

Панфилова Елена Евгеньевна

канд. экон. наук, ФГБОУ ВО
«Государственный университет
управления», г. Москва

e-mail: helena_panfilova@mail.ru

Panfilova Helena

Candidate of Economic Sciences, State
University of Management, Moscow

e-mail: helena_panfilova@mail.ru

**УПРАВЛЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ
В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКИ**

Аннотация. Рассмотрены вопросы управления промышленной организацией в условиях реализации концепции «Индустрия 4.0». Приведен обзор ключевых производственных и информационных технологий, обеспечивающих конкурентное преимущество для промышленной организации при цифровизации. Уточнены необходимые условия для эффективного взаимодействия обслуживающих и производственных подразделений внутри производственной компании на основе интернета вещей, аддитивного производства и реверс-инжиниринга. Даны методические рекомендации по организации и контролю производственных процессов на основе концепции бережливого производства и кросс-отраслевой кооперации в промышленной организации.

Ключевые слова: бережливое производство, инжиниринг, информационная платформа, трансфер технологий, цифровое производство, энергоэффективность.

**THE INDUSTRIAL ORGANIZATION MANAGEMENT
IN TERMS OF THE DIGITAL ECONOMY**

Abstract. The article considers the industrial organization management issues in the context of the implementation concept «Industry 4.0». The overview of key production and information technologies, providing a competitive advantage for an industrial organization in the field of digitalization, has given. The necessary conditions for the effective interaction of service and production units within the production company on the base of the Internet of things, additive production and reverse engineering have specified. Methodical recommendations on the organization and control of production processes, based on the concept of lean production and cross-sectoral cooperation in an industrial organization have given.

Keywords: lean manufacturing, engineering, information platform, technology transfer, digital production, energy efficiency.

Программа развития цифровой экономики в Российской Федерации до 2035 г. предусматривает широкий спектр преобразований в системе управления промышленной организацией. Прежде всего они касаются внедрения киберфизических систем, обеспечивающих адаптацию исполнительных механизмов и объектов к изменениям окружающей среды, аддитивного производства, основанного на 3D-печати сложных объектов, технологии блокчейна для привлечения инвестиционных проектов для стартапов, а также облачных технологий при реализации совместной работы по разработке новых видов продукции, техническом обслуживании и ремонте оборудования [1; 3].

Четвертая промышленная революция (Индустрия 4.0) требует от руководства организации уделять больше внимания вопросам использования «больших данных» при аналитике производственных/обслуживающих процессов, энергоэффективным технологиям производства физических и цифровых двойников продукта, а также технологиям дополненной реальности при ремонте оборудования, кибербезопасности при использовании облачного сервиса в рамках коллаборационной работы над проектом.

К ключевым технологиям, обеспечивающим конкурентное преимущество промышленной организации в условиях цифровизации, относят следующие [20]:

- технологии цифрового реверс-инжиниринга, позволяющие создавать базы данных цифровых моделей технологического оборудования;
- производственные технологии, сертифицированные по стандартам LEED (Leadership in energy and environmental design) и BREEAM (Building research establishment environmental assessment method);



- информационные технологии, формирующие платформу для интеграции систем управления жизненным циклом продукта, корпоративной информационной системы и системы оперативного управления производством;
- технологии искусственного интеллекта в системе управления организацией;
- радиочастотную идентификацию производственных объектов с помощью RFID-меток (Radio frequency identification).

Концепция промышленного интернета вещей IIoT (Industrial Internet of Things) предполагает развитие сетевой инфраструктуры не только внутри промышленного холдинга, но и вовне при взаимодействии с аффилированными лицами, филиалами, удаленными опытными производственными площадками, подрядчиками и контрагентами [4; 5; 6; 8]. Методические рекомендации по организации и контролю производственных процессов на основе концепции бережливого производства и кросс-отраслевой кооперации в промышленной организации связываются с постановкой функции координации производственной деятельности, которая реализуется посредством определенного количества этапов.

1. Выбор планово-учетной единицы, единой для всех участников производственного процесса в рамках сетевого взаимодействия (заказ, партия, сборочная единица, задел).

2. Определение мест учета результатов производственно-хозяйственной деятельности (филиал, дочерняя компания, самостоятельное хозяйственное подразделение, склад временного хранения).

3. Определение учетных технико-экономических показателей (валюта учета, стоимость товарной продукции, незавершенного производства, выработка на одного рабочего).

4. Выбор уровня консолидации и агрегирования информации с использованием информационных технологий/систем (холдинг, аффилированные лица, технологическая цепочка).

5. Определение временного периода, за который предоставляются данные по производственной деятельности каждым из участников сетевого взаимодействия.

6. Выбор используемых информационных инструментов для проведения анализа эффективности производственной деятельности (интерактивный анализ данных, интеллектуальный, статистический, динамический).

7. Определение используемых форм отчетности по выбранной производственной задаче (периодически выпускаемая отчетность, нерегламентированная отчетность), а также ее промежуточных и конечных пользователей в рамках корпоративной информационной системы.

8. Определение условий, при которых происходит координирование действий участников интегрированной структуры (текущее согласование, незапланированная ситуация).

9. Создание и периодическое обновление хранилища метаданных по всему жизненному циклу промышленного изделия от проектирования до послепродажного обслуживания.

Структура информационной системы управления производством в промышленной организации определяется матрицей «участие в сборочных процессах – тип поддержки информационных систем» (рис. 1).

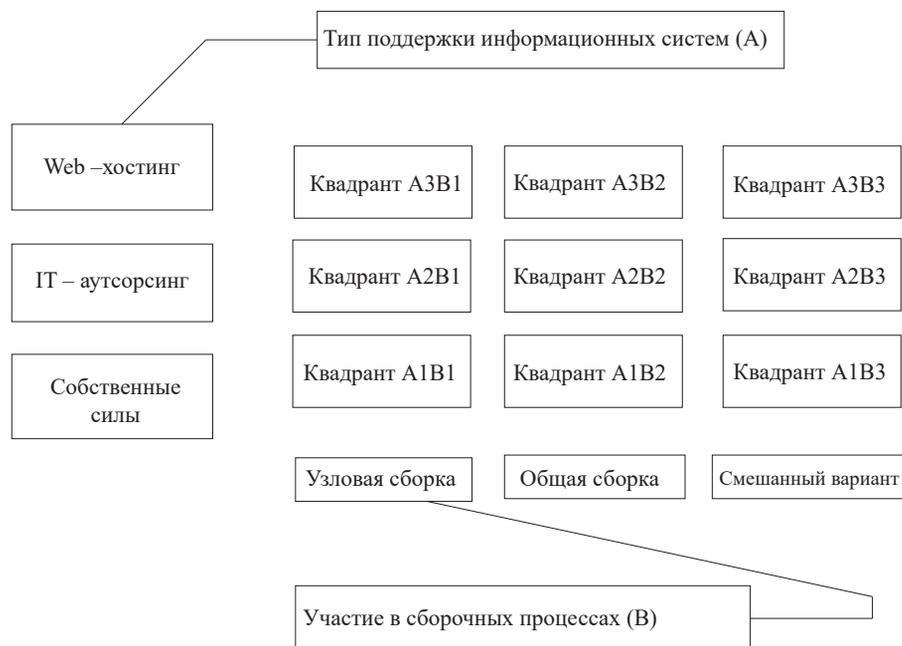
Промышленная организация, совместно реализуя проекты по выпуску инновационных видов продукции, может быть в различной степени задействована в промежуточных и завершающих стадиях производственного процесса.

Она может осуществлять исключительно узловую/общую сборку или ориентироваться на смешанный вариант (по одним проектам, группам выпускаемых изделий присутствуют операции по всем стадиям производственного процесса, по другим – частично).

В промышленной организации возможны: организация обслуживания информационной системы управления производством силами специалистов собственной службы технической поддержки; обращение к аутсорсерам (внешним компаниям, поддерживающим все протекающие информационные процессы); задействование web-хостинга специализированных приложений (доступ к дорогостоящему программному обеспечению через Интернет). На пересечении строк А и столбцов В формируются квадранты матрицы АВ, в которых определены предпочтительные варианты комбинаций использования информационных систем / ИТ-технологий при управлении производственной деятельностью, а также типовой перечень действий при интеграции программного обеспечения и консолидации данных.

Исходными данными для начала работы любой информационной системы по управлению производством в промышленной организации в условиях цифровизации является информация о применимости

сборочных единиц и деталей в изделии; технологичности конструкции изделия; системе планирования (поддетальная, комплектно-узловая, комплектно-групповая, условно-комплектная); оперативно-календарных планах; программах запуска-выпуска деталей и сборочных единиц.



Составлено автором по материалам исследования

Рис. 1. Матрица «Участие в сборочных процессах – Тип поддержки информационных систем»

Квадрант А1В1 – рекомендуются к использованию автоматизированные системы управления производственными процессами (далее – MES-системы). При этом происходит выбор системы планирования производства на тактическом уровне управления, определение средств интеграции MES-системы с системами производственного планирования низового уровня, утверждение единых индикаторов контроля, учета и анализа хода производственного процесса для всех самостоятельных структурных подразделений, территориально-удаленных производственных подразделений [9; 11].

Квадрант А1В2 – рекомендуется к внедрению корпоративная информационная система (далее – КИС) управления ресурсами предприятия (далее – ERP-система). Для данного квадранта матрицы характерно определение необходимой и достаточной функциональности используемой КИС по направлению «Производство», перечня взаимосвязанных модулей, степени агрегирования данных, импортируемых в информационную управляющую систему менеджеров высшего звена промышленной организации.

Квадрант А1В3 – рекомендуется внедрение связки ERP-система – система управления жизненным циклом изделия (далее – PLM-система). Типовыми действиями менеджеров в данном случае будут определение используемых инструментов для подготовки инженерной информации, выбор программных связующих средств, обеспечивающих хранение данных и интеграцию системы электронного документооборота в рамках интегрированной системы, настройка PLM-системы в зависимости от жизненного цикла выпускаемого продукта.

Квадрант А2В1 – рекомендуется использование системы управления инженерными данными об изделиях (далее – PDM-система). По перечню выполняемых работ характерны определение используемых средств визуализации результатов коллективной работы над конструкцией изделия, структуры хранилища данных по конструкторской документации, выбор интегрированных программ для анализа и отслеживания конструкторских изменений в изделии.

Квадрант А2В2 – рекомендуется рассмотреть вариант внедрения ERP-система – система управления цепочками поставок (далее – SCM). Типовыми действиями со стороны менеджеров будут определение способа электронного обмена данными между SCM-системой и ERP-системой, выбор учетной единицы для контроля поступления комплектующих деталей, сборочных единиц (партия от поставщика, количество

одноименных сборочных единиц от разных поставщиков); моделирование величины отклонений оперативно-календарных планов выпуска изделий от сбоев в поставках.

Квадрант А2В3 – рекомендуется использование ERP-системы и продуктов электронной поддержки бизнеса (далее – ESyte). Характерны настройка интеллектуального (англ. intelligence) модуля, обеспечивающего оперативный анализ информации из внешних и внутренних приложений, выбор параметров для построения многомерного куба данных с использованием OLAP-технологий (англ. online analytical processing – интерактивная аналитическая обработка).

Квадрант А3В1 – рекомендуется внедрение корпоративного портала и вертикальных специализированных отраслевых порталов (англ. vortals) по изделиям. Типовые действия менеджеров связаны с оптимизацией взаимодействия вертикальных специализированных порталов и корпоративного портала промышленной организации, определением перечня отраслевых узлов по отдельным категориям изделий, используемых при возможных сбоях в собственном процессе производства [2; 18].

Квадрант А3В2 – рекомендуется рассмотрение корпоративного портала и специализированных средств групповой работы (англ. collaboration applications). Характерными действиями менеджеров являются формирование персональных страниц конструктора, технолога, менеджера по управлению производством в рамках корпоративного портала; выбор используемых средств групповой работы (англ. groupware, teamware) при контроле за ходом сборочных операций [15; 17].

Квадрант А3В3 – рекомендуется внедрение системы интеллектуального планирования ресурсов на основе корпоративных знаний (IRP-система). Типовыми задачами становятся определение технологии формирования запроса в систему управления корпоративными знаниями организации, а также распределение прав доступа к интеллектуальным знаниям в информационной системе между менеджерами [7; 9].

Классический вариант сетевой структуры может быть представлен триадой: поставщик сборочных единиц, использующий SCM-систему, промышленная организация (задействование ERP-системы, PLM-системы, корпоративного портала) и сервисная компания, базирующаяся на CRM-системе. Подобного рода информационную систему по управлению производством возможно интегрировать с инструментами по сетевому планированию и управлению.

В таком случае для поставщика сборочных единиц будут рассчитывать:

- раннее начало и раннее окончание работ по возврату бракованных запасных частей, готовых деталей;
- частный резерв первого вида для работ по созданию запасов комплектующих на складе логистической организации;
- частный резерв второго вида для календарно-плановых опережений запуска/выпуска заготовок (деталей) в цехах организации-подрядчика.

Для промышленных организаций в условиях цифровой экономики в информационной системе по управлению производством рекомендуется отслеживать:

- критический срок реализации проекта по запуску сборочных единиц и выпуску готового изделия;
- раннее начало и раннее окончание очередности запуска сборочных единиц в производство;
- позднее начало и позднее окончание календарного плана-графика выпуска;
- частный резерв первого вида для планово-предупредительных работ по ремонту оборудования;
- частный резерв второго вида для длительности технологического цикла обработки ведущих и комплектующих деталей.

Для сервисной компании в рамках единой информационной системы управления отслеживаются следующие параметры:

- критический срок поставки изделия, сборочных единиц на склад в ожидании заказа;
- раннее начало и раннее окончание готовности изделия к поставке на склады логистической организации;
- позднее начало и позднее окончание работ по выпуску комплектов запасных частей для готового изделия;
- частный резерв первого вида для работ по транспортировке изделия для клиента;
- частный резерв второго вида для работ по послепродажному обслуживанию клиента [12; 13; 14].

Необходимыми условиями для эффективного взаимодействия обслуживающих и производственных подразделений внутри компании на основе интернета вещей, аддитивного производства и реверс-инжиниринга является наличие специалистов, обладающих цифровыми компетенциями [10; 16; 19]. К их числу относятся:

- координатор программ развития сообществ (специалист, который организует взаимодействие между независимыми группами производителей разных стран, консультируя их относительно совместных инвестиций в производственные мощности);
 - координатор производств в распределенных сообществах – менеджер, консолидирующий заказ и организующий работу независимых команд внутри отраслевого сообщества по разработке, производству, сборке продукта под индивидуальные требования клиента;
 - менеджер по управлению онлайн-продажами промышленного предприятия;
 - менеджер по кросс-культурной коммуникации – менеджер, сопровождающий документооборот компании на разных языках, консультирующий по особенностям ведения бизнеса в других странах;
 - менеджер портфеля корпоративных венчурных фондов – специалист, управляющий инвестициями компании в стартапы при развитии продуктовой линейки;
 - форсайтер – специалист, отслеживающий появление новых тенденций в различных отраслях экономики и составляющий отчеты об их влиянии на клиентские потребности;
 - модератор сообществ пользователей – менеджер, организующий онлайн-сообщества пользователей промышленной продукции, формирующий мнение лояльных клиентов и взаимодействующий с разработчиками продукции.
- В целом, управление промышленной организацией в условиях цифровой экономики предполагает активное развитие корпоративных учебных центров на территории завода и дистанционных форм обучения для сотрудников.

Библиографический список

1. Аристова, Н. И. Интеллект в промышленной автоматизации // Автоматизация в промышленности. – 2013. – № 10. – С. 6-10.
2. Баккер, М. Цифровые технологии улучшают принципы бережливого производства // САПР и графика. – 2012. – № 7. – С. 42-43.
3. Васильев, Р. Б. Разработка ИТ-стратегии в крупных промышленных предприятиях / Р. Б. Васильев, Г. А. Левочкина // Автоматизация в промышленности. – 2013. – № 12. – С. 50-56.
4. Григорьев, С. Н. и др. Принципы построения цифровых производств в машиностроении / С. Н. Григорьев, А. А. Кутин, В. А. Долгов // Вестник МГТУ «Станкин». – 2014. – № 4 (31). – С. 10-15.
5. Григорьев, С. Н. Создание цифровых производств эффективный путь повышения производительности труда в машиностроении / С. Н. Григорьев, А. А. Кутин // Технология Машиностроения. – 2015. – № 8. – С. 59-63.
6. Григорьев, С. Н. Перспективы развития инновационного аддитивного производства в России и за рубежом / С. Н. Григорьев, И. Ю. Смуров // Инновации. – 2013. – № 10. – С. 76-82.
7. Загидуллин, Р. Р. Планирование машиностроительного производства. М.: Изд-во ТНТ, 2016. – 392 с.
8. Зильбербург, Л. И. и др. Реинжиниринг и автоматизация технологической подготовки производства в машиностроении / Л. И. Зильбербург, В. И. Молочник, Е. И. Яблочников. – СПб: Изд-во Политехника, 2004. – 152 с.
9. Кабалдин, Ю. Г. и др. Интеллектуальные системы диагностики состояния оборудования и износа инструмента / Ю. Г. Кабалдин, И. Л. Лаптев, Д. А. Шатагин, В. О. Зотов, С. В. Серый // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал. – 2014. – № 2. – С. 47-50.
10. Казмирчук, К. Аддитивные технологии в российской промышленности / К. Казмирчук, В. Довбыш [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://konstruktor.net/podrobnnee-det/items/additivnye-tehnologii-v-rossijskoj-promyshlennosti.html> (дата обращения: 01.10.2018).
11. Ковалев, А. П. Социально-управленческий и стратегический анализ конкурентоспособного современного российского предприятия / А. П. Ковалев, Е. Д. Коршунова // Вестник МГТУ «Станкин». – 2012. – № 2 (21). – С. 18-22.
12. Козырев, Ю. Г. Применение промышленных роботов. М.: КНОРУС, 2013. – 488 с.
13. Колбина, Е. Л. Технология послепечатных процессов: учеб. Пособие. – Минобрнауки России, ОмГТУ. – Изд-во ОмГТУ, 2015. – 176 с.
14. Куприяновский, В. П. и др. Гигабитное общество и инновации в цифровой экономике // Международный научный журнал «Современные информационные технологии и ИТ-образование». – 2017. – Т. 13, № 1. – С. 105-131.
15. Куприяновский, В. П. и др. Навыки в цифровой экономике и вызовы системы образования // International Journal of Open Information Technologies. – 2017. – Т. 5, № 1. – С. 19-25.
16. Френкель, А. Есть способ лучше. Выявление путей повышения эффективности процессов конструкторско-технологического проектирования / А. Френкель, Я. Ларрсен // САПР и графика. – 2016. – № 6. – С. 62-65.
17. Цифровая Россия: новая реальность // Отчет Digital McKinsey / Июль, 2017 г.

18. Цифровая система управления производством LOGOS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://logos-system.ru/system/concept/> (дата обращения: 14.10.2018).
19. Maslarić, M. [et al]. Logistics Response to the Industry 4.0: the Physical Internet / M. Maslarić, S. Nikoličić, D. Mirčetić // Open Eng. 2016; 6:511-517.
20. Schenk, M. More efficiency in plant engineering with digital engineering // Chemie Ingenieur Technik. – 2012. – V. 84, I. 5. – P. 743-746.

References

1. Aristova N. I. Intellect v promyshlennoi avtomatizatsii [*Intellect in Industrial Automation*]. Avtomatizatsiya v promyshlennosti, 2013, I. 10, pp. 6-10.
2. Bayeker M. Tsifrovyye tekhnologii uluchshayut printsipy berezhlivogo proizvodstva. [*Digital technologies improve the principles of lean production*]. SAPR i grafika. [CAD and graphics], 2012, I. 7, pp. 42-43.
3. Vasil'yev R. B., Levochkina G. A. Razrabotka IT-strategii v krupnykh promyshlennykh predpriyatiyakh [*Development of IT strategy in large industrial enterprises*]. Avtomatizatsiya v promyshlennosti, 2013, I. 12, pp. 50-56.
4. Grigor'yev S. N., Kutin A. A., Dolgov V. A. Printsipy postroyeniya tsifrovyykh proizvodstv v mashinostroyenii [*Principles of construction of digital productions in machine building*]. Vestnik MGTU «Stankin», 2014, I. 4 (31), pp. 10-15.
5. Grigor'yev S. N., Kutin A. A. Sozdaniye tsifrovyykh proizvodstv effektivnyi put' povysheniya proizvoditel'nosti truda v mashinostroyenii [*The creation of digital productions is an effective way to increase labor productivity in engineering*]. Tekhnologiya Mashinostroyeniya, 2015, I. 8, pp. 59-63.
6. Grigor'yev S. N., Smurov I. Yu. Perspektivy razvitiya innovatsionnogo additivnogo proizvodstva v Rossii i za rubezhom [*Prospects for the development of innovative additive production in Russia and abroad*]. Innovatsii, 2013, I. 10, pp. 76-82.
7. Zagidullin R. R. Planirovaniye mashinostroyitel'nogo proizvodstva [*Planning of machine-building production*]. M.: Izd-vo TNT, 2016, 392 p.
8. Zil'berburg L. I., Molochnik V. I., Yablochnikov Ye. I. Reinzhiniring i avtomatizatsiya tekhnologicheskoy podgotovki proizvodstva v mashinostroyenii [*Reengineering and automation of technological preparation of manufacture in mechanical engineering*]. SPb: Izd-vo Politekhnik, 2004, 152 p.
9. Kabaldin Yu. G., Laptev I. L., Shatagin D. A., Zotov V. O., Seryi S. V. Intellektual'nyye sistemy diagnostiki sostoyaniya oborudovaniya i iznosa instrumenta [*Intelligent systems for diagnosing the state of equipment and tool wear*]. Mashinostroyeniye: setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal, 2014, I. 2, pp. 47-50.
10. Kazmirchuk K., Dovbysh V. Additivnyye tekhnologii v rossiiskoi promyshlennosti. [*Additive technologies in the Russian industry*]. Available at: <http://konstruktor.net/podrobnee-det/items/additivnye-tekhnologii-v-rossijskoj-promyshlennosti.html> (accessed 01.10.2018).
11. Kovalev A. P., Korshunova Ye. D. Sotsial'no-upravlencheskii i strategicheskii analiz konkurentosposobnogo sovremennogo rossiiskogo predpriyatiya [*Socio-administrative and strategic analysis of a competitive modern Russian*]. Vestnik MGTU «Stankin», 2012, I. 2(21), pp. 18-22.
12. Kozyrev Yu. G. Primeneniye promyshlennykh robotov [*Application of industrial robots*]. Moscow: Knorus, 2013, 488 p.
13. Kolbina Ye. L. Tekhnologiya poslepechatnykh protsessov: ucheb. posobiye [*Technology of post-printing processes: Textbook. Allowance*]. Omsk State technical university, 2015, 176 p.
14. Kupriyanovskii V. P. et al. Gigabitnoye obshchestvo i innovatsii v tsifrovoi ekonomike [*Gigabit society and innovations in the digital economy*]. Mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal «Sovremennyye informatsionnyye tekhnologii i IT-obrazovaniye», 2017, V. 13, I. 1, pp. 105-131.
15. Kupriyanovskii V. P. et al. Navyki v tsifrovoi ekonomike i vyzovy sistemy obrazovaniya [*Skills in the Digital Economy and Challenges of the Educational System*]. International journal of open information technologies, 2017, V. 5, I. 1. pp. 19-25.
16. Frenkel' A., Larssen Ya. Yest' sposob luchshe. Vyyavleniye putei povysheniya effektivnosti protsessov konstruktorsko-tekhnologicheskogo proyektirovaniya [*There is a better way. Identification of ways to improve the efficiency of design and technological design processes*]. SAPR i grafika, 2016, I. 6, pp. 62-65.
17. Tsifrovaya Rossiya: novaya real'nost' [*Digital Russia: a new reality*]. Otchet Digital McKinsey, July, 2017.
18. Tsifrovaya sistema upravleniya proizvodstvom LOGOS [*Digital production management system LOGOS*]. Available at: <http://logos-system.ru/system/concept/> (accessed 14.08.2018).
19. Maslarić M., Nikoličić S., Mirčetić D. Logistics Response to the Industry 4.0: the Physical Internet. Open Eng., 2016, I. 6, pp. 511-517.
20. Schenk M. More efficiency in plant engineering with digital engineering // Chemie Ingenieur Technik, 2012, V. 84, I. 5, pp. 743-746.