрия 4.0» широко известен по публикациям ассоциации Acatech¹. Одним из путей решения этой задачи является внедрение роботов под управлением искусственного интеллекта [Fragarane et al., 2020, p. 5], способное существенно повлиять на управляемость процессов. Такие изменения требуют значительных инвестиций, реорганизации процессов и повышения устойчивости бизнеса, но приносят значительные результаты [Gadre, Deoskar, 2020, p. 144].

Одна из наиболее глубоко проработанных методик в области цифровой трансформации – Digital Practitioner Body of Knowledge Standard², созданная компанией The Open Group, не рассматривает взаимоотношения предпринимателя, руководителя и исполнителя в рамках внедрения современных технологий в бизнес-процессы, но детально описывает специфику взаимодействия команд и роль «цифрового практика» – руководителя цифровой трансформации, в подготовке и реализации необходимых программ. Однако этот документ, считающийся сводом знаний в указанной области, не раскрывает экономической сути преобразования компании при помощи техниче-

ских разработок на базе цифровых технологий, что несколько ограничивает его применение.

Руководитель цифровой трансформации, или Chief Digital Officer, часто входит в состав команды ключевых лиц организации. Вместе с тем ответственность не возлагается только на него – остальным представителям высшего звена необходимо работать над вопросами цифровизации в отношении компании в целом: в рамках команды топ-менеджмента в формальном поле и при взаимодействии с персоналом в неформальном пространстве [Wrede, Velamuri, Dauth, 2020, p. 1556].

Детальное описание проведения цифровой трансформации с акцентом на государственное управление представлено в аналитическом докладе Центра руководителей и команд цифровой трансформации РАНХиГС «Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить»³. В данном документе введено важное понятие выбора трансформационного решения, и в этом его отличие от других практических и методологических материалов, согласно которым такой выбор происходит как бы независимо от «цифровой практика». В докладе подробно определены задачи разработчика цифровой стратегии и общие рамки ее проведения, но также не раскрыта экономическая суть рассматриваемого явления.

Нередко главная цель цифровой трансформации видится как включение технических разработок на базе цифровых технологий в процессы управления и производства, тогда как вопросы распределения ответственности и построения отношений в новых схемах работы остаются за кадром. Однако еще в 1971 г. в Англии в ходе судебного процесса была установлено, что за действия компьютера отвечает его владелец, даже если он не имел намерения совершать эти действия [Михайлова, 2019, с. 188]. Такую точку зрения развивают и другие исследователи – они не только закрепляют за оператором либо иным лицом, задающим параметры работы или поведения технической разработки на базе цифровых технологий, ответственность за решения искусственного интеллекта, который не является самостоятельным субъектом права, но также видят необходимость дальнейшего развития соответствующего правового поля [Лаптев, 2019, с. 92]. Предполагается, что в особой плоскости правовых отношений искусственный интеллект может стать отдельным субъектом права, но эта область должна быть детально проработана в части ограничения его действий и реальной (например, уголовной или материальной) ответственности [Лаптев, 2019, с. 99].

Попытки изучения особенностей цифровой трансформации на основе теории принципала – агента уже предпринимались, но лишь применительно к задачам высшего образования [Mikhalkina, Gozalova, Chernova, 2020, p. 660–661] и цифрового управления [Kim,

¹ Industry 4.0 Maturity Index. Managing the Digital Transformation of Companies – UPDATE 2020. <https://en.acatech.de/publication/industrie-4-0-maturity-index-update-2020/>.

² Digital Practitioner Body of Knowledge™ Standard. http://publications.opengroup.org/c196?_ga=2.92035922.955345931.1623710557-575846477.1620566629.

³ Стратегия цифровой трансформации: написать, чтобы выполнить. <https://strategy.cdto.ranepa.ru/>.

2020, p. 7]. Однако Ю.-С. Ким предлагает подходы к решению проблемы асимметричности информации для различных типов отношений «принципал – агент», возникающих в корпорациях. К таким подходам он относит компенсацию на основе результатов, разделение долей бизнеса, обучение, профессиональную этику и алгоритмический плюрализм, который предусматривает сравнение работы двух независимых систем, функционирующих на базе искусственного интеллекта, и позволяет исключить обнаруженные умышленные ошибки или упущения [Kim, 2020, p. 7].

По результатам исследовательской работы важное заключение сделала международная команда ученых Высшей школы экономики (г. Москва) и Tilburg Law School (г. Тиллбург, Нидерланды): организации с высокой активностью в области внедрения цифровых технологий в целом имеют более низкий уровень напряженности взаимоотношений принципала и агента [Ivaninskiy, Ivashkovskaya, McCahery, 2021, p. 21].

К моменту проведения настоящего исследования опубликованы выводы о самостоятельной роли цифровых агентов и необходимости разграничения доступа к результатам их деятельности на основе цифровых подписей, а также использования ими таких подписей для документирования своих действий [Pfeiffer, Bugeja, 2021, p. 216]. Мы также полагаем, что детальная регистрация этих действий необходима для анализа принятых агентами решений и оценки их выбора. Однако эти выводы не характеризуют полностью роль цифрового агента как участника процессов организации.

Одним из путей решения проблемы «принципал – агент», как уже отмечали в предшествующих исследованиях авторы данной статьи [Попов, Симонова, Черепанов, 2021б, с. 91], является усиление контроля и обеспечение прозрачности деятельности работников с применением цифровых технологий. Это позволит собственникам снизить влияние асимметричности информации и исключить «внутрифирменный феодализм» [Анохов, 2020, с. 344] как негативное явление. Информационная открытость уменьшает возможности руководителей изолировать деятельность подчиненных им подразделений и минимизирует вероятность создания отдельной культуры работы в рамках их сферы ответственности.

Цифровая трансформация в бизнесе породила много изменений, к числу которых относится появление нового вида предпринимательской деятельности: предоставление информации или рекомендательных выводов с применением больших данных (big data)¹. Развитие этого вида предпринимательства сдерживается цифровыми возможностями потребителей, которые целесообразно рассматривать в качестве их новой характеристики [Hafsi, Assar, 2020, p. 413]. Тем

не менее потребность в этой новой услуге, а точнее сервисе, возрастает, поэтому соответствующую деятельность необходимо регулировать системно [Приженникова, Коляда, 2020, с. 251]. Кроме того, массовое внедрение цифровых технологий делает необходимым институциональное развитие в области их применения [Лемещенко, 2019, с. 35–36], которое может способствовать значительному развитию этих технологий, как и любому другому значимому экономическому изменению [Попов, 2015, с. 164].

В России указанная задача решается очень активно в рамках национальной программы «Цифровая экономика»². Одной из национальных целей, утвержденных до 2030 г., является цифровая трансформация³, которая включает повышение уровня цифровой зрелости ключевых отраслей экономики.

На каком бы уровне ни развивалась цифровая трансформация в организации, людей на производстве все равно необходимо замещать на временной или постоянной основе [Menard, 2021], поскольку они могут болеть, несмотря на то, что компенсация за длительную работу без перерывов и мотивирует к сохранению здоровья. Это означает, что работодатель постепенно эмоционально будет склоняться к применению цифровых технологий, чтобы сократить долю потерянного рабочего времени и обеспечить предсказуемость выхода сотрудника на рабочее место.

Несмотря на развитость и широту взглядов в рассматриваемой области, нам не удалось найти полноценных исследований, посвященных вопросам динамики внутрифирменных отношений в ходе цифровой трансформации с точки зрения их экономической сути. Эти отношения, по нашему мнению, подчиняются обозначенным далее закономерностям.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ ПРИНЦИПАЛА – АГЕНТА ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ОТНОШЕНИЙ ВНУТРИ ОРГАНИЗАЦИИ

Организационные механизмы построения отношений внутри предприятия с экономической точки зрения объясняются теорией принципала – агента [Jensen, Meckling, 1976, p. 306]. Ее возникновение позволило раскрыть природу взаимоотношений в фирме и сформулировать проблему асимметричности информации. С момента своего появления эта теория постоянно развивалась. В частности, Б. Холмстрём установил, что при наличии неопределенностей в производстве мониторинг, или, как сегодня принято говорить, сбор производственных данных, становится важным аспектом снижения эмоционального риска, или эмоционального напряжения, для агента в отношениях с

² Материалы национальной программы «Цифровая экономика». <https://digital.gov.ru/ru/activity/directions/858/>.

³ О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года: Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2022 № 474. <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012>.

¹ Описание понятия «большие данные». https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%88%D0%B8%D0%B5_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5.

принципалом [Holmström, 1979, p. 74]. Впоследствии он показал, что информационные системы позволяют измерить индивидуальный вклад наемного работника в общие результаты деятельности организации [Holmström, 1982, p. 334], поэтому важно обеспечить их эффективное «глубокое» внедрение. Это подтверждается современной практикой [Zhdanov, 2019, p. 131], а также выводами о том, что информационные системы могут как минимум смягчить проблему асимметричности информации.

В любом взаимодействии принципала и агента либо в ходе его моделирования следует учитывать, что фундаментально агент ориентирован на обслуживание собственных интересов и проявление оппортунизма является лишь расширенной трактовкой этого утверждения [Williamson, 1991, p. 97, 104]. В то же время основной руководитель агента (руководитель организации) сталкивается с дуализмом контроля своей деятельности со стороны собственников и конечных исполнителей [Кудин, 2020, с. 5]. Это ясно характеризует двойственность природы генерального директора, которая ограничивает его действия по развитию организации. Таким образом, следует учитывать, что указанные противоречия затрудняют возможность контролирования деятельности наемных работников только руководителем организации.

Кроме того, проблему конфликта «принципал – агент», по мнению ученых, можно решать на основе средств удаленного мониторинга путем сбора данных [Буквич, Райнович, 2020, с. 285]. Этот важный вывод, конечно, не объясняет природу цифровой трансформации, но создает фундамент для дальнейшего анализа в этом контексте.

Исследователи делают активную ставку на вознаграждение агента [Cason, Friesen, Gangadharan, 2020], которое может даже снять ряд дилемм внутри организации. При этом система вознаграждений является значимым инструментом взаимодействия принципала и агента [Laffont, Martimont, 2002, p. 11], воплощением их контрактных отношений. Такие отношения нередко позволяют снизить заинтересованность агента в удовлетворении собственных интересов и мотивировать его к активной деятельности в интересах принципала.

Помимо системы вознаграждения необходимо создавать и эффективную информационную поддержку управления [Kuo, Lin, 2015, p. 30], которую не заменит наличие компенсаций и поощрений. Координация действий агентов должна поддерживаться, прежде всего, на основе данных [Lamberty, de Waard, Poddey, 2020, p. 2–3], поскольку риски в деятельности распределяются между принципалом и агентом [Shrestha et al., 2019, p. 5], а агент может совершать скрытые действия [Keser, Willinger, 2007, p. 1530], способные влиять на процессы в организации в целом.

Таким образом, устранение противоречий в отношениях принципала и агента может быть достигну-

то как путем применения методик компенсации или контрактных взаимоотношений, так и путем сбора и анализа данных, которые делают анализируемые процессы, в которых участвует агент, прозрачными для принципала.

Все собранные сведения в области взаимодействия принципала и агента были обобщены и проанализированы в соответствии с приведенной ниже методикой.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Методика исследования базируется на теории принципала – агента, результатах анализа публикаций по рассматриваемой тематике и изучения особенностей асимметричности информации в экономике организаций, а также взаимодействия предпринимателя, управленца и исполнителя в ходе проведения цифровой трансформации. Кроме того, авторами выполнен анализ кейсов, в рамках которого определена суть примененных трансформационных решений и описана природа проведения цифровой трансформации в каждом отдельном проекте, представленном в материалах АНО «Цифровая экономика» [Попов, Симонова, Черепанов, 2022]. Итоги этого анализа создали практическую основу для сделанных выводов.

В исследовании применялись теоретические разработки авторов в области цифровой трансформации и построения бионической организации, опубликованные ранее [Попов, Симонова, Черепанов, 2021б; Cherepanov, Popov, Simonova, 2021].

При формировании теоретической базы исследовательской работы использованы Google Scholar¹, Teqviser², MDPI³ и другие порталы и агрегаторы научных публикаций, а также материалы профильных экономических изданий и изданий, специализирующихся на развитии цифровых технологий. Поиск осуществлялся по ключевым словам «теория принципала – агента», «проблема принципала – агента», «асимметричность информации», «цифровая трансформация», «оппортунизм» и поисковым запросам «решение проблемы принципала – агента», «противоречия принципала – агента», «доступ принципала – агента к информации», «ликвидация оппортунизма», «взаимодействие с цифровыми агентами».

Ряд исследований в области теории контрактов и взаимодействия принципала – агента не удалось найти в полноформатном виде по указанным ключевым словам, поэтому были проведены поиск и анализ публикаций по вопросам отношений «принципал – агент» и проблеме экономического оппортунизма. Этот анализ позволил дополнить теоретическую базу

¹ Ресурс для публикации научных статей Google Scholar компании Google, США (<https://scholar.google.com>).

² Платформа анализа публикаций и проведения исследований «Ростелеком», Россия (www.teqviser.ru).

³ Ресурс публикации статей научных журналов MDPI, Швейцария (www.mdpi.com).

исследования работами Б. Холмстрёма [Holmström, 1979, 1982] и О. Уильямсона [Williamson, 1991], посвященными изучению обозначенных областей.

ИЗМЕНЕНИЕ ОТНОШЕНИЙ ВНУТРИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

В исследованиях по вопросам цифровой трансформации авторы статьи пришли к ряду важных теоретических выводов.

Цифровыми следует считать только те технологии, которые, снижая когнитивные ограничения и преодолевая время и пространство, позволяют действовать людям, устройствам, машинам и системам как равным взаимодействующим агентам, играющим роли, определенные создателем цифровой технологии или платформы [Попов, Симонова, Черепанов, 2021б, с. 91].

Цифровая трансформация является повышением уровня цифровой зрелости процесса или организации, в ходе которого происходит замещение людей и аналоговых машин цифровыми технологиями. При этом предприниматель выступает в роли принципала, а наемные менеджеры, исполнители и цифровые технологии – в роли агентов [Попов, Симонова, Черепанов, 2021б, с. 100]

При постепенной передаче ролей людей или аналоговых машин цифровым технологиям последние могут выступать участниками организации, поскольку могут принимать решения в отведенном им пространстве. Возникает бионическая организация, в которой люди взаимодействуют с цифровыми технологиями как самостоятельными участниками ее деятельности [Cherepanov, Popov, Simonova, 2021, p. 5].

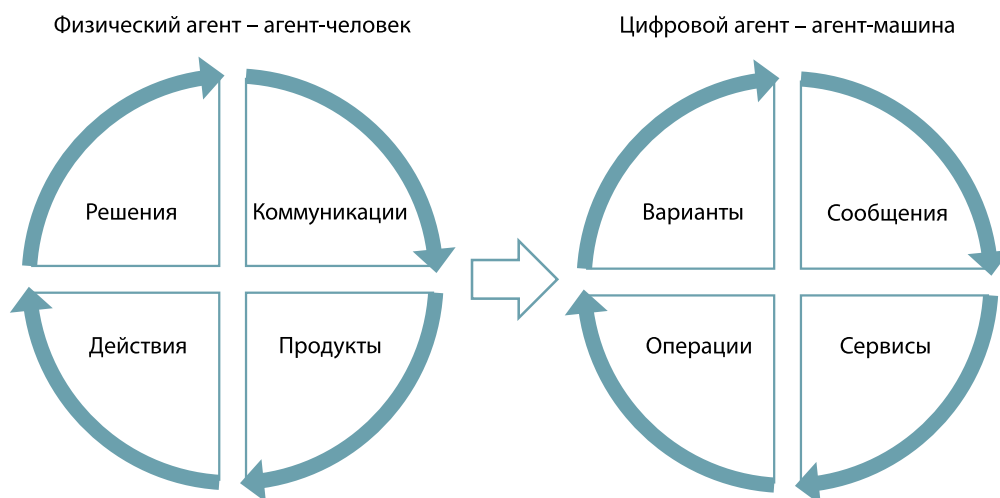
В свете проведенного аналитического обзора теории принципала – агента представленные выводы были развиты следующим образом.

Замещение человека и аналоговых машин цифровыми технологиями не происходит быстрым путем, без подготовки и анализа возможных сценариев. Как правило, оно сопровождается созданием математической модели производства или процесса, в котором будут участвовать технические разработки на базе цифровых технологий, нередко вместо человека или аналоговых машин. Такая модель, отражающая ключевые параметры трансформируемого процесса, выступает в роли его цифрового двойника и позволяет сформировать основные варианты его развития с участием человека или указанных разработок.

Несмотря на то, что такой двойник не является обязательным инструментом цифровой трансформации, его применение все же крайне полезно. Оно позволяет принципалу увидеть, как будут меняться ключевые параметры поведения трансформируемого объекта, и объективно оценить потенциал этого изменения. При использовании цифрового двойника замещение человека происходит на тех участках процесса, где его когнитивные и прочие ограничения не позволяют реализовать наилучший сценарий в соответствии с возможными достижимыми параметрами. Такое замещение моделируется и детально планируется. Авторы пришли к выводу о том, что оно производится по схеме, представленной на рисунке.

В рамках указанного замещения, которое по своей сути и является цифровой трансформацией, физический агент-человек замещается цифровым агентом-машиной в основных проявлениях деятельности (таблица).

Как уже говорилось, агент-машина действует не самостоятельно, а в рамках ограничений, заданных агентом-человеком. Поэтому и за результаты трансформируемого процесса отвечает тот, кто выполнял



Компоненты действия или процесса, передаваемые от агента-человека к агенту-машине при проведении цифровой трансформации

Components of an action or a process transferred from a human agent to a machine agent in a digital transformation process

Трансформация элементов деятельности агента-человека в элементы деятельности агента-машины
Transformation of the elements of human agent actions into the elements of machine agent actions

Элементы деятельности		Суть трансформации
агента-человека (до трансформации)	агента-машины (после трансформации)	
Решения	Варианты	Выявление вариантов действий, их допустимых альтернатив либо ограничивающих действия критериев, позволяющих определить пространство функционирования агента-машины
Коммуникации	Сообщения	Формирование перечня допустимых ответов или алгоритма обработки сообщений, принимаемых и отправляемых агентом-машиной. В случае применения развитого искусственного интеллекта создается набор правил приема и формирования сообщений цифровым агентом
Действия	Операции	Определение набора операций, которые могут быть выполнены агентом-машиной, и технологий их выполнения
Продукты	Сервисы	Формирование нового способа передачи или дальнейшего потребления результатов труда либо производства таким образом, чтобы контроль над ними в полной мере никогда не переходил к потребителю, но тот имел возможность удовлетворения своих потребностей

проектирование и настройку работы на базе цифровых технологий, а не исполнитель операций, замещенный этими технологиями.

Автор технической «цифровой» разработки, которая используется в ходе трансформации, с учетом постановленной принципалом задачи создает и ограничивает пространство, в рамках которого новый агент-машина будет осуществлять выбор принимаемых решений или даже действовать. Это пространство может быть задано установленными критериями либо конечным числом вариантов принятия решений на основе дерева решений или другого инструмента их структурирования. Важно, чтобы в пространство принятия решений агента-машины были переданы все решения, которые принимал в рамках трансформируемого процесса агент-человек, замещаемый разработкой на базе цифровых технологий.

Результаты предпринятого авторами поиска трансформационных решений [Попов, Симонова, Черепанов, 2021а, с. 681] и анализа кейсов цифровой трансформации [Попов, Симонова, Черепанов, 2022] показывают, что причины внедрения трансформационного решения кроются не только в особенностях природы человека. Они могут быть обусловлены необходимостью устранить следующие ограничения:

- невозможность принятия решений в ограниченных интервалах времени в силу невозможности быстрой обработки человеком выбора наилучшей альтернативы на основе поступающей информации или данных;
- несовершенство процесса или низкий уровень качества его выполнения из-за ограниченных возможностей человека или аналоговых машин;
- несовершенство способа предоставления либо способа заказа продукта или услуги, обусловленное

тем, что потребители ожидают мгновенного удовлетворения их потребности;

- длительное время или большое расстояние, создающие барьеры для взаимодействия;
- необходимость взаимодействия людей с системами или машинами, которые должны самостоятельно принимать решения;
- несогласованность уровня доступности участников процесса или машин и механизмов для контроля или коммуникации;
- значительные расходы или усилия на создание рабочей среды людей, которые делают процесс либо его часть технически неосуществимыми или коммерчески нецелесообразными.

В ходе анализа кейсов цифровой трансформации [Попов, Симонова, Черепанов, 2022] авторами был сделан вывод о том, что внедрение цифровых технологий с целью преодоления управленческих ограничений необходимо предпринимателю-принципалу для устранения проблемы асимметричности информации. Основной особенностью изменения отношений внутри организации в этом случае является то, что принципал начинает получать информацию и данные в не меньшем, а иногда даже в большем объеме, чем нанятые им работники-агенты. Кроме того, предприниматель направляет свои усилия и инвестиции на создание новых цифровых активов, повышающих эффективность анализируемых им данных о процессах, в которых люди заменены цифровыми технологиями, либо о процессах, в отношении которых собираются какие-либо данные. Фактически он создает агентов-машин на замену или для помощи агентам-людям, инвестируя значительные средства.

Моделирование цифровой трансформации на высоких уровнях цифровой зрелости также показывает, что предприниматель может вновь оказаться в ситу-

ации неравенства с нанятыми им работниками ввиду асимметричности информации. На этот раз речь идет о тех, кто управляет техническими разработками на базе цифровых технологий. Повышая уровень собственной ценности для организации в целом либо надеясь на дополнительное вознаграждение, они могут намеренно обеспечивать выполнение процесса на согласованном уровне показателей, не демонстрируя максимума найденных ими возможностей. В таком случае достигать этого максимума они намереваются последовательно, получая дополнительное вознаграждение на каждом этапе.

Решить проблему оппортунистического поведения работников позволят внедрение математической модели – цифрового двойника производства и постоянная актуализация основных ее параметров, а также сбор всех исторических данных о трансформируемых процессах для построения сценариев поведения этой модели. Это даст предпринимателю возможность независимо от работников принимать решения в двух областях – достижения максимальной эффективности производства в наблюдаемом периоде и оценивания реальной роли и вклада агентов-людей и агенто-машин в общий результат наблюдаемого процесса. Кроме того, наличие цифрового двойника сможет нивелировать объективно появляющийся со временем разрыв компетенций предпринимателя и нанятых им для внедрения цифровых технологий агентов-людей, но уже в новом процессе – процессе управления агентами-машинами, выполняющими производственные операции.

Такой подход к цифровой трансформации позволил авторам обозначить основные направления развития теории принципала – агента.

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕОРИИ ПРИНЦИПАЛА – АГЕНТА В КОНТЕКСТЕ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Изменение отношений внутри организации в ходе проведения цифровой трансформации создает основу для следующих утверждений.

Прежде всего, цифрового агента (агента-машину) необходимо считать полноценным агентом, участвующим в процессе, а не простым техническим средством, применяемым участниками этого процесса. Этот вывод базируется на том, что агент-машина способен самостоятельно принимать решения и осуществлять взаимодействие в силу особенностей цифровых технологий. В то же время важно, что он действует в рамках доступного для него пространства принятия решений, за которое, как и за агента-машину в целом, отвечает создатель цифровой технологии либо предприниматель-принципал, поставивший задачу ее создания. Не имеет значения, как задано пространство принятия решений – важно, что ответственность за него несут его создатели, а не абстрактная машина, которая не является субъектом правовых отношений и

не претендует на вознаграждение, но при этом может принимать решения в рамках порученного ей процесса либо даже выполнять конкретные операции.

Таким образом, агент-машина не самостоятелен, как минимум ввиду ограничения его пространства, и фактически им управляет агент-человек. В связи с этим авторы считают необходимым выделить новых участников работы организации – управляющего и действующего агентов. Эти роли отличаются от ролей руководителя и подчиненного, поскольку агент-машина не может иметь контрактных отношений, но способен принимать решения и вступать в коммуникации в рамках отведенного ему агентом-человеком, выступающим в роли управляющего агента, пространства принятия решений. С этой точки зрения цифровые технологии представляют собой совершенно новый тип агента, поэтому его следует рассматривать в рамках теории принципала – агента в контексте цифровой трансформации как отдельный тип участника экономических отношений.

Все риски работы агента-машины в конечном счете принимает на себя принципал, который при этом получает и все выгоды. Вместе с тем он делегирует право определения области принятия решений подчиненного агента-машины управляющему агенту-человеку и возлагает на него ответственность. Для исключения оппортунизма управляющего агента в сфере достигнутых им результатов с применением агента-машины необходимо поддерживать и развивать цифровой двойник процесса, который покажет возможности действий и достигаемых результатов агентов-людей и агенто-машин.

Принципиальное отличие нового подхода к организации труда – отсутствие необходимости заключения контракта между принципалом и действующим агентом-машиной. Однако контрактные отношения с управляющим агентом-человеком должны быть расширены, поскольку его сфера ответственности включает и управление действующим агентом-машиной, в частности ответственность за пространство принятия решений этого агента.

Цифровая трансформация процессов организации поддерживается значительным объемом собираемых о них данных. Эти данные не только позволяют предпринимателю-принципалу преодолеть проблему асимметричности информации, но и дают возможность развить взаимодействие принципала и агента в соответствии с новыми принципами¹, к которым относятся:

- 1) обязательность постоянного сбора данных о процессе, поскольку на них в равной степени полагаются принципал и агент;
- 2) обратная открытость, т. е. доступность для агента собираемой о нем принципалом информации, с тем чтобы агент понимал, какие выводы о его деятельности

¹ Все приведенные принципы, кроме изложенного в п. 2, являются авторскими.

сти может сделать принципал и как его действие или бездействие может на них повлиять [Gierlich-Joas, Hess, Neuburger, 2020, p. 922];

3) временная и пространственная ограниченность доступности агентов для выполнения ими трудовых действий и взаимодействия с ними по поводу выполнения таких действий. Фактически принцип определяет невозможность неограниченной доступности агента в нарушение трудового договора с принципалом;

4) отсутствие информационного оппортунизма, основанное на обязательстве агента-человека исключить намеренное искажение собираемых о процессе данных;

5) объективность измерений, которая обеспечивается формализацией подходов к сбору данных с тем, чтобы измерения производились лишь для параметров, значимых для описания процесса в целом, и не были ориентированы на защиту интересов только одной стороны отношений «принципал – агент».

Введение нового типа действующего агента-машины и обозначение принципов взаимодействия с принципалом на основе данных позволили развить выводы Бенгта Холмстрёма [Holmström, 1979, 1982] следующим образом.

При проведении цифровой трансформации принципал должен создать базу исторических данных и цифровой двойник производства, которые позволят ему судить о действиях управляющего агента-человека, исключая его влияние на результаты работы действующего агента-машины, а также дадут возможность не учитывать в компенсации агента-человека значения параметров процесса, полученные агентом-машиной без прямого влияния агента-человека. Фактически агент-человек будет вознаграждаться лишь за собственные достижения и действия, а не за достижения агента-машины. В этом случае будет обеспечен баланс интересов и возникнут основания для объективного изменения соглашения о порядке взаимодействия или контракта между принципалом-предпринимателем и управляющим агентом-человеком, который взаимодействует с агентом-машиной.

Следует также отметить, что контрактное неравенство, основанное на том, что полнота контракта для предпринимателя-принципала и исполнителя-агента принципиально недостижима, при проведении цифровой трансформации будет компенсировано, если в контракте предусмотрена оценка результатов деятельности агента-человека в качестве управляющего агента, а не исполнителя процесса, роль которого поручается агенту-машине, в соответствии с приведенными выше принципами.

ВЕКТОРЫ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОДХОДАХ К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ

Цифровая трансформация как комплекс технических действий не может принести достаточных экономиче-

ских результатов до тех пор, пока не будут изменены подходы к построению взаимоотношений в рамках ее проведения. Это обусловлено тем, что принципал может не понимать ее потенциала до тех пор, пока не внесет определенные корректировки в ее подготовку и осуществление.

В частности, целесообразно не только наделить руководителя цифровой трансформации полномочиями по изменению процессов и внедрению цифровых технологий, но и закрепить за ним ответственность за результаты этой работы, а также за определение границ использования технических разработок на базе цифровых технологий таким образом, чтобы общие параметры производственной системы, в которую встраиваются эти технологии, не нарушались и не выходили даже кратковременно за установленные пределы. При этом его вознаграждение должно определяться согласно результатам его собственной деятельности, а не тем результатам, которые достигнуты исполняющей процесс технической разработкой, выступающей в роли агента-машины.

Кроме того, взаимодействие управляющего агента-человека и действующего агента-машины должно быть основано не на обсуждении достигнутых результатов с агентом-человеком, а на построении математической модели процесса (играющей роль цифрового двойника), которая позволяет определить, насколько эффективно агент-человек взаимодействовал с агентом-машиной либо использовал предоставленные данные или решения.

Понимание цифровой трансформации как комплекса мероприятий или активности, направленной в том числе на создание новых рынков¹, возможностей и экономических видов деятельности, не вполне корректно с точки зрения внутрифирменной экономики, но корректно в макроэкономическом аспекте. Авторы исследования считают, что на уровне организации цифровая трансформация, по существу, представляет собой замещение аналоговых машин и людей цифровыми технологиями, что сопровождается ростом уровня цифровой зрелости. При этом о цифровой трансформации уместно говорить только до тех пор, пока основной продукт организации не меняется. Если же меняется его суть или удовлетворяемая им потребность, стоит говорить не о трансформации, а о создании нового вида деятельности или даже бизнес-направления в организации. Понимание цифровой трансформации в макроэкономическом контексте целесообразно изучать в рамках отдельного исследования.

Вероятно, полная автоматизация производства не является вопросом ближайшего будущего. Однако ряд стран уже делает акцент на массовой роботизации

¹ Цифровая трансформация отраслей: стартовые условия и приоритеты. Доклад НИУ ВШЭ (2021). Москва. <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/463148459.pdf>.

производства¹ и внедрении цифровых технологий. Это позволяет говорить о том, что потребность в формировании и дальнейшем развитии теоретической базы управления цифровой трансформацией только назревает.

Помимо изучения теоретических аспектов цифровой трансформации в экономике необходимо исследовать и совершенствовать нормативную базу в сферах юридических аспектов, трудовых отношений, лицензирования цифровых активов и интеллектуальной собственности. Важнейшими вопросами становятся роль производителей разработок и продуктов на базе цифровых технологий и обеспечение информационной безопасности. В частности, принципиально важно, чтобы на производство вместе с указанными разработками и продуктами не попадали намеренно созданные под видом нового оборудования «ограничители», способствующие замедлению производственных процессов, снижению операционной эффективности, а также разработки и продукты, затрудняющие наладку и развитие инфраструктуры организации. Эти аспекты цифровой трансформации требуют дальнейшего глубокого изучения и формализации.

Безусловно, следует обеспечить информационную безопасность цифровых активов, но не менее значимой является задача ограничения роли человека на производстве и борьба с его возможным оппортунизмом уже при взаимодействии с техническими разработками на базе цифровых технологий. Нередко формирование модели угроз в области информационной безопасности на производстве говорит о том, что внутренний злоумышленник-работник может нанести больший потенциальный ущерб, чем злоумышленник внешний, развивающий свою атаку на цифровые активы в условиях недостаточной информации об организации.

Представленные авторами концептуальные основы цифровой трансформации на уровне организации показывают, что эта трансформация принципиально отличается от автоматизации производства тем, что направлена не на усиление возможностей и когнитивных способностей человека техническими средствами, а на постепенное полное замещение человека или аналоговых машин на отдельных участках деятельности средствами цифровых технологий. При этом важнейшей характеристикой является то, что цифровые технологии могут действовать и принимать решения самостоятельно, без постоянного контакта с человеком, но в рамках созданного им пространства принятия решений, чего нельзя ожидать от средств автоматизации производства.

Таким образом, нами определено, как конкретно необходимо замещать человека и аналоговые маши-

ны цифровыми технологиями, на какие особенности этого замещения следует обратить внимание и какую роль играет в ходе цифровой трансформации цифровой двойник. Практическая ценность проведенного исследования состоит в том, что оно дает новые ориентиры для проведения цифровой трансформации с экономической точки зрения, обеспечивая логичное замещение человека цифровыми технологиями, а также позволяет определить общий подход к действиям предпринимателя, управленца, исполнителя и нового участника созданных процессов – агента-машины, полноценно задействованного в трансформированных процессах.

Авторы надеются, что полученные результаты помогут решить практические проблемы создания и развития методик цифровой трансформации и ускорить ее проведение в промышленности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование расширяет границы понимания цифровой трансформации, показывая, что она не является лишь серией решений технических задач и задач повышения операционной эффективности. Цифровая трансформация – экономический инструмент развития организации, который может стать основой изменения взаимодействия предпринимателя-принципала и нанимаемых им менеджеров и исполнителей в роли его агентов. Данные взаимоотношения в ходе цифровой трансформации начинают усложняться, поскольку помимо управляющего агента-человека в них появляется действующий агент-машина. Эта область требует значительной дополнительной проработки, поскольку новый участник способен взаимодействовать и даже принимать решения, но не способен вступать в отношения собственности. Вместе с тем результаты его работы можно отделить от результатов работы управляющего агента-человека, так как он может принимать решения самостоятельно в рамках предоставленного ему пространства принятия решений. Таким образом, агента-машину следует признать самостоятельным участником деятельности организации.

Предложенное видение развития взглядов Бенгта Холмстрёма [Holmström, 1979, 1982] в части подхода к исчислению вознаграждения управляющего агента-человека на основе результатов его собственного труда, а не эффективной работы действующего агента-машины, может стать фундаментом для проведения комплекса исследований, направленных на дальнейшее формирование требований к собираемым данным о деятельности агента-человека и агента-машины и их использованию предпринимателем-принципалом для развития системы мотивации.

Созданные авторами теоретические основы могут применяться для разработки методик цифровой трансформации, в рамках которых следует учесть

¹ «Which countries are leading the robotics race in 2021?». <https://www.analyticsinsight.net/top-5-countries-leading-robotics-implementation-in-2021/>.

изменения ролей принципала и агента, принципы работы с данными о трансформируемом процессе, необходимость создания цифрового двойника для обеспечения равных возможностей принципала и агента, а также необходимость оценки результативности руководителя цифровой трансформации только по его непосредственным достижениям, а не по достижениям, полученным техническими разработками

на базе цифровых технологий без непосредственного участия человека.

Полученные результаты способствуют развитию подходов к проведению цифровой трансформации, которая еще длительное время будет одним из востребованных направлений исследований в области экономики фирмы. ■

Источники

- Анохов И.В. (2020). Внутрифирменный феодализм и риски его усиления в условиях цифровизации экономики // Вестник Пермского университета. Экономика. Т. 15, № 3. С. 344–368. DOI: 10.17072/1994-9960-2020-3-344-368.
- Буквич Р.М., Райнович Л.Д. (2020). Управление предприятием и интерес акционеров: концепция максимизации рыночной стоимости // Большая Евразия: развитие, безопасность, сотрудничество. № 3-1. С. 283–290.
- Кудин Л.Ш. (2020). Внутренний корпоративный контроль и дуальная позиция генерального директора // Теоретическая и прикладная экономика. С. 1–10. DOI: 10.25136/2409-8647.2020.3.33170.
- Лаптев В.А. (2019). Понятие искусственного интеллекта и юридическая ответственность за его работу // Право. Журнал Высшей школы экономики. № 2. С. 79–102. DOI: 10.17-323/2072-8166.2019.2.79.102.
- Лемещенко П.С. (2019). Институциональные аспекты этапа цифровизации политэкономического и социального развития // Теоретическая экономика. № 12. С. 34–38.
- Михайлова Л.А. (2019). О проблеме квалификации электронного агента в трансграничных агентских отношениях // Вестник университета им. О.Е. Кутафина. С. 187–191. DOI: 10.17803/2311-5998.2019.62.10.187-191.
- Попов Е.В. (2015). Институты. Екатеринбург: Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук.
- Попов Е.В., Симонова В.Л., Черепанов В.В. (2021а). Digital-анализ в цифровой трансформации // Экономика и управление. № 27 (9). С. 672–686. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2021-9-672-686>.
- Попов Е.В., Симонова В.Л., Черепанов В.В. (2021б). Уровни цифровой зрелости промышленного предприятия // Journal of New Economy. Т. 22, № 2. С. 88–109. DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5.
- Попов Е.В., Симонова В.Л., Черепанов В.В. (2022). Анализ трансформационных решений по материалам кейсов цифровой трансформации в промышленности АНО «Цифровая экономика». https://www.researchgate.net/publication/358884810_Analiz_kejsov_cifrovoj_transformacii_Fevral_2022.
- Приженникова А.Н., Коляда Г.Ю. (2020). Предпринимательская деятельность в условиях цифровой экономики // Образование и право. № 1. С. 244–253. DOI: 10.24411/2076-1503-2020-10137.
- Хорин А.Н., Бровкин А.В. (2020). Агентская проблема и возможные пути ее решения // Экономика и предпринимательство. № 4. С. 1306–1310.
- Cason T.N., Friesen L., Gangadharan L. (2020). Inter-firm social dilemmas with agency risk. *European Economic Review*, vol. 129, October. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2020.103570>
- Cherepanov V., Popov E.V., Simonova V. (2021). Bionic organization as a stage of production enterprise development in a digital transformation process. *The 1st Conference on Traditional and Renewable Energy Sources: Perspectives and Paradigms for the 21st Century (TRESP 2021)*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125003003>
- Fragapane G., Ivanov D., Peron M., Sgarbossa F., Strandhagen J.O. (2020). Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics. *Annals of Operations Research*, vol. 308, pp. 125–143. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03526-7>
- Gadre M., Deoskar A. (2020). Industry 4.0 – Digital transformation, challenges and benefits. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, vol. 13, no. 2, pp. 139–149.
- Gierlich-Joas M., Hess T., Neuburger R. (2020). More self-organization, more control or even both? Inverse transparency as a digital leadership concept. *Business Research*, vol. 13, pp. 921–947. <https://doi.org/10.1007/s40685-020-00130-0>
- Hafsi M., Assar S. (2020). Does enterprise architecture support customer experience improvement? Towards a conceptualization in digital transformation context (pp. 411–427). *Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP, vol. 387)*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49418-6_28
- Holmström B.R. (1979). Moral hazard and observability. *The Bell Journal of Economics*, vol. 10, no. 1, pp. 74–91.
- Holmström B.R. (1982). Moral hazard in teams. *The Bell Journal of Economics*, vol. 13, no. 2, pp. 324–340. <http://www.jstor.org/stable/3003457?origin=JSTOR-pdf>
- Ivaninskiy I., Ivashkovskaya I., McCahery J.A. (2021). Does digitalization mitigate or intensify the principal-agent conflict in a firm? *Journal of Management and Governance*. <https://doi.org/10.1007/s10997-021-09584-8>
- Jensen M.C., Meckling W.H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, vol. 3, no. 4, pp. 305–360. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X)

- Keser C., Willinger M. (2007). Theories of behavior in principal-agent relationships with hidden action. *European Economic Review*, vol. 51, no. 6, pp. 1514–1534.
- Kim E.-S. (2020). Deep learning and principal-agent problems of algorithmic governance: The new materialism perspective. *Technology in Society*, vol. 63, 101378. DOI: 10.1016/j.techsoc.2020.101378
- Ko A., Feher P., Kovacs T., Mitev A., Szabo Z. (2021). Influencing factors of digital transformation: Management or IT is the driving force? *International Journal of Innovation Science*, vol. 14, no. 1. <https://doi.org/10.1108/IJIS-01-2021-0007>
- Kuo B.Z.-L., Lin C.-H. (2015). A principal-agent explanation for technology transfer. *Journal of Technology Management for Growing Economies*, vol. 6, no. 2, pp. 26–44. DOI: 10.15415/jtmge.2015.62006
- Laffont J.-J., Martimont D. (2002). *The theory of incentives: The principal-agent model*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv7h0rwr>
- Lamberty R., de Waard D., Poddey A. (2020). *Leading digital socio-economy to efficiency*. <https://arxiv.org/pdf/2008.02538.pdf>
- Manita R., Elomma N., Baudier P., Hikkerova L. (2020). The digital transformation of external audit and its impact on corporate governance. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 150, 119751. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119751>
- Meiller Y. (2020). Digital transformation, COVID-19 crisis, digital transformation. *ESCP Impact Paper*, No. 2020-36-EN.
- Menard S. (2021). Optimal sickness benefits in a principal-agent model. *The Society for Social Choice and Welfare*, vol. 57, no. 1, pp. 5–33. DOI: 10.1007/s00355-020-01307-6
- Mikhalkina E.V., Gozalova A.V., Chernova O.A. (2020). Digitalization and the principal-agent problem in the higher education. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 111, pp. 659–665. DOI:10.1007/978-3-030-39797-5_64
- Pfeiffer A., Bugeja M. (2021). Introducing the concept of “digital-agent signatures”: How SSI can be expanded for the needs of Industry 4.0. *Artificial Intelligence in Industry 4.0*, pp. 213–233. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61045-6_15
- Plotnikov A.V., Demiryurek K., Kawamorita H., Mikhailova S.D. (2020). The impact of digital transformation on the economy. *Moskovskiy Ekonomicheskij Zhurnal / Moscow Journal*, vol. 7, pp. 163–173. DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10518
- Shrestha A., Tamošaitiene J., Martek I., Hosseini M.R., Edwards D.J. (2019). A principal-agent theory perspective on PPP risk allocation. *Sustainability*, vol. 11, no. 22. <https://doi.org/10.3390/su11226455>
- Williamson O.E. (1991). Opportunism and its critics. *Managerial and Decision Economics*, vol. 14, issue 2, pp. 97–107. DOI: 10.1002/MDE.4090140203
- Wrede M., Velamuri V.K., Dauth T. (2020). Top managers in the digital age: Exploring the role and practices of top managers in firms’ digital transformation. *Managerial and Decision Economics*, vol. 41, issue 8, pp. 1549–1567.
- Zhdanov D.A. (2019). Agency cost management in the digital economy (pp. 130–151). In: M. Kuznetsov, M. Nikishova. (Eds.). *Challenges and opportunities of corporate governance transformation in the digital era*. Hershey PA, USA: IGI Global. <https://russianenterprises.ru/wp-content/uploads/2020/02/kniga-igi-global.pdf>

References

- Anokhov I.V. (2020). Intra-firm feudalism and the risks of its digital amplification. *Vestnik Permskogo universiteta. Ekonomika / Perm University Herald. Economy*, vol. 15, no. 3, pp. 344–368. DOI: 10.17072/1994-9960-2020-3-344-368. (in Russ.)
- Bukvić R.M., Rajnović L.D. (2020). Corporate governance and shareholders’ interests: Concept of the maximization of the market values of companies. *Bol'shaya Evraziya: razvitie, bezopasnost', sotrudnichestvo / Big Eurasia: Development, security, cooperation*, no. 3-1, pp. 283–290. (in Russ.)
- Kudin L.Sh. (2020). Internal corporate control and the dual position of the CEO. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekonomika / Theoretical and Applied Economics*, pp. 1–10. DOI: 10.25136/2409-8647.2020.3.33170. (in Russ.)
- Laptev V.A. (2019). Artificial intelligence and liability for its work. *Pravo. Zhurnal Vysshey shkoly ekonomiki / Law. Journal of the Higher School of Economics*, no. 2, pp. 79–102. DOI: 10.17-323/2072-8166.2019.2.79.102. (in Russ.)
- Lemeshchenko P.S. (2019). Institutional aspects of the digitalization phase political economic and social development. *Teoreticheskaya ekonomika / Theoretical Economy*, no. 12, pp. 34–38. (in Russ.)
- Mikhaylova L.A. (2019). On the problem of qualification of an electronic agent in cross-border agency relations. *Vestnik universiteta im. O.E. Kutafina / Courier of Kutafin Moscow State Law University (MSAL)*, vol. 10, pp. 187–191. DOI: 10.17803/2311-5998.2019.62.10.187-191. (in Russ.)
- Popov E.V. (2015). *Institutions*. Ekaterinburg: Institute of Economics of the Ural Branch of the RAS. (in Russ.)
- Popov E.V., Simonova V.L., Cherepanov V.V. (2021a). DIGITAL Analysis in digital transformation. *Ekonomika i upravlenie / Economics and Management*, vol. 27, no. 9, pp. 672–686. <http://doi.org/10.35854/1998-1627-2021-9-672-686>. (in Russ.)
- Popov E.V., Simonova V.L., Cherepanov V.V. (2021b). Digital maturity levels of an industrial enterprise. *Journal of New Economy*, vol. 22, no. 2, pp. 88–109. DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5. (in Russ.)
- Popov E.V., Simonova V.L., Cherepanov V.V. (2022). Analysis of transformational decisions based on case studies of digital transformation in the industry of ANO Tsifrovaya ekonomika. https://www.researchgate.net/publication/358884810_Analiz_kejsov_cifrovoj_transformacii_Fevral_2022. (in Russ.)
- Prizhennikova A.N., Kolyada G.Yu. (2020). Business activity in the conditions of digital economy. *Obrazovanie i pravo / Education and Law*, no. 1, pp. 244–253. DOI: 10.24411/2076-1503-2020-10137. (in Russ.)
- Khorin A.N., Brovkin A.V. (2020). The agency problem and possible ways to solve it. *Ekonomika i predprinimatel'stvo / Journal of Economy and Entrepreneurship*, no. 4, pp. 1306–1310. (in Russ.)
- Cason T.N., Friesen L., Gangadharan L. (2020). Inter-firm social dilemmas with agency risk. *European Economic Review*, vol. 129, October. <https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2020.103570>

- Cherepanov V., Popov E.V., Simonova V. (2021). Bionic organization as a stage of production enterprise development in a digital transformation process. *The 1st Conference on Traditional and Renewable Energy Sources: Perspectives and Paradigms for the 21st Century (TRESP 2021)*. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125003003>
- Fragapane G., Ivanov D., Peron M., Sgarbossa F., Strandhagen J.O. (2020). Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics. *Annals of Operations Research*, vol. 308, pp. 125–143. <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03526-7>
- Gadre M., Deoskar A. (2020). Industry 4.0 – Digital transformation, challenges and benefits. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*, vol. 13, no. 2, pp. 139–149.
- Gierlich-Joas M., Hess T., Neuburger R. (2020). More self-organization, more control or even both? Inverse transparency as a digital leadership concept. *Business Research*, vol. 13, pp. 921–947. <https://doi.org/10.1007/s40685-020-00130-0>
- Hafsi M., Assar S. (2020). Does enterprise architecture support customer experience improvement? Towards a conceptualization in digital transformation context (pp. 411–427). *Lecture Notes in Business Information Processing book series (LNBIP, vol. 387)*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49418-6_28
- Holmström B.R. (1979). Moral hazard and observability. *The Bell Journal of Economics*, vol. 10, no. 1, pp. 74–91.
- Holmström B.R. (1982). Moral hazard in teams. *The Bell Journal of Economics*, vol. 13, no. 2, pp. 324–340. <http://www.jstor.org/stable/3003457?origin=JSTOR-pdf>
- Ivaninskiy I., Ivashkovskaya I., McCahery J.A. (2021). Does digitalization mitigate or intensify the principal-agent conflict in a firm? *Journal of Management and Governance*. <https://doi.org/10.1007/s10997-021-09584-8>
- Jensen M.C., Meckling W.H. (1976). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, vol. 3, no. 4, pp. 305–360. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90026-X](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90026-X)
- Keser C., Willinger M. (2007). Theories of behavior in principal-agent relationships with hidden action. *European Economic Review*, vol. 51, no. 6, pp. 1514–1534.
- Kim E.-S. (2020). Deep learning and principal-agent problems of algorithmic governance: The new materialism perspective. *Technology in Society*, vol. 63, 101378. DOI: 10.1016/j.techsoc.2020.101378
- Ko A., Feher P., Kovacs T., Mitev A., Szabo Z. (2021). Influencing factors of digital transformation: Management or IT is the driving force? *International Journal of Innovation Science*, vol. 14, no. 1. <https://doi.org/10.1108/IJIS-01-2021-0007>
- Kuo B.Z.-L., Lin C.-H. (2015). A principal-agent explanation for technology transfer. *Journal of Technology Management for Growing Economies*, vol. 6, no. 2, pp. 26–44. DOI: 10.15415/jtmge.2015.62006
- Laffont J.-J., Martimont D. (2002). *The theory of incentives: The principal-agent model*. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv7h0rwr>
- Lamberty R., de Waard D., Poddey A. (2020). *Leading digital socio-economy to efficiency*. <https://arxiv.org/pdf/2008.02538.pdf>
- Manita R., Elomma N., Baudier P., Hikkerova L. (2020). The digital transformation of external audit and its impact on corporate governance. *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 150, 119751. <http://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119751>
- Meiller Y. (2020). Digital transformation, COVID-19 crisis, digital transformation. *ESCP Impact Paper*, No. 2020-36-EN.
- Menard S. (2021). Optimal sickness benefits in a principal-agent model. *The Society for Social Choice and Welfare*, vol. 57, no. 1, pp. 5–33. DOI: 10.1007/s00355-020-01307-6
- Mikhalkina E.V., Gozalova A.V., Chernova O.A. (2020). Digitalization and the principal-agent problem in the higher education. *Lecture Notes in Networks and Systems*, vol. 111, pp. 659–665. DOI:10.1007/978-3-030-39797-5_64
- Pfeiffer A., Bugeja M. (2021). Introducing the concept of “digital-agent signatures”: How SSI can be expanded for the needs of Industry 4.0. *Artificial Intelligence in Industry 4.0*, pp. 213–233. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61045-6_15
- Plotnikov A.V., Demiryurek K., Kawamorita H., Mikhailova S.D. (2020). The impact of digital transformation on the economy. *Moskovskiy Ekonomicheskij Zhurnal / Moscow Journal*, vol. 7, pp. 163–173. DOI: 10.24411/2413-046X-2020-10518
- Shrestha A., Tamošaitiene J., Martek I., Hosseini M.R., Edwards D.J. (2019). A principal-agent theory perspective on PPP risk allocation. *Sustainability*, vol. 11, no. 22. <https://doi.org/10.3390/su11226455>
- Williamson O.E. (1991). Opportunism and its critics. *Managerial and Decision Economics*, vol. 14, issue 2, pp. 97–107. DOI: 10.1002/MDE.4090140203
- Wrede M., Velamuri V.K., Dauth T. (2020). Top managers in the digital age: Exploring the role and practices of top managers in firms' digital transformation. *Managerial and Decision Economics*, vol. 41, issue 8, pp. 1549–1567.
- Zhdanov D.A. (2019). Agency cost management in the digital economy (pp. 130–151). In: M. Kuznetsov, M. Nikishova. (Eds.). *Challenges and opportunities of corporate governance transformation in the digital era*. Hershey PA, USA: IGI Global. <https://russianenterprises.ru/wp-content/uploads/2020/02/kniga-igi-global.pdf>

Информация об авторах**Information about the authors****Попов Евгений Васильевич**

Член-корреспондент РАН, доктор экономических наук, доктор физико-математических наук, директор центра социально-экономических исследований. **Уральский институт управления РАНХиГС** (620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 66). E-mail: epopov@mail.ru.

Симонова Виктория Львовна

Кандидат экономических наук, ведущий научный сотрудник центра социально-экономических исследований. **Уральский институт управления РАНХиГС** (620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 66). E-mail: vlsimonova1409@gmail.com.

Черепанов Виталий Вячеславович

Соискатель ученой степени кандидата экономических наук кафедры экономики и управления факультета экономики и менеджмента. **Уральский институт управления РАНХиГС** (620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 66). E-mail: v.cherepanov@outlook.com.

Evgeny V. Popov

Corresponding Member of the RAS, Dr. Sc. (Econ.), Dr. Sc. (Physics and Math), Head of the Center for Socio-Economic Research. **Ural Institute of Management (RANEPA)** (66 8 Marta St., Ekaterinburg, 620144, Russia). E-mail: epopov@mail.ru.

Viktoriya L. Simonova

Cand. Sc. (Econ.), Leading Researcher of the Center for Socio-Economic Research. **Ural Institute of Management (RANEPA)** (66 8 Marta St., Ekaterinburg, 620144, Russia). E-mail: vlsimonova1409@gmail.com.

Vitaly V. Cherepanov

Applicant for candidate degree of Economics and Management Dept. **Ural Institute of Management (RANEPA)** (66 8 Marta St., Ekaterinburg, 620144, Russia). E-mail: v.cherepanov@outlook.com.