

КАЧЕСТВО И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ

DOI: 10.25987/VSTU.2018.92.21.006

УДК 658.562

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ УПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВЫМ ПРОИЗВОДСТВОМ

О.Г. Туровец, В.Н. Родионова, И.В. Каблашова

*Воронежский государственный технический университет
Россия, 394026, Воронеж, Московский пр-т, 14*

Введение. В статье изложены результаты теоретических исследований обеспечения качества организации производственных процессов, уточнено понятие качества производственного процесса, рассмотрены факторы среды предприятия, раскрыто содержание принципов организации производственных процессов в рамках концепции управления цифровым производством, рассмотрены проблемы обеспечения качества процессов в системе управления цифровым предприятием. Исследованы задачи, решаемые с помощью цифровых технологий.

Данные и методы. Проведенный анализ показал, что в условиях цифровизации процессы организации производства, прежде всего, связаны с подготовкой производства в единой информационной среде с помощью следующих инструментов: организационное проектирование, планирование процессов, мониторинга качества процессов в реальном и виртуальном контексте, моделирования производственных процессов, компьютеризация управленческой документации.

Полученные результаты. Предложена методология управления цифровым производством, исследованы задачи по ее реализации на предприятии. Исследован и уточнен понятийный аппарат, сформулировано и раскрыто содержание принципов организации цифрового производства и принципов управления качеством организации производственных процессов. Описаны уровни организации цифрового производства. Выделены отличия традиционной системы организации производства от системы управления производством в условиях цифровой трансформации. Проведен анализ ключевых направлений и этапов создания цифрового предприятия. Рассмотрены условия обеспечения качества организации производственных процессов на цифровом предприятии. Построена алгоритмическая модель обеспечения качества организации процессов в цифровом производстве, применение которой позволяет управлять процессом в реальной среде с учетом цифровых данных о протекании процесса в виртуальной среде. Описаны процедуры обеспечения качества процессов в цифровом производстве. Исследованы факторы, влияющие на обеспечение качества организации производственных процессов в цифровом производстве. Описаны задачи, решаемые при использовании цифровой технологии «MES» для организации цифрового производства.

Заключение. В заключении сформулированы решения по реализации изменений в организации производства и в обеспечении качества производственных процессов, а также обобщены направления их решения

Сведения об авторах:

Оскар Григорьевич Туровец (д-р экон. наук, профессор, oskar-turovets@yandex.ru), профессор, заведующий кафедрой «Экономика и управление на предприятии машиностроения».

Валентина Николаевна Родионова (д-р экон. наук, профессор, rodionovavn2011@yandex.ru), профессор кафедры «Экономика и управление на предприятии машиностроения».

Ирина Владимировна Каблашова (д-р экон. наук, профессор, kablashova@mail.ru), профессор кафедры «Экономика и управление на предприятии машиностроения».

On authors:

Oskar G. Turovets (Dr. Sci. (Economy), Professor, oskar-turovets@yandex.ru), Professor, Head of the Chair of Economics and Management at Machine Construction Enterprises.

Valentina N. Rodionova (Dr. Sci. (Economy), Professor, rodionovavn2011@yandex.ru), Professor of the Chair of Economics and Management at Machine Construction Enterprises.

Irina V. Kablashova (Dr. Sci. (Economy), Professor, kablashova@mail.ru), Professor of the Chair of Economics and Management at Machine Construction Enterprises.

Ключевые слова: качество процесса, качество организации производственного процесса, процессный подход, принципы организации цифрового производства, управление цифровым производством, элементы цифрового производства, направления модернизации организации производства при внедрении цифровых технологий

Для цитирования:

Туровец О.Г., Родионова В.Н., Каблашова И.В. Обеспечение качества организации производственных процессов в условиях управления цифровым производством // Организатор производства. 2018. Т.26. № 4. С. 65-76. DOI: 10.25987/VSTU.2018.92.21.006

**ENSURING THE QUALITY OF THE ORGANIZATION OF PRODUCTION PROCESSES
IN THE CONDITIONS OF DIGITAL PRODUCTION MANAGEMENT**

O.G. Turovets, V.N. Rodionova, I.V. Kablashova

Voronezh State Technical University

14, Moskovsky Av., Voronezh, 394026, Russia

Introduction. The article presents the results of theoretical studies on the quality assurance of production process organization, clarifies the concept of production process quality, considers the factors of the enterprise environment, and discloses the principles of production process organization as part of the concept of digital production management. The paper addresses the problems, related to ensuring the quality of processes in the management system of a digital enterprise. The problems have been investigated, which are solved with the help of digital technologies.

Data and methods. It is proved that, within the concept of digital production, the organization of production is primarily aimed at production planning in an integrated virtual environment, using the following tools: organizational planning, business planning of processes, monitoring the quality of processes in the virtual space; modeling production processes; the automation of workflow for production management in the real production environment of a digital enterprise.

Results. The article formulates the concept of digital production management and investigates the tasks of its implementation at an enterprise. It examines and specifies the conceptual system, formulates and reveals the essence of the principles of digital production organization, and discloses the principles of quality management of production process organization. The levels of digital production organization have been described. The paper highlights the differences between a traditional system of production organization and the system of production management in the conditions of digital transformation. It carries out the analysis of key trends and stages of creating a digital enterprise. The conditions for ensuring the quality of production process organization at a digital enterprise have been reviewed. The algorithmic model of ensuring the quality of process organization in digital production has been created, the use of which allows for process management in a real environment, taking account of the digital data on the process flow in a virtual environment. The procedures for ensuring the quality of processes in digital production have been described. The factors, impacting the quality of industrial process organization in digital production, have been examined. The tasks have been described, which are solved when using «MES» digital technologies in the organization of digital production.

Conclusion. In the conclusion, the tasks are formulated, which are related to change in the system of production organization and the system of quality assurance of production processes. The ways of their solution have been summarized

Key words: process quality, the quality of production process organization, process approach, principles of digital production organization, digital production management, elements of digital production, ways of modernization of production organization when introducing digital technologies

For citation:

Turovets O.G., Rodionova V.N., Kablashova I.V. (2018) Ensuring the quality of the organization of production processes in the conditions of digital production management. *Organizator proizvodstva* = Organizer of Production, 26(4), 65-76. DOI: 10.25987/VSTU.2018.92.21.006 (in Russian)

Введение

В настоящее время на конкурентном рынке предприятия решают задачи по оптимизации издержек производства и увеличению дохода при полном удовлетворении потребителя и других заинтересованных сторон в качестве продукции и послепродажных услуг. Чтобы их решить, на всех этапах процессы производства должны быть полностью управляемыми и прозрачными. В условиях цифровизации на предприятии формируется единое информационное пространство, использование которого обеспечивается с помощью применения высокотехнологичного оборудования, информационно-коммуникационных систем, использованием ИТ-технологий, позволяющих в автоматизированном режиме обмениваться данными о протекании процессов производства в реальном и виртуальном времени.

Повсеместное внедрение стандартов ИСО, концентрация внимания на концепции управления цифровым производством, основанной на цифровом моделировании производственных процессов обусловило целесообразность уточнения основополагающих принципов организации производства. Данное положение требует нового понимания и осмысления категории качества процессов и содержания обеспечения качества организации процессов, обусловленного необходимостью роста производительности труда, сокращения риска потерь, а также интеграции всех процессов и участников в единой информационной среде предприятия [5].

Основными тенденциями развития современных предприятий, как экономических систем, являются следующие:

- легкость получения любых активов: финансовых, материальных, интеллектуальных;
- постоянная связь с клиентами, партнерами и другими заинтересованными сторонами;
- новые возможности использования «умных» материалов;
- смена жестких организационных иерархий управления гибкими сетями;
- персонализация массовых управленческих решений;
- использование машинных алгоритмов для управления предприятием и бизнес-процессами.

При постановке целей организации производственных процессов в области обеспечения качества необходимо идентифицировать процессы, определить цифровые технологии управле-

ния и другие ресурсы по всей цепочке производства, необходимые для прогнозирования результатов и ожиданий потребителя в качестве [6].

По мнению специалистов, предприятия, внедряющие элементы цифрового управления производством, ориентированного на постоянное улучшение качества, должны сформировать новую культуру поведения всего персонала, основанного на положительном восприятии внедряемых изменений, включая руководителей всех уровней и поддерживать взаимоотношения между работниками в условиях интеграции реальных производственных процессов и виртуальных процессов, моделируемых с помощью цифровых технологий и известных в практике предприятий программных продуктов [12].

Теория

Во многих научных источниках отмечено, что организация цифрового производства традиционно включает конструкторско-технологическое моделирование продукции, осуществляемое с помощью таких процедур, как планирование, мониторинг, диагностика, измерение текущих параметров производственных процессов [2]. Управление цифровым производством, прежде всего, направлено на регулирование производства в единой виртуальной среде с различных информационных технологий и прикладных программных продуктов.

Следовательно, основой организации цифрового производства является интеграция процессов, протекающих в реальном производстве, и процессов, смоделированных в виртуальном информационном пространстве, являющимся важным элементом внутренней среды предприятия.

При внедрении концепции «Индустрия 4,0» необходимо оценить производственно-технологическую базу, что позволит понять, на каком уровне цифровой зрелости находится предприятие, это поможет сформулировать стратегию развития предприятия и спланировать поэтапную работу по переходу на цифровые технологии в производстве.

Одним из основных критериев повышения уровня цифровой зрелости предприятия является показатель внедрения элементов цифровой системы управления производством (ЦСУП) (табл. 1).

Таблица 1

Характеристики уровней цифровизации управления производством

Table 1

Characteristics of levels of digitalization of production management

Уровни цифровизации	Характеристика цифрового производства
Технологический уровень	Включает инженерные процессы, управление производственной инфраструктурой, устройства передачи информации (коммуникации) и автоматизированное оборудование и средства компьютеризации управления качеством процессов производства.
Уровень организации производства	Характеризуется средствами мониторинга и средствами получения, накопления, систематизации информации о состоянии всех элементов производственной системы. Данная информация используется для своевременного принятия и реализации решений по обеспечению и улучшению качества организации производственных и аналитических процессов.
Управленческий уровень	Обеспечивает пропорциональность работы всех подразделений системы организации производства, с учетом смоделированной цепочки производственных процессов, что позволяет достигать поставленной цели - полного удовлетворения потребителя качеством поставок при оптимальном уровне затрат на производство.

Следовательно, методология организации цифрового производства направлена на решение вопросов моделирования производственных процессов в единой информационной среде предприятия с помощью инструментов:

- формирования производственной, технологической и организационной структуры,
- планирования цепочек взаимосвязанных производственных процессов,
- диагностики и оценки процессов в виртуальном пространстве,
- моделирования материальных потоков и логистики,
- структуризации интегрированной системы документов,
- разработки процедур управления качеством производственных процессов,
- создания системы поддержки процессов жизненного цикла путем формирования единого информационного пространства.

Важной задачей реализации концепции организации цифрового производства является моделирование производственной структуры, решение которой включает: проектирование цехов, участков, производственных процессов, установление связей (интерфейсов) между процессами, оценка потребности и моделирование загрузки оборудования и ресурсов, построение алгоритма управления документацией и данными о процессах и их качестве.

Изучение различных направлений развития управления цифровым предприятием показывает, что социальность, мобильность, аналитика

являются фундаментом, на котором строится цифровое предприятие. Но просто сам факт использования новых технологий не делает предприятие цифровым, организациям предстоит перестроить свою информационную инфраструктуру, чтобы соответствовать требованиям цифрового мира [12].

В разрезе сформулированной концепции вышеприведенные элементы можно рассматривать как основные направления формирования системы организации цифрового предприятия: обеспечение мобильности персонала, разработка процессов социального управления производством, моделирование цепочек взаимосвязанных процессов производства и обеспечения качества, применение различных классов программных продуктов для интеграции процессов в условиях цифрового производства.

Рассмотрим содержание выделенных направлений цифровизации с учетом содержания организации производства и обеспечения качества производственных процессов.

Мобильными должны быть сотрудники предприятия и потребители, а не только руководители, поэтому для управления цифровым предприятием нужны новые мобильные приложения с расширенной функциональностью.

Организация цифрового маркетинга строится на основе персонализации предложения клиентам, что требует углубленного изучения маркетинговой информации с применением концепции управления знаниями, при этом

важным процессом является управление конкуренцией управленческих инициатив.

Социальное управление производством предопределяет необходимость постоянного обучения с целью расширения профессиональных компетенций работников и саморазвития всего персонала. Социальность обуславливает прозрачность структуры управления предприятием, что разрушает вертикальную иерархию и усиливает взаимодействие всего персонала в решении вопросов обеспечения качества процессов. Это неизбежно приведет к использованию таких концепций, как концепция самообучающейся организации, концепции командного и мотивационного управления. Построение сетевых структур актуализирует социальное взаимодействие между персоналом.

Оптимизация управления внутренними процессами производства на основе использования социальных и мобильных технологий позволяет повысить эффективность организации производства. Автоматизация и компьютеризация внутреннего и внешнего документооборота является фактором роста эффективности организации и управления производством путем интеграции возможностей управления неструктурированным контентом предприятия с возможностями аналитической статистики [11].

Данное предположение обуславливает необходимость пересмотра содержания базовых положений и принципов организации производственных процессов с учетом содержания цифрового производства и требований к качеству процессов (табл. 2).

Таблица 2

Содержание принципов организации процессов производства

Table 2

The content of the principles of organization of production processes

Наименование принципа	Содержание принципа организации производственного процесса
Принцип плановости и своевременности обслуживания оборудования	Предполагает установление стандартов и регламентов выполнения процессов, что позволяет ликвидировать перерывы в процессах, обусловленные отклонениями в основных и обеспечивающих процессах
Принцип компетентности персонала при выполнении ответственности за качество процессов	Обеспечивает вовлеченность работников в процессы самообучения и расширения компетенций при выполнении должностных обязанностей и ответственности за качество процессов.
Принцип оптимальной производительности	Использование автоматизированного и роботизированного оборудования позволяет повысить качество выполнения как отдельных процессов, так и цепочек взаимосвязанных процессов по этапам организации производства.
Принцип ритмичности организации производства	Обеспечивает сбалансированность процессов по времени осуществления, качество организации производства.
Принцип взаимосвязи производственных процессов	Обуславливает сквозную интеграцию производственных процессов путем организации межфункционального управления цепочками создания потребительской стоимости.

С учетом содержания выделенных принципов, основной задачей обеспечения качества организации производственных процессов в условиях цифрового предприятия является формирование условий осуществления процесса, способствующих своевременному выявлению и ликвидации причин отклонений и получение качества результата.

Данные и методы

Исследования показали, что в условиях традиционного предприятия для обеспечения надежности и устойчивости производственных процессов необходимо формализовать условия

их осуществления в пространстве и во времени. Однако, как отмечают многие ученые в области управления качеством, слишком стандартизированные условия приводят к уменьшению возможностей для улучшения качества производственных процессов. В то же время неоспоримым является утверждение, что процесс, не подвергающийся постоянному мониторингу и диагностике, не может обеспечивать качество результата, удовлетворяющего требования внутреннего потребителя. Данное явление часто называется «аксиомой ухудшения качества процесса» [9].

Задачей организации производства является постоянное улучшение производственных условий и управление их изменением и совершенствованием. По мнению многих авторов, управление изменением производственных условий должно осуществляться таким образом, чтобы конечный результат цепочки взаимосвязанных процессов был качественным [10]. При этом измеряемые критерии качества процесса должны находиться в зоне «случайного рассеивания», т.е. в установленных границах допусков на процесс. Следует отметить, что при управлении процессом необходимо идентифицировать его компоненты, а также использовать полученную информацию о параметрах производственного процесса при обеспечении качества, что, в свою очередь, является важной предпосылкой совершенствования организации производства.

Таким образом, формирование единого информационного пространства позволяет систематизировать и анализировать данные о протекании производственного процесса в реальной среде, полученные путем прямого измерения либо посредством мониторинга, для проведения сравнительного анализа с информацией об осуществлении процесса в виртуальной среде. Полученные результаты необходимо использовать для принятия решения о изменении в производственной среде или формировании новых условий осуществления производственных процессов.

Модель

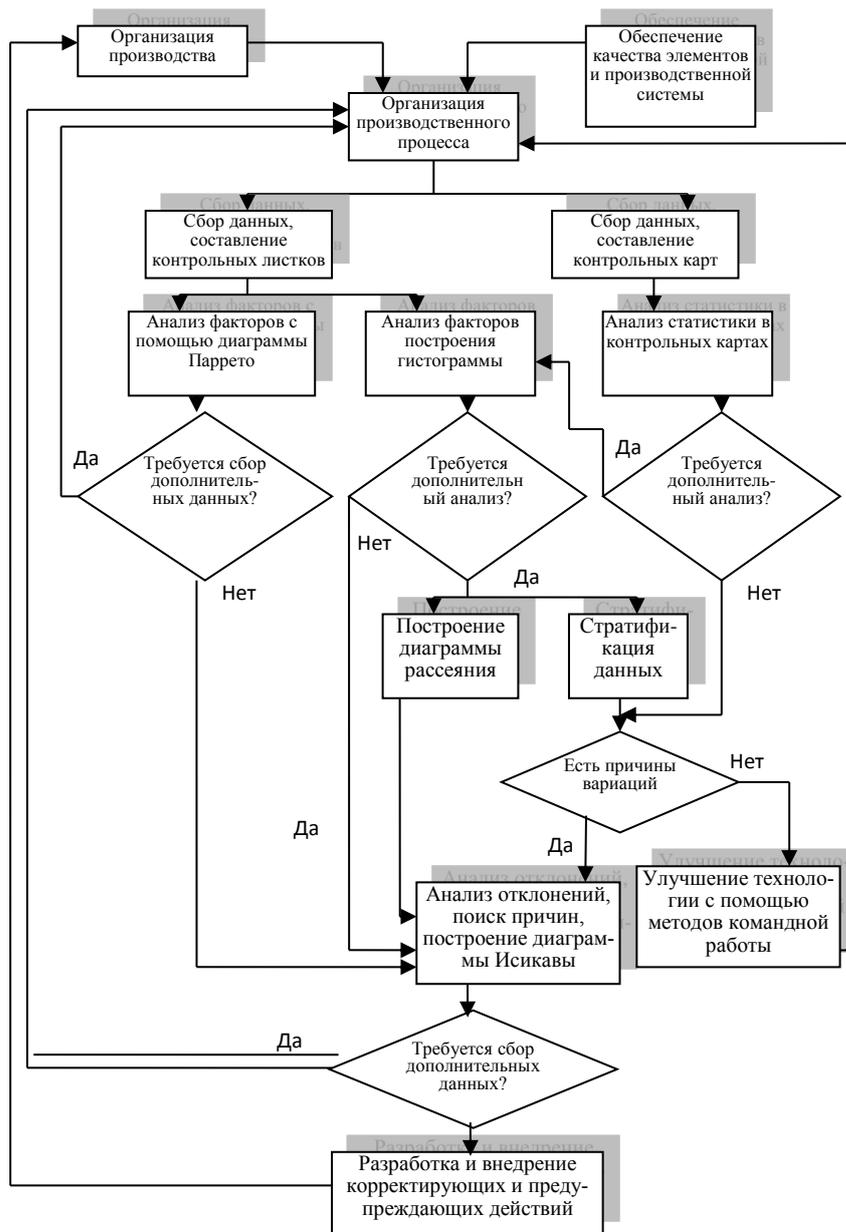
Следует отметить, что необходимым условием организации цифрового производства, основанного на концепции «Индустрия 4.0», является создание единого информационного пространства, использование которого позволяет автоматизированные системы управления цепочками производственных процессов и элементов производственной среды предприятия. Следовательно, модель системы организации производства можно представить в виде алгоритма управления качеством производ-

ственных процессов в условиях цифрового предприятия (рисунок).

Исследования показали, что при формировании единого информационного пространства целесообразно использовать систему MDC, позволяющую решать задачу сбора машинных данных о работе всех производственных объектов (оборудование, рабочие места основных сотрудников, сервисные службы и т. д.) в целях управления цифровым производством. Следовательно, основой организации цифрового производства является интеграция процессов, протекающих в реальном производстве, и процессов, смоделированных в информационном пространстве, являющемся важным элементом среды предприятия.

Необходимость формирования единого информационного пространства с учетом компьютеризации управления взаимосвязанными процессами производства регламентирована положениями стандартов МС ИСО. Так в стандарте ГОСТ Р ИСО 9000-2015 отмечено, что система менеджмента качества управляет взаимосвязанными и взаимодействующими процессами и ресурсами для обеспечения ценности создаваемой продукции для потребителя и других заинтересованных сторон [3].

При постановке целей организации производственных процессов в области обеспечения качества руководству предприятия необходимо определять процессы, цифровые технологии и другие ресурсы по всей цепочке производства, необходимые для прогнозирования требуемых результатов и ожиданий потребителя [6]. Предприятия, внедряющие элементы цифрового управления производством, ориентированного на постоянное улучшение качества, должны сформировать новую культуру поведения (восприятия перемен) и поддерживать отношения между работниками в условиях интеграции производственных процессов и цифровых технологий.



Алгоритм управления качеством процессов в условиях цифрового производства
 Algorithm of quality control of processes in the conditions of digital production

Следует отметить, что качество является противоречивой и сложной категорией, пронизывающей все направления функциональной деятельности предприятия, но в то же время являющейся важнейшим стимулом совершенствования организации и управления производством [15].

Исследования показали, что при раскрытии содержания этапов внедрения концепции «Индустрия 4.0», многие ученые отмечают важность компьютеризации и обеспечения сетевого взаи-

модействия всех процессов от автоматизированного проектирования производства до дистанционного обслуживания продукции у потребителя [12].

Целесообразность решения данных вопросов отмечается также в стандартах по системе менеджмента качества. Данное обстоятельство обуславливает вывод о важности обеспечения качества производственных процессов в условиях цифрового производства (табл. 3).

Таблица 3

Обеспечение качества процессов в условиях цифрового производства

Table 3

Quality assurance of processes in digital production

Характеристики цифрового производства	Обеспечение качества производственных процессов
Использование методов моделирования и проектирования системы организации цифрового производства, процессов, продукции.	Разработка виртуальной модели организации и управления производством обеспечивает прогнозирование изменений потребностей и ожиданий потребителя к качеству.
Разработка цифровой модели процесса производства и его осуществление в информационном пространстве на протяжении всего жизненного цикла продукции.	Интеграция процессов и информационных технологий обеспечивает качество всех процессов за счет повышения производительности и прогнозируемости результатов.
Цифровое производство предполагает организацию производственного процесса на основе автоматизации всех операций, использования станков с числовым программным управлением и роботизированного оборудования.	Всеобщая интеграция процессов обеспечивает существенное повышение качества продукции за счет высокой организованности, адаптивности и управляемости взаимосвязанных и взаимодействующих производственных процессов.
Создание на предприятии единого информационного пространства, с помощью которого интегрируются и автоматизируются все системы управления предприятием, в том числе, система менеджмента качества.	Позволяет оперативно и своевременно обмениваться информацией между всеми подразделениями предприятия, что обуславливает возможность своевременно вносить коррективы в текущие параметры процессов и тем самым постоянно улучшать качество процессов и продукции.
Многоуровневая система, включающая датчики диагностики и контроля, установленные в конкретных процессах, средства передачи информации и их визуализации, аналитические инструменты интерпретации получаемой информации.	Современные информационные системы и нейронные сети обеспечивают постоянный сбор и анализ информации о факторах среды организации, что способствует постоянному улучшению качества и эффективности любого бизнес-процесса.
Обеспечивает синхронизацию работы всех подразделений путем интегрированного планирования и адаптации всей цепочки процессов к достижению единой цели.	Своевременное внесение изменений в технологию производства способствует обеспечению качественных параметров процессов, отвечающих требованиям потребителей и других заинтересованных сторон.
Является инструментом повышения эффективности производства с помощью информационных технологий на основе интеграции и автоматизации производственных процессов.	Интеграция процессов обуславливает возможность установления информационных взаимосвязей между процессами при моделировании технологии производства, что, в свою очередь, обеспечивает прогнозируемость качества процессов и продукции.

С учетом приведенных характеристик цифрового производства под качеством производственного процесса следует понимать совокупность параметров процесса, определяющих его способность обеспечивать заданные и требуемые функции производимой продукции, с учетом адаптивности процесса к изменениям в среде организации, что способствует удовлетворению установленных и предполагаемых ожиданий потребителя. Следовательно, качество производственного процесса целесообразно рассматривать с двух точек зрения:

- качество как базовая информация для принятия управленческих решений с целью постоянного совершенствования организации производства и моделирования технологии осуществления производственных процессов,
- качество как показатель, определяющий уровень зрелости процессов с учетом условий организации и управления цифровым производством, необходимый для оценки степени

удовлетворенности всех заинтересованных сторон с учетом их субъективного восприятия.

Следует отметить, что приведенное определение не противоречит современному представлению о процессном подходе к менеджменту качества, но позволяет интегрировать процессы организации производства и управления качеством с учетом инструментов и методов управления цифровым производством.

Несомненно, качество производственных процессов во многом зависит от организационно-технических, экономических и социально-психологических условий, обуславливающих пропорциональность и ритмичность осуществления процессов в пространстве и во времени, а также гарантии требуемого качества выпускаемой продукции [7].

Следовательно, обеспечение качества организации производственных процессов имеет важное значение в контексте управления цифровым производством, так как, наличие единства и

органического сочетания прямых и обратных связей между процессами обуславливает управление цепочками процессов и их интеграцию в едином информационном пространстве.

В контексте рассматриваемой проблемы необходимо учитывать, насколько уровень интеграции и автоматизации процессов производства способствует выполнению базовых положений системы менеджмента качества [4]. При этом важным является рассмотрение основных изменений в системе организации производства, реализация которых позволяет постоянно совершенствовать условия осуществления производственных процессов

Под качеством организации производственных процессов следует понимать степень соответствия текущих параметров и условий осуществления производственных процессов требованиям конструкторско-технологической документации с учетом рационального использования всех видов производственных ресурсов и компонентов производственного потенциала предприятия [7].

Исследования показали, что важной составляющей методологии цифрового производства является использование цифровых технологий и различных классов программных продуктов, что предопределяет возможность постоянного уменьшения количества ошибок, вызывающих отклонения в процессах реального производства. Решение данного вопроса представляется возможным не только за счет своевременного их обнаружения и устранения на этапах конструкторско-технологической подготовки производства, но и за счет параллельного

моделирования процессов в виртуальной среде.

Результаты исследования

Обобщение приведенных изменений в деятельности по обеспечению качества организации производственных процессов в условиях управления цифровым производством обуславливает необходимость решения следующих задач:

- обеспечение сетевого взаимодействия между процессами, что позволяет объединить процедуры автоматического проектирования и моделирования производства с процедурами управления технологическими процессами,
- организация дистанционного прогнозирования и планирования обслуживающих и вспомогательных процессов,
- обеспечение интеграции технологий производства с учетом требований потребителя к качеству процессов и состояния элементов производственной среды,
- обеспечение адаптации смоделированных виртуальных технологий к реальным условиям производства,
- создание новой культуры производства как элемента социальной среды, основанной на цифровом лидерстве и цифровой вовлеченности персонала предприятия, что способствует интеграции интересов всех участников процессов производства и решению вопроса постоянного улучшения качества результатов производственной деятельности.

При решении вопросов обеспечения качества организации производственных процессов и управления цифровым производством целесообразно использовать цифровую технологию «MES» которая является системой диспетчеризации (оперативного управления производством), мониторинга качества и анализа производственных процессов (табл. 4).

Таблица 4

Задачи, решаемые в рамках MES-системы управления цифровым производством

Table 4

Tasks solved within the framework of the MEA-digital production management system

Результаты решения задач	Содержание задач оперативного управления качеством процессов производства
1 Быстрое моделирование маршрутов изготовления деталей и сборочных единиц	Формирование нормативных данных по технологическому маршруту изготовления продукции. Разработка карт обеспечения качества реальных процессов и электронных карт виртуальных моделей производства. Формирование различных сводных ведомостей по нормам времени, материалам и комплектующим. Получение интегрированной информации о протекании процессов в реальной и виртуальной среде.

2 Планирование процессов по этапам производства	Формирование производственной программы в цифрах и моделях. Составление производственного расписания на каждом рабочем месте с точностью до секунды. Определение потребности в материалах, комплектующих и инструменте на любой период времени. Расчет потребности в персонале на производственную программу. Планирование заработной платы на следующий период с учетом прогноза затрат на производство. Расчет графиков запуска/выпуска для производственных партий с учетом загрузки производственных ресурсов. Описание вариантов производственного плана с оценкой загрузки производственных мощностей. Оперативное перепланирование цеховых планов для оптимизации производственной загрузки.
3 Управление производственным процессом	Выдача и контроль сменных заданий на выполнение производственного плана. Выдача требований на материалы и комплектующие на рабочие места со склада. Учет выполнения операций по количеству, фактической трудоемкости и исполнителю работ. Учет выполнения операций с отображением фактического времени выполнения. Корректировка маршрута производственного процесса. Фиксация случаев брака и документирование причин повторного отклонения от запланированного маршрута движения материально-технических ресурсов. Изменение норм потребности в материалах и комплектующих.
4 Организация сквозного контроля качества взаимосвязанных процессов	Создание единого информационного пространства обработки и отображение в цифрах данных о ходе производственного процесса. Разработка механизма учета и анализа реальных и виртуальных данных. Постоянный мониторинг информации в различных точках производственного процесса. Мгновенное отображение изменения параметров процесса в цифровых моделях управления взаимосвязанными процессами. Обеспечение регламентированного доступа к функциям и данным производственной системы. Дистанционный доступ к цифровой системе.

Следует также отметить, что важной задачей остается установление зависимости между качеством организации производственных процессов и уровнем ритмичности производства, который, в свою очередь зависит от организационных факторов, таких как уровень специализации, кооперирования производства, коэффициенты загрузки оборудования и использования компонентов производственного потенциала предприятия [7].

Данное предположение обосновано тем, что уровень ритмичности производства влияет на оптимальное использование материально-технических ресурсов, улучшение использования трудового и производственного потенциала предприятия, а также обеспечение и улучшение качества производственных процессов. Решение данных задач в условиях организации и управления цифровым производством, безусловно, имеет важное значение и должно осуществляться с применением различных программ и IT-технологий.

При реализации направлений развития управления цифровым предприятием необходимо учитывать, что цифровая трансформация не означает отказ от всего имеющегося у них программного обеспечения и внедрение нового. Развитие должно идти по пути модернизации

корпоративных систем управления цифровым предприятием. Следовательно, в контексте новых задач управления предприятием известные цифровые технологии, используемые для организации производства и обеспечения качества производственных процессов требуют переосмысления, а информационные системы требуют разработки новых цифровых моделей.

Заключение

В заключение следует выделить и раскрыть содержание основных этапов решения задачи обеспечения качества организации процессов производства в условиях цифрового предприятия.

1. Всеобщая компьютеризация ключевых процессов позволяет своевременно и быстро передавать информацию, полученную путем сравнения реальных и цифровых данных о протекании процесса производства, что позволяет спрогнозировать риск появления причины отклонения в процессах производства. Для решения данного вопроса необходимо модернизировать современное оборудование и оснастить его средствами автоматизации и цифрового измерения.

2. Обеспечение сетевого взаимодействия между процессами, образующими цепочки создания ценности. Для решения данной задачи необходимо выявить, описать и установить

интерфейсы между процессами, а также создать единые информационные сети в производственной среде предприятия. Сетевое взаимодействие позволяет объединить процессы производства, обеспечения качества и управления.

3. Создание прототипа (двойника) процесса производства путем моделирования его с помощью цифровых технологий. Постоянный мониторинг реальных процессов и процесс-двойников позволяет эффективно управлять цепочками процессов и обеспечивать совокупное качество.

4. Обеспечение прозрачности информации о параметрах процессов позволяет быть осведомленными всем работникам, участвующим в цепочках взаимосвязанных процессов и принимать корректирующие решения с применением командных методов.

5. Прогнозируемость решений позволяет получить интегрированную информацию о состоянии реальных и виртуальных процессов путем использования метода 3D-моделирования и аддитивных технологий.

6. Обеспечение адаптивности производственной системы с учетом вариабельности условий внутренней среды предприятия, а в совокупности с методом прогнозирования позволяет автоматизировать функции управления цифровым производством с учетом изменений во внешней среде.

Ключевым моментом в решении вопроса обеспечения качества организации производственных процессов является создание интегрированной инфраструктуры предприятия. При этом следует учитывать три типа интеграции процессов в инфраструктуры: вертикальный (в соответствии с иерархией внутренней структуры управления), горизонтальный (в соответствии с цепочками взаимосвязанных процессов производства), сквозной (с учетом вертикального и горизонтального типов).

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать вывод, что для обеспечения качества организации производственных процессов в условиях цифрового производства необходимо, прежде всего, компьютеризировать систему информационной поддержки основных производственных процессов, интегрировать процессы и моделировать управление цепочками процессов по этапам жизненного цикла продукции. Постоянное проведение мониторинга процессов с

целью диагностики и измерения текущих параметров позволяет прогнозировать изменения в среде организации, что, в свою очередь, способствует повышению адаптивности функционирования производственной системы цифрового предприятия.

Библиографический список

1. Яковлев А.В. Управление производством: планирование и диспетчирование. М.: «ИС- Паблишинг». 2018. 235 с.
2. Материалы научного форума «Управление производством. Цифровое производство: сегодня и завтра российской промышленности»<https://www.galaktika.ru/amm/files/2013/03/Principi-lean.jp>
3. Каблашова И.В., Саликов Ю.А. Разработка и реализация механизма организации мониторинга процессов производства. // Вестник ВГУИТ. Воронеж. Воронеж. гос. ун.-т инженер. технол. № 4. 2016. С.32-44.
4. Качалов В.А. Процессы СМК: выделение, классификация, мониторинг, измерение, валидация. М.: РИО «Стандарты и качество», 2015, 531 с.
5. Каблашова И.В., Цуканова А.А. Факторы обеспечения качества производственных процессов в условиях инноваций // Организатор производства. 2012. № 4. С.45-54.
6. Информационные системы и технологии в бизнес-информатике № 4(44) С.47-54. 2018.
7. Milgrom P., Roberts J. Economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization // The American Economic Review. 2013. Vol. 80. No. 3. P. 511–528.
8. Mintzberg H. Structure in fives: Designing effective organizations. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 2013.
9. «Industry 4.0»: Digital enterprise creation. Global analysis of concepts «Industry 4.0», 2016 / PwC, 2017.
10. Лугачев М.И., Скрипкин К.Г., Ананьин В.И., Зимин К.В. Эффективность инвестиций в ИТ. Альманах лучших работ. М.: СОДИТ, 2015.
11. Скрипкин К.Г. Влияние внешней среды на организационный дизайн образовательного учреждения: инструменты анализа // Современные информационные технологии и ИТ-образование. 2017. Т. 12. № 3. С. 225–236.

12. «Industry 4.0»: Digital enterprise creation. Global analysis of concepts «Industry 4.0», 2016 / PwC, 2017.
13. Вызов 2035 / И. Агамирзян и [др.]. М.: Олимп–Бизнес, 2016.

Поступила в редакцию – 28 ноября 2018 г.

Принята в печать – 17 декабря 2018 г.

References

1. Yakovlev A.V. (2018) Production Management: planning and dispatching. Moscow: «IC- Publishing». 235 p.
2. The materials of the scientific forum “Production Management. Digital production: today and tomorrow of the Russian industry” <https://www.galaktika.ru/amm/files/2013/03/Principi-lean.jp>
3. Kablashova I.V., Salikov Y.A. The development and implementation of the mechanism for organizing the production process monitoring. // The Bulletin of Voronezh State University of Engineering Technologies. Voronezh. VSUIT, № 4. 2016. PP.32-44.
4. Kachalov V.A. The processes of the quality management system: identification, classification, monitoring, measurement, validation. Moscow: The Editorial and Publishing Department «Standard and quality», 2015, 531 p.
5. Kablashova I.V., Tsukanova A.A. (2012) The factors of ensuring the quality of production processes in conditions of innovation. *Organizator Proizvodstva = Organizer of Production*, 4, 45-54.
6. Information systems and technology in business informatics. № 4 (44) PP. 47-54.2018.
7. Milgrom P., Roberts J. Economics of modern manufacturing: Technology, strategy, and organization // The American Economic Review. 2013. V. 80. №. 3. PP. 511–528.
8. Mintzberg H. Structure in fives: Designing effective organizations. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 2013.
9. «Industry 4.0»: Digital enterprise creation. The global analysis of concepts «Industry 4.0», 2016. PwC, 2017.
10. Lugachev M.I., Skripkin K.G., Ananyin V.I., Zimin K.V. The efficiency of investments in IT. The almanac of the best works. Moscow.: The Union of IT-Directors, 2015.
11. Skripkin K.G. (2017) The influence of the external environment on the organizational design of an educational institution: the tools of analysis. *Sovremennye informacionnye tehnologii i IT-obrazovanie = Modern information technologies and IT education*, 12(3), 225–236.
12. «Industry 4.0»: The creation of a digital enterprise. Global analysis of concepts «Industry 4.0», 2016 / PwC, 2017.
13. The Challenge 2035 / I.Agamirzyan et al. Moscow: Olimp-Biznes, 2016.

Received – 28 November 2018.

Accepted for publication – 17 December 2018.