

М.Ф. Баймухамедов, А.М. Баймухамедова*, Г.С. Баймухамедова, М.С. Аймурзинов

Костанайский социально-технический университет им. академика З. Алдамжар, Костанай, Казахстан

¹ *bmf45@mail.ru*, ² *djanin50@gmail.com*, ³ *gulzada48@mail.ru*, ⁴ *ams-66@mail.ru*

¹ <https://orcid.org/0000-0002-9879-1992>, ² <https://orcid.org/0000-0002-2358-0007>,

³ <https://orcid.org/0000-0002-3689-4224>, ⁴ <https://orcid.org/0000-0003-1287-8913>

Цифровая трансформация предприятий в условиях цифровизации экономики

Аннотация

Цель: Основная цель цифровой трансформации предприятий — повысить их конкурентоспособность за счет обеспечения эффективности и на основе философии бережливого производства, применения методов повышения производительности на промышленных предприятиях.

Методы: Рассмотрены приложения цифровой трансформации, которые будут реализованы на цифровизированных предприятиях, методы применения этих приложений, условия, обучение и консультационные услуги по внедрению.

Результаты: Показаны основные результаты цифровой трансформации, отмечена важность применения прикладного программного обеспечения и приложений цифровой трансформации: ERP (планирование ресурсов предприятия), MES (системы управления производством), программные приложения, основанные на платформе IoT (Интернет вещей), технологии 3D-печати, блокчейна, больших данных, облачных вычислений и т.д. Цифровую трансформацию предприятия следует начинать с подготовки дорожной карты, которая должна быть реализована после внедрения методов бережливого производства на производстве.

Выводы: Приложения цифровой трансформации выполнены интегрированно, к ним можно подключить каждую машину и оборудование на цифровизированном предприятии с использованием технологии облачных вычислений. Следует отметить, что цифровая трансформация предприятий потребует проведения больших и сложных мероприятий по применению цифровых технологий и программных приложений в производстве и в сфере управления.

Ключевые слова: цифровая трансформация, цифровизированное предприятие, приложения, цифровые технологии, эффективность, конкурентоспособность.

Введение

Новая цифровая революция меняет сегодняшние способы производства, цепочки поставок и создания добавленной стоимости. Индустрия 4.0 — один из драйверов цифровой трансформации промышленности, представляет собой концепцию организации производства, где дополнительная ценность обеспечивается за счет интеграции физических объектов, процессов и цифровых технологий, при которой в режиме реального времени осуществляется мониторинг физических процессов, принимаются децентрализованные решения, а также происходит взаимодействие машин между собой и людьми. Сквозная цифровизация всех физических активов и их интеграция создают основу для перехода от массового производства к массовой индивидуализации, повышается гибкость производства, сокращается время освоения новой продукции, что позволяет реализовывать новые бизнес-модели и применять индивидуализированный подход работы с клиентами. Все это в значительной степени повышает эффективность и конкурентоспособность предприятий промышленности (Баймухамедов, 2021).

В ноябре 2020 г. в Казахстане создан Центр инжиниринга и цифровой трансформации, с помощью которого правительство намерено улучшить работу государственных ИТ-систем и ускорить работу по цифровизации экономики республики.

Основные цели цифровой трансформации:

- 1) обеспечение непрерывности и устойчивости практик производительности на предприятиях;
- 2) создание интегрированной цифровой производственной структуры, включающей процессы управления и производства на предприятиях;

* Автор-корреспондент.

E-mail address: *djanin50@gmail.com*

- 3) обеспечение трансформации бизнеса с внешним миром в цифровой гармонии и цифровой совместимости;
- 4) подготовка бизнеса к трансформации Индустрии 4.0;
- 5) увеличение потенциала обучения цифровой трансформации и консультационных услуг на местном уровне;
- 6) определение уровней производительности предприятий и обеспечение их готовности к применению сертификата эффективности;
- 7) обучение практиков цифровой трансформации (технологических интеграторов) на местном уровне.

По прогнозам ведущих мировых экспертов, к 2022 г. 40 % мировой экономики будет цифровой, и внедрение технологий цифровизации экономики, позволяющих государству, бизнесу и обществу эффективно взаимодействовать, становится все более масштабным и динамичным процессом. Расширение роли информационных технологий в работе частного и государственного секторов является основой для перехода к цифровому государству. Для этих целей и была разработана Госпрограмма «Цифровой Казахстан».

Обзор литературы

Цифровая трансформация и роботизация зарекомендовали себя во многих сферах человеческой деятельности и обладают многообещающими перспективами развития. Робототехнические комплексы (РТК) используются на предприятиях для автоматизации производственного процесса, во время чрезвычайных происшествий для оперативной и безопасной помощи (Юревич, 1994). Применение цифровых технологий и робототехники связано с оптимизацией процесса — снижением издержек и сроков, а также с качественным улучшением результата. Например, их использование на автомобильных заводах сокращает производственный цикл, повышает качество продукции, устраняет фактор человеческой ошибки.

Современные технологии кардинально меняют всё больше и больше отраслей, начиная с промышленности и заканчивая индустрией развлечений. Но зачем бизнесу цифровая трансформация? И как провести её правильно? Ответы на эти вопросы можно найти у руководителей известных международных и российских компаний. Авторы работы (Кулагин, 2019) объясняют, почему в цифровую эпоху выживание бизнеса напрямую зависит от его способности быстро адаптироваться под запросы клиентов и почему изменения нужны даже там, где всё и так хорошо.

Методика цифровой трансформации бизнеса прошла проверку у сотен руководителей малого и среднего бизнеса по всему миру (Matt, 2020). В её основе лежат исследования американского университета MIT о влиянии технологий на менеджмент. Опираясь на данные Центра исследования информационных технологий в Школе менеджмента Слоуна при Массачусетском технологическом институте, авторы работы (Вайл, 2018) пришли к выводу, что цифровизация вынуждает компании переходить от цепочек создания добавленной стоимости к экосистемам и достигать более глубокого понимания потребностей конечных потребителей.

Питер Вайл и Стефани Ворнер (Вайл, 2018) предлагают провести аудит вашей компании, перейти к глубокому пониманию конечных клиентов и составить чёткий план действий по развитию прибыльной цифровой экосистемы. Именно к этому сейчас стремятся крупнейшие работодатели западных компаний.

Как внедрение искусственного интеллекта влияет на бизнес? Заменят ли роботы людей? И какие отрасли будут автоматизированы в первую очередь? Ответы на эти вопросы дают Равин Джесутан и Джон Будро, признанные специалисты по управлению персоналом в цифровую эпоху, в своей работе «Рейнжиниринг бизнеса. Как грамотно внедрить автоматизацию и искусственный интеллект» (Джесутан, 2018). Они не ограничиваются одной лишь теорией, а предлагают собственную модель трансформации, с помощью которой компании могут подобрать оптимальное сочетание машинного и человеческого труда.

После 40 лет вдумчивого руководства и весьма успешного лидерства Том Сибел — один из самых выдающихся предпринимателей и лидеров Кремниевой долины — собрал свои наработки в книге «Цифровая трансформация. Как выжить и преуспеть в новую эпоху» (Сибел, 2019). Здесь представлены знания о всех важных цифровых технологиях, которыми должен владеть каждый руководитель: большие данные, интернет вещей, облачные вычисления и, конечно, искусственный интеллект.

Он вовлекает нас в интересное обсуждение изменяющихся технологий, а также предоставляет дорожную карту по использованию новых возможностей для цифровой трансформации в бизнесе.

Методы

Включение прикладного программного обеспечения в приложения цифровой трансформации — ожидаемая и желательная ситуация во время цифровой трансформации. Сюда, прежде всего, следует отнести: ERP (планирование ресурсов предприятия), MES (системы управления производством), программные приложения основаны на платформе IoT (интернет вещей), технологии 3D-печати, блокчейна, больших данных, облачных вычислений и т.д. (Сибел, 2019; Прохоров, 2019). Эти приложения выполняются интегрированно, к ним можно подключить каждую машину и оборудование на цифровизированном предприятии с использованием технологии облачных вычислений (Sorescu, 2021).

В результате, поскольку сценарии приложений цифровой трансформации для предприятия могут быть созданы с использованием различных вариантов, цифровую трансформацию предприятия следует начинать с подготовки дорожной карты цифровой трансформации. Дорожная карта цифровой трансформации предприятия должна быть подготовлена после внедрения методов бережливого производства на производстве.

Определение этапов оцифровки экономической производственной линии. Этапы цифровизации производства выполняются в соответствии с предыдущим шагом, Дорожной картой цифровой трансформации. На следующем этапе готовится матрица приоритетов цифровой трансформации.

Данный этап направлен, прежде всего, на то, чтобы вывести производительность предприятия на новый уровень благодаря цифровизации, а также на получение таких компетенций, как повышение качества, динамическое управление и способность быстро адаптироваться. Матрица приоритетов цифровой трансформации включает в себя управление ресурсами предприятия, производством, поставками, и клиентами, сбор данных с машин, анализ цикла, балансировка линий, анализ первопричин и т.д.

Прежде чем перейти к этому этапу, необходимо определить сценарии, называемые «сценариями использования» для реализации цифровой трансформации в соответствии с моделью продукта. Во время создания этих сценариев потребуется инфраструктура интернета вещей, а также соответствующее оборудование и программное обеспечение. Датчики, исполнительные механизмы и прочие технические устройства должны использоваться в соответствии с техническими характеристиками машин на производственных линиях предприятия (Goldfarb, 2019).

Необходимо определить оборудование, которое будет получать / экспортировать данные с таких устройств, нужно выявить технические характеристики робота / кобота, который будет применяться на производственной линии, аппаратную и программную инфраструктуру, которая позволит передавать информацию на платформу IoT (Pflaum, 2018). Кроме того, при необходимости, следует определить, какое дополнительное оборудование и программное обеспечение следует использовать, например, умные очки.

Технологии, которые можно использовать на цифровизированном предприятии. Этот раздел включает технологии, которые можно использовать на цифровизированном предприятии, в сценариях применения и альтернативных уровнях приложений. Можно создавать прикладные решения на разных уровнях для каждого сценария использования, и эти уровни, естественно, будут влиять на стоимость приложений. На предприятии следует применять следующие технологии и приложения: приложение Enterprise Resource Planning (ERP), интернет вещей IoT, облачные вычисления, большие данные, искусственный интеллект, аддитивное производство, дополненная реальность, система управления производством (MES), интеллектуальная логистика, интеллектуальный склад, жизненный цикл продукта (PLC) и т.д. Важно создать модульную структуру, которая являлась одной бы из важнейших функций приложений Индустрии 4.0. Каждый сценарий использования, разработанный с этой точки зрения, можно оценить как модуль, и каждый из них может производить данные или информацию, которые необходимы другому модулю (Кулагин, 2019).

Целью модульной структуры цифровизированного предприятия является не формирование наилучшего и самого высокого уровня из всех сценариев использования современных технологий, которые оно применяет, а создание примеров приложений на соответствующих уровнях таким образом, чтобы информация была предоставлена как можно большему количеству различных потребителей продукции данного предприятия.

В рамках Индустрии 4.0 важно использовать (Maresova, 2018):

- платформы для анализа больших данных и искусственного интеллекта. Непременным условием применения приложений искусственного интеллекта в рамках Индустрии 4.0 являются процессы сбора, обработки и создания ценности из «данных». Сбор, агрегация и хранение данных, необходимые для этого, могут выполняться платформой интернета вещей или интегрированными с ней платформами больших данных.

Некоторые из этих платформ предназначены для выполнения аналитики только статических данных, в то время как другие поддерживают приложения аналитики в реальном времени для «поточных данных» (живые данные). Важно, чтобы платформа больших данных могла быть полностью и без проблем интегрирована с используемой платформой интернета вещей. В частности, аналитические методы, применяемые к оперативным (поточным) данным, должны быть реализованы таким образом, чтобы не влиять на другие функции платформ IoT;

- сбор данных с машин и стандов: информация, которую можно получить со всех возможных машин и стандов, используемых на заводе. Он включает в себя получение данных через ПЛК и / или датчиков и передачу на платформу. Хотя некоторые из этих данных определяются выбранными сценариями использования, некоторые из них (рабочее состояние, вибрация, напряжение, температура и т.д.) будут существовать при любых условиях. Датчики и исполнительные механизмы для применения, в частности, на сборочных линиях, будут напрямую связаны с выбранным продуктом, процессом и сценариями, которые будут использоваться в производственном процессе;

- цифровые рабочие инструкции: в этом приложении задания операторов и подробные сведения о них отображаются на экране. Информация для оператора получается путем считывания карточки сотрудника на тех же экранах, и при необходимости оператору могут быть представлены специальные рабочие инструкции. С другой стороны, с помощью этого экрана / устройства можно контролировать статус доступности сотрудников. Важно использовать современные и инновационные технологии и методы взаимодействия человека и компьютера. Например, сенсорные экраны могут использоваться для взаимодействия с сотрудником, а также для аудио- и визуального взаимодействия в более продвинутых решениях (Almedia, 2020).

Когда система камер расположена на этих экранах, есть возможность как для обработки изображений, так и для записи изображений. Вариант использования может выходить за рамки фиксированной рабочей станции и распространяться на конкретные бизнес-процессы, такие как операции по техническому обслуживанию. Например, в любой непредвиденной ситуации операции, которые должен выполнять оператор по обслуживанию или контролю, могут быть показаны с аудио и видео, и это может быть выполнено без ошибок и с высоким качеством (Milanesi, 2020);

- помощник сотрудника и СОП (стандартная процедура оператора). Помощник сотрудника — это вспомогательная система, которая может помочь оператору в производственном процессе с помощью изображений и текстов, а также видеорассказов о том, что оператор будет делать и как это делать. Информация от датчиков и ПЛК может использоваться для предотвращения ошибок в работе, выполняемой оператором.

При сборе данных, которые будут использоваться в рамках сценариев использования анализа времени цикла, рабочие задания и операции также могут быть предоставлены в рамках этих сценариев. Данный сценарий использования, который имеет два разных типа применения, с одной стороны, обеспечивает обучение на рабочем месте, с другой — собирает информацию о времени в реальном производственном процессе с помощью датчиков, обеспечивая повышение качества, позволяя операторам выполнять их работу с минимальными ошибками при производстве (Вайл, 2018);

- Smart Energy: со сценарием использования Smart Energy можно создать «энергоэффективные производственные линии» путем обработки данных, в основном взятых из платформы ERP и IoT, с помощью искусственного интеллекта и / или методов оптимизации (Rachinger, 2019);

- интеллектуальная логистика: при таком сценарии использования гарантируется, что оператор заберет нужную коробку с супермодели (или полки промежуточного склада) в нужное время и принесет ее к соответствующему прилавку. Для этого, применяя очки дополненной реальности, оператор правильно ориентируется, и верификация выполняется во время получения коробки с помощью своего рода носимого считывающего устройства. В процессе передачи соответствующего ящика на правильный счетчик оператор получает инструкции, а проверка выполняется с помощью носимого считывающего устройства. Транзакции, совершаемые в рамках этого варианта использования, могут выполняться с применением разных технологий и на разных уровнях. Например, в то время как опера-

тор может руководствоваться письмом через очки, можно управлять процессом с помощью методов навигации и обработки изображений в более сложных приложениях. На еще более продвинутом уровне возможно использование автономных роботов и автоматизированных транспортных средств;

- *Cobot* (Кобот) и приложения для роботов: важно создать условия использования роботов и / или коботов на некоторых производственных участках цифровизированного предприятия. Хотя создание робота-штабелера (укладчика) может быть выполнено очень легко, приложения роботов / коботов, работающих на сборочных линиях, входят в число задач, которые необходимо выполнять с намного большей стоимостью и точностью. Существуют разные мнения о том, что приложения коботов еще недостаточно зрелы, полуавтономные коботы, которые могут ощущать свою среду, взаимодействовать и безопасно работать с людьми в той же среде, начали появляться в промышленной отрасли республики. Используя роботов или коботов на различных этапах производства, полезно учитывать затраты и окупаемость (Джесутан, 2018);

- профилактическое обслуживание: с помощью приложений искусственного интеллекта можно выполнять профилактическое обслуживание, используя данные, собранные с машин. Например, если изменение величины тока, потребляемого станком с ЧПУ во время его работы с определенными оборотами в минуту, и изменение частоты вибрации создают возможную картину отказа, это можно будет обнаружить с помощью текущих данных (в режиме реального времени *Data*) и методов машинного обучения. Своевременное техническое обслуживание машины до того, как она выйдет из строя, возникнут дефекты производства, которые могут возникнуть в будущем: потеря энергии, времени, остановка линии и т.д.; значительно повысит производительность и качество, предотвратив аварийные ситуации;

- дополненная реальность: приложение дополненной реальности может быть реализовано на различных участках предприятия. Например, может быть использовано приложение дополненной реальности, которое гарантирует, что правильные действия выполняются в правильном порядке и правильным образом при обслуживании машины, также можно применять учения, сделанные с помощью изображений, и звук в рамках стандартных процедур оператора с приложением дополненной реальности. Точно так же его можно использовать в рамках сценария в среде *Smart Logistics*.

Результаты

Внедрение на предприятиях республики современных цифровых технологий и сценариев использования программных приложений на базе платформ IoT (интернет вещей), технологии 3D-печати, блокчейна, больших данных, облачных вычислений и дополненной реальности позволит в короткие сроки увеличить производительность и эффективность производственных процессов, повысить рентабельность и конкурентоспособность предприятий. При этом на предприятиях следует внедрить следующие меры:

- *осуществление цифрового контроля качества.* Цифровизация систем контроля качества может принести компаниям значительные выгоды. В этом сценарии использования можно реализовать сценарий безбумажного контроля качества, чтобы оцифровать результаты измерений контроля качества и оценить результаты измерений. На этом уровне результаты измерений могут быть перенесены в цифровую среду, и точность может быть определена мгновенно, и решается, будет ли продукт продолжен в следующих процессах. В случае возникновения проблемных продуктов в результате измерений может быть сгенерирован автоматический сигнал тревоги и / или обеспечено управление производственным менеджером на предыдущих операциях. На следующем уровне этого сценария использования можно установить системы контроля качества, которые могут проводить измерения независимо от людей. На этом уровне могут применяться такие технологии, как обработка изображений, робот / кобот, искусственный интеллект, где выбор техники зависит от продукта;

- *мониторинг производственной линии.* С помощью сценария «Мониторинг производственной линии» можно создать сценарий использования, который позволит реализовать приложения искусственного интеллекта, такие как «Профилактическое обслуживание», а также повысить эффективность и качество благодаря расширению мониторинга, контролю и проверяемости. В этом сценарии использования, который может быть реализован на разных уровнях, можно очень подробно контролировать каждую машину и линию. В данный сценарий могут быть включены такие элементы, как мгновенная генерация сигналов тревоги при выходе из строя какого-либо устройства или линии. Такие действия, как профилактическое обслуживание, динамическое изменение рабочего процесса и

эффективное вмешательство, благодаря мгновенному анализу многих данных с помощью приложений искусственного интеллекта, также входят в сферу действия этого сценария;

- *мониторинг и оценка производительности.* Данное мероприятие выделяется как сценарий использования, который позволяет легко обнаруживать возможные неисправности путем цифрового мониторинга, оценки и анализа всех показателей производительности завода с применением различных методов. Его можно отслеживать на заводе или использовать в качестве варианта присенения на уровне сотрудников. В частности, в рамках этого варианта использования рассматриваются расчеты ОЕЕ. Мониторинг и оценка производятся на уровне предприятия, мастерской, производственной линии, рабочего места, станка, смены и оператора, а также объема производства, количества брака, уровня качества, рабочих показателей, удовлетворенности сотрудников, клиентов и поставщиков и т.д. Его можно рассматривать как вариант применения, который может обеспечивать мониторинг и оценку с помощью соответствующих метрик;

- *анализ и оценка времени цикла.* С помощью этого сценария использования, который обычно применяется на сборочных линиях, можно отследить и проконтролировать такие элементы, как мгновенные данные в рабочем процессе, время перехода, время цикла и потеря скорости на рабочих участках. Динамическая балансировка линий выполняется путем анализа текущих данных, а также мгновенного отслеживания. Поскольку анализ возможен как по сменам, так и по станциям и операторам, можно предоставить предложения по динамической балансировке линии в соответствии с объемом спроса и ограничениями по времени производства. Он также сможет предупреждать руководителей производства, генерируя аварийные сигналы, поскольку известно среднее время цикла. Кроме того, он позволяет проводить более глубокий анализ, например, сравнивать критерии эффективности каждого оператора и одного и того же оператора в разные смены;

- *внедрение платформы IoT (интернет вещей).* Через эту платформу будут передаваться собираемые данные со всех подразделений предприятия. Это структура, которая гарантирует, что работники предприятия будут получать и использовать доступ к той информации, которую они хотят, и только для которой они авторизованы, в соответствии с промышленными стандартами.

Кроме того, данная платформа должна быть в структуре, в которой все приложения сценариев, используемые на предприятии, могут быть безопасно интегрированы. Например, такие приложения, как мониторинг производственной линии, анализ времени цикла, цифровая тень, механизм производительности, аналитика данных, будут получать данные на этой платформе или данные, собранные и сохраненные через эту платформу. Эти приложения должны иметь возможность безопасной интеграции с платформой IoT.

Характеристики этой платформы, которая является одним из неизменных условий процесса Индустрии 4.0, должны быть тщательно описаны и выбраны.

Будет много модулей и интегрированных программных приложений, которые будут работать на цифровизированном предприятии. Эти приложения могут быть размещены на внутренней серверной структуре или могут работать в облачных сервисах, некоторые из которых будут переданы на аутсорсинг. Необходимо создать локальную облачную инфраструктуру и убедиться в том, что и платформа IoT, и другие платформы, и программное обеспечение работают в этой структуре.

Выводы

В заключение следует отметить, что цифровая трансформация предприятий потребует проведения больших и сложных мероприятий по применению цифровых технологий и программных приложений в производстве и в сфере управления.

При этом важное место занимает определение человеческих ресурсов для цифровизированных предприятий. Желательно, чтобы человеческие ресурсы, которые будут работать на уровне менеджера, инструктора и консультанта по цифровой трансформации предприятия, имели теоретический и практический опыт в области бережливого производства и повышения производительности. Шансы на успех, начатые с менеджерами, тренерами и консультантами, не имеющими опыта в методах повышения производительности и эффективности производства, весьма рискованны.

При выборе человеческих ресурсов для принятия на себя ответственности на уровне менеджера, инструктора и консультанта на производственном предприятии необходимо этим лицам обладать компетенциями в предметах, которые могут входить в сферу деятельности предприятия, особенно в бережливом производстве и цифровизации. Этому персоналу было бы полезно раньше участвовать в

проектах цифровой трансформации. Персонал, который будет работать над цифровой трансформацией предприятий, можно скомпоновать следующим образом:

- *тренер по цифровым приложениям*: сотрудники, работающие полный или неполный рабочий день, которые проводят практическое и теоретическое обучение работе персонала с целью повышения компетенции и потенциала предприятий в области цифровой трансформации;

- *консультант по цифровой трансформации*: сотрудники, работающие полный или неполный рабочий день, которые направляются на предприятия и предоставляют индивидуальные консультации в процессе цифровой трансформации бизнеса с целью повышения компетенции и потенциала предприятий в области цифровой трансформации.

Тренер по цифровым приложениям и консультант по цифровой трансформации может быть одним и тем же лицом и осуществлять данные функции, однако рекомендуется, чтобы они были разными сотрудниками.

Для обеспечения устойчивости деятельности цифровизированных предприятий предполагается, что ими будет управлять Совет директоров, обладающий статусом юридического лица. С другой стороны, также предусматривается, что приложения цифровой трансформации, реализованные на промышленных предприятиях посредством обучения и консультационных услуг, будут объединены в сеть сотрудничества, чтобы быстро распространиться по всей нашей стране. Эти сети позволяют делиться опытом применения приложений цифровой трансформации и обмениваться тренерами и консультантами.

Сеть сотрудничества на предприятиях будет поддерживаться через веб-портал, на котором, наряду с функциями инструкторов и консультантов, размещаются примеры передовой практики и обучающие презентации цифровой трансформации.

Список литературы

- Прохоров А. Цифровая трансформация. Анализ, тренды, мировой опыт / А. Прохоров. — М.: Альянс Принт, 2019. — 235 с.
- Баймухамедов М.Ф. Перспективы развития цифровизации и роботизации в промышленной сфере Казахстана / М.Ф. Баймухамедов // Журн. «Актуальные научные исследования в современном мире». — Вып. 8. — 2021. — С. 56–63.
- Кулагин В. Digital @ Scale. Настольная книга по цифровизации бизнеса / В. Кулагин. — М.: «Альпина паблишер». Бизнес, 2019. — 286 с.
- Вайл П. Цифровая трансформация бизнеса / П. Вайл. — М.: Альпина паблишер. Бизнес, 2018. — 319 с.
- Промышленная робототехника и гибкие автоматизированные производства: Опыт разработки и внедрения // под ред. Е.И. Юревича. — Л.: Ленингр. изд., 1994. — 224 с.
- Джесутан Р. Реинжиниринг бизнеса. Как грамотно внедрить автоматизацию и искусственный интеллект / Р. Джесутан. — М.: Альпина паблишер. Бизнес, 2018. — 331 с.
- Сибел Т. Цифровая трансформация. Как выжить и преуспеть в новую эпоху / Т. Сибел // Digital Transformation © 2019 by Thomas M. Siebel. Cover © Regan McCamey and Jay McNair.
- Fernando A. The Challenges and Opportunities in the Digitalization of Companies in a Post-COVID-19 World. Santo Jose Duarte s, Moneiro Jose Augusto. / A. Fernando // *IEEE ENGINEERING MANAGEMENT REVIEW*, 2020 — Vol. 48 Issue 9, — № .3, P 92–107
- Goldfarb Avi. Tucker Catherine. Digital Economics. // *Journal of Economic Literature*, — 2019. — Vol.57 Issue 1. 3–43.
- Demchenko D. *How robots will change the world*. Retrieved from <https://ain.ua/special/robots-vs-humans/>
- Maresova P. et al., „Consequences of industry 4.0 in business and economies”, *Economies*, 2018, vol. 6, № 46. P. 1–14
- Milanesi C., Digital transformation and digital divide post COVID-19. Accessed: May 8, 2020. [Online]. Retrieved from: <https://www.forbes.com/sites/carolinamilanesi/2020/05/11/digital-transformation-and-digital-divide-post-covid-19/#6b142e8a1656>
- Matt D.T. “SME 4.0: The Role of Small- and Medium-Sized Enterprises in the Transformation,” / D.T. Matt / *Industry 4.0 for SMEs*, — 2020, P. 3–36. Springer International Publishing.
- Pflaum A. “The IoT and digital transformation: Toward the data-driven enterprise”, / A. Pflaum / *IEEE Pervasive Comput.* 2018. Vol. 17, — № 1, — P. 87–91. Program “Digital Kazakhstan”. <https://egov.kz/cms/ru/digital-kazakhstan>
- Rachinger M. “Digitalization and its influence on business model innovation”, / M. Rachinger *Journal of Manufacturing Technology Management*, — 2019. Vol. 30, — № 8, P. 1143–1160.
- Sorescu A. Innovation in the digital economy: a broader view of its scope, antecedents, and consequences. // *Journal of the Academy of Marketing Science*, — 2021, — Vol. 49 Issue 6, P. 627–631.

М.Ф. Баймухамедов, А.М. Баймухамедова, Г.С. Баймухамедова, М.С. Аймурзинов

Кәсіпорындарды экономиканы цифрландыру шартында цифрлық трансформациялау

Аңдатпа

Мақсаты: Кәсіпорындарды цифрлық трансформациялаудың негізгі мақсаты — өндірістік кәсіпорындардағы өнімділікті жоғарылату әдістерін қолдана отырып, тиімділікті қамтамасыз ету арқылы және ұсақ өндіріс философиясына негізделген бәсекегеқабілеттілікті арттыру.

Әдістер: Цифрландырылған кәсіпорындарда енгізілетін цифрлық трансформация қосымшалары, осы қосымшаларды қолдану әдістері, шарттары, оқыту мен кеңес беру қызметтері пайдаланылды.

Нәтижелер: Цифрлық трансформацияның негізгі нәтижелері көрсетілген, қолданбалы бағдарламалық қамтамасыз ету мен цифрлық трансформация қосымшаларын қолданудың маңыздылығы айтылған: ERP (кәсіпорын ресурстарын жоспарлау), MES (өндірісті басқару жүйелері), IoT платформасына негізделген бағдарламалық қосымшалар (Интернет заттары), 3D басып шығару технологиясы, Blockchain, Big Data, Cloud Computing және т.б. Кәсіпорынның цифрлық трансформациясын жол картасын дайындаудан бастау керек, ол өндірісте үнемді өндіріс әдістерін енгізгеннен кейін дайындалуы керек.

Қорытынды: Цифрлық трансформация қосымшалары интегралды түрде жұмыс істейді және бұлтты есептеу технологиясын қолдана отырып, цифрландырылған кәсіпорындағы барлық машиналар мен жабдықтарға қосыла алады. Кәсіпорындарды цифрлық трансформациялау өндірісте және басқару саласында цифрлық технологиялар мен бағдарламалық қосымшаларды қолдану бойынша үлкен және күрделі іс-шараларды жүргізуді талап ететінін атап өткен жөн.

Кілт сөздер: цифрлық трансформация, цифрландырылған кәсіпорын, қосымшалар, цифрлық технологиялар, тиімділік, бәсекегеқабілеттілік.

M.F. Baimukhamedov, A.M. Baimukhamedova, G.S. Baimukhamedova, M.S. Aimurzinov

Digital transformation of enterprises in the conditions of digitalization of the economy

Abstract

Object: The main goal of digital transformation of enterprises is to increase their competitiveness by ensuring efficiency and based on the philosophy of lean manufacturing to use methods of increasing productivity in industrial enterprises.

Methods: Digital transformation applications that would be implemented in digitalized enterprises, methods of using these applications, conditions, training and consulting services for implementation were considered.

Results: The main results of digital transformation were shown, the importance of using applied software and digital transformation applications was noted: ERP (enterprise resource planning), MES (production management systems), software applications based on the IoT platform (Internet of Things), 3D printing technology, Blockchain, Big Data, Cloud Computing, etc. The digital transformation of the enterprise should begin with the preparation of a roadmap, which should be prepared after the implementation of lean manufacturing methods in production.

Conclusions: Digital transformation applications run in an integrated manner and can be connected to every machine and equipment in a digitalized enterprise using cloud computing technology. It should be noted that the digital transformation of enterprises will require large and complex events for the use of digital technologies and software applications in production and management.

Keywords: digital transformation, digitalized enterprise, applications, digital technologies, efficiency, competitiveness.

References

- Prokhorov, A. & Konik, L. (2019). Tsifrovaia transformatsiia. Analiz, trendy, mirovoi opyt [Digital transformation. Analysis, trend, world experience]. — Moscow: Alians Print, 235 [in Russian].
- Baymukhamedov, M.F., Boranbayev, A.S., & Zhikeyev, A.A. (2021). Perspektivy razvitiia tsifrovizatsii i robotizatsii v promyshlennoi sfere Kazakhstana [Perspectives of development of digitalization and robotization in industrial field of Kazakhstan] // Aktualnye nauchnye issledovaniia v sovremennom mire, 8, 56–63 [in Russian].
- Kulagin, V. Sukharevski, A. & Meffert, Y. (2019). Digital @ Scale. Nastolnaia kniga po tsifrovizatsii biznesa [Handbook on business digitalization] // Moscow: Alpina publisher. Biznes, 286 [in Russian].
- Vayl, P. & Vorner, S. (2018). Tsifrovaia transformatsiia biznesa [Digital transformation of business] // Moscow: Alpina publisher. Biznes, 319 [in Russian].
- Promyshlennaia robototekhnika i gibkie avtomatizirovannye proizvodstva: Opyt razrabotki i vnedreniia [Industrial Robotics and Flexible Manufacturing Systems] (1994) // Ye.I. Yurevich (Ed.). Leningrad: Leningradskoe izdatelstvo, 224 [in Russian].

- Dzhesutan, R. & Budro, Dz. (2018). *Reinzhiniring biznesa. Kak gramotno vnedrit avtomatizatsiiu i iskusstvennyi intellekt* [Reengineering of business. How to implement automatization and artificial intellect]. Moscow: Alpina publisher. Biznes, 331 [in Russian].
- Sibel, T. (2019). *Tsifrovaia transformatsiia. Kak vyzhit i preuspet v novuiu epokhu* [Digital Transformation. How to survive and succeed in new era]. Cover © Regan McCamey and Jay McNair [in Russian].
- Fernando A., Santo Jose Duarte s, & Moneiro Jose Augusto. (2020). The Challenges and Opportunities in the Digitalization of Companies in a Post-COVID-19 World. *IEEE ENGINEERING MANAGEMENT REVIEW*, Vol. 48(9), 3, 92–107.
- Goldfarb, A. (2019). Tucker Catherine. Digital Economics. // *Journal of Economic Literature*, 57 (1), P 3–43.
- Demchenko, D. (2018). *How robots will change the world*. Retrieved from <https://ain.ua/special/robots-vs-humans/>
- Maresova P. et al., (2018). “Consequences of industry 4.0 in business and economies,” *Economies*, 6, (46), 1–14.
- Milanesi, C. (2020). Digital transformation and digital divide post COVID-19. Accessed: May 8. Retrieved from: <https://www.forbes.com/sites/carolinamilanesi/2020/05/11/digital-transformation-and-digital-divide-post-covid-19/#6b142e8a1656>
- Matt, D.T. & Rauch, E. (2020). “SME 4.0: The Role of Small- and Medium-Sized Enterprises in the Transformation,” *Industry 4.0 for SMEs*, Springer International Publishing 3–36.
- Pflaum, A. & Golzer, P. (2018). “The IoT and digital transformation: Toward the data-driven enterprise,” *IEEE Pervasive Comput.*, 17, (1), 87–91.
- Program “Digital Kazakhstan”. Retrieved from: <https://egov.kz/cms/ru/digital-kazakhstan>
- Rachinger M., Rauter R., Muller C., Vorraber, W. & Schirgi, E. (2019). “Digitalization and its influence on business model innovation”, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 30 (8), 1143–1160.
- Sorescu, A. & Schreier, M. (2021). Innovation in the digital economy: a broader view of its scope, antecedents, and consequences // *Journal of the Academy of Marketing Science*, 49 (6), 627–631.