

УДК 339.94

Г. Я. Белякова, Д. А. Фокина

Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск, e-mail: darya_fokina@mail.ru

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА И НОВЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ КООПЕРАЦИЕЙ В МАШИНОСТРОЕНИИ

Ключевые слова: производственная кооперация машиностроительных предприятий, модели управления производственной кооперацией, инструменты развития производственной кооперации.

В представленной статье рассмотрен современный подход к управлению производственной кооперацией машиностроительных предприятий, основанный на переходе к новой модели, называемой «цифровая экономика». В настоящее время на мировом машиностроительном рынке именно уровень цифровизации определяет уровень конкурентоспособности продукции и страны в целом. Создание цифровых моделей управления производственной кооперацией машиностроительных предприятий при переходе на цифровую экономику, является основой для обеспечения синергетического эффекта от реализации различных проектов по внедрению информационных систем управления на каждом отдельном предприятии холдинга. Взаимодействие между предприятиями при участии в системе производственной кооперации реализуются с большей скоростью, на многих уровнях сотрудничества одновременно и часто на значительном расстоянии предприятия-поставщиков друг от друга. Переход на цифровые модели позволяет, помимо прочего, получать в режиме реального времени текущие показатели состояния производства и заказов для всех предприятий, участвующих в системе кооперации. Необходимым условием повышения эффективности конкурентоспособности экономики в странах ЕАЭС является опережающее развитие высокотехнологичных отраслей, среди которых одной из приоритетных отраслей является машиностроительная промышленность. Важную роль в переходе к новой модели экономических отношений играет внедрение современной концепции развития промышленности «Индустрия 4.0» и формирование эффективной промышленной политики, формирование стратегий и программ инновационного развития предприятий.

G. Y. Belyakova, D. A. Fokina

Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk, e-mail: darya_fokina@mail.ru

DIGITAL ECONOMY AND NEW REQUIREMENTS FOR THE MANAGEMENT OF INDUSTRIAL COOPERATION IN MACHINE-BUILDERS

Keywords: industrial cooperation of machine-building enterprises, models of management of industrial cooperation, tools for the development of industrial cooperation.

In the presented article, a modern approach to the management of industrial cooperation of machine-building enterprises, based on the transition to a new model, called the “digital economy”, is considered. At present, it is the level of digitalization in the world engineering market that determines the level of competitiveness of products and the country as a whole. Creation of digital models of management of industrial cooperation of machine-building enterprises during the transition to a digital economy is the basis for ensuring the synergy effect from the implementation of various projects for the implementation of information management systems in each individual enterprise of the holding. The interaction between enterprises with participation in the system of industrial cooperation is realized with greater speed, at many levels of cooperation at the same time and often at a considerable distance, the supplying enterprises from each other. The transition to digital models allows, among other things, to receive in real time the current indicators of the state of production and orders for all enterprises participating in the cooperation system. A prerequisite for improving the efficiency of competitiveness of the economy in the EAEU countries is the priority development of high-tech industries, among which the engineering industry is one of the priority sectors. An important role in the transition to a new model of economic relations is played by the introduction of the modern industry development concept “Industry 4.0” and the formation of an effective industrial policy, the formation of strategies and programs for the innovative development of enterprises.

Введение

Одним из первых, понятие «цифровая экономика» было предложено Николасом Негропonte [1]. Он сформулировал отличительные особенности «нового» вида экономики: отсутствие

физического веса продукции, заменяемого информационным объемом, более низкие затраты ресурсов на производство электронных товаров, в несколько раз меньшая площадь, занимаемая продукцией (как правило электронными

носителями), а также мгновенное глобальное перемещение через сеть Интернет [2].

Производители машиностроительной продукции вслед за коллегами, конкурентами, поставщиками и потребителями переходят в цифровой мир. Как и промышленная революция, которая существенным образом повлияла на организацию машиностроительного производства, цифровая трансформация теперь ответственна за серьезные изменения в машиностроении. С тех пор, как Генри Форд начал использовать на машиностроительных предприятиях конвейерное и массовое производство, революционных изменений подобного масштаба не было [3]. Изменения 4-й промышленной революции стали возможными благодаря мощному развитию компьютерных и цифровых технологий. Будущее производственных предприятий, обусловленное технологическими инновациями, будет мало похоже на нынешнюю практику. Для успеха будущим машиностроителям потребуются новые бизнес – модели, основанные на прогнозной аналитике, использовании быстрых данных для принятия обоснованных решений в режиме реального времени [4].

Целью исследования, представленного в данной статье, является разработка нового подхода к управлению производственной кооперацией машиностроительных предприятий в связи с переходом к цифровой экономике.

Материал и методы исследования

При проведении исследования в качестве базового методологического приема использовался системный подход, позволяющий в новых условиях Евразийской интеграции провести комплексный анализ особенностей управления производственной кооперацией машиностроительных предприятий. При проведении исследования использовались нормативно-правовые акты ЕАЭС, ЕЭК, статистические данные Федеральной таможенной службы, Федеральной службы государственной статистики РФ, а также отчетные данные машиностроительных предприятий, опубликованные в официальных источниках и на сайтах данных организаций.

В РФ понятие «Цифровая экономика» и непосредственный переход к данному типу экономики отражен в указе президента «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [5]. Цифровая экономика – хозяйственная деятельность, в которой ключевым фактором производства являются данные в цифровом виде, обработка больших объемов и использование результатов анализа которых по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, оборудования, хранения, продажи, доставки товаров и услуг.

Эффективное внедрение цифровой экономики базируется на развитии и применении современных информационно-коммуникационных технологий в различных отраслях промышленности, науки, социальной сферы. Стратегия развития информационного общества выделяет цифровую экономику как один из шести национальных интересов [6].

Основываясь на изменениях экономического уклада, руководители современных машиностроительных предприятий, участвующих в цепочках производственной кооперации, не могут ограничиваться «стенами завода» и географическим расположением партнеров. Сложность и многокомпонентность продукции, выпускаемой машиностроительными предприятиями, за последние десятилетия значительно возросла, сократился жизненный цикл многих видов машиностроительной продукции [7]. Указанные факторы требуют внедрения принципиально новых подходов к управлению и контролю производственных процессов. Для управления процессами производственной кооперации необходимы новые модели управления, способные обеспечивать бесперебойное взаимодействие всех участников кооперации, синхронизацию планов и высокую скорость принятия управленческих решений.

Управление производственной кооперацией – это реализация систематических действий, направленных на решение задач оптимизации производственного процесса. В число задач управления производственной кооперацией

предприятий машиностроения входят следующие:

- Оценка ресурсного потенциала участников производственной кооперации.
- Формирование портфеля производственных заказов для всех участников кооперации.
- Выявление и оценка рисков при производстве для всех участников процесса сотрудничества.
- Планирование производства заказов по всей сети сотрудничества в режиме реального времени с учетом выявленных рисков.
- Расширение производственных мощностей одновременно на многих заводах, входящих в сложные сети сотрудничества.
- Перераспределение производства отдельных узлов и сборок изделий между предприятиями.
- Подбор центров компетенции для производства определенных видов продукции.
- Разработка различных вариантов производственных планов по выпуску продукции синхронно для всех предприятий сети сотрудничества.
- Мониторинг состояния производства и поддержки процессов по всем заказам для всех уровней сотрудничества в режиме реального времени.

Практическая реализация функций управления и выбор оптимальных вариантов решения задач осуществляются с использованием системы инструментов и методов управления. Систему инструментов и методов, направленных на оптимизацию процесса производственной кооперации, можно назвать моделью управления. Оптимизация производственных процессов, достигнутая с помощью моделей управления производственной кооперацией, позволит всем предприятиям, вовлеченным в процесс кооперации, достичь запланированных результатов.

Создание моделей производственных процессов, позволяющих перенести любые производственные процессы из реального физического мира в виртуальный мир моделей, а также разработка и принятие управленческих решений на основе имеющихся алгоритмов и передача управляющих действий обратно называется «цифровое производство» [8].

Цифровое производство является ключевой точкой интеграции между управлением жизненным циклом продукта и производственным процессом, позволяя обмениваться информацией о продукте между проектными и производственными предприятиями. Такое согласование позволяет производственным предприятиям достигать поставленных целей, оптимизировать издержки за счет сокращения затрат, связанных с внесением изменений. Внедрение на машиностроительных предприятиях цифрового производства имеет три необходимых условия:

- полная компьютеризация рабочих мест и производственного процесса;
- использование современного программного обеспечения, управление производством и ресурсами;
- создание единого информационного пространства, охватывающего подготовку, планирование, организацию и контроль производственного процесса для всех предприятий промышленной кооперации.

Внедрение цифрового производства является инструментом оптимизации всех процессов путем прогнозирования и анализа потребностей и эффективности настройки производственных линий. Используя этот инструмент для совместной работы, инженеры-технологи могут выявлять узкие места и неэффективные процессы, а также разрабатывать корректирующие действия, тем самым устраняя потери и активно внедряя принципы бережливого производства [8].

При внедрении цифрового производства на машиностроительном предприятии, участвующем в системе производственной кооперации, акцент в управлении должен быть сделан на планировании всей цепочки поставок и контроле производства всех поставщиков на всех уровнях сети сотрудничества [9]. Задачи управления, связанные с планированием и обслуживанием производства в рамках промышленной кооперации, должны решаться партнерами по кооперации совместно, и, как правило, в режиме реального времени. В настоящее время существующая технология управления при решении вышеуказанных задач имеет следующие ограничения:

- Формирование плановых объемов и сроков производства (планов и графиков подготовки производства,

испытаний, отгрузки, поставок) – самостоятельно силами собственных служб планирования каждого промышленного предприятия.

- Координация объемов и дат между уровнями сети сотрудничества происходит дискретно, с последовательной передачей запланированных объемов и сроков производства между предприятиями – членами общей сети сотрудничества.

- Головная организация (холдинг) не располагает актуальной информацией о наличии производственных мощностей и состоянии заказов на каждом из предприятий кооперативной сети и, следовательно, не может надежно и в режиме реального времени оценить ожидаемое время выполнения заказов, уровень рисков и дополнительные ресурсы выполнения задач.

- Сбор фактического состояния выполнения заказа по той же технологии последовательной передачи информации приводит к тому, что проблемы в основном выявляются на заключительных этапах передачи компонентов между предприятиями, т. е. в тот момент, когда уже слишком поздно делать корректирующие управленческие решения или их значение умножается.

Когда система управления предприятием не использует цифровые технологии, она не может обеспечить адекватный уровень синхронизации между планами всех предприятий сети сотрудничества и своевременностью принятия управленческих решений об отклонениях. В результате вероятность задержки доставки готовой продукции значительно возрастает, а стоимость корректирующих мер возрастает. Оптимизация отдельных производственных предприятий в принципе не решит проблему, когда конечный продукт не будет выпущен из-за разбивки сроков поставки отдельных компонентов. Данный фактор указывает на необходимость создания централизованной системы управления на основе текущего состояния выполнения плана на каждом предприятии в рамках общего производственного цикла.

Предлагаемый подход к управлению производственной кооперацией предприятий машиностроения имеет следующие особенности:

- преобразование предприятий промышленной кооперации, взаимодействующих друг с другом в единый производственный процесс, при котором подразделения имеют ресурсный потенциал для выполнения определенных видов работ и построения такой модели;

- преобразование производственных продуктов в виде связанной сети этапов производства-поставки (технологический состав поставки продукта), генерируемых автоматически на основе конструкторской документации и содержащих общие оценки ресурсов продолжительности и сложности каждого этапа на соответствующем этапе. предприятия, в соответствии со схемой разделения;

- автоматизированное формирование графиков сотрудничества на основе состава технологического обеспечения и ресурсной модели сети сотрудничества;

- автоматизированная генерация всех видов планов и графиков закупок, отгрузок, собственного производства всех предприятий сети производственной кооперации, выведенных из графика сотрудничества;

- автоматизированный сбор и анализ текущего состояния работ, собранных со всех машиностроительных предприятий на всех уровнях сети сотрудничества в режиме реального времени за счет интеграции с производственными системами каждого предприятия.

Внедрение предлагаемой технологии цифровых моделей управления производственной кооперацией позволит машиностроительным предприятиям:

- Обеспечить оптимальное использование производственных мощностей сети предприятий производственной кооперации с учетом сроков заказов, плановых ремонтов, а также обеспечить оперативное изменение планов или перераспределение нагрузки на оборудование в случае незапланированного простоя. Управление планами на уровне моделей сотрудничества позволит наиболее эффективно обеспечить передачу продукции другим предприятиям с учетом их текущей нагрузки при переоснащении предприятия.

– Обеспечить оптимизацию трудозатрат работников предприятий кооперации для сбора информации о текущем состоянии работы и «ручной» синхронизации процессов запуска и доставки для сотен тысяч единиц номенклатурных позиций, что освобождает время для решения проблемы управления производством и принятия управленческих решений.

– Сократить количество ошибок и задержек в подготовке документального и финансового сопровождения работ, вызванных «человеческим фактором», посредством автоматизированного планирования и мониторинга работы, выполняемой при составлении договоров, заключении договоров, продвижении и выполнении казначейских обязательств.

Результаты исследования и их обсуждение

Предложены новые подходы к управлению производственной кооперацией в машиностроении в условиях перехода к цифровой экономике, основанные на внедрении цифровизации и IT-технологий; определены особенности цифровизации машиностроительной отрасли, заключающаяся не столько во внедрении инструментов моделирования отдельных узлов и изделий, в роботизации и автоматизации процессов управления, сколько в обеспечении сквозной связанности множества сфер деятельности, включающих в себя и производственные процессы, системы, и среду управления, а также регулирование, научные исследования, сбыт, маркетинг, утилизацию.

Цифровая модель управления предприятием основана на представлении производственного процесса в виде набора элементов: потребителей, предприятий, участвующих в сети сотрудничества на всех уровнях сети сотрудничества может быть использован для оптимизации процесса управления производственной кооперацией [10].

Цифровые модели управления машиностроительным предприятием обеспечивают возможность предотвращения сбоев при выполнении заказов, благодаря следующим особенностям:

1. Мониторинг в реальном времени изменений мощностей предприятий по-

средством автоматизированного анализа ресурсной модели предприятий.

2. Определение критических отклонений и начало перепланирования общего графика поставки на ранних стадиях крайних сроков.

3. Автоматический анализ динамики контрольных точек для каждого проекта / контракта / заказа и умение принимать необходимые управленческие решения.

«Цифровое кооперативное производство» как название модели управления производственной кооперацией предприятий, основанной на цифровом представлении информации о процессах и объектах, должно иметь следующие основные этапы:

1. Формирование ресурсной модели сети предприятий промышленной кооперации и трансформация этой модели в цифровое пространство.

2. Формирование цифровой модели технологических цепочек поставок комплектующих и сырья для всех участников системы производственной кооперации.

3. Анализ и ранжирование производственных рисков для всех участников процесса сотрудничества.

4. Формирование графиков взаимных поставок предприятий производственной кооперации

5. Объединение производственных планов и графиков всех предприятий производственной кооперации в единую цифровую систему.

6. Анализ состояния плановых заказов по всей сети производственной кооперации

7. Сравнение полученных результатов с плановыми показателями, оценка выявленных отклонений.

Заключение

Проведенные исследования показали, что для повышения эффективности экономики и формирования инновационного пути ее развития в настоящее время необходимо проведение ее цифровизации и реструктуризации на основе различных инструментов и механизмов. Цифровая экономика формируется на трех уровнях, которые в своем тесном взаимодействии влияют на жизнь граждан и общества в целом.

При создании моделей систем управления кооперацией, например, при создании цифровой модели управления производственным кооперативом, необходимо дополнительно решить проблему установления связей между управляющими частями систем управления подключенных подсетей общей сети. Цифровое про-

изводство основано на теории систем, и это один из уровней развития систем управления производством. Изменения экзогенных факторов предприятий машиностроительной отрасли приводят к необходимости создания новых моделей управления, в том числе моделей управления производственной кооперацией.

Библиографический список

1. Nicholas Negroponte. Being Digital. Paperback, 1995. 249 с.
2. Digital Economy Outlook 2015 (Paris: OECD Publishing) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.oecd.org/internet/oecd-digital-economy-outlook-2015-9789264232440-en.htm> (дата обращения: 19.03.2019).
3. The mass production revolution: forget the machine: «the line» changed the world [Электронный ресурс]. URL: <https://www.wardsauto.com/news-analysis/mass-production-revolution-forget-machine-line-changed-world> (дата обращения: 19.03.2019).
4. Hooijdonk R. The Company Of The Future [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://www.richardvanhooijdonk.com/en/ebooks/the-company-of-the-future/> (дата обращения: 19.03.2019).
5. Указ Президента РФ от 09.05.2017 № 203 «О Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_216363/ (дата обращения: 19.03.2019).
6. Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_319701 (дата обращения: 19.03.2019).
7. Белякова Г.Я., Фокина Д.А. Особенности развития производственной кооперации машиностроителей в рамках ЕАЭС // *Фундаментальные исследования*. 2017. № 11-1. С. 190–194.
8. Плакиткин Ю.А., Плакиткина Л.С. Программы «Индустрия-4.0» и «Цифровая экономика Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://mining-media.ru/ru/article/interesnoe/13423-programmy-industriya-4-0-i-tsifrovaya-ekonomika-rossijskoj-federatsii-vozmozhnosti-i-perspektivy-v-ugolnoj-promyshlennosti> (дата обращения: 19.03.2019).
9. Belyakov G., Belyakov S., Lyachn V., Zelenskay T. and Fokina D. 2018 Creation of value chains and cooperation of machine builders within the Eurasian Economic Union // *Revista Espacios* vol. 39 (№ 04) P. 36–42.
10. Тебекин А.В., Мантусов В.Б. Управление организацией: монография. М.: РИО Российской таможенной академии, 2016. 312 с.