

DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-3-34-43

УДК 658.51:004.9

ПОТЕРИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ: МЕТОДЫ ВЫЯВЛЕНИЯ, ОЦЕНКИ, СНИЖЕНИЯ

Х.И. Фаттахов

Казанский (Приволжский) федеральный университет
Россия, 420008, Казань, ул. Кремлевская, 18

Р.Х. Исмагилов

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ
(Лениногорский филиал)
Россия, 423250, Лениногорск, пр-т Ленина, 22

Введение. Современный этап развития мировой хозяйственно-экономической системы характеризуется всё более возрастающим применением современных цифровых технологий в производственной деятельности. Ведущими экономистами и специалистами по организации производства анонсируется четвертая промышленная революция и массовый переход промышленных предприятий в «цифру» в рамках концепции «Индустрия 4.0». Вместе с тем, феномен цифровой экономики недостаточно изучен в научной литературе, остаются дискуссионными её специфические свойства и последствия применения в хозяйственной деятельности, что может привести к экономически нерелевантным затратам на внедрение новых технологий. Представляется целесообразным разработать соответствующий методический инструментарий для превентивного выявления возможных ошибок в процессе «цифровизации» производственной деятельности.

Данные и методы. Авторами рассмотрены особенности инструментов цифровой экономики, её возможности и результаты потенциального применения на промышленном предприятии. На примере производства холодильной продукции выявлены и описаны специфические потери при производстве продукции, обусловленные характерными чертами цифровой экономики, такие как: потери от недостаточности/неточности информации; потери от искажения информации; потери от непредсказуемости человеческого поведения; потери из-за локальной оптимизации, потери из-за ошибки прогнозирования; потери от отказа оборудования/потери информации, потери от манипулятивных действий, потери от избыточной обработки информации.

Полученные результаты. Результатом разработанной авторами методики выявления потерь в цифровой экономике является предложение основных направлений деятельности, в рамках которой возможно сократить негативные последствия выявленных потерь или полностью нивелировать их: проведение цифровых преобразований только после определения «узких мест», готовности предприятия к цифровым преобразованиям, соответствия глобальных целей предприятия целям цифровизации; проведение «гибких» настроек оборудования, не противопоставление цифровым решениям интеллектуальных способностей сотрудников; создание устойчивых цифровых решений; отказ от избыточности при реализации цифровых преобразований.

Заключение. Результаты исследования могут быть использованы в качестве теоретической основы для построения комплексной системы управления проектами автоматизации производственных процессов на отечественных предприятиях

Сведения об авторах:

Хамит Ильдусович Фаттахов (канд. экон. наук, khamit.fattakhov@mail.ru), доцент кафедры Экономики производства.

Руслан Хабирович Исмагилов (канд. экон. наук, mavr78@list.ru), доцент кафедры Экономики менеджмента.

On authors:

Khamit I. Fattakhov (Cand. Sci. (Economy), khamit.fattakhov@mail.ru), Assistant Professor of the Chair of Economics Productions.

Ruslan Kh. Ismagilov (Cand. Sci. (Economy), Assistant Professor, mavr78@list.ru), Assistant Professor of the Chair of Economics Management.

Ключевые слова: цифровая экономика, повышение производительности, производственные потери, организация производства, индустрия 4.0, контроль работы оборудования

Для цитирования:

Фаттахов В.И., Исмагилов Р.Х. Потери в цифровой экономике: методы выявления, оценки, снижения // Организатор производства. 2018. Т.26. №3. С. 34-43. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-3-34-43

**LOSSES IN DIGITAL ECONOMY:
METHODS OF IDENTIFICATION, ASSESSMENT, DECREASE**

Kh.I. Fattakhov

Kazan Federal University
18, Kremlevskaya St., Kazan, 420008, Russia

R.Kh. Ismagilov

Leninogorsk Branch the Kazan National Research Technical University of A.N. Tupolev – KAI
22, Lenin Av., Leninogorsk, 423250, Russia

Introduction. The present stage of development of world economic and economic system is characterized by increasing use of modern digital technologies in production activity. The leading economists and experts in the organization of production announce the fourth industrial revolution and mass transition of the industrial enterprises to "digit" within the concept "the Industry 4.0". At the same time, the phenomenon of digital economy is insufficiently studied in scientific literature, there are debatable its specific properties and consequences of application in economic activity that can lead to economically irrelevant costs of introduction of new technologies. It is advisable to develop the corresponding methodical tools for preventive identification of possible mistakes in the course of "digitalization" of production activity.

Data and methods. Authors have considered features of tools of digital economy, possibility and results of potential application at the industrial enterprise. On the example of production of refrigerating production the specific losses at production caused by characteristic features of digital economy such as are revealed and described: losses from insufficiency/inaccuracy of information; losses from distortion of information; losses from unpredictability of human behavior; losses from local optimization, loss because of a forecasting error, losses from refusal of equipment/loss of information, loss of manipulative actions, losses from superfluous information processing.

Results. In digital economy the offer of the main activities within which it is possible to reduce negative consequences of the revealed losses or to completely level them is result of the technique of identification of losses developed by authors: implementation digital transformations only after definition of "bottlenecks", readiness of the enterprise for digital transformations, compliance of the global purposes of the enterprise to the "digitalization" purposes; carrying out "flexible" settings of the equipment, not opposition to digital decisions intellectual abilities of employees; creation steady digital decisions; refusal of redundancy at realization of digital transformations.

Conclusion. Results of a research can be used as a theoretical basis for creation of a complex control system of projects of automation of productions at the industrial enterprises

Key words: digital economy, increase in productivity, production losses, organization of production, industry 4.0, control of operation of the equipment

For citation:

Fattakhov Kh.I., Ismagilov R.Kh. (2018). Losses in digital economy: methods of identification, assessment, decrease. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(3), 33-43. DOI: 10.25065/1810-4894-2018-26-3-33-43 (in Russian)

Введение. В современных условиях мировой хозяйственно-экономической деятельности происходит переход промышленности на новый технологический уклад, сформированный на основе широкого применения новейших ИТ («цифровых») технологий в сфере больших данных [1], робототехники, мехатроники, виртуальной реальности, трехмерного моделирования, автоматизации интеллектуальной деятельности. Данный феномен получил название «цифровой экономики» или концепция «Индустрия 4.0» [2].

Развитые страны Европы, Северной Америки, а также Япония активно разрабатывают и внедряют государственные программы цифровой экономики [3],[4] обеспечивая процесс сопровождения и наблюдения за процессами, происходящими при внедрении новых достижений [5]. В России также была принята программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [6], направленная на скорейшее внедрение цифровых технологий в деятельность хозяйствующих субъектов. Общий объем финансирования по данной целевой программе составляет 521 млрд. рублей до 2024 года [7]. Данные факты говорят об актуальности исследования феномена цифровой экономики для выявления ее потенциальных возможностей, результатов, а также выявления потенциальных проблем, связанных с её развитием.

Практическая проблема заключается в том, что внедрение цифровых технологий в Российской Федерации в производственной деятельности сопровождается рядом особенностей, присущих российской системе управления:

- реализация заявленных мероприятий зачастую происходит в авральном режиме, на волне всеобщей эйфории по поводу возможностей цифровой экономики;
- внедрение мероприятий происходит без учета специфики деятельности заинтересованных предприятий, что приводит к тиражированию типовых решений, не всегда подходящих под конкретную управленческую ситуацию;
- редко используется система предварительного тестирования инструментов цифровой экономики для выявления потенциальных ошибок и потерь;
- частая смена управленческих сигналов, обусловленная недостаточной подготовленностью руководства хозяйствующих субъектов и

нежеланием проводить планирование своей деятельности.

Все это приводит к высоким затратам на внедрение новых технологий в промышленности на начальном этапе, а затем к еще большим затратам на исправление ошибок, допущенных на этапе внедрения технологий. Известное правило «10-10-10» говорит о том, что затраты, допущенные на этапе планирования, приводит к десятикратному росту затрат на этапе производства, а дальше к десятикратному росту затрат во время эксплуатации внедряемых технологий или продуктов по отношению к затратам на производство [8].

Вышесказанное обуславливает необходимость разработки методического инструментария, направленного на превентивное выявление потенциальных ошибок, которые могут быть допущены в процессе внедрения инструментов цифровой экономики, что позволит оценить и сократить затраты хозяйствующих субъектов на внедрение цифровых технологий в производственную деятельность и повысить эффективность их применения.

Данные и методы: Научная проблема заключается в том, что недостаточно изучен сам феномен цифровой экономики, ее специфические свойства и последствия ее применения, как в хозяйствующих субъектах, так и в отраслях экономики в целом. Соответственно, возникает вопрос, насколько существующие методы предупреждения проблем, известные в литературе и практике деятельности управленцев и экономистов, адекватно отвечают новым вызовам цифровой экономики. На наш взгляд, специфика цифровой экономики заключается прежде всего в том, что в ней в роли объекта управления выступают не материальные объекты, а информация в форме различного рода данных [9]. Кроме того, важно отметить, что в рамках цифровой экономики резко возрастает скорость передачи информации и принятия решений, чтократно повышает цену ошибки и неверно принятого управленческого решения.

В настоящее время существует широкий арсенал методов, направленных на выявление потерь в производственной деятельности и предупреждение потенциальных ошибок проектирования и имплементации новых продуктов и технологий. Сюда можно отнести такие инструменты, как метод «7 видов потерь в бе-

режливом производстве», диверсионный анализ, обратная мозговая атака, инструменты теории решения изобретательских задач, методы управления рисками и т.д. [10], [11], [12]. Данные методы хорошо работают в ситуации работы с материальными объектами и относительно приемлемой скоростью принятия управленческих решений [13], [14]. В то же время описанная нами специфика цифровой экономики обуславливает необходимость разработки новых, или, по крайней мере, адаптацию существующих инструментов под новые вызовы.

Целью данной статьи является выявление специфических видов потерь в цифровой экономике и выявление их потенциальных причин и последствий, а также структуризация основных направлений снижения данных потерь. Поставленная цель определила следующие задачи статьи:

1. Определить возможности и результаты, обусловленные внедрением инструментов цифровой экономики.

2. Выявить специфические потери, обусловленные использованием инструментов цифровой экономики.

3. Предложить направления снижения потерь в цифровой экономике.

Объектом исследования являются предприятия промышленной сферы, занятые внедрением инструментов цифровой экономики в производство продукции.

Предметом исследования являются потери, возникающие при производстве промышленной продукции при использовании инструментов цифровой экономики.

Результаты: Описанные в статье результаты исследования получены на базе детального анализа производства холодильных приборов, производимых на предприятии АО «ПО Завод имени Серго» (г.Зеленодольск, Республика Татарстан). Применение цифровой экономики при производстве бытовых холодильных приборов несут в себе следующие преимущества и результаты, обобщенные в таблице 1.

Таблица 1

Возможности и социально-экономические результаты цифровизации
производственных процессов

Table 1

Opportunities and socio-economic results of digitalization of production processes

№ п/п	Возможность	Социально-экономические результаты
1	Снижение затрат времени на передачу информации.	Сокращение производственного цикла.
2	Снижение затрат времени на поиск информации.	Снижение затрат времени инженеров, конструкторов, технологов. Рост мотивации и вовлеченности в работу.
3	Рост качества создаваемых проектов новых холодильников.	Рост конкурентоспособности продукции, возможности роста цены.
4	Рост скорости создания новых продуктов за счет 3d моделирования и 3d печати.	Рост скорости обновления модельного ряда, ускорение оборачиваемости капитала.
5	Рост безопасности создаваемых продуктов (холодильников) за счет предварительного виртуального тестирования.	Рост конкурентоспособности продукции, возможности роста цены.
6	Сокращение затрат ресурсов на проведение натуральных испытаний за счет применения виртуального тестирования моделей продуктов.	Снижение себестоимости производства продукции, рост прибыли компании.
7	Рост скорости и объема производства холодильников за счет применения станков с ЧПУ.	Ускорение оборачиваемости капитала, высвобождение ценных кадров для использования в других видах деятельности.

Источник: составлено авторами

Анализ таблицы показывает, что применение инструментов цифровой экономики обеспечивает широкий спектр социально-экономических результатов, раздвигает возможности производственной системы, резко увеличивает скорость протекания многих процессов, снижает цену и масштаб ошибок при проведении исследовательских работ, а также повышает мотивацию сотрудников за счет передачи множества рутинных и тяжелых операций на машинные ресурсы. Это обуславливает необ-

ходимость скорейшего перевода производственной деятельности в «цифру» и автоматизации большого числа процессов для высвобождения интеллектуальных и иных ресурсов системы для решения более важных и сложных задач.

В то же время цифровизация производственных процессов предполагает наличие определенных проблем. Выявление и структуризация данных проблем позволила определить следующие виды потерь в цифровой экономике (табл. 2).

Таблица 2

Потери, возникающие при цифровизации производственных процессов

Table 2

Losses arising from the digitalization of production processes

№	Вид потерь	Причина возникновения	Последствия
1	Недостаточность / неточность информации.	Нечеткая оценка необходимого и достаточного объема требуемой информации.	Ошибки в принятии управленческих решений и их ускоренное тиражирование на различных уровнях управления.
2	Потеря связи/искажение информации.	Возможные технические помехи при передаче информации, а также сознательное искажение заинтересованными субъектами акцентов при трансляции информации.	Процесс управления реагирует либо с опозданием, либо выдает неправильную команду. Исполнение происходит также либо с запаздыванием, либо в неправильном режиме.
3	Непредсказуемость человеческого поведения.	Мотивы человеческого поведения недостаточно изучены и имеют свойство к изменению во времени в целях для максимального удовлетворения собственных интересов конкретного субъекта.	Принятие решений происходит по алгоритмам, которые не успевают за динамикой мотивов деятельности людей, что приводит к действиям, которые не вписываются в заявленную программу и срывают достижение планируемых результатов.
4	Потери из-за локальной оптимизации.	Рассмотрение проблемы происходит на низком уровне, либо в интересах отдельной узкой группы лиц.	Проблема перебрасывается на более высокий уровень управления, либо ущемляются интересы широкого круга лиц.
5	Ошибка прогнозирования.	Применение недостаточно обоснованных методов прогнозирования; излишнее доверие к теоретическим методам.	Расхождение между целевыми параметрами деятельности и реально достигаемыми параметрами.
6	Отказ оборудования/потеря информации.	Технические помехи, недостаточный уход за оборудованием, нехватка ресурсов и желания сохранять большие объемы информации.	Потеря мелких, но важных деталей информационного обеспечения приводит к серьезным срывам в реализации главных функций производственного процесса.
7	Манипулятивное поведение с помощью цифровых технологий.	Умышленное искажение информации, некорректная трактовка информации, манипулятивная подача отдельных фактов.	Искажение реальной картины в сознании большого числа субъектов в интересах узкой группы лиц.
8	Избыточная обработка информации	Недостаточное внимание к вопросам жестких принудительных ограничений при оценке необходимого и достаточного количества информации.	Повышенные затраты времени, ресурсов на обработку абсолютно бесполезной информации.

Источник: составлено авторами

Для иллюстрации описанных выше потерь опишем реальную производственную ситуацию, связанную с внедрением в производственную деятельность промышленного предприятия по производству холодильных приборов программно-аппаратного комплекса «NAVIMAN».

Система NAVIMAN (разработка компании «Солвер») представляет собой программно-аппаратный комплекс, позволяющий осуществлять в режиме реального времени контроль работы технологического оборудования и производственного персонала, а также предоставляет доступ к нормативно-справочной информации. Назначение системы заключается в предоставлении необходимых оперативных и аналитических данных об эффективности использования технологического оборудования и персонала, а также о состоянии выполнения сменных заданий. Область применения: машиностроительные предприятия, заинтересованные в кратном росте производительности труда, а также в кратном сокращении объема закупок нового технологического оборудования [15].

Система NAVIMAN позволяет путем снятия телеметрической информации с оборудования и оперативной передачи информации о причинах простоев в интерактивном режиме с планшета оператора станка определять время полезной работы («зеленая зона»), технологической подготовки («желтая зона»), потерь («красная зона»).

Время полезной работы определяется в данном случае как время работы оборудования с непрерывным преобразованием изготавливаемой детали (продукции) из состояния «заготовка» в состояние «годная деталь» по оптимальной управляющей программе. Виды этой категории времени определяются только автоматическим считыванием информации с электронной системы управления оборудованием (стойка ЧПУ или аналогового прибора):

- Работа по ЧПУ-программе.
- Работа с отклонением от ЧПУ программы.

– Шпиндель вращается под нагрузкой (для универсального оборудования или старых ЧПУ).

Время технологической подготовки определяется как время остановки оборудования для штатных технологических операций, которое можно минимизировать программным пошаговым алгоритмом для конкретной детали в режиме реального времени с применением си-

стемы навигационного управления NAVIMAN. Виды этой категории времени определяются только интерактивным ручным вводом с планшета оператора станка, а шаги таких видов определяются автоматически по программе навигации:

- Переналадка на партию деталей.
- Наладка на деталь.
- Отладка управляющей программы (УП).

Время потерь определяется как время остановки оборудования по различным организационным причинам, которое можно минимизировать дискретными (или однократными) распорядительными действиями на основе причинно-следственного анализа событий. Данная категория времени детализирована до следующих видов затрат времени:

- Регламентированные потери.
- Нерегламентированные потери.
- Неопределенные потери.

По утверждению разработчиков программы, применение системы NAVIMAN позволяет значительно сократить время «желтых» и «красных» зон, тем самым увеличив время полезной работы станка и соответственно увеличив производительность оборудования, за счет организационных и технологических мер, которые будут разработаны на основе данных, полученных системой в процессе функционирования, что является одним из применений концепции «Индустрии 4.0» и цифровой экономики.

Однако в процессе опытной эксплуатации системы NAVIMAN на промышленном предприятии, авторами наблюдались следующие виды потерь:

1. Потери из-за недостаточности / неточности информации.

Система NAVIMAN снимала в автоматическом режиме информацию только о времени простоя того или иного оборудования. Причину простоя должен вносить оператор станка в интерактивном режиме с планшета, который был установлен на оборудовании. Зачастую наблюдалось недостоверное указание причин простоя (вносился простой по причине «контроль на станке», тогда как причины простоя были самыми различными), из-за нежелания операторов указывать реальные причины простоя или по причине нехватки времени, или по причине отсутствия мотивации к указанию верных при-

чин простоя оборудования. Таким образом, информация о причинах простоя на станке в системе NAVIMAN оказывалась некорректной и не могла служить основной для разработок корректирующих мероприятий по сокращению простоев оборудования.

2. Потеря связи / искажения информации.

Также зачастую случались и «зависания» планшетов на рабочих местах, что приводило к потере связи и как следствие, потери актуальной информации о простоях оборудования, и к дискредитации самой системы. Операторы не могли выбрать нужную причину и в результате переставали работать с планшетом или «нажимали» одну и ту же причину простоя, для экономии времени.

3. Непредсказуемость человеческого поведения.

В ряде случаев в результате опытной эксплуатации было замечено, что некоторые операторы «обманывали» систему NAVIMAN. Так, были зафиксированы ситуации, когда шпиндель станка работал не под нагрузкой, полезных действий станок не производил, но система показывала «зеленое» время, то есть время полезной работы, в то время как оператор станка на рабочем месте отсутствовал.

4. Ошибка прогнозирования.

Существовали вопросы и в отнесении тех или иных причин простоев к различным режимам работы оборудования. Так, причина «контроль работы на станке» могла быть отнесена как к полезному времени работы оборудования, так и ко времени технологической настройки. Причина «смена режимов работы» тоже могла быть отнесена к полезному времени работы, если проводилась менее 3-х минут, так как мелкие поднастройки оборудования проводились постоянно. На станках с ручной настройкой (не ЧПУ) время технологической наладки («желтой зоны») занимало до 60% времени, тогда как с другой стороны это было время полезной работы станка. То есть, имело место расхождение между математической моделью и реальным производственным процессом.

5. Отказ оборудования.

Происходили случаи выхода из строя оборудования. Очевидно, что при отказе работы планшета или оборудования по съему телеметрической информации очевидно, что актуальная

информация о времени работы оборудования и причинах простоя терялась.

6. Потери из-за локальной оптимизации.

Наименее очевидная потеря, но одна из самых серьезных. Локальная оптимизация работы на отдельном взятом оборудовании совсем не обязательно приводила к оптимизации производственного процесса в целом, а в ряде случаев наоборот, приводила к сокращению производительности системы в целом и к повышению уровня незавершенного производства на отдельных рабочих местах. То есть применение системы NAVIMAN могло быть оправдано только в том случае, если руководством предприятия или цеха проводились комплексные целенаправленные мероприятия по повышению производительности труда с точно определенными оцифрованными целями и детализированными и персонифицированными задачами, когда система NAVIMAN использовалась только как один из организационных инструментов. Наглядно подобная проблема описана в широко известной книге Элияху Голдрата «Цель» [16]. К этой же потере можно отнести проблему совместности различных информационных баз и возможный конфликт интересов информационных систем, обслуживающих различные сферы производственной деятельности.

С точки зрения авторов потери в цифровой экономике описывают в целом серьезную проблему, которая может сопровождать хозяйственную деятельность человека при переводе её в «цифру». Неустойчивость цифровых данных и каналов связи, неполнота информации, на основании которой будут управляться автоматические и полуавтоматические системы, повышенная волатильность, высокая скорость принятия решений, непредсказуемость человеческого поведения в перспективе могут свести на нет все преимущества цифровой модернизации, и даже парализовать производственную деятельность отдельно взятого предприятия, если процесс цифровизации пойдет достаточно глубоко. Возможные последствия потерь в цифровой экономике могут быть значительными. Например, увеличение скорости принятия решений можеткратно увеличить «цену» ошибки. При внедрении цифровых технологий возникнет иллюзия обладания полными данными, на основе которых могут возникать непродуманные решения, отрицательно влияющие на хозяйственную

деятельность объектов экономической деятельности. Потери каналов связи могут парализовать целые отрасли экономики, а потери из-за локальной оптимизации будут приводить к повышенным затратам на себестоимость продукции и к сокращению инвестиционного капитала предприятий. Кроме того, нельзя сбрасывать со счетов и непредсказуемость человеческого поведения. Жизнь всегда богаче всех математических моделей и перевод управления промышленными механизмами на автоматический и полуавтоматический режим может приводить к серьезным технологическим катастрофам.

Инструменты для устранения возможных потерь в цифровой экономике требуют более глубокой проработки и осмысления, однако уже сейчас можно выделить основные направления корректирующих воздействий, обусловленные необходимостью учета специфики цифровой экономики, в рамках которой возможно сократить негативные последствия выявленных потерь:

1. Проводить коренные цифровые преобразования только после детального анализа готовности предприятия к цифровизации, определения «узких мест» и глобальных задач предприятия. Другими словами необходимо оценить ситуацию в целом и попытаться понять, что даст нам «цифровизация» предприятия с точки зрения бизнес-целей организации и проводить цифровые преобразования в рамках общей работы по повышению эффективности деятельности предприятия.

2. Проводить «гибкие» настройки оборудования для возможной адаптации к изменяющейся внешней среде.

3. Не противопоставлять цифровые решения интеллектуальным способностям сотрудников.

4. Создавать устойчивые цифровые решения.

5. Избегать избыточности в реализации цифровых преобразований.

Заключение:

1. Цифровизация производственной системы обеспечивает ряд возможностей и результатов в производственной, сбытовой, управленческой, экономической и социальной сферах деятельности предприятия. Данные результаты достигаются за счет резкого упроще-

ния многих рутинных процессов, ускорения процессов разработки новых видов продукции и обновления модельного ряда, снижения затрат ресурсов на проведение натурных испытаний продукции, а также роста качества проводимых исследований при использовании большого объема статистически достоверной информации.

С экономической точки зрения цифровизация обеспечивает резкий рост оборачиваемости ресурсов предприятия, снижение потребности в оборотных активах, сокращение производственного, финансового и операционного цикла и как следствие – зависимости в привлечении заемного капитала и выплат процентов по нему. Это в свою очередь повышает устойчивость предприятия к нестабильности внешней среды, обеспечивает рост его адаптационных возможностей и ускоряет экономическое развитие.

2. В то же время внедрение инструментов цифровой экономики без достаточного уровня понимания и глубокого осмысления масштаба преобразований приводит к ряду очень серьезных негативных последствий, которые могут сыграть роль интеллектуальной дубинки и сработать по принципу бумеранга, перечеркнув все потенциальные результаты. В статье были выявлены и структурированы восемь видов потерь из-за нерационального внедрения инструментов цифровизации: потери из-за локальной оптимизации; ошибка прогнозирования; недостаточность / неточность информации; непредсказуемость человеческого поведения; потеря связи / искажение информации; отказ оборудования/потеря информации; манипулятивное поведение с помощью цифровых технологий; избыточная обработка информации. Внимательное рассмотрение возможных потерь на этапе внедрения инструментов цифровой экономики позволяет выявить потенциальные ошибки и наметить меры по их превентивному устранению, что в свою очередь резко снизит затраты предприятия на этапе эксплуатации элементов цифровой экономики.

3. Необходимо четко понимать, что эффективное использование цифровой экономики в промышленной деятельности возможно только после анализа готовности конкретного предприятия к «цифровым» преобразованиям, зрелости его управленческой структуры, прозрачности и отлаженности бизнес-процессов, уровня его кадрового потенциала.

Цифровизация не является панацеей и самоцелью, а является дополнительным инструментом в достижении предприятием бизнес-целей. Возможными направлениями исключения негативных последствий цифровой экономики для субъектов и отраслей народного хозяйства являются: всесторонний анализ деятельности предприятия в рамках подготовки к цифровизации, гибкие настройки оборудования, решения по синергетическому синтезу цифровых технологий и интеллектуальных способностей сотрудников, устойчивые цифровые решения, отказ от избыточности при реализации цифровых преобразований.

Библиографический список

1. JayLee, EdzelLapira, BehradBagheri, Hung-an Kao. Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment // *Manufacturing Letters*. Volume 1, Issue 1, October 2013, Pages 38-41.
2. F.Zezulka, P.Marcon, I.Vesely, O.Sajdl: Industry 4.0 – An Introduction in the phenomenon // *IFAC-PapersOnLine*, Volume 49, Issue 25, 2016, Pages 8-12.
3. What is digital economy? Unicorns, transformation and the internet of things / [электронный ресурс] / режим доступа: <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/mt-what-is-digital-economy.html>
4. The Digital Economy In 5 Minutes / [электронный ресурс] / режим доступа: <https://www.forbes.com/sites/koshagada/2016/06/16/what-is-the-digital-economy/#1268bf1b7628>
5. The New Digital Economy – How it will transform business, Oxford Economics / [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://web.archive.org/web/20140706101452/http://www.myclouddoor.com/web/documents/The%20New%20Digital%20Economy.pdf>
6. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» / [электронный ресурс]. Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>
7. «Цифровая экономика» обрастает регуляторами / [электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/3515444>
8. Хусаинов З.Х. Выбор приоритетных направлений реализации инновационной деятельности предприятия. Российское предпринимательство. 2016. Т. 17. № 19. С. 2507-2516.
9. Фаттахов Х.И., Нефедова Ю.В., Гарифуллин Р.Ф. Системы управления организационными структурами в цифровой экономике // *Вестник КГТУ им. А.Н.Туполева*. 2017. №4. С.119-123.
10. Фаттахов Х.И., Исмагилов Р.Х. Повышение эффективности планирования и контроля производственных процессов на промышленных предприятиях за счет применения инструмента бережливого производства «Shop Floor Management» // *Организатор производства*. 2014. №1(60). С.30-36.
11. Мингалеев Г.Ф., Бабушкин В.М. Методические аспекты оценки эффективности функционирования производственных систем // *Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева*. 2012. № 2. С. 316-319.
12. Фаттахов Х.И. Противоречия между сбытовой и производственной подсистемой предприятия и методы их устранения в условиях неопределенности потребительского спроса // *Организатор производства*. 2014. №2(61). С.19-24.
13. Хусаинов З.Х. Противоречия между участниками инвестиционных проектов и методы их разрешения. Российское предпринимательство. 2016. Т. 17. № 2. С. 215-232.
14. Фаттахов Х.И. Методы и средства согласования противоречий между сбытовой и производственной подсистемами промышленных предприятий // *European Social Science Journal* (Европейский журнал социальных наук). 2014. № 7(46).Т. 2. С.502-510.
15. «NAVIMAN – навигационная система управления производством» / [электронный ресурс]. Режим доступа: www.nextb.media/events/i40/assets/pr/solver.pptx
16. Голдратт Э., Кокс Дж. Цель. Процесс непрерывного совершенствования / пер. с англ. М.: Сбербанк, 2012. 415 с.

Поступила в редакцию – 3 сентября 2018 г.

Принята в печать – 20 сентября 2018 г.

References

1. JayLee, EdzelLapira, BehradBagheri, Hung-an Kao. Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment // *Manufacturing Letters*. Volume 1, Issue 1, October 2013, Pages 38-41.
2. F.Zezulka, P.Marcon, I.Vesely, O.Sajdl: Industry 4.0 – An Introduction in the phenomenon // *IFAC-PapersOnLine*, Volume 49, Issue 25, 2016, Pages 8-12.
3. What is digital economy? Unicorns, transformation and the internet of things. Available at: <https://www2.deloitte.com/mt/en/pages/technology/articles/mt-what-is-digital-economy.html> (accessed 14.06.2018).
4. The Digital Economy In 5 Minutes. Available at: <https://www.forbes.com/sites/koshagada/2016/06/16/what-is-the-digital-economy/#1268bf1b7628> (accessed 14.06.2018)ю
5. The New Digital Economy – How it will transform business, Oxford Economics. Available at: <https://web.archive.org/web/20140706101452/http://www.myclouddoor.com/web/documents/The%20New%20Digital%20Economy.pdf> (accessed 14.06.2018).
6. "Digital Economy of the Russian Federation" Program. Available at: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf> (accessed 14.06.2018) (In Russian).
7. "The digital economy" acquires regulators. Available at: <https://www.kommersant.ru/doc/3515444> (accessed 14.06.2018). (In Russian).
8. Khusainov Z.Kh. (2016) Choice of the priority directions of realization of innovative activity of the enterprise. *Rossijskoe predprinimatel'stvo*=Russian business, 19, 2507-2516.
9. Fattakhov Kh.I., Nefedova Yu.V., Garifullin R.F. (2017) Control systems of organizational structures in digital economy. *Vestnik KGTU im. A.N. Tupoleva*=The KGTU bulletin named A.N. Tupolev, 4, 119-123.
10. Fattakhov Kh.I., Ismagilov R. Kh. (2014) Increase in efficiency of planning and control of productions at the industrial enterprises due to use of the instrument of lean production "Shop Floor Management". *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 60 (1), 30-36.
11. Mingaleev G.F., Babushkin V.M. (2012) Methodical aspects of assessment of efficiency of functioning of production systems. *Vestnik KGTU im. A.N. Tupoleva*=The KGTU bulletin named A.N. Tupolev, 2, 316-319.
12. Fattakhov Kh.I. (2014) Contradictions between a marketing and production subsystem of the enterprise and methods of their elimination in the conditions of uncertainty of consumer demand. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 61 (2), 19-24.
13. Khusainov Z.Kh. (2016) Contradictions between participants of investment projects and methods of their permission. *Rossijskoe predprinimatel'stvo*=Russian business, 2, 215-232.
14. Fattakhov Kh.I. (2014) Methods and tools of coordination of contradictions between marketing and production subsystems of the industrial enterprises. *Evropejskij zhurnal social'nykh nauk* =European Social Science Journal, 46(7),T.2, 502-510
15. "NAVIMAN" – the navigation system of production management. Available at: www.nextb.media/events/i40/assets/pr/solver.pptx (accessed 14.06.2018) (In Russian).
16. Goldratt Eh., Koks Dzh. (2012). *The Goal: A Process of Ongoing Improvement*. Moscow: Sberbank, 2012, 416 p.

Received – 3 September 2018.

Accepted for publication – 20 September 2018.