



ГОТОВНОСТЬ УНИВЕРСИТЕТОВ К ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ: УПРАВЛЕНЧЕСКИЙ АСПЕКТ

Л. Е. Егорова^а, Д. Г. Сандлер^б

*^а Уральский государственный лесотехнический университет
Россия, 620100, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37;
egorovale@m.usfeu.ru*

*^б Уральский федеральный университет
Россия, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19*

Аннотация. Статья носит исследовательский характер. В ней проведен теоретический анализ 307 работ, посвященных определению готовности организаций к процессам цифровой трансформации. В условиях, когда вузы осуществляют процессы цифровых преобразований и сталкиваются с недостижением целевых показателей, актуальным становится поиск причин неудач. Данная статья призвана углубить понимание цифровой готовности университетов и представить управленческую проблему через призму теоретического анализа результатов эмпирических исследований данного вопроса. В качестве методов использовались систематический обзор литературы, экспертный метод и контент-анализ. В основу проделанной работы положены поиск, идентификация, отбор и критическая оценка публикаций отечественных и зарубежных авторов, посвященных проблеме преобразования деятельности организаций, в том числе и вузов, под влиянием цифровых технологий и инструментов. Научная новизна статьи заключается в интерпретации фактических данных из опубликованных исследований по данной проблеме. Их качественный синтез и экспертное извлечение знаний из результатов проведенных исследований позволили обосновать необходимость разделения понятий «цифровая зрелость» и «цифровая готовность», определить комплекс организационных условий, необходимых для успешной реализации мероприятий по цифровой трансформации университетов, и степень их влияния на результат данного процесса, а также сделать вывод о том, что развитость ИТ-инфраструктуры вуза, традиционно считающаяся одним из главных условий успешности преобразований, сегодня таковой не является.

Ключевые слова: высшее образование, цифровизация, организация и управление, организационные изменения, готовность к преобразованиям, зрелость системы управления, зрелость процессов

Для цитирования: Егорова Л. Е., Сандлер Д. Г. Готовность университетов к цифровой трансформации: управленческий аспект // Университетское управление: практика и анализ. 2024. Т. 29, № 3. С. 17–31. DOI: 10.15826/umpa.2024.03.022

UNIVERSITIES' READINESS FOR DIGITAL TRANSFORMATION: A MANAGERIAL ASPECT

L. E. Egorova^а, D. G. Sandler^б

*^а Ural State Forest Engineering University
37 Siberian Highway, Ekaterinburg, 620100, Russian Federation;
egorovale@m.usfeu.ru*

*^б Ural Federal University
19 Mira str., Ekaterinburg, 620002, Russian Federation*

Abstract. This article presents a research-oriented investigation. It conducts a theoretical analysis of 307 works dedicated to assessing organizations' readiness for digital transformation processes. In a context where universities are undergoing digital transformations and facing challenges in achieving targeted performance indicators, the search for underlying causes of these failures becomes increasingly relevant. This study aims to deepen the understanding of universities'

digital readiness by framing the managerial problem through the lens of theoretical analysis informed by empirical research outcomes in this domain. The methodologies employed include a systematic literature review, expert evaluation, and content analysis. The foundation of this work lies in the search, identification, selection, and critical appraisal of publications by both domestic and international authors addressing the transformation of organizational activities, including those of universities, under the influence of digital technologies and tools. The scientific novelty of this article resides in the novel interpretation of empirical data extracted from published studies on this issue. A qualitative synthesis of these findings and expert extraction of knowledge from the conducted research have substantiated the necessity of distinguishing between the concepts of “digital maturity” and “digital readiness”. Furthermore, this study delineates a comprehensive set of organizational conditions essential for the successful implementation of digital transformation initiatives within universities and assesses their impact on the outcomes of such processes. It concludes that the development of an institution’s IT infrastructure, traditionally regarded as a primary determinant of successful transformations, is no longer a sufficient condition in today’s context.

Keywords: higher education, digitalization, organization and management, organizational changes, readiness for transformation, management system maturity, process maturity

For citation: Egorova L. E., Sandler D. G. Universities’ Readiness for Digital Transformation: a Managerial Aspect. *University Management: Practice and Analysis*, 2024, vol. 29, nr 3, pp. 17–31. doi 10.15826/umpa.2024.03.022 (In Russ.).

Введение

Процесс цифровой трансформации является самым мощным по охвату и содержанию за последние десятилетия, так как затрагивает все сферы деятельности человека, отдельные организации и целые отрасли экономики. Согласно исследованиям Gartner [1], только 4 % организаций не имеют намерения осуществлять цифровые изменения.

Несмотря на огромный потенциал цифровых технологий в получении новой ценности и прибыли, организации сталкиваются с так называемым парадоксом цифровизации, при котором они инвестируют в технологии, но с трудом достигают ожидаемых результатов [2]. Согласно статистическим данным, 90 % инициатив по цифровым преобразованиям не достигают своей цели [3].

Вопросам выявления условий успешности цифровых преобразований посвящено большое количество работ, в которых делается вывод о влиянии на успех множества внутренних условий [4]. В исследовании, проведенном в 2016 году Hitachi и Forbes Insights [5], отмечается, что к основным факторам, способствующим успеху цифровой трансформации, относятся сами технологии (56 %), общая стратегия и видение направления трансформации организации (29 %), руководители высшего звена (29 %), компетенции специалистов (23 %), ИТ-инфраструктура (21 %).

Однако за последние 3–4 года было установлено, что на успех преобразований также оказывают влияние организационная культура [6], действующие модели взаимоотношений между организацией и людьми [7], а также лидерство [8] и корпоративная культура [9]. Отмечается важность соответствия организационной структуры [10] и бизнес-процессов [11] целям цифровой трансформации. Одним из главных ресурсов, влияющих на процессы цифровой трансформации, называют

работников и их квалификацию [12], в том числе наличие цифровых компетенций, способности к освоению новых технологий [13] и вовлеченность в процессы трансформации [14].

В связи с тем, что цифровая трансформация предполагает существенные изменения, значимым аспектом подготовки организации является приверженность к организационным изменениям и опыт их реализации [15]. Как отмечается в работе [16], незнание уровня готовности к изменениям на ранних стадиях цифровой трансформации приводит к неэффективности работы менеджеров с сопротивлением коллектива.

В этом смысле организационная готовность зависит от корпоративной культуры [17], так как приверженность изменениям, наличие в организации ценности изменений и стремление всего коллектива их осуществлять являются проявлениями корпоративной культуры. Успех формирования ценности изменений в организации и ее трансляции в коллективе во многом зависит от руководителей разного уровня [18].

В отличие от цифровых инноваций [19], цифровизации [20] или оцифровки [21], цифровая трансформация представляет собой такие изменения в организации, которые приводят к разработке новых бизнес-моделей, внедрения новой бизнес-логики [22] и способов ведения бизнеса [23]. Трансформация бизнес-процессов приводит к пониманию, что успех преобразований во многом зависит от готовности процессов к изменениям, от степени их зрелости [24].

В теории и на практике разработано достаточное количество методик и технологий оценивания зрелости процессов. К ним относят модель РАМ (Process Assessment Model)¹, международный

¹ COBIT 5: Process Assessment Model (PAM): Using COBIT 5. Schaumburg: ISACA, 2016. 94 p.

стандарт ISO/IEC33001:2015² [25], ГОСТ ИСО/МЭК 15504-5-2016³ [26].

Однако в основе практически всех методик лежит модель зрелости возможностей (Capability Maturity Model – СММ), разработанная Институтом программной инженерии, США [27]. Несмотря на то, что эта модель была создана для улучшения процессов разработки программного обеспечения, она применяется для определения зрелости и понимания прочих процессов организации. Модель зрелости возможностей предоставляет собой общий язык, общее видение и основы для определения уровня формализации процессов, а также приоритетности действий по их оптимизации и совершенствованию.

Данная модель подвергается критике за чрезмерное упрощение описания процессов [28], но тем не менее, как показывает анализ источников [29], является удобным инструментом для оценивания степени готовности бизнес-процессов к автоматизации, внедрению цифровых инструментов и решений.

Отметим, что представленные выше исследования, посвященные вопросам определения готовности организации к цифровой трансформации, являются эмпирическими. Их результаты получены в ходе анализа проводимых опросов и наблюдений в организациях, оказывающих услуги, а также на промышленных предприятиях. Одни из них сфокусированы на технологических условиях готовности организации [30], другие – на организационных и управленческих аспектах [31].

Отметим также, что в научной и академической среде до сих пор нет однозначности понимания, каким термином обозначать наличие условий для цифровых преобразований – цифровой зрелостью или цифровой готовностью, и чем одно отличается от другого.

В зарубежных исследованиях чаще всего используется понятие «цифровая готовность» [32], в отечественных – «цифровая зрелость» [33]. Основная причина такого разночтения кроется, по нашему мнению, в том, что первым нормативным правовым документом, регулирующим процесс цифровой трансформации в России, являлся

Указ Президента Российской Федерации⁴, в котором целевой показатель национальной цели «цифровая трансформация» определен как «цифровая зрелость». Под цифровой зрелостью при этом понимается достижение ключевыми отраслями и уполномоченными органами исполнительной власти Российской Федерации целевых показателей, сформулированных в стратегии цифровой трансформации⁵. А термин «готовность к цифровой трансформации» не закреплен в нормативных правовых актах [34].

Учитывая данный факт, можно отметить, что при разработке стратегий цифровой трансформации вузы проводили оценку своего уровня готовности к ней через показатели цифровой зрелости (долю пользователей сервисов, долю обучающихся, в отношении которых осуществляется ведение цифрового профиля, наличие исполнительной документации в отношении информационных систем и т. д.)⁶. Ни один из данных показателей не дает информации о том, подготовлен ли вуз (команда, процессы, организационная структура) к осуществлению трансформационных изменений, а, следовательно, не дает возможности спланировать мероприятия по созданию таких условий.

Мы рассматриваем цифровую зрелость как степень достижения цели трансформации, а готовность – как наличие условий, необходимых для успешных цифровых преобразований. Фактически готовность показывает, насколько в организации созданы условия для внедрения цифровых технологий и перестройки деятельности, а зрелость – степень достижения цели трансформации.

Таким образом, представленный краткий обзор исследований, посвященных вопросам готовности организации к цифровой трансформации, позволяет нам сделать ряд предварительных выводов:

– количество статей в журналах и сборниках трудов научно-практических конференций и их активное обсуждение говорит об актуальности проблемы определения условий, которые должны быть созданы в организации для успешности цифровых преобразований;

– готовность университетов к цифровой трансформации изучена слабо, остаются открытыми

² International Standard ISO/IEC33001:2015. Information technology. Process assessment. Concepts and terminology. Geneva: ISO/IEC, 2015. 19 p.

³ ГОСТ Р ИСО/МЭК 15504-5-2016 Национальный стандарт Российской Федерации. Информационные технологии. Оценка процессов. Часть 5. Образец модели оценки процессов жизненного цикла программного обеспечения: утв. и введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 01.11.2016 № 1547-ст. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200141154> (дата обращения: 12.11.2023).

⁴ Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/45726> (дата обращения: 11.10.2023).

⁵ Письмо Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 октября 2021 г. N МН-19/697 «О направлении методических рекомендаций по разработке стратегии цифровой трансформации образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России». М., 2021.

⁶ Методика оценки уровня цифровой зрелости ООВО, подведомственных Минобрнауки России. М., 2021. 33 с.

следующие вопросы: какие условия должны быть созданы в вузе для успешной цифровой трансформации; отличаются ли они от условий в других организациях, например, промышленных; какие факторы оказывают наиболее значимое влияние на положительный эффект от цифровых преобразований.

Поиску ответов на эти вопросы посвящено данное исследование. Его цель – выявить факторы готовности университетов к цифровой трансформации.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- систематический обзор научных исследований, посвященных определению внутренних условий организации, которые оказывают влияние на результативность цифровых преобразований, критический анализ и оценка их результатов;

- выявление факторов успешности цифровой трансформации в вузах на основе качественного контент-анализа полученных данных, поиск наиболее значимых из них.

Структура данной работы следующая. В первой части мы исследуем некоторые базовые теоретические основы определения факторов успеха цифровой трансформации. Во второй части описаны инструменты и методы проведенного теоретического исследования, а также данные, на основе которых сделаны выводы. Третья часть посвящена обсуждению и выводам, в которые входят наши заключительные замечания, теоретический вклад, управленческие последствия. В четвертой части представлены ограничения и возможные направления будущих исследований.

Материалы и методы

Теоретическое исследование было построено на основе систематического обзора публикаций. Его суть заключается в изучении и критическом анализе уже проведенных теоретических и эмпирических исследований по изучаемому вопросу независимо от места их издания и предметной области, синтезе сделанных выводов, обобщении доказательств и оценки их качества. Данный метод не учитывает тип и характер журналов и других печатных изданий, в которых отражены результаты проведенных исследований. Исследования рассматриваются по существу, а индуктивная итеративная методология анализа текстов публикаций приводит к объективности экспертного мнения. Такой выбор метода позволил нам, в отличие от традиционного обзора источников, снизить риск субъективности полученных результатов [35].

Схема и логика исследования представлены на рис. 1.

Этапы проведенного исследования представлены в Таблице 1.

На первоначальном этапе была определена проблема, подлежащая изучению, и тематика исследований. Далее была разработана схема поиска и отбора исследований. Основная задача на данном этапе заключалась в том, чтобы создать широкую сеть для выявления всех соответствующих источников информации. Охарактеризуем публикации, которые в дальнейшем подверглись критическому анализу, и механизм их поиска.

В качестве источников информации рассматривались отечественные и международные базы публикаций, а также интернет-платформы крупных

Таблица 1

Этапы исследования

Table 1

Stages of the study

Наименование этапа	Содержание этапа	
1) Проблема	Описана на основе изучения исследований и дискуссий с практиками, осуществляющими цифровую трансформацию вузов	
2) Дизайн	Обзор литературы для выяснения логики успеха цифровой трансформации	Выбор источников: баз данных, предоставляющих открытый доступ к результатам исследований (период с 2018 по 2023 гг.); первичный подбор поисковых запросов для формирования первичной выборки: критический анализ аннотаций: общий анализ предпосылок успеха цифровой трансформации
		Вторичный анализ статей: критический анализ содержания, согласованность критериев для исключения из выборки
3) Извлечение знаний	Контент-анализ	Формирование дескрипторов; кодирование 10 % статей; уточнение системы дескрипторов; кодирование 50 % статей; уточнение дескрипторов; окончательное кодирование текстов статей
4) Обобщение	Обобщение полученных результатов, построение дедуктивных выводов	

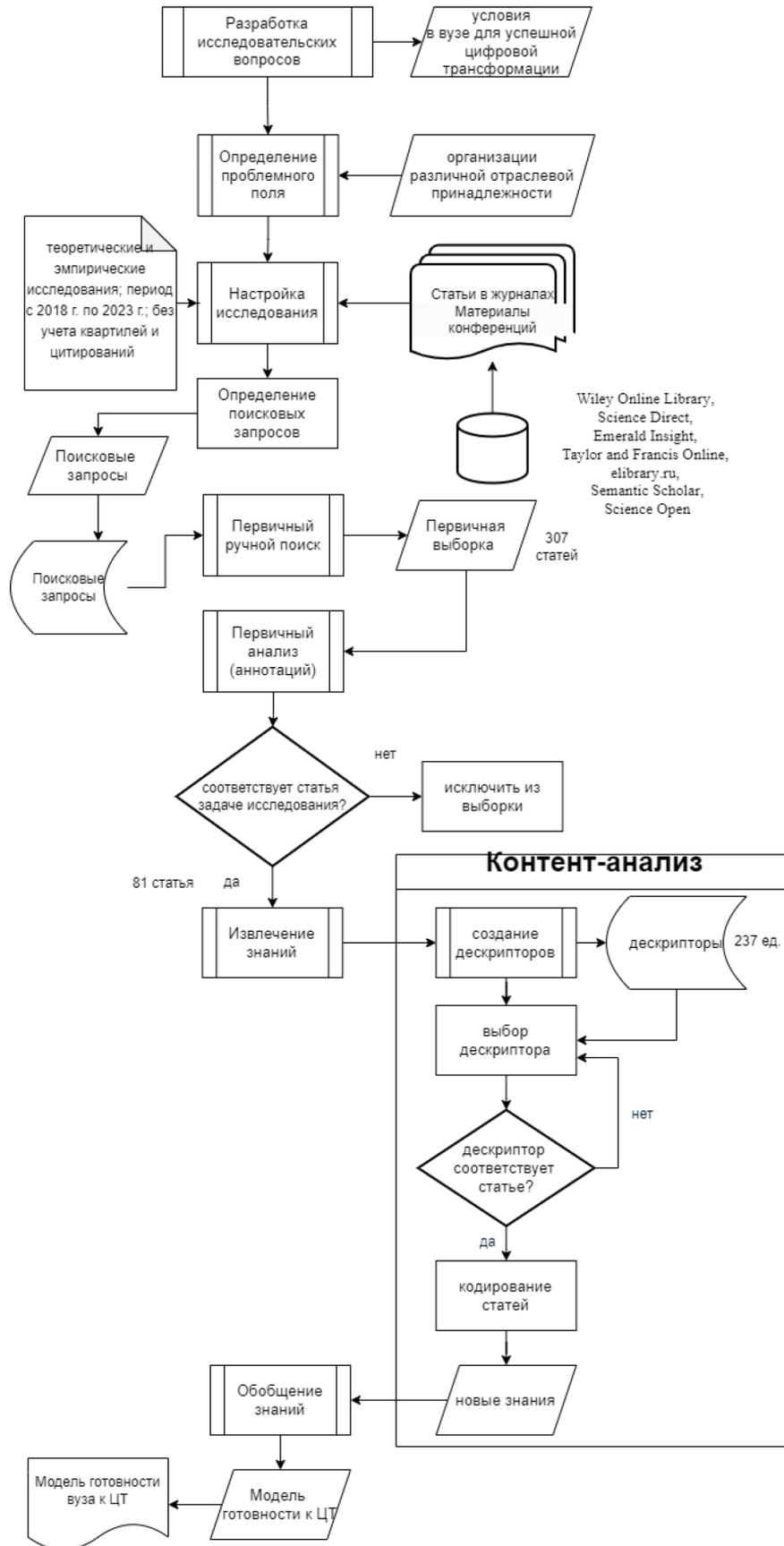


Рис. 1. Схема и логика исследования
Fig.1 Scheme and logic of the study

издательских домов с текстами статей: Wily Online Library, Science Direct, Emerald Insight, Taylor and Francis Online, Google Scholar, ACM Digital Library, Science Open, elibrary.ru. Все представленные базы обеспечивают доступ к большому количеству актуальных публикаций по информатике, экономике и менеджменту, обладают широкими встроенными возможностями для поиска статей по категориям и ключевым словам, в них публикуются исследователи из различных стран и организаций. При отборе текстов не принимались во внимание количественные и качественные характеристики журналов и сборников трудов, где они были опубликованы.

В работу были взяты публикации, изданные начиная с 2018 г.: это обусловлено началом реализации программы «Цифровая экономика Российской Федерации»⁷ по созданию необходимых условий для цифровой трансформации всех отраслей экономики России.

На следующем этапе осуществлялся поиск и отбор статей. Задача поиска на этом этапе – собрать максимальное число работ из выбранных баз данных по определенным ключевым словам.

Первоначальный список ключевых слов был составлен экспертами методом дедукции. Экспертами выступили работники вузов с разным стажем управленческой деятельности и работы в сфере цифровой трансформации, отвечающие за процессы преобразований в университетах разной отраслевой направленности. Общая характеристика экспертов представлена в Таблице 2.

Ключевые слова подбирались по тематике цифровой трансформации на русском и английском языках. Определенные каждым экспертом слова согласовывались открытым обсуждением. Основная цель этого заключалась в повышении объективности принимаемых решений по отбору ключевых слов и выработке единого экспертного мнения.

Фрагмент списка первичных ключевых слов представлен в Таблице 3.

Затем был проведен подбор синонимов к найденным первичным ключевым словам (Таблица 4). Первичные ключевые слова и их синонимы вошли в итоговый список ключевых слов для поиска публикаций.

Далее по найденным ключевым словам осуществлялся первичный отбор статей. Одновременно эксперты по аннотациям выполняли их критический анализ. Каждый эксперт самостоятельно определял возможность включения статьи в выборку

по разработанным и согласованным ранее критериям. На данном этапе исследования критериями для включения в выборку являлись:

- период публикации: с 2018 года по 2023 год;
- наличие описания любых условий, характеризующих организацию и касающихся ее цифровой трансформации;
- выявление причинно-следственных связей и влияния одного или нескольких факторов на успех процесса цифровизации.

Кроме того, критический анализ аннотаций позволил отметить, что некоторые включенные в поисковые запросы синонимы не внесли значимого вклада в расширение поля для поиска. Так, например, по сочетанию «цифровая опытность» проиндексированы статьи с описанием экспертизы в некоторой области, в том числе и цифровой трансформации, либо опыта некоторой деятельности, а словосочетанию «digital completeness» соответствуют публикации, освещающие работу по созданию цифровых двойников продуктов и услуг. Такие статьи были отклонены и в итоговый список не вошли. Общая выборка статей по итогам первого этапа составила 307 шт.

Затем тексты статей подверглись перекрестному критическому анализу со стороны экспертов. Сначала каждый эксперт вне зависимости от других знакомился с текстами и исключал любое исследование, которое, по его мнению, не раскрывало изучаемую проблему. После этого проводился тщательный анализ выявленных исследований, критическая оценка их методологической строгости и объективности полученных выводов.

Таблица 2

Характеристика экспертов

Table 2

Characteristics of experts

№ эксперта	Направленность деятельности вуза	Стаж управленческой работы	Стаж работы в области цифровой трансформации*
1	Федеральный	25	25
2	Технический	20	20
3	Технический	12	5
4	Педагогический	10	15
5	Сельскохозяйственный	7	7

* В качестве стажа работы по цифровой трансформации учитывался также стаж работы по внедрению информационно-коммуникационных технологий в деятельность университета, в том числе информатизация.

⁷ Распоряжение Правительства Российской Федерации «Об утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации» от 28 июля 2017 г. № 1632-р. М., 2017. 88 с.

Таблица 3

Поисковые запросы для первоначального поиска (фрагмент)

Table 3

Search queries for the initial search (fragment)

Направления для поиска	Поисковые запросы
1) Понятия «цифровая зрелость», «цифровая готовность»	Цифровая зрелость, цифровая готовность, уровни цифровой зрелости, цифровая развитость, digital maturity, digital readiness, digital maturity levels
2) Факторы успеха цифровой трансформации	Цифровая трансформация, условия цифровой трансформации, предпосылки цифровой трансформации, цифровые технологии, conditions for digital transformation, prerequisites for digital transformation, digital design, digital technologies
3) Оценка цифровой готовности	Оценка цифровой зрелости, оценка цифровой готовности, принципы оценки цифровой зрелости, проведение цифровой трансформации, цифровая трансформация и зрелость возможностей, digital maturity assessment, digital maturity management, digital transformation project management, CMM, CMMI

Таблица 4

Синонимы базовых терминов исследования (фрагмент)

Table 4

Synonyms of basic research terms (fragment)

Термин	Синонимы для формирования поисковых запросов
1) Зрелость	Полноценность, завершенность, опытность, законченность, завершенность, digital usefulness, digital completeness, digital expertise, digital completeness, digital education
2) Готовность	Решимость, намерение, завершенность, подготовленность, согласие, предрасположенность, наличие, способность, возможность, требование, решительность, digital determination, digital intent, digital completeness, digital preparedness, digital consent, digital predisposition, digital availability, digital capability, digital requirement
3) Условия	Предпосылки, требования, факторы, движущая сила, возможности, обстоятельства, prerequisites, requirements, factors, opportunities, circumstances
4) Трансформация	Преобразование, превращение, перевоплощение, метаморфоза, видоизменение, модификация, изменение, перестройка, преображение, перемена, смена, перестраивание, transformation, reincarnation, metamorphosis, modification, restructuring, change, rebuilding

Для анализа и оценки текстов статей применялись заранее определенные критерии исключения публикаций. Единство понимания, по каким критериям можно считать статью релевантной исследуемой проблеме, было достигнуто в результате обсуждения ответов на следующие вопросы:

– Включать ли статью, если цифровая трансформация в ней не является центральной темой?

– Включать ли статью, если в ней представлена лишь часть процесса цифровой трансформации (один из этапов)?

– Включать ли статью, если в ней рассматривается вопрос влияния цифровой трансформации на изменение результата деятельности организации (продукта / услуги)?

– Может ли предлагаемое решение быть трансформировано (растиражировано) на университет?

Такое единство понимания критериев исключения сделало процесс отбора более объективным.

Затем был проведен групповой анализ статей, исключенных из первоначальной выборки. Если статью исключали все эксперты, она удалялась из выборки, если нет, решение об исключении принималось после обсуждения большинством голосов. В результате для дальнейшей работы осталась 81 статья. Для определения согласованности между экспертами был рассчитан коэффициент kappa Коэна. Он составил 0,6924, что означает значимое согласие [36].

Для извлечения знаний из оставшихся статей был применен качественный контент-анализ. Данный метод был выбран, поскольку он позволяет представить текст статьи в виде набора текстовых конструкций путем классификации материала по категориям [37].

Первоначально были дедуктивно определены основные ключевые слова для описания содержания статей и их структурирования. В качестве

дескрипторов первого уровня выступили сформированные на первом этапе поисковые слова. Затем с помощью мозгового штурма экспертами были предложены варианты детализации первоначальных дескрипторов с учетом применимости к вузам. Например, категория «цифровые компетенции» была разделена на две подкатегории – «компетенции применения цифровых технологий» и «компетенции разработки цифровых технологий». Полученные результаты отражали специфические характеристики области исследования и все-сторонне описывали различные условия, которые должны быть созданы в университетах для успешного процесса цифровой трансформации.

Составленный список дескрипторов был применен на небольшой выборке статей (8 статей – 10%). В результате была усовершенствована первоначальная система категорий и еще более детализированы рассматриваемые понятия «вглубь». Например, категория «компетенции работников» была разделена еще на ряд подкатегорий: «готовность к изменениям», «гибкость мышления», «открытость новому», «инновационность», «осведомленность в цифровых технологиях».

Затем было вновь выполнено кодирование текста 40 статей (50%) с помощью полученной системы дескрипторов, после чего в очередной раз пересмотрена система категорий. На этот раз деление подкатегорий выполнялось «по отдельным признакам или ценностям» [37, 95]. Например, было обнаружено, что зрелость системы управления в вузе включает в себя наличие социального управления, а к характеристикам организации можно отнести ее динамичность. Таким образом, итоговые дескрипторы отражали достаточно детальное описание предмета исследования. В итоге в соответствии с окончательной системой категорий, насчитывающей 237 дескрипторов, был классифицирован весь материал. Процесс кодирования текста статей с помощью дескрипторов осуществлялся в приложении Dedoose для качественного анализа данных.

Завершающим этапом исследования был синтез полученных данных. Анализ результатов исследований, их объединение и классификация позволили сделать выводы, представленные в следующем разделе.

Результаты

На рис. 2 представлена динамика публикаций, посвященных вопросам готовности организации к цифровой трансформации, по годам.

Рис. 2 демонстрирует тенденцию роста количества исследований, посвященных факторам,

которые влияют на результативность цифровой трансформации. За последние 2 года их число значительно увеличилось (50% публикаций из выборки появились в 2022–2023 годах), что подтверждает актуальность данной работы.

Первоначальный набор условий, которые должны быть созданы для успеха цифровой трансформации университетов и которые были выявлены в отобранных исследованиях, составил 57 наименований. Их перечень оказался избыточным. Связано это с тем, что разные авторы для определения одного и того же фактора используют различные термины. Например, фразы «образование сотрудников в области информационных технологий», «знания работников в области цифровых технологий», «умение сотрудников подбирать цифровые технологии» и т. п. были объединены в один фактор, названный «осведомленность в ИТ». Подобный процесс был выполнен по отношению ко всем выявленным условиям, что позволило составить список из 16 факторов.

Следующим шагом стало объединение факторов, относящихся к одной категории и отражающих одну и ту же идею, в один индикатор. Например, факторы «организационная готовность», «динамичность», «сформированность корпоративной культуры», «адаптивность» были объединены в один кластер, озаглавленный «Организация», так как данные факторы являются характеристиками организации и отражают совокупность моделей поведения, которые приобретены организацией в процессе адаптации к внешней среде, свойственные ей формальные правила и процедуры, особенности участия работников в принятии решений, гибкость структуры и количество уровней иерархии.

После завершения этой процедуры 16 факторов были распределены по 4 категориям: персонал, организация, система управления и процессы, которые являются индикаторами готовности университетов к цифровой трансформации. Результаты представлены в Таблице 5.

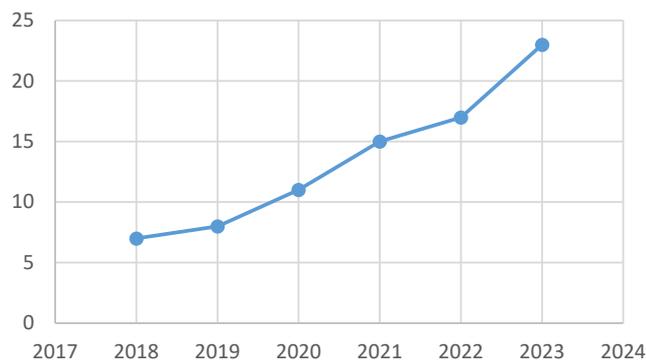


Рис. 2. Динамика исследований по годам
Fig. 2. Research dynamics by years

Результаты исследования

The results of the study

Индикатор	Характеристики индикаторов готовности вуза к цифровой трансформации	
	Известные факторы	Выявленные в ходе исследования факторы
Персонал	Гибкость мышления – умение человека адаптироваться к новым обстоятельствам, находить эффективные решения проблем в кризисных ситуациях, проявлять по отношению к новому любознательность, а не враждебность, мыслить творчески	Осведомленность в ИТ – способность проводить критический анализ цифровых технологий и тщательно выбирать адекватные сформированным условиям технологии
	Готовность к изменениям – способность понимать необходимость изменений, наличие потребности в них	Инновационность – способность к генерации новой модели создания ценности
	Открытость новому – готовность искать и принимать новые и необычные идеи, опыты и впечатления	
	Квалификация – уровень знаний, умений, профессиональных навыков и опыта работы	
Организация	Организационная готовность – способность мобилизовать ресурсы для ответа на внешние вызовы, прогнозировать успех изменений, перестраивать организационную структуру	Динамичность – готовность и способность постоянно развивать свои ресурсы и возможности
	Сформированность корпоративной культуры – ценности организации, проявляющиеся в поведении, восприятии и взаимодействии сотрудников	Адаптивность – способность эффективно адаптировать и использовать внутренние и внешние компетенции для управления быстро меняющейся средой
Система управления	Согласованность стратегии цифровой трансформации и бизнес-стратегии	Социальное управление – управление, в результате которого использован потенциал всего коллектива и каждого сотрудника в отдельности, успешно решаются социальные задачи по развитию трудового коллектива, происходит улучшение условий труда и пр.
	Зрелость системы управления изменениями – способность управлять переходом из одного состояния в другое и сопротивлением изменениям	Зрелость системы управления рисками, инцидентами – управление рисками, основанное на их осмыслении, выстраивание на этой основе деятельности и системы принятия управленческих решений с учетом оптимального соотношения возможностей, рисков и ущерба
	Зрелость управления проектами – способность к их использованию в различных целях	
Процессы	Зрелость – степень, в которой конкретный процесс удовлетворяет требованиям определенности, управляемости, измеримости, контролируемости и результативности	

Выявленные факторы успешности цифровой трансформации составляют модель цифровой готовности университета.

Все факторы в дальнейшем подверглись ранжированию с целью определения наиболее значимых для успеха процесса трансформации университетов. Ранжирование выполнялось с использованием

метода анализа иерархий [38]. Эксперты попарно сравнивали факторы друг с другом по девятибалльной шкале. Полученные веса, отражающие относительную важность каждого фактора готовности университетов к цифровой трансформации по отношению к другим факторам, представлены в Таблице 6.

Нормированные веса факторов

Table 6

Normalized weights of factors

Фактор	Нормированный вес	Фактор	Нормированный вес
Гибкость мышления	0,063	Динамичность	0,053
Готовность к изменениям	0,0743	Адаптивность	0,0507
Открытость новому	0,0644	Согласованность стратегии цифровой трансформации и бизнес-стратегии	0,0639
Осведомленность в ИТ	0,0756	Зрелость системы управления изменениями	0,052
Инновационность	0,0554	Зрелость управления проектами	0,0573
Квалификация	0,0592	Социальное управление	0,06
Организационная готовность	0,0706	Зрелость системы управления рисками и инцидентами	0,0661
Сформированность корпоративной культуры	0,0704	Зрелость процессов	0,053

На рис. 3 представлены наиболее значимые факторы.

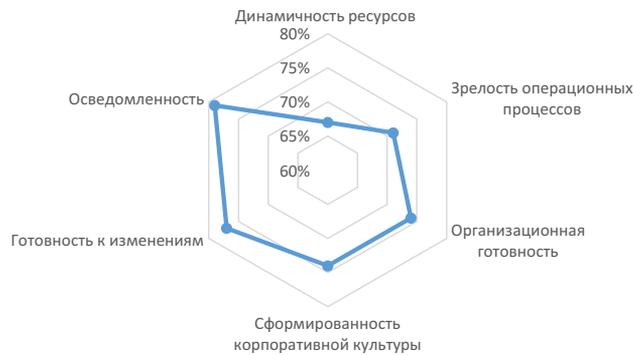


Рис. 3. Факторы, оказывающие наиболее значимое влияние на успех цифровой трансформации
 Fig. 3. Factors that have the most significant impact on the success of digital transformation

Обсуждение

Как показал проведенный анализ, готовность к цифровой трансформации имеет двойственный характер.

На первом этапе исследования было определено, что цифровые технологии предъявляют требования к оптимизации процессов, формированию организационной и корпоративной культуры, компетенциям работников, управлению структурными изменениями и готовности к таким изменениям. Готовность организации к цифровой трансформации с этих позиций говорит о ее эффективности. Это наиболее проработанный вопрос.

Второй аспект влияния цифровых технологий на готовность к преобразованиям акцентирует внимание на динамичности организации и готовности к трансформации цепочки создания ценности. Это готовность с позиции ценности. Данный вопрос, как показал анализ источников, разработан слабо: ему посвящено лишь 18 % работ.

Любая организация на начальном этапе прежде всего должна оценить свой уровень готовности, чтобы в дальнейшем принимать управленческие решения по своему развитию и перестройке. Мы предполагаем здесь несколько проблем.

Во-первых, не все организации могут оценить свой уровень готовности [39], что связано с отсутствием у них необходимых компетенций. Актуальность данной проблемы по отношению к вузам не вызывает сомнения. Процессы цифровой трансформации были запущены до того, как университеты получили возможность сформировать у себя такие компетенции.

Во-вторых, руководство университетов часто совершает ошибки, связанные с выстраиванием процессов цифровой трансформации [26]. Как правило, это связано с отсутствием понимания, на чем сосредоточиться, что должно быть приоритетом и куда в первую очередь инвестировать ресурсы.

Считаем, что сформулированная проблема вытекает из желания охватить все и сразу. Конкурентное давление и страх потерять позиции на быстро меняющемся рынке приводят к решению внедрить цифровые технологии сразу во все функциональные области вуза, охватывая практически всю организацию и задействуя все ресурсы.

При этом масштаб охвата не коррелирует с имеющимися ресурсами: у вузов, как правило, не хватает возможностей для их мобилизации.

В результате происходит потенциально хаотичный процесс трансформации. Парадокс заключается в том, что, поскольку вузы предварительно не проводили полноценный и качественный анализ своей готовности к цифровым преобразованиям, к совокупности разных по уровню зрелости процессов применяются одинаковые методы управления. Отметим, что процессы могут не только находиться на разных уровнях зрелости, но и переходить из одной стадии в другую с разной скоростью в зависимости от характера процесса и от того, сколько внимания организация уделяет его совершенствованию. Процесс также может вернуться на более низкий уровень зрелости, если снижается качество управления или теряется стремление организации к его постоянному совершенствованию [40]. Данные аспекты управления цифровыми преобразованиями, как правило, остаются без внимания.

Не все процессы требуют достижения наивысших уровней зрелости или извлекают из этого выгоду. Высокий уровень подготовленности основных процессов может служить стратегическим целям, но более низкая зрелость часто может стать достаточной для некритичных процессов. Для начала успешной реализации стратегии цифровой трансформации вуз должен определить, какие процессы на каком оптимальном уровне зрелости должны находиться.

Проведенный систематический обзор исследований, посвященных вопросам определения условий готовности к цифровой трансформации, позволил нам дополнить перечень выявленных ранее факторов, влияющих на успех преобразований. Синтез данных рассмотренных эмпирических исследований выявил потребность в формировании у персонала не только знаний цифровых технологий и умений ими пользоваться, но и способности проводить критический анализ технологий с целью поиска и отбора технологий, наиболее полно соответствующих поставленной задаче цифровых преобразований. Данная компетенция является квинтэссенцией квалификации работников в области ИТ.

Цифровая трансформация играет важную роль в создании цепочки ценности для участников образовательных отношений, поскольку она позволяет выявлять узкие места, неэффективные процессы и направления для улучшения деятельности вузов, повышает операционную эффективность [9] и удовлетворенность обучающихся, их

родителей (законных представителей) и работодателей качеством реализуемых образовательных программ. По этой причине способность персонала к анализу цепочки создания ценности и генерации новой модели на основе цифровых технологий является значимой для сохранения вузами конкурентного преимущества в условиях постоянно растущей конкуренции.

Не менее важными для успеха цифровых преобразований являются готовность и способность вузов постоянно развивать свои ресурсы и возможности, стремление постоянно наращивать темпы развития, расширять круг решаемых задач, осваивать новые технологии и новые рынки, а также способность эффективно адаптировать внутренние ресурсы и использовать внешние условия для управления быстро меняющейся средой. Цель такой адаптации заключается в развитии потенциала вуза и достижении стабильности в условиях неопределенности.

Использование внутренних ресурсов с точки зрения управления предполагает использование потенциала всего коллектива и каждого сотрудника в отдельности [41], успешное решение социальных задач по развитию трудового коллектива, улучшение условий труда, поиск наиболее эффективных способов применения материально-технического обеспечения и пр.

Не менее важным для успеха цифровых преобразований в университете, как показал проведенный систематический обзор, является выработка управленческих решений, которые должны быть направлены на снижение вероятности возникновения неблагоприятного результата планируемых изменений, осмысление и выстраивание на этой основе деятельности и системы принятия управленческих решений с учетом оптимального соотношения открывающихся возможностей и возможных рисков и ущерба при выборе цифровых технологий для трансформации и их внедрении в деятельность университета. Наиболее актуальна данная задача по отношению к наименее подверженным автоматизации процессам, например, к созданию индивидуальной траектории обучения на основе имеющихся данных о студенте.

Проведенное исследование позволило определить наиболее значимые условия, отражающие готовность университетов к цифровой трансформации. Критическими являются осведомленность работников в области цифровых технологий и их готовность к изменениям. Такой вывод вполне закономерен. Изменение операционных процессов, внедрение информационных технологий в деятельность работников, стремление к таким

преобразованиям, осознание их важности для конкурентоспособности университета, стабильности работы и развития имеют решающее значение для успеха инициатив по цифровым преобразованиям.

Также было выявлено, что организационная готовность и сформированность корпоративной культуры являются решающими факторами успеха трансформации. Руководство университетов должно обладать четким видением цели и понимать потенциал цифровых технологий. Это также должно быть доведено до работников: необходимо добиться гарантии, что каждый работает над достижением общей цели и вносит свой вклад в создание новой среды университета, ориентированной на цифровые технологии [42]. Лидерство является решающей переменной для успеха внедрения цифровых технологий, и любой путь трансформации вуза определенно выиграет от поддерживающего изменения руководства, а также четкого видения целей цифровой стратегии.

Для сотрудников, вовлеченных в проекты цифрового преобразования, крайне важно быть гибкими и способными адаптироваться к новой рабочей среде, новым ролям и способам выполнения должностных обязанностей, привнесенных цифровыми технологиями. Для этого они должны позитивно относиться к переменам и повышать свою готовность к приобретению новых междисциплинарных навыков на постоянной основе. Следует отметить, что приверженность изменениям возможна только в том случае, если на всех уровнях организационной структуры университета применяется подход, основанный на участии [43].

Динамичность ресурсов и зрелость процессов также являются критическими факторами успеха цифровых изменений, так как они получили высокую оценку. Постоянное развитие университетами своих ресурсов и возможностей и учёт зрелости бизнес-процессов помогают в выборе наилучших решений для преобразований, оптимизации процессов и повышения их эффективности, а также увеличения шансов на успешное внедрение цифровых технологий.

Остальные факторы играют определенную роль в обеспечении успеха цифровых преобразований: их вклад неодинаков. Особо отметим, что одним из основных выводов, сделанных нами в ходе проведенного исследования, является заключение о том, что успех цифровой трансформации в настоящее время зависит от ИТ-инфраструктуры в меньшей степени, чем от организационных и управленческих факторов. Традиционно считается, что одним из основных факторов, влияющих на процессы трансформации, является развитость

ИТ-инфраструктуры. В результате проведенного исследования с учетом развития современных технологий (облачных решений, VR / AR, IoT) и платформенных решений (IaaS, PaaS, SaaS, DBaaS и MWaaS) был сделан вывод, что данный фактор потерял свои позиции: приоритетное инвестирование в аппаратную составляющую ИТ-инфраструктуры не столь актуально, как ранее. Сегодня развитие ИТ-инфраструктуры видится в интеграции с платформами и переносе процессов в облако, что даст университетам возможность сфокусироваться на решении организационных вопросов и выборе готовых программных решений для сформулированных в цифровой стратегии задач.

Заключение

Целью данного исследования было выявить, оценить и ранжировать основные факторы, определяющие успех цифровых преобразований в университетах. Результаты данного исследования могут служить руководством для менеджеров вузов по оценке готовности персонала, ресурсов, организационной структуры, корпоративной культуры и процессов разработки организационных мер с целью повышения готовности университетов осуществлять такую трансформацию.

Выявленные факторы дают представление об условиях, которые должны быть созданы в вузах и которые необходимо учитывать для достижения успешного цифрового преобразования. Учитывая управленческие и организационные проблемы, с которыми сталкиваются университеты при внедрении цифровых технологий, данное исследование даст возможность руководству вузов учитывать выявленные факторы при планировании мероприятий по цифровым преобразованиям.

Проанализировав исследования в области готовности к цифровой трансформации, мы пришли к выводу, что существуют некоторые пробелы в разработке данного вопроса, которые требуют устранения в дальнейших исследованиях:

1) Наблюдается явный недостаток теоретических и эмпирических исследований, посвященных выявлению готовности университетов к цифровой трансформации и определению особенностей данного процесса.

2) Существует очевидный разрыв между направленностью академических исследований и реальными проблемами, с которыми сталкиваются университеты в ходе внедрения цифровых технологий.

3) Отсутствуют практические рекомендации для специалистов-практиков относительно

управления готовностью университетов к цифровой трансформации. Под управлением готовностью мы понимаем комплекс мероприятий организационного и технического характера, направленных на достижение установленного или сохранение требуемого уровня готовности всех элементов системы в условиях ограниченных ресурсов.

4) Слабо изучен вопрос обоснованного выбора цифровых решений для трансформации процессов с учетом ограниченности ресурсов, многогранности бизнес-моделей и широты представленных сегодня на рынке предложений.

5) Ограничения исследования заключаются в следующем: в поле нашего внимания не попали нормативные правовые акты, документы, подготовленные университетами, диссертационные исследования и магистерские диссертации. Кроме того, статьи описывали только опыт цифровых преобразований организаций, создающих продукты и услуги для конечных потребителей. Представляет определенный интерес исследование, в котором обозначенные ограничения были бы сняты.

6) В связи с тем, что разработанная модель оценки готовности университетов к цифровой трансформации отсутствует, представленный в данном исследовании список ключевых факторов может служить измерениями готовности. Предлагаемая модель также может быть дополнена различными уровнями готовности, что в дальнейшем может стать основой для разработки организационных и управленческих мероприятий по повышению готовности университетов к цифровой трансформации.

7) Следует отметить, что выявленные в этом исследовании факторы не являются независимыми, они составляют интегрированную систему и влияют друг на друга. Следовательно, необходимо проанализировать причинно-следственные связи, а также степень влияния факторов на успешность преобразований.

8) Значительное углубление изучаемый вопрос может получить в результате формирования первоначальной выборки статей и их дальнейшего контент-анализа с использованием технологий искусственного интеллекта.

Список литературы / References

- Moore S. How to Measure Digital Transformation Progress, available at: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/how-to-measure-digital-transformation-progress> (accessed 15.12.2023). (In Eng.).
- Gebauer H., Arzt A., Kohtamäki M., Lamprecht C., Parida V., Witell L., Wortmann F. How to Convert Digital Offerings into Revenue Enhancement—Conceptualizing Business Model Dynamics Through Explorative Case Studies. *Industrial Marketing Management*, 2020, vol. 91, pp. 429–441. doi 10.1016/j.indmarman.2020.10.006. (In Eng.).
- Dieffenbacher S. F. What is Digital Maturity, How to Measure, Tools & Models, available at: <https://digitalleadership.com/blog/digital-maturity/> (accessed 15.12.2023). (In Eng.).
- Verma P., Kumar V., Yalcin H., Daim T. Organizational Architecture of Strategic Entrepreneurial Firms for Digital Transformation: A Bibliometric Analysis. *Technology in Society*, 2023, vol. 75. doi 10.1016/j.techsoc.2023.102355. (In Eng.).
- The Business Landscape for Digital Transformation. Hitachi and Forbes Insights Global Research, available at: https://www.osp.ru/netcat_files/18/10/BizLandscape_for_DT_Forbes_IN_SHARE_Forbs_survey_results.pdf (accessed 13.10.2023). (In Eng.).
- Tuukkanen V., Wolgsoj E., Rusu L. Cultural Values in Digital Transformation in a Small Company. *Procedia Computer Science*, 2022, vol. 196, pp. 3–12. doi 10.1016/j.procs.2021.11.066. (In Eng.).
- Singh U. S., Singh N., Gulati K., Bhasin N. K., Kumar H., Sreejith P. M. A Study on the Revolution of Consumer Relationships as a Combination of Human Interactions and Digital Transformations. *Materials Today: Proceedings*, 2022, vol. 51, pp. 460–464. doi 10.1016/j.matpr.2021.05.578. (In Eng.).
- Xia Y., Liu X., Wang X., Deng H., Han Ch., Liu Z., Tsai S.-B. The Power of Role Models in a Team: The Impact of Lead Entrepreneur's Digital Leadership on Digital Entrepreneurial Success. *Information Processing & Management*, 2023, vol. 60, iss. 6. doi 10.1016/j.ipm.2023.103498. (In Eng.).
- Mirza S. S., Miao Y., Corbet Sh., Scrimgeour F., Goodell J. W. Benefits of Top Management Team Education for Corporate Digital Transformation: A Critical Mass Perspective from China. *Finance Research Letters*, 2024, vol. 61. doi 10.1016/j.frl.2024.104976. (In Eng.).
- Chwiłkowska-Kubala A., Cyfert S., Malewska K., Mierzejewska K., Szumowski W. The Impact of Resources on Digital Transformation in Energy Sector Companies. The Role of Readiness for Digital Transformation. *Technology in Society*, 2023, vol. 74. doi: 10.1016/j.techsoc.2023.102315. (In Eng.).
- Dewi F., Er M. Business Process Maturity Level of MSMEs in East Java, Indonesia. *Procedia Computer Science*, 2019, vol. 161, pp. 1098–1105. doi 10.1016/j.procs.2019.11.221. (In Eng.).
- Киикова Е. В., Киикова Д. А. Опыт проведения оценки готовности персонала к цифровой трансформации предприятия // Современные наукоемкие технологии. 2021. № 11–2. С. 250–254. Doi: 10.17513/snt.38919. Kiikova E. V., Kiikova D. A. Opyt provedeniya otsenki gotovnosti personala k tsifrovoi transformatsii predpriyatiya [Experience in Assessing the Readiness of Personnel for the Digital Transformation of the Enterprise]. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*, 2021, vol. 11 (2), pp. 250–254. doi 10.17513/snt.38919. (In Russ.).
- Борисов С. А., Жогин А. О. Формирование цифровых компетенций сотрудников как элемент повышения конкурентоспособности фирмы // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2022. № 4–2. С. 148–154. DOI: 10.17513/vaael.2150. Borisov S. A., Zhogin A. O. Formirovanie tsifrovyykh kompetentsii sotrudnikov kak element povysheniya

- konkurentosposobnosti firmy [Formation of Digital Competencies of Employees as the Element of Increasing the Competitiveness of the Company]. *Vestnik Altaiskoi akademii ekonomiki i prava*, 2022, vol. 4–2, pp. 148–154. doi 10.17513/vaael.2150. (In Russ.).
14. Антонова Н. В., Крайнова Е. А. Готовность сотрудников к цифровой трансформации организации: роль жизнестойкости, удовлетворенности работой и принятия технологий // Социальная психология труда и организации. 2023. Т. 8, № 4 (32). С. 127–148. DOI: 10.38098/ipran.sep_2023_31_3_06.
- Antonova N. V., Krainova E. A. Gotovnost' sotrudnikov k tsifrovoi transformatsii organizatsii: rol' zhiznesteikosti, udovletvorennosti rabotoi i prinyatiya tekhnologii [Readiness of Employers for Digital Transformation of the Organization: the Role of Resilience, Job Satisfaction and Technology Adoption]. *Sotsial'naya psikhologiya truda i organizatsii*, 2023, vol. 8, nr 4 (32), pp. 127–148. doi 10.38098/ipran.sep_2023_31_3_06. (In Russ.).
15. Errida A., Lotfi B., Chatibi Z. Development of an Assessment Model of Organizational Change Readiness by using Fuzzy Logic. *Procedia Computer Science*, 2023, vol. 219, pp. 1909–1919. doi 10.1016/j.procs.2023.01.490. (In Eng.).
16. Ullrich A., Reißig M., Niehoff S., Beier G. Employee Involvement and Participation in Digital Transformation: a Combined Analysis of Literature and Practitioners' Expertise. *Journal of Organizational Change Management*, 2023, vol. 36, iss. 8, pp. 29–48. doi 10.1108/JOCM-10-2022-0302. (In Eng.).
17. Zareie M., Attig N., El Ghouli S., Fooladi I. Firm Digital Transformation and Corporate Performance: The Moderating Effect of Organizational Capital. *Finance Research Letters*, 2023, vol. 61. doi 10.1016/j.frl.2024.105032. (In Eng.).
18. Hanelt A., Bohnsack R., Marz D., Antunes C. A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for Strategy and Organizational Change. *Journal of Management Studies*, vol. 58 (5), pp. 1159–1197. doi 10.1111/joms.12639. (In Eng.).
19. Hund A., Wagner H.-T., Beimborn D., Weitzel T. Digital Innovation: Review and Novel Perspective. *The Journal of Strategic Information*, 2021, vol. 30 (4). doi 10.1016/j.jsis.2021.101695. (In Eng.).
20. Li F., Nucciarelli A., Roden, S., Graham G. How Smart Cities Transform Operations Models: a New Research Agenda for Operations Management in the Digital Economy. *Production Planning & Control*, 2016, vol. 27 (6). P. 514–528. doi 10.1080/09537287.2016.1147096. (In Eng.).
21. Loebbecke C., Picot A. Reflections on Societal and Business Model Transformation Arising from Digitization and Big Data Analytics: A Research Agenda. *The Journal of Strategic Information Systems*, 2015, vol. 24 (3), pp. 149–157. doi 10.1016/j.jsis.2015.08.002. (In Eng.).
22. Zhang J., Liu X. Evaluation of Network Service Model Based on Network Convergence. *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, 2018, nr 1. doi 10.1186/s13638-018-1053-1. (In Eng.).
23. Carolis A., de Macchi M., Negri E., Terzi S. A Maturity Model for Assessing the Digital Readiness of Manufacturing Companies. In: Lödding H., Riedel R., Thoben K. D., Cieminski G., von Kiritsis D. IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems. APMS2017: Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing, Springer, vol. 513. P. 13–20. doi 10.1007/978-3-319-66923-6_2. (In Eng.).
24. Попов Е. В., Симонова В. Л., Черепанов В. В. Уровни цифровой зрелости промышленного предприятия // Journal of New Economy. 2021. Том 22. № 2. С. 88–109. DOI: 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5.
- Popov E. V., Simonova V. L., Cherepanov V. V. Urovni tsifrovoi zrelosti promyshlennogo predpriyatiya [Levels of Digital Maturity of an Industrial Enterprise]. *Journal of New Economy*, 2021, vol. 22, nr 2, pp. 88–109. doi 10.29141/2658-5081-2021-22-2-5. (In Russ.).
25. Benbasat I., Dexter A. S., Drury D. H., Goldstein R. C. A Critique of the Stage Hypothesis: Theory and Empirical Evidence. *Communications of the ACM*, 1984, vol. 27, iss. 5, pp. 476–485. (In Eng.).
26. Paulk M. C. A History of the Capability Maturity Model for Software, available at: https://www.researchgate.net/publication/229023237_A_History_of_the_Capability_Maturity_ModelR_for_Software (accessed 15.01.2024). (In Eng.).
27. Huffman J., Whitman L. E. Developing a Capability Maturity Model for Enterprise Intelligence. *IFAC Proceedings Volumes*, 2011, vol. 44, iss. 1, pp. 13086–13091. doi 10.3182/20110828-6-IT-1002.02641. (In Eng.).
28. Kerrigan M. A Capability Maturity Model for Digital Investigations. *Digital Investigation*, 2013, vol. 10, iss. 1, pp. 19–33. doi 10.1016/j.diin.2013.02.005. (In Eng.).
29. Butzer S, Schötz S., Steinhilper R. Remanufacturing Process Capability Maturity Model. *Procedia Manufacturing*, 2017, vol. 8, pp. 715–722. doi 10.1016/j.promfg.2017.02.092. (In Eng.).
30. von Leipziga T., Gampa M., Manza D., Schöttle K., Ohlhausena P., Oosthuizenb G., Palma D., von Leipzig K. Initializing Customer-Orientated Digital Transformation in Enterprises. *Procedia Manufacturing*, 2017, vol. 8, pp. 517–524. doi 10.1016/j.promfg.2017.02.066. (In Eng.).
31. Lichtblau K., Stich V., Bertenrath R., Blum M., Bleider M., Millack A., Schmitt K., Schmitz E., Schröter M. Industrie 4.0-Readiness. Frankfurt, German: Impuls-Stiftung. 78 p. (In Eng.).
32. Weber C., Königsberger J., Kassner L., Mitschang B. M2DDM – A Maturity Model for Datadriven Manufacturing. *Procedia CIRP*, 2017, vol. 63, pp. 173–178. doi 10.1016/j.procir.2017.03.309. (In Eng.).
33. Добролюбова Е. И. Оценка цифровой зрелости государственного управления // Информационное общество. 2021. № 2. С. 37–52. DOI: 10.52605/16059921_2021_02_37.
- Dobrolyubova E. I. Otsenka tsifrovoi zrelosti gosudarstvennogo upravleniya [Assessment of the Digital Maturity of Public Administration]. *Informatsionnoe obshchestvo*, 2021, vol. 2, pp. 37–52. doi 10.52605/16059921_2021_02_37. (In Russ.).
34. Полякова Т. А., Минбалеев А. В. Понятие и правовая природа «цифровой зрелости» // Государство и право. 2021. № 9. С. 107–116. DOI: 10.31857/S102694520016732–6.
- Polyakova T. A., Minbaleev A. V. Ponyatie i pravovaya priroda «tsifrovoi zrelosti» [The Concept and Legal Nature of “Digital Maturity”]. *Gosudarstvo i parvo*, 2021, vol. 9, pp. 107–116. doi 10.31857/S102694520016732–6. (In Russ.).

35. Turney S. Systematic Review: Definition, Examples & Guide, available at: <https://www.scribbr.co.uk/research-methods/systematic-reviews> (accessed 10.10.2023). (In Eng.).
36. Гайдышев И. П. Моделирование стохастических и детерминированных систем: Руководство пользователя программы AtteStat. Курган, 2015. 484 с.
- Gaidyshev I. P. Modelirovanie stokhasticheskikh i determinirovannykh sistem: Rukovodstvo pol'zovatelya programmy AtteStat [Modeling of Stochastic and Deterministic Systems: User's Guide to the Program AtteStat]. Kurgan, 2015. 484 p. (In Russ.).
37. Mayring Ph. Qualitative Content Analysis: Theoretical Foundation, Basic Procedures and Software Solution, available at: <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-395173> (accessed 10.12.2023). (In Eng.).
38. Саати Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993. 320 с.
- Saati T. L. Prinyatie reshenii. Metod analiza ierarkhii [Decision-Making. Hierarchy Analysis Method]. Moscow, Radio i svyaz', 1993, 320 p. (In Russ.).
39. Colli M., Madsen O., Berger U., Møller C., Wæhrens B. V., Bockholt M. Contextualizing the Outcome of a Maturity Assessment for Industry 4.0. *IFAC-PapersOnLine*, 2018, vol. 51, iss. 11, pp. 1347–1352. doi 10.1016/j.ifacol.2018.08.343. (In Eng.).
40. Eby K. Essential Guide to Process Maturity: Models, Tips, and Templates, available at: <https://www.smartsheet.com/content/process-maturity> (accessed 15.12.2023). (In Eng.).
41. Калыгина Е. В., Ефремов В. С. Адаптивность организации в контексте внешней неопределенности // *Лидерство и менеджмент*. 2019. № 6 (3). С. 223–228. DOI: 10.18334/lim.6.3.41053.
- Kalygina E. V., Efremov V. S. Adaptivnost' organizatsiiv kontekste vneshnei neopredelennosti [Adaptability of the Organization in the Context of External Uncertainty]. *Liderstvo i menedzhment*, 2019, vol. 6 (3), pp. 223–228. doi 10.18334/lim.6.3.41053. (In Russ.).
42. Bousdekis A., Apostolou D., Mentzas G. Predictive Maintenance in the 4th Industrial Revolution: Benefits, Business Opportunities, and Managerial Implications. *IEEE Engineering Management Review*, 2020, vol. 48, iss. 1, pp. 57–62. doi 10.1109/EMR.2019.2958037. (In Eng.).
43. Macchi M., Roda I., Fumagalli L. On the Advancement of Maintenance Management Towards Smart Maintenance in Manufacturing. In: Lödding H., Riedel R., Thoben K. D., Cieminski G., von Kiritsis D. IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems. APMS2017: Advances in Production Management Systems. The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing, Springer, vol. 513, pp. 383–390. doi 1007/978-3-319-66923-6_45. (In Eng.).

Информация об авторах / Information about the authors

Егорова Лилия Евгеньевна – кандидат педагогических наук, доцент, проректор по развитию и цифровизации, Уральский государственный лесотехнический университет; egorovale@m.usfeu.ru.

Сандлер Даниил Геннадьевич – доктор экономических наук, доцент, первый проректор по экономике и стратегическому развитию, Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б. Н. Ельцина; d.g.sandler@urfu.ru.

Liliya E. Egorova – PhD (Pedagogical Sciences), Vice-Rector for Development and Digitalization, Ural State Forest Engineering University; egorovale@m.usfeu.ru.

Daniil G. Sandler – Dr. hab. (Economics), First Vice-Rector for Economics and Strategic Development, Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin; g.sandler@urfu.ru.

