

УДК 658.5.011

ДИАГНОСТИКА РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО ПРОИЗВОДСТВА ОАО «ЭКСМАШ»

© 2022 И.Р. Мустафин¹, М.Е. Надеждина², М.В. Шинкевич¹

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

² Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

Статья поступила в редакцию 02.08.2022

В статье рассматриваются аспекты организации цифрового производства ОАО «ЭКСМАШ» в кризисных условиях. Выявлен ряд проблем производственной системы предприятия – отсутствие нужных импортных деталей влечет простои на производственных линиях, а отсутствие точной потребности в комплектующих и запчастях обуславливает неритмичность производства на сборочных линиях. Большие остатки некоторых комплектующих для производственных линий занимают склады, что, несомненно, является для предприятия ОАО «ЭКСМАШ» замороженным капиталом. В результате объединения 2-х производственных площадок остались 2 информационных базы по заказам и их планированию, которые абсолютно не интегрированы между собой. Текущие тенденции цифровой трансформации производственных систем и смещения точки тяжести в производственном цикле на процессы разработки находят применение в оптимизации деятельности рассмотренного предприятия. В частности, для организации цифрового производства важным аспектом становится интеллектуальный анализ данных и цифровых технологий модели ориентированной системной инженерии с применением процессного подхода в проектировании. Авторами оценена цифровая зрелость производственной системы и сформулирован ряд рекомендаций по оптимизации труда. В статье рекомендуется для оптимизации производственной деятельности: интегрировать систему закупок на базе 1С:ERP (закупки, склад, бухгалтерский и налоговый учет). Также разработан алгоритм внедрения данной информационной системы. Результатом осуществления изложенных в статье мероприятий по совершенствованию производственной системы ОАО «ЭКСМАШ» станет повышение ритмичности производства, что повлечет рост производительности.

Ключевые слова: производительность труда, цифровизация производства, система планирования закупок.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-4-42-48

Исследование выполнено в рамках гранта Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ РФ № НШ-1886.2022.2

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире существуют несколько основных трендов развития нефтехимической, химической и других промышленности: усложнение производства и конечного продукта, цифровизация производств и применение технологий цифровых двойников, концентрация внимания на этапах планирования и разработки продукта, рост скорости принятия решений и выхода на рынок.

Направления развития цифровизации производства в статье изучаются на примере Тверского предприятия «ЭКСМАШ». Предпри-

ятие занимается производством экскаваторов и спецтехники. В России это единственное предприятие, выпускающее тяжелые перегружатели от 28 тонн и выше, которые полностью замещают импортные аналоги, работающие в портах, металлургической, целлюлозно-бумажной и лесной отраслях промышленности. В этом же году стартовал процесс по объединению двух заводов ОАО «ЭКСМАШ» и ООО «ТВЭКС» в одно юридическое лицо. Целью выполненной работы является увеличение производительности труда на 31,8 % к концу 2022 года за счет роста объема производства и выручки на 19 % и снижение простоев производства до 2 дней в квартал.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Цифровизация - это системный подход к использованию цифровых ресурсов для повышения производительности труда. Также под понятием цифровизации можно понимать создание нового продукта в цифровой форме. Интеграция научных и исследовательских организа-

Мустафин Ильнур Рафисович, аспирант кафедры логистики и управления. E-mail: ilnur9252@gmail.com

Надеждина Мария Евгеньевна, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры информатики и информационно-управляющих систем.

E-mail: frida333@mail.ru

Шинкевич Марина Владимировна, доктор экономических наук, профессор кафедры логистики и управления. E-mail: leotau@mail.ru

ций в производство способствует эффективной цифровизации всех уровней производственного предприятия.

Для развития технологической подсистемы важны действия проектных команд компаний в цикле от определения потерь — к данным, к анализу данных, выработке управленческой информации и принятию решений на их основе. Цикл определения потерь включает следующие этапы:

- выявляют фактор появления потерь при создании ценности; в современных производственных процессах изготовления массовой продукции фактор появления потерь можно определить или экспертным путем, или визуально, в мелкосерийном производстве, когда рынок не может дать постоянство заказов, фактор появления потерь определяется с помощью системы сбора данных с последующим статистическим анализом данных и выработкой управленческой информации [4];

- для накопления базы данных выбирают уже введенные в операции инструменты сбора данных, а именно, датчики, системы видеонаблюдения, программно-аппаратные комплексы, телеметрию;

- управление данными, описывающими потери;
- проведение анализа баз данных для выявления информации о возможных причинах потерь с помощью систем и панелей управления (BI);

- на основе бизнес-аналитики принятие решения об устранении потерь в местах ограничений и возникновения потерь.

По таблице 1 и таблице 2 видны спады производства экскаваторов ввиду их трудной реализации.

Современный инженерный комплекс проводит весь цикл работ по разработке строительно-дорожной техники: от концепции до серийного производства и сертификации.

Объединение инженерных центров на предприятиях в одну структуру позволило консолидировать ресурсы, унифицировать процессы и методы разработки новых видов техники, аккумулировать инженерный потенциал для создания актуальных видов продукции, разработать инвестиционные проекты для всех

стадий организации производства по выпуску новых и модернизированных видов продукции (от концепции продукта до серийного выпуска), унифицировать процессы и методологии разработки, управлять рисками инжиниринговых проектов.

Применение стратегии ИТ-аутсорсинга нашло свою популярность у ряда предприятий, однако при стратегическом видении эффективного современного производственного предприятия необходимо включать в стратегические цели и процессы цифровой трансформации.

Процесс организации производства содержит определение целей и задач производства; формирование коллектива и выбор формы управления; установление степени разделения и кооперирования труда и производства; определение оптимальной организации рабочих мест, приёмов и методов труда; создание системы сбора, обработки и передачи информации; системы контроля производства и качества продукции [1]. Всё вышперечисленное входит в состав схемы цифрового производства изображенного на рисунке 1.

При увеличении номенклатуры и количества изготавливаемой продукции, спрос на цифровой контроль производства возрастает, ввиду его универсального и оптимального решения при построении плана производства.

Для получения высокорезультативной работы цифровой платформы производственной системы, промышленным компаниям необходимо руководствоваться направлением в сторону цифровой трансформации бизнеса:

- обеспечить описание общего смыслового поля в методологии системного проектирования на основе моделей (MBSE2. 0) и общей терминологии цифровой платформы производственной системы;

- поддерживать эффективность смежных процессов предприятий; производственная система со стандартизованными бизнес-процессами должна быть создана, описана в методологии MBSE2. 0 и доведена до сотрудников;

- подключить всех сотрудников через встроенное в ежедневную работу командное обучение; работа центров обучения внутри цехов,

Таблица 1. Производство продукции «ЭКСМАШ» за первые 6 месяцев 2019–2020 гг., шт.

Объем производства, ед.	Количество, шт.
Факт 2019 (первые 6 месяцев)	79
Факт 2020 (первые 6 месяцев)	56

Таблица 2. Реализация продукции «ЭКСМАШ» за первые 6 месяцев 2019-2020 гг., шт.

Объем реализации, ед.	Количество, шт.
Факт 2019 (первые 6 месяцев)	35
Факт 2020 (первые 6 месяцев)	46

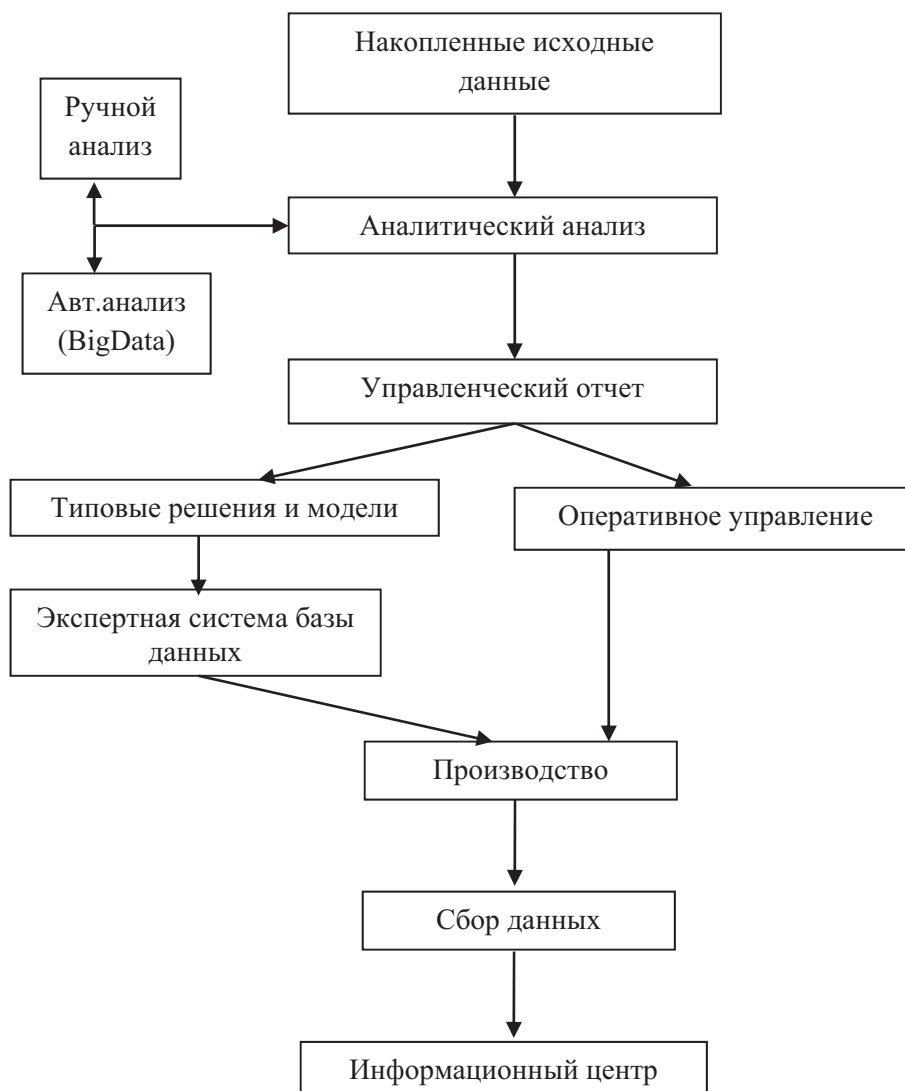


Рис. 1. Схема цифрового производства АО «ЭКСМАШ»

маркетинг ценности развития персонала; воспринимать новые технологии не как заменяющие труд человека, а как помогающие человеку делать свою работу эффективней;

- внедрять в стандартах предприятия требования и необходимые инструменты цифровой производственной системы.

Проведем оценку цифрового развития предприятия АО «ЭКМАШ» и графически отобразим уровни развития с применением следующих основных критериев, указанных в таблице 3.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Цифровую трансформацию важно рассматривать со стратегических позиций. Любое стратегическое воздействие начинается с проведения анализа существующей ситуации. Для выбора направлений оптимизации с помощью цифровых технологий авторами была проведена оценка цифрового развития предприятия по ряду контрольных точек. Оценка цифрового развития АО «ЭКСМАШ» проведена по методике [2] по крите-

риям, представленным на таблице 3. Результат в виде лепестковой диаграммы цифрового развития предприятия на рисунке 2 оценен экспертной группой под руководством финансового директора АО «ЭКСМАШ» Ющенко О.А. и авторами.

Основные проблемы «ЭКСМАШ», выявлены при формировании плана оптимизации труда, следующие: в результате объединения двух производственных площадок остались две разные (несовместимые для единой работы) информационные базы заказов и их планирования. Простои производственной системы составляют около 10-20 %, происходят из-за отсутствия нужных импортных деталей ввиду их долгой поставки, также не работает система постановки и мониторинга. А неритмичность производства (загруженность только 70 %) происходит из-за отсутствия точной потребности в комплектующих, узлах и запасных частях для сборочных линий на стадии заказа. Большие остатки некоторых комплектующих для производственных линий (до 400 млн. руб. к концу года) занимают склады, «омертвляют» активы и значительно

Таблица 3. Критерии оценки цифрового развития предприятия

№	Критерий
1	Моделирование и анализ производственных процессов
2	Моделирование бизнес процессов
3	Цифровые системы управления, интегрированные в продукт
4	Сбор данных при испытаниях оборудования с помощью SCADA системы
5	Внутренние НИОКР проекты по направлениям киберфизических продуктов
6	Участок цифрового реверс-инжиниринга
7	Здания и помещения
8	Операторная, центр управления начальника цеха с системой управления производством
9	Развитие производственной системы
10	Стандартизация операционных процессов
11	Гибкость производства, возможность быстрой переналадки производственных процессов под новые виды изделий
12	Отслеживание маршрутов сырья и полуфабрикатов с помощью штрихкодирования
13	Отслеживание маршрутов сырья и полуфабрикатов с помощью меток радиочастотной идентификации (RFID)
14	Система управления складским хозяйством (WMS)
15	Партнерские контракты с ИТ компаниями. Совместные проекты с ИТ компаниями и компаниями из других отраслей, включая совместный НИОКР.



Рис. 2. Результат оценки цифрового развития предприятия АО «ЭКСМАШ»

снижают прибыль предприятия.

При анализе проблемы были выявлены следующие причины:

- два предприятия по производству экскаваторов ОАО «ЭКСМАШ» и ООО «ТВЭКС» объединены в одно только юридически, но до сих пор не фактически;
- информационные базы различны (1С УПП и 1С ERP) и не объединены;

- система заказов материально-технических ресурсов двух предприятий (площадок) не объединена;

- наименования одних и тех же изделий материально-технических ресурсов на данных площадках не совпадают, что приводит к дублированию и увеличению остатков.

Исходя из выше перечисленных причин, мы пришли к определенным целям нашей работы:

организовать единую систему планирования закупок за счет оптимизации бизнес-процессов и внедрения нового программного обеспечения (склад и закупки).

Цель внедрения единой информационной системы учёта на базе 1С:ERP (закупки, склад, бухгалтерский и налоговый учет): повышение качества ведения регламентированного учёта и планирования посредством повышения контроля со стороны системы, корректности отражения хозяйственных операций, сокращение ошибок пользователей при заказах товарно-материальных ценностей и учете складских остатков, своевременная актуализация механизмов и унифицированных форм предоставления периодической отчётности в контролирующие органы (ИФНС, ФСС, ПФР и т. д.), повышение оперативности получения бухгалтерских и налоговых данных, снижение рисков и штрафных санкций со стороны фискальных и контролирующих органов. Внедрением данного проекта закладывается фундамент для масштабирования системы и внедрения единой системы управленческого, оперативного и производственного учёта на базе 1С:ERP.

Это приведет к увеличению производительности за счет:

- роста объема производства с 200 до 238 единиц продукции и роста выручки на 19 % к концу 2022 года;

- снижения времени простоев производственных мощностей с 12,6 рабочих дней до 2 рабочих дней в квартал.

Для достижения данных целей мы пришли к следующим решениям: организовать единую систему закупок за счет оптимизации бизнес-процессов и внедрить новое программное обеспечение.

Чтобы реализовать его, опишем следующие шаги:

- создание рабочей группы (проектная команда) для реализации проекта: «Внедрение 1С ERP КОРП»;

- введение в штат 2-х сотрудников службы персонала (специалист по работе с персоналом и специалист по организации и оплате труда);

- разработка системы мотивации сотрудников службы закупок;

- закупка оборудования: сервер, процессор intel Xeon 6154 Gold 3.0 ГГц. 2 процессора по 18 ядер, оперативная память 576 Гб DDR4-2666 (12 планок памяти по 32 Гб + 12 планок по 16 Гб), накопители под ОС: Intel S4600 480 GB, 2.5» SATA 6 Gb/s, 2 шт. в RAID1 («зеркало»), накопители под данные intel Optane P4800X 750 GB U.2 SSD (SSDPED1K750GA01) (2 шт.);

- закупка программного обеспечения: 1С Предприятие 8. Расширенная корпоративная лицензия;

- проведение анализа наименований покупной номенклатуры деталей и сборочных единиц, входящих во все ключевые продукты предприятий на предмет возможности создания единого унифицированного справочника;

- проведение комиссионной инвентаризации и анализа складских запасов ТМЦ, в составе: кладовщики и инженеры по снабжению обеих производственных площадок, с целью выявления неликвидов;

- наполнение, актуализация нормативно-справочной информации единой информационной среды на базе 1С ERP КОРП.

При внедрении данного цифрового решения, возможно создание на двух производственных площадках одной информационной базы по закупкам и их планированию. Простои производства, возникающие из-за отсутствия импортных комплектующих, сокращаются до минимума. В итоге устраняется неритмичность производства из-за отсутствия точной потребности в комплектующих, узлах и запчастях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При управлении проектом аналого-цифровой трансформации предприятия и последующего развития платформы цифровой производственной системы, важно помогать и способствовать ключевым технологическим процессам быстрее выполнять свои производственные программы. Чтобы легко внедрить цифровую платформу для производственных систем, предприятия в настоящее время создают пилотные проекты производств и технологических лабораторий, а также активно привлекают местные инжиниринговые центры и технологические фабрики. Командная работа в цифровых проектах, особенно важный процесс прототипирования, формирования и проверки гипотез, наиболее эффективно реализуемых в специально созданных для этого условиях.

Достигнув вышеописанные цели, появится новый уровень цифрового производства, повысится производительность труда, увеличится рост объема производства и выручки, а также уменьшатся простои производства предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плотников, В.А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике / В.А. Плотников // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4 (112). – С. 16–24.
2. Биленко П.Н. Комплексная оценка предприятия как инструмент повышения производительности труда / П.Н. Биленко, С.Л. Лысенко, И.С. Завалеев, Л.В. Лысенко // Научное издание. – 2017. –

- Т. 19. – № 7. – С. 22–31.
3. *Надеждина М.Е.* Методика оценки эффективности цифровизации производственных процессов нефтехимического предприятия / М.Е. Надеждина, А.И. Шинкевич // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Сер. Машиностроение. – 2021. – № 2. – С. 72–84.
 4. *Надеждина М.Е.* Прогрессивные процессы организации производства предприятий химической промышленности / М.Е. Надеждина // Ползуновский альманах. – 2020. – № 1. – С. 55–58.
 5. *Нурғалиев Р.К.* Организация мониторинга систем управления умным нефтехимическим производством / Р.К. Нурғалиев // Компетентность. – 2021. – № 4. – С. 32–39.
 6. *Хамитов Р.М.* Цифровизация образования и ее аспекты / Р.М. Хамитов // Современные проблемы науки и образования. – 2021. – № 3.
 7. *Хаймович, И. Н.* Модель оценки повышения конкурентоспособности предприятия с учетом проведения энергомодернизаций / И. Н. Хаймович, П. В. Чумак, Е. А. Ковалькова // Вестник Самарского муниципального института управления. – 2017. – № 1. – С. 58–65.
 8. *Скорнякова, Е.А.* Методы алгоритмизации планирования высокопроизводительного сборочного производства / Е. А. Скорнякова, В. М. Васюков, В. Ш. Сулаберидзе // Вестник Концерна ВКО «Алмаз-Антей». – 2018. – №4. – С. 15–22.
 9. *Барсегян, Н.В.* Моделирование организационной структуры управления промышленным предприятием (на примере АО «КВАРТ») / Н.В. Барсегян, А.И. Шинкевич // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2020. – Т.22. – №2. – С. 91–99.
 10. *Самаруха, В.И.* Интеграция производственных систем на базе цифровой платформы / В. И. Самаруха, Т. Г. Краснова, А. Н. Дулесов // Известия Байкальского государственного университета. – 2020. – Т. 30, № 2. – С. 309–317.
 11. *Боровков, А.И.* Мировая технологическая повестка и глобальные тенденции развития промышленности в условиях цифровой экономики / А.И. Боровков, Л.А. Щербина, В.М. Марусева, Ю.А. Рябов // Инновации. – 2018.–№12 (242). – С. 34742.
 12. *Бабушкин, В.М.* Методические аспекты оценки потенциала производительности / В.М. Бабушкин, Г.Ф. Мингалеев, В.В. Трутнев, Э.Д. Хисамова, А.А. Трутнева // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2018. – Т. 74. – № 1. – С. 85–91.

DIAGNOSTICS OF DIGITAL PRODUCTION DEVELOPMENT OJSC “EKSMASH”

© 2022 I.R. Mustafin¹, M.E. Nadezhdina², M.V. Shinkevich¹

¹ Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

² Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

The article discusses aspects of the organization of digital production of EKSMASH OJSC in crisis conditions. A number of problems of the production system of the enterprise have been identified - the lack of the necessary imported parts, which entails downtime on production lines, as well as the lack of an exact need for components and spare parts, which entails the irregularity of production on assembly lines. Large remnants of some components for production lines are occupied by warehouses, which is undoubtedly frozen capital for the EKSMASH enterprise. As a result of the merger of 2 production sites, 2 information bases for orders and their planning remained, which are absolutely not integrated with each other. Current trends in the digital transformation of production systems and shifting the point of gravity in the production cycle to development processes are used in optimizing the activities of the considered enterprise. In particular, for the organization of digital production, an important aspect is data mining and digital technologies of model-based systems engineering using a process approach in design. The authors assessed the digital maturity of the production system and formulated a number of recommendations for labor optimization. The article recommends to optimize production activities: to integrate a procurement system based on 1C: ERP (purchases, warehouse, accounting and tax accounting). An algorithm for the implementation of this information system has also been developed. The result of the implementation of the measures outlined in the article to improve the production system of JSC “EKSMASH” will be an increase in the rhythm of production, which will lead to an increase in productivity.

Keywords: labor productivity, digitalization of production, procurement planning system.

DOI: 10.37313/1990-5378-2022-24-4-42-48

REFERENCES

1. *Plotnikov, V.A.* Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике / V.A. Plotnikov // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2018. – № 4 (112). – С. 16–24.
2. *Bilenko P.N.* Kompleksnaya ocenka predpriyatiya kak instrument povysheniya proizvoditel'nosti truda / P.N. Bilenko, S.L. Lysenko, I.S. Zavaleev, L.V. Lysenko // Naukoemkie tekhnologii. – 2017. – Т. 19. – № 7. – С. 22–31.
3. *Nadezhdina M.E.* Metodika ocenki effektivnosti cifrovizacii proizvodstvennyh processov neftekhimicheskogo predpriyatiya / M.E. Nadezhdina,

- A.I. Shinkevich // Vestnik MGTU im. N.E. Baumana. Ser. Mashinostroenie. – 2021. – № 2. – S. 72–84.
4. Nadezhdina M.E. Progressivnye processy organizacii proizvodstva predpriyatij himicheskoy promyshlennosti / M.E. Nadezhdina // Polzunovskij al'manah. – 2020. – № 1. – S. 55–58.
 5. Nurgaliev R.K. Organizaciya monitoringa sistem upravleniya umnym neftekhimicheskim proizvodstvom / R.K. Nurgaliev // Kompetentnost'. – 2021. – № 4. – S. 32–39.
 6. Hamitov R.M. Cifrovizaciya obrazovaniya i ee aspekty / R.M. Hamitov // Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya. – 2021. – № 3.
 7. Hajmovich, I.N. Model' ocenki povysheniya konkurentosposobnosti predpriyatiya s uchetom provedeniya energomodernizacij / I. N. Hajmovich, P. V. CHumak, E. A. Koval'kova // Vestnik Samarskogo municipal'nogo instituta upravleniya. – 2017. – № 1. – S. 58–65.
 8. Skornyakova, E.A. Metody algoritmizacii planirovaniya vysokoproizvoditel'nogo sborochnogo proizvodstva / E. A. Skornyakova, V. M. Vasyukov, V. SH. Sulaberidze // Vestnik Koncerna VKO «Almaz-Antej». – 2018. – №4. – S. 15–22.
 9. Barsegyan, N.V. Modelirovanie organizacionnoj struktury upravleniya promyshlennym predpriyatiem (na primere AO «KVART») / N.V. Barsegyan, A.I. SHinkevich // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2020. – T.22. – №2. – S. 91–99.
 10. Samaruha, V. I. Integraciya proizvodstvennyh sistem na baze cifrovoj platformy / V. I. Samaruha, T. G. Krasnova, A. N. Dulesov // Izvestiya Bajkal'skogo gosudarstvennogo universiteta. – 2020. – T. 30, №. 2. – S. 309–317.
 11. Borovkov, A.I. Mirovaya tekhnologicheskaya povestka i global'nye tendencii razvitiya promyshlennosti v usloviyah cifrovoj ekonomiki / A.I. Borovkov, L.A. Shcherbina, V.M. Maruseva, Yu.A. Ryabov // Innovacii. – 2018. – №12 (242). – S. 34–42.
 12. Babushkin, V.M. Metodicheskie aspekty ocenki potenciala proizvoditel'nosti / V.M. Babushkin, G.F. Mingaleev, V.V. Trutnev, E.D. Hisamova, A.A. Trutneva // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. A.N. Tupoleva. – 2018. – T. 74. – № 1. – S. 85–91.

Ilnur Mustafin, PhD Student of the Department of Logistics and Management. E-mail: ilnur9252@gmail.com

Maria Nadezhdina, Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Informatics and Information Control Systems. E-mail: frida333@mail.ru

Marina Shinkevich, Doctor of Economics, Professor, Department of Logistics and Management, Kazan University. E-mail: leotau@mail.ru