

Трансформация системы адаптивного управления наукоемкими предприятиями

Сазонов Андрей Александрович

Канд. экон. наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9177-9878>, e-mail: Sazonovamati@yandex.ru

Сазонова Марина Владимировна

Ст. преп., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3544-3245>, e-mail: Pmenmai@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)»,
125993, Волоколамское шоссе, 4, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация

В статье рассмотрены аспекты трансформации системы адаптивного управления наукоемкими предприятиями в условиях высокой волатильности институциональных условий в текущем технологическом укладе. Исходной научной гипотезой стало предположение, что качественная и эффективная работа предприятий в среднесрочной и долгосрочной перспективах является следствием трансформации системы управления, как результата использования широкого спектра цифровых технологий в процессе реализации превентивных управленческих мероприятий, направленных на поддержание определенного уровня соответствия между цифровой средой и внутренним потенциалом системы управления.

Проанализированы структурные аспекты концепции адаптивной трансформации системы управления наукоемкими предприятиями в условиях высокой степени изменчивости цифровой среды. Предложен алгоритм, представляющий собой целостную независимую систему, в которой определены порядок и уровни взаимосвязей между отдельными подсистемами и элементами, а центральным звеном выступает непосредственно процесс адаптивной трансформации, который поддерживается комплексом из различных подсистем. Представлен методический подход для реализации многокомпонентного процесса адаптивного развития системы управления с подробным указанием различных методических рекомендаций и разработок. Обозначены методические приемы, применяющиеся для индикативной оценки уровня эффективности системы управления наукоемкими предприятиями.

Независимая и единая цифровая среда управления наукоемкими предприятиями позволяет проводить анализ бизнес-процессов в режиме реального времени с целью своевременного принятия качественных и эффективных решений по следующим ключевым направлениям: инвестиционно-финансовая деятельность; управление знаниями и персоналом предприятия; управление производственно-технической деятельностью; логистика, эксплуатация и утилизация. В статье предложены методические рекомендации по проведению реинжиниринга бизнес-процессов на наукоемких предприятиях в условиях нового технологического уклада.

Ключевые слова: технологическая трансформация, развитие экономических систем, защита цифровой информации, реинжиниринг бизнес-процессов, наукоемкое предприятие, виртуальное предприятие, адаптивное управление, облачные технологии, инфраструктурное пространство

Для цитирования: Сазонов А.А., Сазонова М.В. Трансформация системы адаптивного управления наукоемкими предприятиями // Управление. 2021. Т. 9. № 4. С. 51–64. DOI: [10.26425/2309-3633-2021-9-4-51-64](https://doi.org/10.26425/2309-3633-2021-9-4-51-64)



Received: 06.10.2021 Revised: 03.11.2021 Accepted: 29.11.2021

Transforming adaptive management in knowledge-intensive enterprises

Andrey A. Sazonov

Cand. Sci. (Econ.), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9177-9878>, e-mail: Sazonovamati@yandex.ru

Marina V. Sazonova

Senior Lecturer, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3544-3245>, e-mail: Pmenmai@yandex.ru

Moscow Aviation Institute (National Research University), 4, Volokolamskoe shosse, Moscow, 125993, Russia

Abstract

The article considers the aspects of transforming the adaptive management of knowledge-intensive enterprises under highly volatile institutional conditions in the current technological order. The initial scientific hypothesis was that the quality and efficiency of enterprises in the medium and long term is a consequence of management system transformation, as a result of using a wide range of digital technologies in the process of implementing preventive management measures aimed at maintaining a certain level of correspondence between the digital environment and the internal capacity of the management system.

The structural aspects of the concept of adaptive transformation of the management system of knowledge-intensive enterprises in a highly variable digital environment have been analysed. An algorithm that represents a complete independent system has been proposed in which the order and levels of interconnection between individual subsystems and elements have been determined, with the adaptive transformation process itself as the central link, which is supported by a complex of different subsystems. A methodological approach for implementing a multicomponent process of adaptive management system development has been presented, detailing the various methodological recommendations and developments. The methodological techniques used for the indicative assessment of the level of efficiency of the management system of knowledge-intensive enterprises have been outlined.

An independent and unified digital management environment for knowledge-intensive enterprises enables real-time analysis of business processes in order to make timely, high-quality and effective decisions in the following key areas: investment and financial activities; enterprise knowledge and personnel management; production and technical management; logistics, operations and disposal. The article offers methodological recommendations on the reengineering of business processes in knowledge-intensive enterprises in a new technological mode.

Keywords: technological transformation, development of economic systems, digital security, business processes re-engineering, knowledge-intensive enterprise, virtual enterprise, adaptive management, cloud technologies, infrastructure space

For citation: Sazonov A.A., Sazonova M.V. (2021). Transforming adaptive management in knowledge-intensive enterprises. *Upravlenie / Management (Russia)*, 9 (4), pp. 51–64. DOI: 10.26425/2309-3633-2021-9-4-51-64



Введение / Introduction

Принятые нормативно-правовые документы о государственно-частном сотрудничестве, с одной стороны, исчерпывающим образом раскрывают различные организационно-экономические аспекты организации взаимодействия коммерческих наукоемких предприятий и государственных структур. С другой же стороны, нельзя не заметить, что формируются достаточно существенные ограничения, связанные с внедрением эффективного механизма государственного сотрудничества в вопросах, связанных с производством высокотехнологичной продукции. Особенно остро стоят проблемы, существующие в сфере организации и взаимодействия между производственно-техническими предприятиями и виртуальными предприятиями на основе работы механизмов государственно-частного партнерства. Процесс адаптивного развития специальной системы, направленной на организацию управления наукоемкими предприятиями в условиях волатильности институциональных условий, которые соответствуют современному технологическому укладу, может быть рассмотрен через призму следующих положений [Королев, 2019]:

- процесс создания наукоемкого производства в значительной мере потребует повышения эффективности управления наукоемкими предприятиями и определенного обновления за счет обеспечения системы адаптивного развития управления в новых условиях, в которых происходит ведение производственно-технической деятельности. Отличительной чертой новых условий является тотальное использование различных цифровых информационно-цифровых технологий практически во всех без исключения сферах жизнедеятельности. С учетом сформированных институциональных условий, а также их прогнозируемых изменений в среднесрочной перспективе, возникает необходимость разработки эффективных концептуальных подходов, которые смогли бы в полной мере раскрыть сущность, содержание и перспективы развития адаптивной системы управления наукоемкими предприятиями;
- цифровизация в определенной мере меняет устоявшиеся взгляды и подходы к вопросам непосредственного управления наукоемким предприятием и инновационно-технологической модернизации его производственных процессов в интересах его качественного и эффективного долгосрочного функционирования. Для этого необходим специальный инструментарий, в состав которого должны входить уникальные организационно-управленческие аспекты, а значит появляется необходимость в разработке

методологии адаптивного управления наукоемкими предприятиями;

- в процессе реализации адаптивного развития многокомпонентной системы управления, как правило, возникают проблемы, связанные непосредственно с целью такого развития, которая в среде волатильности цифровой экономики весьма размыта и изменяется в зависимости от внешнего воздействия факторов. Необходимо отметить, что достижение поставленной цели по-прежнему остается базовым параметром оценки, который показывает степень эффективности системы управления. Следовательно, предполагая вариативность развития системы управления, целесообразным является организация на постоянной основе мониторинга и прогнозирования ситуационных показателей внутренней и внешней среды, что в свою очередь вызывает необходимость в разработке различных методических приемов индикативной оценки качества и эффективности работы системы управления наукоемкими предприятиями в условиях цифровизации;

- рост конкуренции на внутреннем и международном рынке сложной технической продукции, а также довольно низкий уровень привлекательности продукции, производимой отечественными наукоемкими предприятиями, обусловлены большим комплексом причин организационно-технического характера, которые, как правило, идентифицируются в очень низкой скорости разработки и реализации управленческих решений, а также в несовершенстве бизнес-процессов с невысоким уровнем цифровизации. Организация процесса перехода к эффективным и качественным с временной точки зрения бизнес-процессам будет возможен за счет проведения на наукоемком предприятии реинжиниринга, что приведет к необходимости разработки комплекса, состоящего из набора специальных методических рекомендаций, по механизму проведения реинжиниринга бизнес-процессов на наукоемком предприятии за счет интеграции в его структуру цифровых компонентов;

- создаваемая внутри наукоемкого предприятия единая цифровая среда выдвигает особый ряд требований к обеспечению сохранности и безопасности информации, которая циркулирует в действующей системе управления наукоемким предприятием, что, в свою очередь, обуславливает необходимость разработки надежного организационного механизма, который позволит исключить утечки различных данных по техническим каналам.

Рассмотренные обстоятельства и положения определяют актуальность проводимого исследования как в части создания концептуальных основ

теоретических и методических положений, которые раскрывают особенности и перспективы трансформации адаптивного развития системы управления наукоемкими предприятиями в условиях волатильности цифровой экономики, так и для приращения к уже существующей научно-методической базе.

Концепция адапционного развития системы управления наукоемкими предприятиями в условиях изменчивой цифровой среды / The concept of adaptive development of the management system of knowledge-intensive enterprises in a volatile digital environment

Процесс адаптивного развития в разрезе проблемы разработки системы управления наукоемкими предприятиями зачастую означает процесс, связанный с преобразованием действующей системы управления, и заключается в планомерном переходе из одного качественного состояния в другое на структурной основе определенных противоречий, наблюдающихся во внешней среде и в соответствии с долгосрочной программой по наращиванию внутреннего потенциала. Развиваясь на одном отдельном уровне воронки, система управления наукоемким предприятием аккумулирует уровень потенциала, необходимый для преодоления требований, установленных следующим более сложным уровнем развития, и затем переходит на него. Необходимо отметить, что особую значимость адаптивное развитие приобретает в непростых современных условиях, которые характеризуются высокой изменчивостью, связанной со стремительным развитием институтов цифровой экономики. Систему управления наукоемкими предприятиями с их точки зрения нужно рассматривать, как определенную совокупность социально-технических элементов, за счет работы которых реализуются различные процессы в сфере управления в границах уже существующей на предприятии организационной структуры, что в свою очередь активным образом способствует достижению целей, поставленных руководством наукоемкого предприятия [Мартынов, 2011].

Современная цифровая среда наукоемкого предприятия строится на двух основных моделях трансформации системы управления: ускоренное (скачкообразное) развитие и систематическое (последовательное) развитие. Идея, лежащая в основе первой модели – радикальное переосмысление и довольно оперативное развитие, которое соответствует текущим требованиям внешней среды. Вторая модель основывается на постоянном процессе развития,

и предполагает эпизодичную модернизацию функционирования технологий и процессов. Проведенный экспертами анализ специфики работы моделей развития управленческой системы позволил определить несколько секторов развития наукоемкого предприятия, которые в свою очередь представляют собой ключевые переходные этапы состояния системы управления по следующим параметрам: время и уровень развития системы управления. Отметим, что процессу развития свойственен циклический характер. Постулат циклической модели заключается в том, что система управления наукоемким предприятием развивается в большей степени эволюционным путем, который иногда сменяется периодами резко радикального развития; при этом по мере того, как происходит трансформация цифровой среды, система и подсистемы управления преобразовываются [Kurina, 2021]. Проблематике развития и последующей адаптации организационных систем посвящено достаточно много научных работ и исследований, проведенных как российскими, так и зарубежными авторами: Л.Ф. Попова, Э.С. Маскин, В.П. Малахов, П.Г. Ермишин, В.В. Дорофеева, Е.П. Голубков, Р.Л. Дафт, Д. Рикардо, Р. Холл, У. Петти. В работах указанных авторов вопросы, связанные с определением уровня влияния происходящих изменений в цифровой среде на системы управления наукоемким предприятием не поднимались, а также отсутствовала или была не в полной мере проработана методология проведения адаптивной трансформации систем управления на наукоемких предприятиях, которые являются базисом цифровой экономики. Обобщенный анализ взглядов на существующие проблемы в сфере управления наукоемкими предприятиями позволил разработать обновленную концепцию адаптивного развития системы управления на наукоемком предприятии (см. табл. 1), структурные аспекты которой могут быть рассмотрены через призму следующих положений [Сазонов, 2018].

1. Процесс адаптивного развития системы управления характеризуется эволюционным развитием в тесном сочетании с революционным переходом различных элементов системы управления из одного качественного состояния в другое, что обусловливается высокой степенью изменчивости цифровой среды.

2. Развитие системы управления на основе работы адапционных механизмов строится на определенной трансформации подсистем системы управления в строгом соответствии с различными требованиями, которые предъявляет цифровая среда и которые являются объективными условиями для

эффективного и долгосрочного функционирования наукоемкого предприятия.

3. Целевое назначение развития адаптивной системы управления заключается в возможности обеспечить качественное и эффективное функционирование различных подсистем, входящих в комплекс системы управления наукоемкими предприятиями, за счет грамотной реализации ряда мероприятий, как реакционных, так и превентивных, вектор направления которых предполагает поддержание определенного уровня соответствия между внешней цифровой средой и внутренним потенциалом предприятия.

4. В основе адаптационной системы управления наукоемкими предприятиями находятся следующие основные принципы: перспективности, перманентности, гибкости, превентивности, саморазвития и интеграции.

5. Доминантными группами факторов, определяющими процесс адаптивного развития системы управления, являются: усложнение определенных групп связей, находящихся внутри системы управления и ее подсистемами, динамичный технический прогресс, а также рост объема данных на всех иерархических уровнях управления.

6. Обеспечение своевременного адаптационного развития системы управления в условиях изменяющейся цифровой среды требует от персонала наукоемкого предприятия реализации функциональных направлений, которые определяют актуальные тенденции, связанные с развитием наукоемких отраслей промышленности, и исключения тех групп функций, которые не могут быть согласованы с текущей утвержденной стратегией развития предприятия.

Таблица 1

Основные аспекты концепции адаптивной трансформации системы управления наукоемкими предприятиями в условиях изменчивой цифровой среды

Составляющие компоненты концепции	Краткое содержание
Цель трансформации адаптивной системы управления	Комплексное обеспечение качественной и эффективной работы всех основных подсистем системы управления наукоемким предприятием за счет реализации комплекса превентивных мер, необходимых для поддержания уровня соответствия между изменяющейся внешней средой и внутренними подсистемами управления, которое реализуется посредством оперативной реакции на изменения в цифровой среде
Задачи трансформации адаптивной системы управления	Оперативная идентификация проблем / отклонений от базовых требований информационно-цифровой среды
	Рост показателей маневренности наукоемкого предприятия для обеспечения необходимого уровня соответствия между системами предприятия и изменениями в цифровой среде
	Разработка бизнес-процессов с высоким уровнем адаптации, который позволит учитывать различные изменения в уровне потребностей потребителей продукции предприятий
	Материальные и трудовые ресурсы должны использоваться рациональным образом в интересах минимизации затрат связанных с развитием и адаптацией
	Разработка стратегии, направленной на динамичное развитие системы управления наукоемким предприятием с учетом определенного влияния факторов внешней среды
Основные принципы адаптивного развития системы управления	Перспективность. Основана на определенной необходимости учета ключевых особенностей цифровой среды и анализа вариантов развития экономики
	Перманентность. Предполагает непрерывный и качественный процесс развития системы управления
	Параллельность. Основана на практически одномоментном развитии абсолютно разных подсистем входящих в систему управления
	Саморазвитие. Необходимо для качественного улучшения компонентов подсистемы управления за счет применения внутреннего набора ресурсов
	Гибкость. Позволяет оперативным образом перестраивать действующие на наукоемком предприятии инструменты и методы управления
	Превентивность. Основывается на различных изменениях носящих предупредительный характер в действующих подсистемах системы управления
	Цикличность. Позволяет обеспечить определенную общность в повторяющихся событиях
	Сопоставление. Строится на организации и проведении постоянного контроля и мониторинга за реализацией задач направленных на адаптивное развитие, с возможностью последующей корректировкой целей

Составляющие компоненты концепции	Краткое содержание
Закономерности адаптивного развития системы управления	Адаптивная особенность развития многокомпонентной системы управления базируется на формировании точек бифуркации
	Адаптивное развитие системы управления реализуется через механизмы модернизации отдельных подсистем входящих в систему управления, при этом не каждое обновление ведет к эффективному развитию всей системы управления, только конкретного масштаба
	Система управления наукоемким предприятием довольно часто испытывает определенную потребность в адаптивной трансформации, отсутствие развитие приводит в итоге наукоемкое предприятие к стагнации
Сущность адаптивного развития системы управления наукоемкого предприятия	Процесс носит непрерывный эволюционный характер, при этом имеет высокий уровень сочетания с революционным переходом компонентов системы управления из одного качественного состояния в другое, что определяется высокой изменчивостью цифровой среды, в основе которого лежит преобразование подсистем управления системы управления в строгом соответствии с набором требований, которые диктует цифровая среда

Составлено авторами по материалам исследования

Table 1. Key aspects of the concept of adaptive transformation of knowledge-intensive enterprise management in a volatile digital environment

Components of the concept	Executive summary
The goal of the adaptive control system transformation	Comprehensive provision of high-quality and efficient operation of all major subsystems of the knowledge-intensive enterprise management system, through the implementation of a set of preventive measures necessary to maintain the level of compliance between the changing external environment and internal management subsystems, which is implemented through rapid response to changes in the digital environment
Tasks of transformation of adaptive control system	Operational identification of problems/deviations from the basic requirements of the information and digital environment
	The growth of maneuverability indicators of a knowledge-intensive enterprise, to ensure the necessary level of compliance between enterprise systems and changes in the digital environment
	Development of business processes with a high level of adaptation, which will allow taking into account various changes in the level of needs of consumers of enterprises' products
	Material and labor resources should be used in a rational manner in order to minimize the costs associated with development and adaptation
	Development of a strategy aimed at the dynamic development of the management system of knowledge-intensive enterprises, taking into account the certain influence of environmental factors
Basic principles of adaptive development of the management system	Perspective, based on a certain need to take into account the key features of the digital environment and the analysis of economic development options
	Permanent. Implies a continuous and qualitative process of development of the management system
	Parallelism is based on the almost simultaneous development of completely different subsystems included in the control system
	Self-development is necessary for the qualitative improvement of the components of the management subsystem through the use of an internal set of resources
	Flexibility. Allows you to quickly rebuild the tools and management methods operating at a knowledge-intensive enterprise
	Preventive, based on various changes of a preventive nature in the operating subsystems of the control system
	Cyclicity. Allows you to provide a certain generality in recurring events
	The comparison is based on the organization and conduct of constant monitoring and monitoring of the implementation of tasks aimed at adaptive development, with the possibility of subsequent adjustment of goals
The essence of adaptive development of the management system of a knowledge-intensive enterprise	The process is of a continuous evolutionary nature, while it has a high level of combination with a revolutionary transition of control system components from one qualitative state to another, which is determined by the high variability of the digital environment, which is based on the transformation of the control subsystems of the control system in strict accordance with the set of requirements dictated by the digital environment

Compiled by the authors on the materials of the study

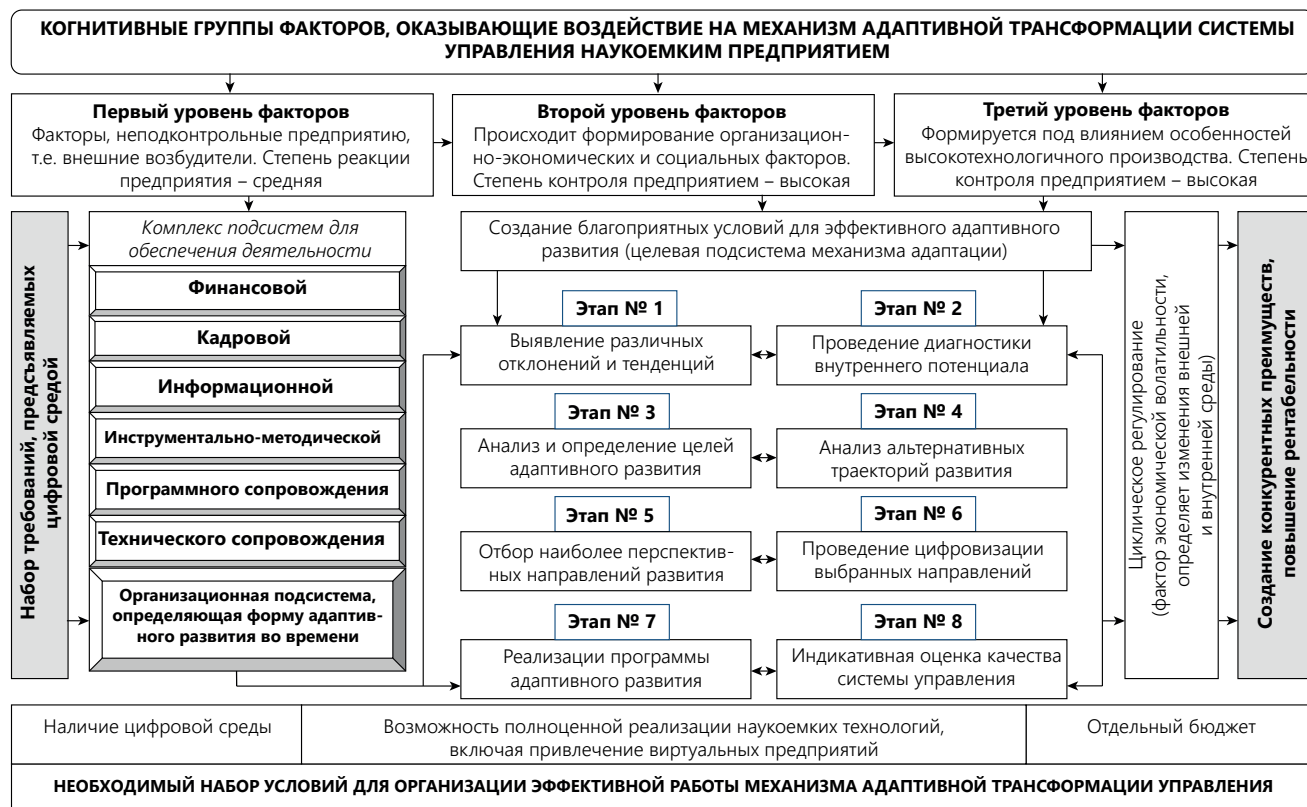
В целом рассмотренная концепция представляет собой определенную совокупность взглядов на существующую проблему непрерывной трансформации системы управления наукоемкими предприятиями и перспективы ее возможного решения за счет реализации механизмов реакционных и превентивных мероприятий.

Разработка механизма адаптивного развития системы управления на наукоемких предприятиях / Developing a mechanism for adaptive management development in knowledge-intensive enterprises

Стабильная работа и развитие системы управления, адаптация ее к различным изменениям, происходящим в цифровой среде, включая необходимость минимизации негативного влияния на наукоемкое предприятие факторов внешней среды, привело к необходимости разработки уникального механизма адаптивного развития, который сможет учитывать воздействие обозначенных выше факторов. Основа работы механизма, направленного на адаптивное развитие системы управления, заключается в создании единой целостной системы, которая

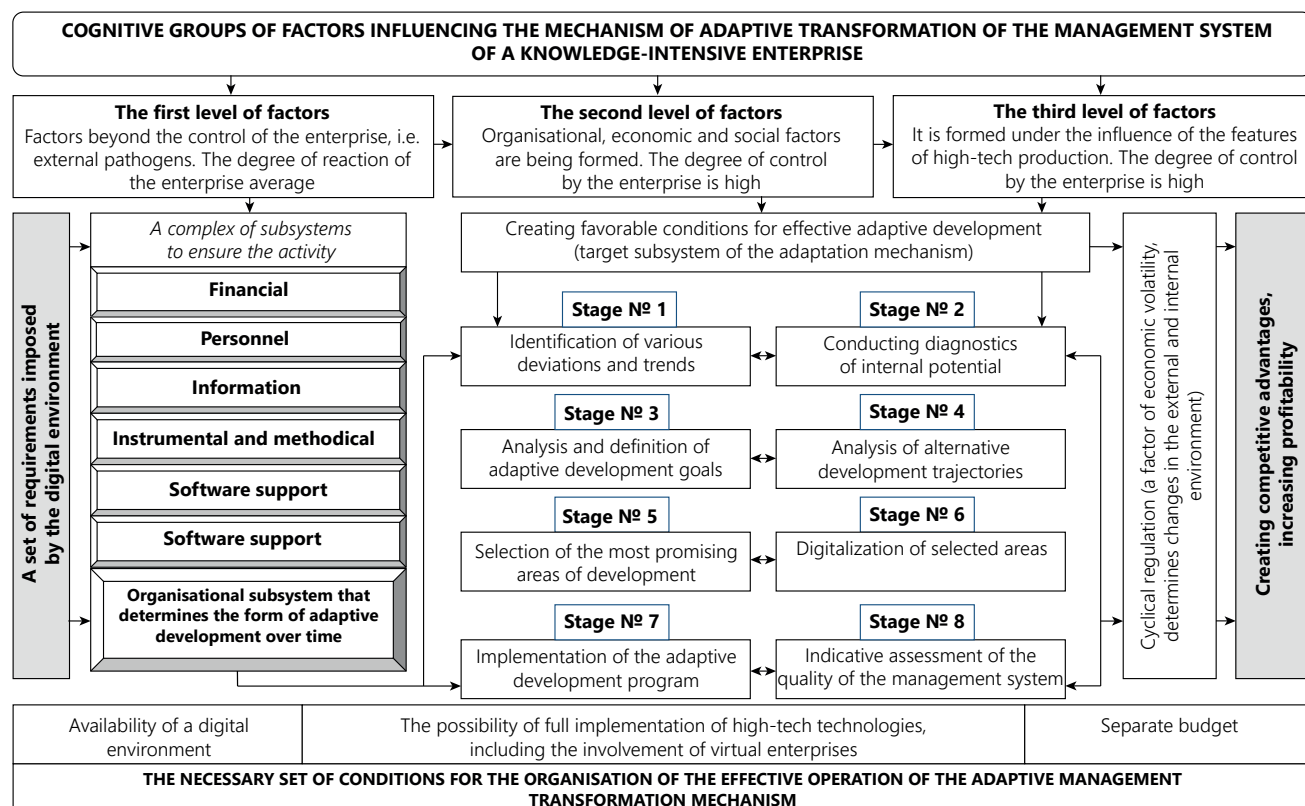
будет определять порядок структуры взаимосвязей различных отдельных подсистем и компонентов. При этом ее центральным звеном выступает процесс адаптивной трансформации, реализация которого возможна за счет поддержки подсистем информационного, инструментального, методического, программного, технического и кадрового обеспечения. Только их совместная работа позволяет достигать поставленных задач адаптивного развития системы управления наукоемким предприятием (рис. 1).

Многокомпонентный механизм адаптивной трансформации действующей на предприятии системы управления представляет собой достаточно сложную многомерную систему, в основе которой находится комплекс социальных и экономических воздействий между отдельными субъектами адаптивного развития и основными подсистемами. Процесс развития наукоемкого предприятия предопределяется цикличностью развития экономики, поэтому в структуру механизма адаптивной трансформации системы управления, была добавлена подсистема, отвечающая за циклическое регулирование. Этап экономического цикла, на котором в данный момент времени находится экономика страны, оказывает доминантное воздействие на процесс адаптивного



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 1. Механизм адаптивной трансформации системы управления наукоемким предприятием в условиях турбулентной цифровой среды



Compiled by the authors on the materials of the study

Fig. 1. Adaptive transformation mechanism for the management system of a knowledge-intensive enterprise in a turbulent digital environment

развития системы управления наукоемким предприятием. Это происходит из-за того, что в период рецессии все без исключения социальные и экономические процессы существенным образом замедляются, и это, безусловно, сказывается на текущем уровне активности предприятия: происходит снижение объемов производства, снижается темп внедрения инновационных технологий (цифровых), сокращается приток инвестиции [Poloskov, 2020]. В периоды, когда на рынке отмечается рецессия, активным образом возрастает борьба между конкурентами, что приводит к еще большей дестабилизации предприятия. Основным моментом в развитии системы управления наукоемким предприятием является процесс межфазового перехода экономики. Именно в этот период предприятие попадает в точки бифуркации, что проявляется в двух основных вариантах: сильное влияние случайных факторов и влияние неустойчивости ситуации [Bhaskar, 2017].

В бифуркационных точках система, отвечающая за процесс организации управления наукоемким предприятием, становится относительно неустойчивой в части появляющихся хаотических колебаний, то есть когда происходит процесс отклонения системы от ее равновесия, что приводит к возникновению

неопределенности, которая, безусловно, потребует от руководства/менеджмента предприятия принятия качественных и эффективных решений для последующего развития. Слаженная работа всех систем и подсистем наукоемкого предприятия позволит ему перейти на новый уровень экономической эффективности. Процессы адаптационного развития на наукоемких предприятиях протекают постоянно, однако необходимо отметить, что изменения, происходящие во внешней среде, имеют прямой вектор зависимости от научного и технического прогресса. С целью организации эффективной работы наукоемких предприятий в условиях изменяющейся цифровой среды авторы предлагают использовать следующий подход, построенный на комплексе различных методических рекомендаций [Khoroshilova, 2020].

1. Провести анализ для определения различных отклонений наукоемкого предприятия от продиктованных внешней средой требований, принять во внимание существующие тенденции и факторы ее развития. Задействовать гибридный подход для проведения качественного анализа внешней среды.

2. Провести диагностическое обследование внутреннего потенциала, которым располагает наукоемкое предприятие. Использовать методику

для проведения оценки степени значимости факторов внутренней среды, определить уровень их выполнимости.

3. Произвести идентификацию адаптивных задач/целей. Произвести ментальное разделение целей/задач механизмов, входящих в систему управления наукоемким предприятием.

4. Определить все потенциальные альтернативные возможности для развития сформированных бифуркационных точек. На основе цикличности развития наукоемкого предприятия определить вектор путей адаптивного развития.

5. Произвести отбор наиболее приоритетных систем, отвечающих за процесс управления. Разработать методику, которая позволила бы проводить отбор наиболее приоритетных систем на основе синтеза различных групп параметров.

6. Провести цифровизацию наиболее важных компонентов, входящих в систему наукоемкого предприятия. Специалистами или экспертами должны быть разработаны новые методические рекомендации, направленные на качественное проведение цифровой трансформации.

7. Разработать многокомпонентную программу по адаптивному развитию включающую: систему идентификации ресурсов, углубления целей, приоритетности задач и т.д. В итоге будет получена оценка каждого отдельного индикатора/показателя в рамках цифровой адаптации.

Методика формирования индикативной оценки уровня качества управляющей системы наукоемкого предприятия / Methodology for forming an indicative assessment of the quality level of the management system of a knowledge-intensive enterprise

В рамках проведенного авторами исследования было определено, что для получения оценки качества/эффективности индикаторов, входящих в системы, отвечающие за процесс управления наукоемкими предприятиями, лучше всего применять прямой и косвенный методы. Так сущность прямого метода состоит в том, что оценка формируется из учета только частных показателей, которые и определяют показатели управления. Рассчитывается данный интегральный параметр, как среднегеометрический показатель факторов, оперяющих успех/качество действующей на предприятии системы управления. На i -ом этапе данный показатель рассчитывается по формуле:

$$P_{k_{yi}} = \sqrt[N]{U_{j=1}^N (1 + P_{k_{yx}}^{b1})(1 + P_{k_{yx}}^{b2})} - 1N, \quad (1)$$

где $P_{k_{yi}}$ – совокупный показатель, характеризующий уровень эффективности работы системы, отвечающей за управление; $P_{k_{yx}}^{b1}$ – отдельные группы, характеризующие эффективность; $b1, b2$ – факторы успеха; N – количество групп – фактор, приносящий успех наукоемкому предприятию, данный показатель стремится к максимальному значению.

На каждом следующем этапе совокупный показатель эффективности работы наукоемкого предприятия может быть определен по формуле:

$$P_{k_{yi+1}} = \sqrt[N]{U_{j=1}^N (1 + P_{k_{yx+1}}^{b1})(1 + P_{k_{yx+1}}^{b2})} - 1. \quad (2)$$

Подход на основе анализа всех компонентов, входящих в систему управления наукоемким предприятием, подразумевает что оценка качества используемой на наукоемком предприятии системы управления может быть получена за счет обобщающего индикатора эффективности. Тогда оценка компонентов, определяющих эффективность системы управления наукоемким предприятием должна проводиться через суммарный показатель, в структурный состав которого входят показатель, определяющий эффективность/качество системы управления ($P_{c_{yi}}$) и показатель, определяющий эффективность фактической работы наукоемкого предприятия ($P_{n_{pi}}$). Суммарный индикатор может быть рассчитан по формуле:

$$P_{c_{ni}} = \sqrt{P_{c_{yi}} \times P_{n_{pi}}};$$

$$P_{c_{ni+1}} = \sqrt{P_{c_{yi+1}} \times P_{n_{pi+1}}}. \quad (3)$$

Оценка, предполагающая сравнение эффективности управления определяется за счет процедуры сравнения суммарных индикаторов эффективности $P_{c_{ni}}$ и $P_{c_{ni+1}}$ в разный временной период работы предприятия. Интеллектуальное включение различных компонентов в состав цифровой трансформации наукоемкого предприятия способствует качественному повышению эффективности его работы в рамках комплексной цифровой экосреды, также необходимо отметить, что цифровые каналы связи, цифровые платформы, механизмы передачи данных и используемое на наукоемком предприятии программное обеспечение, оказывают дополнительный синергетический эффект на показатели эффективности. Процесс непосредственной разработки инновационной цифровой экосреды на наукоемком предприятии включает в себя:

- проработку стратегии и видения развития цифрового наукоемкого предприятия;

• определение степени зрелости наукоемкого предприятия, проработку маркеров, которые затем позволят идентифицировать цели для цифровой трансформации.

При создании цифровой экосреды необходимо проработать вопросы, связанные с защитой данных/информации. Это позволит применять перспективные бизнес-решения на основе самых инновационных информационно-цифровых технологий, к примеру технологии облачного хранения данных. Авторы предлагают следующий взгляд на цифровую систему наукоемкого предприятия (рис. 2).

Созданная цифровая экосреда позволит наукоемкому предприятию оптимизировать время, которое оно затрачивает на проектирование, интеграцию и последующую техническую поддержку систем, относящихся к информационному типу. Технология цифровых двойников даст возможность проведения практических экспериментов в рамках виртуальной среды, что позволит уменьшить число натурных испытаний (весьма дорогостоящих), и сократит в разы время выхода продукта на рынок, что позволит в последствии занять на нем более выгодные позиции. Отметим также, что у менеджмента предприятия появляется возможность делегирования части своих

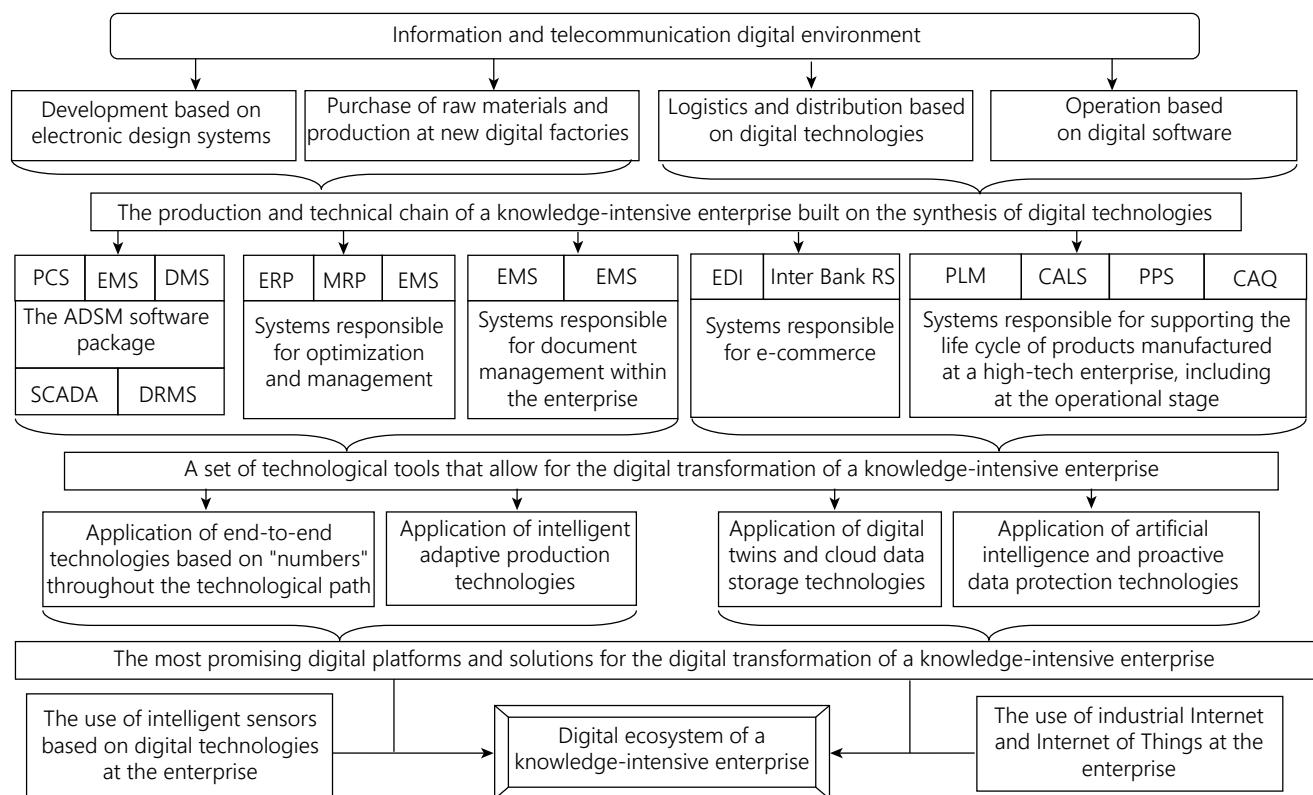
полномочий в рамках разработки управленческих решений – искусственному интеллекту. Цифровая среда создаст нужные условия для трансформации бизнес-процессов, переведет их на новую качественную основу.

Высокий уровень изменчивости цифровой среды оказывает влияние на высокотехнологичные предприятия: они испытывают острую потребность в цифровизации своих бизнес-процессов. Решение такой сложной задачи невозможно в короткий период, так как вначале необходимо провести оцифровку только тех процессов и элементов, которые в данный момент работают качественно/эффективно с позиции времени и финансовых затрат. Если процессу цифровизации подвергнуть группы процессов с низким уровнем эффективности, продолжительные по времени, и требующие значительных финансовых затрат, высоких показателей результативности достичь будет невозможно. Следовательно, данные обстоятельства вынуждают наукоемкие предприятия выполнять проекты по реинжинирингу бизнес-процессов, которые уже изначально предполагают существенные финансовые инвестиции на обновление предприятия [Абдулаева, 2019].



Составлено авторами по материалам исследования

Рис. 2. Цифровая среда наукоемкого предприятия: содержательные аспекты



Compiled by the authors on the materials of the study

Fig. 2. Digital environment of the knowledge-intensive enterprise: meaningful aspects

Качественное улучшение работы бизнес-структур наукоемкого предприятия возможно за счет применения концепции реинжиниринга. Цифровая трансформация организационной структуры наукоемкого предприятия возможна только после проведения проектно-организационных изменений. В процессе анализа зарубежных и отечественных научных работ было установлено, что основная цель реализации концепции реинжиниринга в сфере работы бизнес-процессов состоит в достижении определенного показателя конкурентоспособности наукоемкого предприятия, а также повышении уровня качества и эффективности работы за счет оптимизации продолжительности бизнес-процесса, а также уменьшения показателей стоимости процесса. Проведение преобразований разного типа позволит наукоемкому предприятию адаптироваться к сложным и быстро изменяющимся факторам внешней цифровой среды. Основы, составляющие разработки обновленного бизнес-процесса, которые в обязательном

порядке необходимо принимать во внимание [Harika, 2021], что:

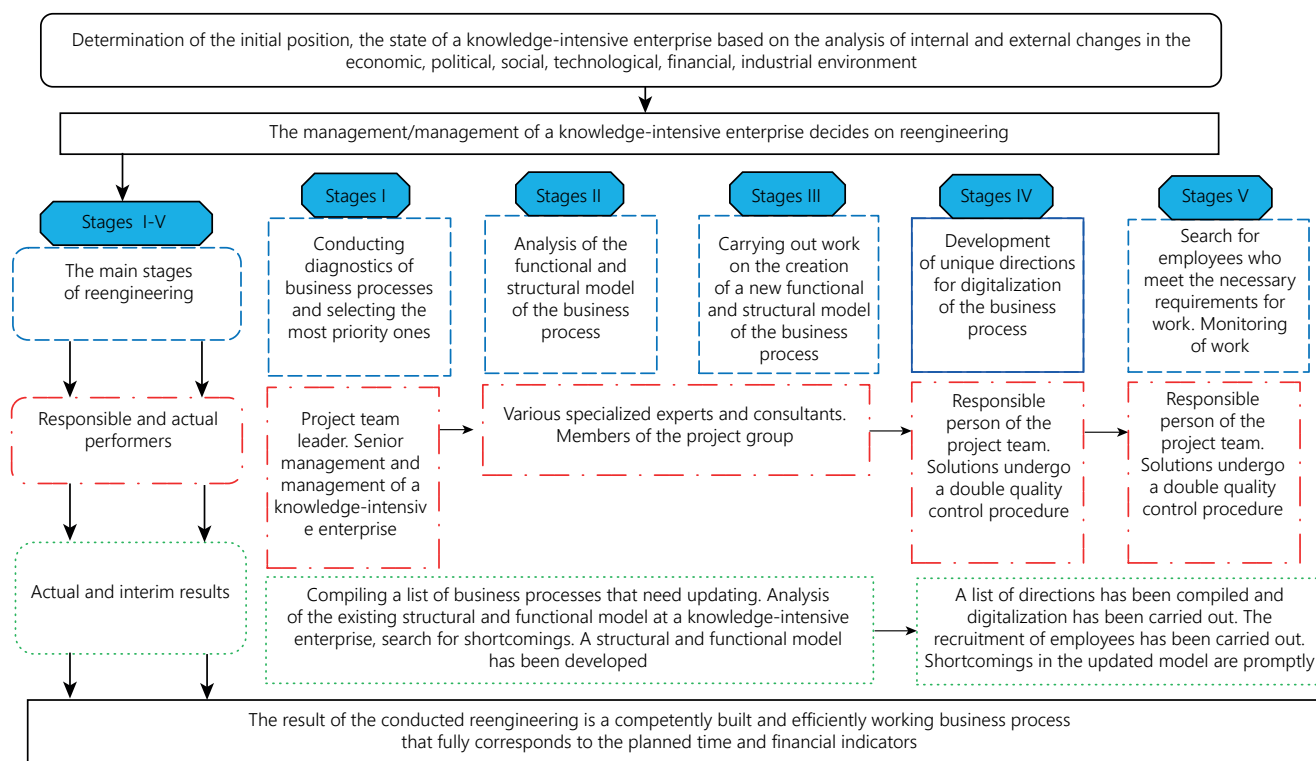
- возможность включения в один процесс двух и более подпроцессов позволит горизонтально сократить продолжительность бизнес-процесса;
- фактические исполнители должны иметь возможность самостоятельно разрабатывать и принимать управленческие решения, что в итоге позволит осуществить вертикальное сжатие бизнес-процесса;
- необходимо оптимизировать количество и частоту проверок и согласований, которые были намечены в границах бизнес-процесса.

Рассмотрев практический отечественный и зарубежный опыт внедрения реинжиниринга на наукоемких предприятиях, авторы предлагают концептуальную схему проведения на наукоемких предприятиях процесса реинжиниринга с целью адаптации их работы условиям цифровой среды (см. рис. 3). Структурным образом данный процесс можно представить, разделив его на основные стадии.



Составлено авторами по результатам исследования

Рис. 3. Практические рекомендации по проведению процесса реинжиниринга наукоемких предприятий для работы в цифровой среде



Compiled by the authors on the materials of the study

Fig. 3. Practical recommendations for re-engineering knowledge-intensive enterprises to operate in a digital environment

Первая стадия. Специалисты/эксперты должны произвести расчет интегрального показателя работы бизнес-процесса наукоемкого предприятия на основе качества и эффективности его работы:

- качественная (балльная) оценка работы бизнес-процесса;
- оценка показателей стоимости бизнес-процесса;
- оценка временной продолжительности работы бизнес-процесса;
- практический эффект работы бизнес-процесса;
- разделение и оценка бизнес-процесса по каждому отдельному параметру.

Вторая стадия. Созданная на предприятии проектная группа должна построить реальную модель, показывающую механизмы реализации обновленного бизнес-процесса, описать временные и материальные затраты.

Третья стадия. Реализация проектных мероприятий, связанных с разработкой, реализацией инновационной структурно-функциональной схемы работы процессов, которая построена на основе учета работы прошлых систем, а значит должна учитывать и прошлые ошибки.

Четвертая стадия. Происходит отбор основных направлений для последующего проведения цифровизации, созданных на более ранних стадиях бизнес-процессов. Основным элементом процесса реинжиниринга бизнес-процессов являются передовые инновационные информационно-цифровые технологии, которые качественным образом способны усилить положительный синергетический эффект от разработки бизнес-процессов.

Пятая стадия. Руководство/менеджмент наукоемкого предприятия производит набор и обучение сотрудников, которые в последствии будут работать в рамках нового бизнес-процесса. Желательно, чтобы при приеме руководство/менеджмент предприятия руководствовался оценками экспертов.

Заключение / Conclusion

Эффективный реинжиниринг на современных наукоемких предприятиях возможен, только если в его основе будет находиться правильным образом выстроенный комплекс из методических рекомендаций/положений, где красной нитью будут проходить процессы цифрового обновления. Это позволит не только значительным образом повысить показатели эффективности работы наукоемких предприятий, но и снизить производственные затраты, повысить общий уровень качества производимых на наукоемком предприятии товаров. Техническая защита информации, которая находится в рамках цифровой экосреды наукоемкого

предприятия является ключевым компонентом для организации работы системы управления на принципиально новом, ином уровне, а значит, безусловно, менеджмент предприятия должен следить за степенью защиты, актуализировать ее своевременно, использовать при этом преимущественно отечественные программы. В ходе проведенного авторами исследования были проанализированы различные подходы и технологии, позволяющие провести реинжиниринг бизнес-процессов в рамках цифровой трансформации. Их обобщение позволило разработать методику, которая включает в себя шесть основополагающих этапов.

Первый этап. Произвести расчет интегрального показателя работы бизнес-процессов наукоемкого предприятия на основе следующих составляющих: качество/надежность, результат, продолжительность бизнес-процесса.

Второй этап. Созданная проектная группа должна осуществить построение модели (реальной) работы бизнес-процессов, приоритетных для осуществления работ по перепроектировке, с учетом времени и финансовых затрат на каждый этап.

Третий этап. Разработать методические рекомендации, направленные на разработку более новой версии структурных и функциональных схем работы процессов, принимая во внимание недочеты ранних версий.

Четвертый этап. Определить вектор развития цифровизации созданных моделей. Основным аспектом реинжиниринга в сфере бизнес-процессов являются инновационные передовые цифро-информационные технологии, которые усиливают эффект от обновленных бизнес-процессов.

Пятый этап. Необходимо осуществить подбор сотрудников, обладающих нужными знаниями/компетенциями или повысить квалификационный уровень уже работающих на предприятии сотрудников с целью эффективной работы в рамках нового бизнес-процесса. Процесс подбора сотрудников может проходить согласно экспертной оценке квалификационного уровня, определенного при создании бизнес-процесса, тогда необходимо осуществить расчет такого показателя, как уровень квалификации в контексте двух измерений: требуемый и фактический.

Шестой этап. Интеграция обновленного бизнес-процесса в действующую структуру предприятия, с последующим обеспечением контроля. Работа в условиях обновленного бизнес-процесса должна проходить только после того, как все документы/инструкции/положения были доведены до работников.

В дальнейших исследованиях необходимо сосредоточиться на таких направлениях, как: анализ и оценка уровня развития человеческого потенциала на наукоемком предприятии; роль и место технологий

искусственного интеллекта в системе управления предприятием; трансформация вопросов, связанных с управлением жизненным циклом продукции в условиях нового экономико-производственного уклада.

Список литературы

- Абдулаева А.Д., Гашимова Л.Г. (2019). Особенности реинжиниринга бизнес-процессов на современных предприятиях // Региональные проблемы преобразования экономики. № 5 (103). С. 143–148. <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2019-5-143-148>
- Вострецов К.А. (2016). Совершенствование интегрального метода оценки устойчивости предприятий // Проблемы экономики. №1 (71). С. 23–27.
- Королев Г.В., Баринов В.А. (2019). Реинжиниринг бизнес-процессов как инструмент успешного ведения бизнеса // Бюллетень науки и практики. Т. 5, № 12. С. 281–291. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/32>
- Мартынов Л.М. (2011). Концепция адаптивного управления наукоемкими и высокотехнологичными предприятиями в современной бизнес-среде // Проблемы экономики. № 2. С. 116–119.
- Сазонов А.А., Колосова В.В., Внучков Ю.А. (2018). Методы оценки и анализа экономической эффективности инновационной деятельности предприятия // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Экономика. № 2. С. 180–187. <https://doi.org/10.18384/2310-6646-2018-2-180-187>
- Bhaskar L.H. (2017). Business process reengineering: A process based management tool // Serbian Journal of Management. V. 13. No. 1. Pp. 63–87. <https://doi.org/10.5937/sjm13-13188>
- Harika A., Sunil Kumar M., Anantha Natarajan V., Kallam S. (2021). Business process reengineering: issues and challenges // Proceedings of Second International Conference on Smart Energy and Communication. Algorithms for Intelligent Systems. Singapore: Springer. Pp. 363–382. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6707-0_35
- Khoroshilova O.V., Bokovaya N.V., Kavyrshina O.A., Novikova N.E., Dedova E.S., Timofeeva E.M. (2020). Assessment of efficiency and effectiveness of the enterprise economic security management system // Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management (RuDEcK 2020). Pp. 284–289. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200730.053>
- Kurina T. (2021). Development of the innovative economy based on the transformation of the knowledge-intensive enterprises // Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference “Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth” (MTDE 2021), Ekaterinburg, April 15–16, 2021. SHS Web of Conferences. V. 106 / Ed. by A.D. Nazarov. Art. 01030. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110601030>
- Poloskov S., Zheltenkov A., Braga I., Kuznetsova I. (2020). Adaptation of high-tech knowledge-intensive enterprises to the challenges of industry 4.0 // Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020). Divnomorskoe village, August 19–30, 2020. E3S Web of Conferences. V. 210 / Ed. by D. Rudoy, A. Olshevskaya and V. Kankhva. Art. 13026. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021013026>

References

- Abdulaeva A.D. and Gashimova L.G. (2019), “Features of re-engineering of business processes in modern enterprises”, *Regional Problems of Transforming the Economy*, no. 5 (103), pp. 143–148. (In Russian). <https://doi.org/10.26726/1812-7096-2019-5-143-148>
- Bhaskar L.H. (2017), “Business process reengineering: A process based management tool”, *Serbian Journal of Management*, vol. 13, no. 1, pp. 63–87. <https://doi.org/10.5937/sjm13-13188>
- Harika A., Sunil Kumar M., Anantha Natarajan V. and Kallam S. (2021), “Business process reengineering: issues and challenges”, *Proceedings of Second International Conference of Smart Energy and Communication. Algorithms for Intelligent Systems*. Springer, Singapore, pp. 363–382. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6707-0_35
- Khoroshilova O.V., Bokovaya N.V., Kavyrshina O.A., Novikova N.E., Dedova E.S., and Timofeeva E.M. (2020), “Assessment of efficiency and effectiveness of the enterprise economic security management system”, *Proceedings of the Russian Conference on Digital Economy and Knowledge Management (RuDEcK 2020)*, pp. 284–289. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200730.053>
- Korolev G.V., and Barinov V.A. (2019), “Reengineering business processes as a tool for successful business”, *Bulletin of Science and Practice*, vol. 5, no. 12, pp. 281–291. (In Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/49/32>
- Kurina T. (2021), “Development of the innovative economy based on the transformation of the knowledge-intensive enterprises”, *Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference “Modern Management Trends and the Digital Economy: from Regional Development to Global Economic Growth” (MTDE 2021), Ekaterinburg, Russia, April 15–16, 2021*, SHS Web of Conferences, vol. 106, ed. by A.D. Nazarov, art. 01030. <https://doi.org/10.1051/shsconf/202110601030>
- Martynov L.M. (2011), “The concept of adaptive management of knowledge-intensive and high-tech enterprises in the modern business environment”, *Problemy ekonomiki*, no. 2, pp. 116–119. (In Russian).
- Poloskov S., Zheltenkov A., Braga I., and Kuznetsova I. (2020), “Adaptation of high-tech knowledge-intensive enterprises to the challenges of industry 4.0”, *Innovative Technologies in Science and Education (ITSE-2020)*. Divnomorskoe village, Russia, August 19–30, 2020. E3S Web of Conferences, vol. 210, ed. by D. Rudoy, A. Olshevskaya and V. Kankhva, art. 13026. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021013026>
- Sazonov A.A., Kolosova V.V., and Vnuchkov Yu.A. (2018), “Methods of assessment and analysis of economic efficiency of enterprise’s innovative activity”, *Bulletin of the Moscow Region State University. Series: Economics*, no. 2, pp. 180–187. (In Russian). <https://doi.org/10.18384/2310-6646-2018-2-180-187>
- Vostretsov K.A. (2016), “Improving the integral method of assessing the sustainability of enterprises”, *Problemy Ekonomiki*, no. 1 (71), pp. 23–27. (In Russian).