

КОНЦЕПЦИЯ И МЕТОДОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ЦИФРОВОЙ ПЛАТФОРМЫ ОПЕРАТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Г.И. Коновалова

Брянский государственный технический университет
Россия, 241035, Брянск, Харьковская ул., 10-Б

Введение. Описаны характерные особенности современных машиностроительных предприятий, порождающие высокую динамику производства. Показано, что в настоящее время в теории производственного менеджмента не разработан единый подход к оперативному управлению динамичным разнотипным производством, предусматривающий наличие инструментов ведения расчетов для производств всех типов на единой методологической основе. Доказано, что единый подход к оперативному управлению позволяет получить точные и полные данные о деятельности предприятия сегодня и в долгосрочной перспективе. Предложены базовые факторы единого подхода: универсальная модель оперативного управления разнотипным динамичным производством; единая методология планирования, учёта, контроля и регулирования производства; интеграция функций, уровней управления и периодов планирования. Раскрыта сущность и дана структура ключевых элементов универсальной системы оперативного управления динамичным разнотипным производством - динамического план-графика выпуска изделий на долгосрочный период; динамического план-графика выпуска деталей на долгосрочный период; очереди выполнения технологических операций на текущий момент времени. Предложена ядро структуры цифровой платформы для оперативного планирования производства на машиностроительном предприятии. Разработана цифровая модель формирования оптимального оперативного задания производственному участку с учетом комплектности незавершенного производства, максимальной загрузки производственных мощностей и рационального использования материальных ресурсов.

Методы исследования. Единый подход к оперативному управлению динамичным разнотипным производством на машиностроительном предприятии в условиях цифровой экономики базируется на исследованиях зарубежных и отечественных ученых в области теории производственного менеджмента. Базой для исследования являются теория систем, теория управления производственными системами, теория принятия решений. Для решения проблемы использованы общенаучные методы исследования (анализ, синтез, наблюдение, сравнение, эксперимент, моделирование, обобщение, формализация); базовые подходы производственного менеджмента (стратегический, функциональный, процессный, ситуационный, интегративный, динамический).

Результаты исследования. Впервые разработаны концепция и методология формирования цифровой платформы для оперативного планирования динамичного разнотипного многономенклатурного производства на машиностроительном предприятии в условиях цифровой экономики. Предложена структура цифровой платформы, включающая три взаимосвязанных сегмента: операционное ядро, состоящее из ключевых цифровых двойников для оперативного планирования производственных процессов; цифровые двойники нормативных и оперативных данных; участники реализации данной цифровой платформы. Принципиально важным моментом исследования являются разработка алгоритмов построения ключевых элементов универсальной системы оперативного управления дина-

Сведения об авторе:

Коновалова Галина Ильинична (eopuk@mail.ru), д-р экон. наук, доцент, профессор кафедры отраслевой экономики

On author:

Konovalova Galina I. (eopuk@mail.ru), Doctor of Economics, Associate Professor, Professor of the Department of Branch Economy

мичным разнотипным производством и цифровой модели формирования оптимального оперативного производственного задания в режиме реального времени. Основные положения настоящего исследования внедрены на крупном машиностроительном заводе с разнотипным динамичным многоменклатурным производством.

Заключение. Впервые для цифровой трансформации машиностроительных предприятий разработаны концепция и методология создания цифровой платформы оперативного планирования динамичного разнотипного производства. Представленная цифровая платформа является технологическим ресурсом повышения конкурентоспособности машиностроительных предприятий. В основе цифровой платформы оперативного планирования производства лежит цифровая оптимизационная модель формирования оперативного производственного задания исполнителям в режиме реального времени. Внедрение цифровой платформы оперативного планирования динамичного разнотипного производства в реальных заводских условиях на крупном машиностроительном заводе показало ее эффективность, а именно, обеспечивает непрерывный бизнес-процесс, повышение производительности, рост производства. Проведенное исследование является одним из важнейших методологических вкладов в теорию менеджмента, без которого не возможна цифровая трансформация машиностроительной отрасли.

Ключевые слова: машиностроительное предприятие, цифровая платформа, оперативное планирование производства, динамика производства, методология, цифровая модель.

Для цитирования:

Коновалова Г. И. Концепция и методология разработки цифровой платформы оперативного планирования производства на машиностроительном предприятии // Организатор производства. 2024. Т.32. № 1. С. 16-26. DOI: 10.36622/1810-4894.2024.66.24.002

CONCEPT AND METHODOLOGY FOR THE DEVELOPMENT OF DIGITAL PLATFORM FOR OPERATIONAL PLANNING PRODUCTION PLANNING AT THE MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

G.I. Konovalova

Bryansk State Technical University
10-B Kharkovskaya St., Bryansk, 241035, Russia.

Annotation. The characteristic features of modern machine-building enterprises that generate high production dynamics are described. It is shown that at present, in the theory of production management, a unified approach to the operational management of dynamic, diverse production has not been developed, providing for the availability of calculation tools for production of all types on a unified methodological basis. It has been proven that a unified approach to operational management makes it possible to obtain accurate and complete data on the activities of the enterprise today and in the long term. The basic factors of a unified approach are proposed: a universal model of operational management of diverse dynamic production; unified methodology for planning, accounting, control and regulation of production; integration of functions, management levels and planning periods. The essence is revealed and the structure of the key elements of a universal system of operational management of dynamic heterogeneous production is given - a dynamic production schedule for a long-term period; dynamic schedule for the production of parts for a long-term period; queues for performing technological operations at the current time. The core structure of a digital platform for operational planning of production at a machine-building enterprise is proposed. A digital model has been developed for the formation of an optimal operational task for a production site, taking into account the completeness of work in progress, maximum utilization of production capacity and rational use of material resources.

Research methods. A unified approach to the operational management of dynamic, diverse production at a machine-building enterprise in the digital economy is based on the research of foreign and domestic scientists in the field of production management theory. The basis for the research is systems theory, production

systems management theory, and decision-making theory. To solve the problem, general scientific research methods are used (analysis, synthesis, observation, comparison, experiment, modeling, generalization, formalization); basic approaches to production management (strategic, functional, process, situational, integrative, dynamic).

Research results. For the first time, a concept and methodology for the formation of a digital platform for operational planning of dynamic, diverse, multi-product production at a machine-building enterprise in a digital economy have been developed. A digital platform structure has been proposed, including three interconnected segments: an operational core consisting of key digital twins for operational planning of production processes; digital twins of regulatory and operational data; participants in the implementation of this digital platform. A fundamentally important aspect of the research is the development of algorithms for constructing key elements of a universal operational management system for dynamic, diverse production and a digital model for the formation of an optimal operational production task in real time. The main provisions of this study were implemented at a large machine-building plant with different types of dynamic multi-product production.

Conclusion. For the first time, for the digital transformation of machine-building enterprises, a concept and methodology for creating a digital platform for operational planning of dynamic heterogeneous production have been developed. The presented digital platform is a technological resource for increasing the competitiveness of machine-building enterprises. The digital platform for operational production planning is based on a digital optimization model for generating operational production tasks for performers in real time. The introduction of a digital platform for operational planning of dynamic, diverse production in real factory conditions at a large engineering plant has shown its effectiveness, namely, it ensures a continuous business process, increased productivity, and increased production. The conducted research is one of the most important methodological contributions to management theory, without which the digital transformation of the engineering industry is not possible.

Key words: machine-building enterprise, digital platform, operational production planning, production dynamics, methodology, digital model.

For citation:

Konovalova G. I. Concept and methodology of development of a digital platform for operational production planning at a machine-building enterprise // Organizer of Production. 2024. Vol.32. No. 1. Pp. 16-26. DOI: 10.36622/1810-4894.2024.66.24.002

Введение

Формирующийся в настоящее время интегральный мирохозяйственный уклад предполагает выстраивание новых технологических, управленческих и социальных систем. Научная теория установления мирохозяйственных укладов и ее применение в управлении социально-экономическим развитием описаны в работах российских ученых Глущенко В. В., Иванова В.В., Глазьева С. Ю. [1, 2, 3]. Новые системы предлагается строить на основе цифровых информационных технологий, способов обработки больших данных и искусственного интеллекта. Переход к новому технологическому укладу совершается через технологическую революцию, основу которого составляет комплекс

нано-, инфо-, когнитивных технологий, которые, кардинально повышают эффективность развития экономики [4]. Инновационные разработки становятся главной движущей силой экономики, а цифровая трансформация выступает в качестве двигателя экономического роста [5; 6; 7].

Цифровая трансформация определена как одна из национальных целей развития России до 2030 года [8]. Сегодня нашей стране необходимо возродить и активизировать производственную сферу для обеспечения технологического суверенитета, безопасности и обороноспособности, повышения жизненного уровня граждан и устойчивого развития на долговременный период.

Машиностроение, как одна из ведущих отраслей промышленности, требует разработки новых моделей и механизмов функционирования, без которых невозможно создать производства с новым технологическим укладом [9; 10; 11].

Целью настоящего исследования является разработка отечественной концепции и методологии формирования цифровой платформы оптимального оперативного планирования бизнес-процесса на машиностроительном предприятии в условиях цифровой экономики.

Особенности российского машиностроительного производства

В теории менеджмента различают следующие типы производств: единичное, мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное, массовое. Характерной особенностью в настоящее время стало то, что на одном и том же машиностроительном предприятии одновременно сочетаются все типы производства. Как следствие, на данных предприятиях возникло новое свойство – высокая динамичность производства, обусловленная широкой номенклатурой продукции, различной динамикой ее выпуска, разными производственными циклами изготовления, широкой унификацией применяемых деталей и сборочных единиц. Машиностроительное производство оперирует технологическими процессами, включающими десятками тысяч разнообразных операций, использует сотни наименований разных материалов и оборудования.

В связи с этим современным машиностроительным предприятиям требуется высокая гибкость производственной системы, позволяющая быстро менять номенклатуру и ассортимент изделий, глубоко дифференцировать производственные и технологические процессы, экономические производственные отношения внутри предприятия и вне его с поставщиками ресурсов и потребителями продукции. Стало необходимым учитывать высокий динамизм производства при разработке стратегии, краткосрочных и долго-

срочных целей и планов развития, а также производственного потенциала предприятия.

Решающим фактором в деятельности машиностроительных предприятий в условиях перехода к новому мирохозяйственному укладу стала максимизация добавленной стоимости. Чем выше добавленная стоимость, созданная в процессе производства, тем эффективнее деятельность предприятий. Основным инструментом создания добавленной стоимости является система оперативного планирования производства, осуществляющая формирование бизнес-процессов посредством оперативных плановых заданий исполнителям. Для повышения эффективности деятельности в условиях многономенклатурного разнотипного динамичного производства предприятиям требуется новая модель формирования бизнес-процессов.

Целью данного исследования является разработка концепции и методологии цифровой платформы оперативного планирования многономенклатурного разнотипного динамичного производства, обеспечивающей эффективность и рост производства на российских машиностроительных предприятиях.

Концепция универсальной системы оперативного планирования производства на машиностроительном предприятии

Оперативное планирование производства – это главная функция в управленческом цикле в теории производственного менеджмента, предполагающая установление целей и планов для каждого структурного подразделения, а также постановку задач, направленных на их достижение [12; 13; 14; 15]. В условиях цифровой экономики роль и значение данной функции возросли в разы, так как предприятию постоянно требуется точная, своевременная и полная информация о происходящих на нем бизнес-процессах.

Многолетние исследования и практическая деятельность автора на крупном машиностроительном заводе показали, что базо-

выми положениями концепции формирования цифровой платформы оперативного планирования производства являются [16]:

1) универсальная модель оперативного управления разнотипным динамичным производством;

2) подход к планированию, учёту, контролю и регулированию производства на единой методологической основе;

3) интеграция различных функций, уровней управления и периодов планирования.

Сущность новой концепции универсальной системы оперативного планирования производства на машиностроительном предприятии заключается в том, что управление деятельностью предприятия осуществляется на основе одних и тех же взаимосвязанных элементов производственной системы – динамических планов-графиков, планово-учетных единиц и календарно-плановых нормативов [17].

Ключевыми элементами в универсальной системе оперативного планирования динамичным разнотипным производством являются:

1) динамический план-график выпуска изделий на предприятии на долгосрочный

Дневной выпуск деталей

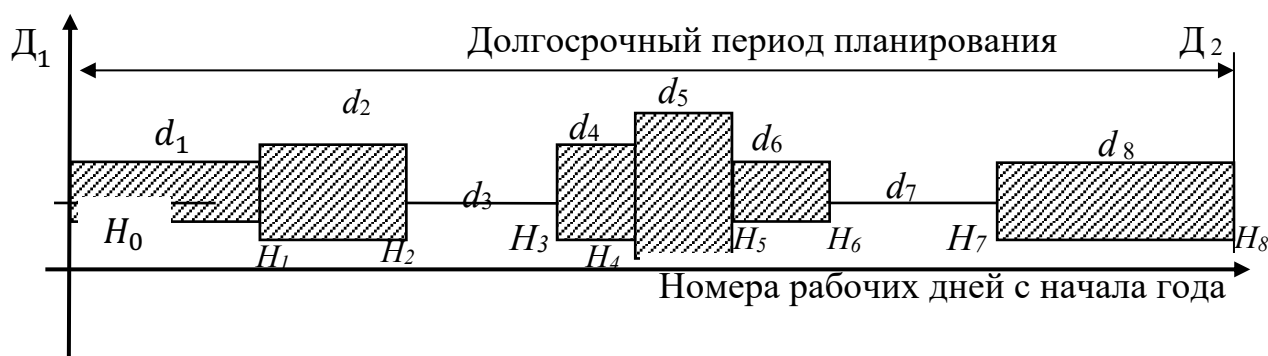


Рис. 1. Форма динамического план-графика выпуска деталей
Fig. 1. Form of dynamic schedule for production of parts

При построении данного динамического план-графика учитываются переменный спрос на продукцию, длительности производственного цикла изготовления изделий, применение деталей в изделиях в различных

период, необходимый для формирования единого календарного плана производства и контроля исполнения сроков поставки продукции потребителям;

2) динамический план-график выпуска деталей на долгосрочный период, необходимый для формирования детальных планов цехам, контроля их исполнения, согласования целей и показателей деятельности структурных подразделений;

3) очередь выполнения технологических операций на текущий момент времени, необходимая для моделирования бизнес-процессов в цехе посредством формирования оперативных заданий производственным участкам (рабочим) с учетом сложившейся производственной ситуации.

Форма динамического план-графика выпуска деталей показана на рис. 1, где D_1, D_2 – метки начала и окончания (номера рабочих дней с начала года) долгосрочного периода; H_1, H_2, \dots – метки окончания временных отрезков на динамическом план-графике с одинаковым дневным выпуском деталей; d_1, d_2, \dots – дневной выпуск деталей во временных отрезках на динамическом план-графике.

количествах и с разными нормативами их поступления в изделия.

Динамический план-график по конкретной детали отображает потребности производства в ней в различные моменты времени на протяжении всего долгосрочного периода.

Совокупность динамических план-графиков по деталям всех наименований отражают динамику производства на предприятии в целом.

Для гибкого реагирования на динамические изменения внешней и внутренней среды предприятия планы-графики выпуска изделий и деталей оперативно пересчитываются, что позволяет получить новые параметры частичных производственных процессов с учетом изменившейся производственной ситуации.

Структура очереди выполнения технологических операций показана в таблице, где H_{ϕ} – фактический день обеспеченности производства по детали (фактический номер рабочего дня с начала года); H_3 – плановый срок запуска партии деталей в производство (плановый номер рабочего дня с начала года); H_T – номер текущего планового рабочего дня с начала года; Ч – принятая продолжительность периода для планирования операций.

Структура очереди выполнения технологических операций в цехе
Structure of the queue for performing technological operations in the workshop

Номер группы и операции в очереди выполнения	Условия для включения операций в очередь выполнения	Состояние операций в производственном процессе
Группа 1. Входят операции, имеющие второй и следующие номера в технологическом процессе	$H_{\phi} < H_T$	Операции находятся в обработке, отстают от номера планового рабочего дня
Группа 2. Входят операции, имеющие первый номер в технологическом процессе	$H_3 < H_T$	Операции ожидают запуска в производство, отстают от номера планового рабочего дня
Группа 3. Входят операции, имеющие второй и следующие номера в технологическом процессе	$H_T \leq H_{\phi} \leq H_T + \text{Ч}$	Операции находятся в обработке, не отстают от номера планового рабочего дня

В таблице видно, что технологические операции в очереди разделяются на три группы в зависимости от фактического укомплектования производства деталями, выраженного в днях обеспеченности с начала года. В первой и второй группах операции ставятся в очереди в порядке убывания отставания от номера текущего рабочего дня, в третьей группе – в порядке возрастания превышения от номера текущего рабочего дня.

Таким образом, предложенная структура очереди выполнения технологических операций предполагает включать в оперативное производственное задание первыми отстающие и запущенные в производство детали. Затем к ним подсоединяются детали, ожи-

дающие обработки и отстающие, после чего включаются детали, ожидающие обработки и находящиеся в превышении от номера текущего рабочего дня. Это позволяет не допускать отклонения производственного процесса от заданного календарного план-графика. В результате создаются минимально необходимое и комплектное незавершенное производство, оптимизируется бизнес-процесс на предприятии.

Рассмотренные новые элементы производственной системы способствуют созданию на машиностроительном предприятии универсальной системы оперативного планирования производства, которая одинаково пригодна для управления выпуском изделий

в единичных экземплярах, мелкими, средними и крупными партиями, а также в больших количествах. Наличие универсальной системы оперативного планирования производства является обязательным требованием к проведению цифровой трансформации машиностроительных предприятий.

Структура цифровой платформы для оперативного планирования производства на машиностроительном предприятии

Под цифровой платформой понимается «совокупность моделей, методов, средств, цифровых данных, информационно и технологически интегрированных в единую авто-

матизированную систему» [18, 19], а также «технология постоянной записи данных, преимуществом которой является скорость, прозрачность, надежность, доступность» [20, 21]. В данных определениях прослеживается основная идея цифровой трансформации предприятий, заключающаяся в разработке и внедрении таких моделей и методов, которые обеспечивают значительное повышение эффективности производственных процессов.

Ядро модели цифровой платформы для оперативного планирования производства на машиностроительном предприятии показано на рис. 2.

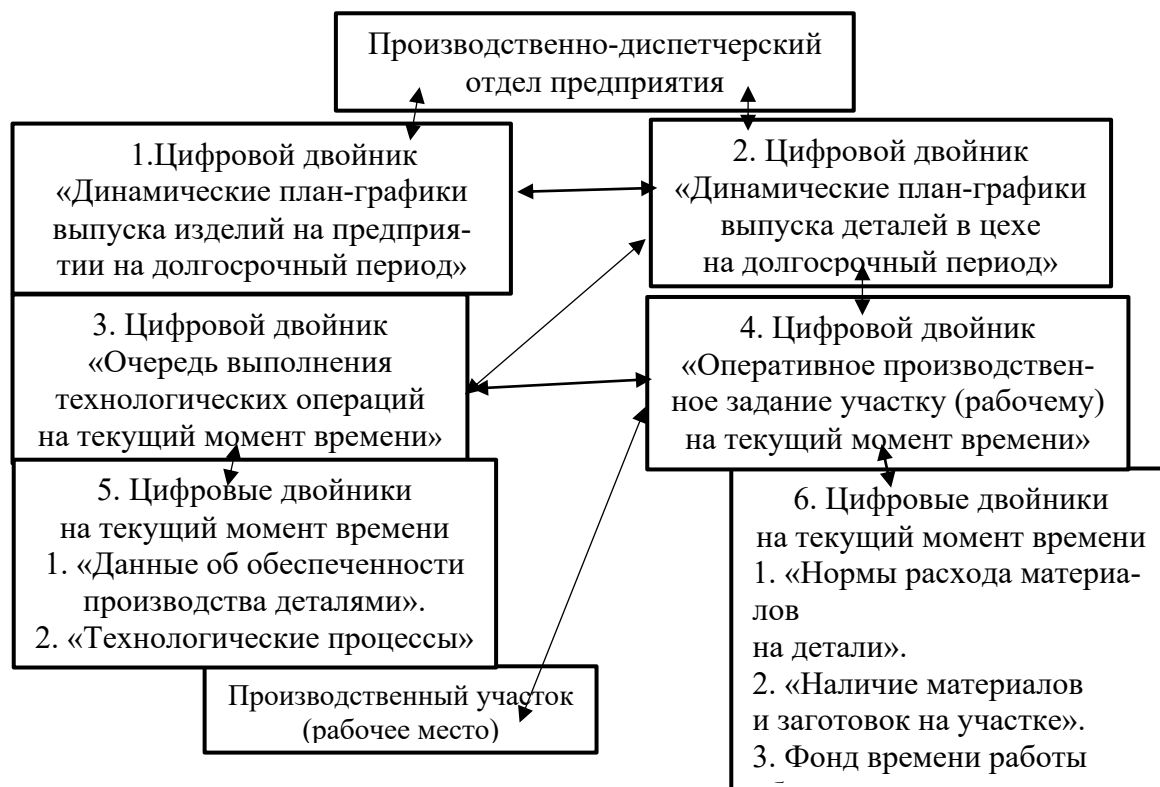


Рис. 2. Ядро модели цифровой платформы для оперативного планирования производства на машиностроительном предприятии

Rice. 2. Core of the digital platform model for operational planning production at a machine-building enterprise

В ядро данной модели цифровой платформы для оперативного планирования производства на машиностроительном предприятии включены ключевые цифровые двойники

и основные участники. Цифровые двойники под номерами 1, 2, 3, 4 осуществляют моделирование основного бизнес-процесса и формирование оперативного производствен-

ного задания участку (рабочему), для создания добавленной стоимости.

В цифровые двойники под номерами 5 и 6 помещаются нормативные и фактические данные о состоянии производства на текущий момент времени, которые требуются для построения ключевых цифровых двойников.

Участниками (исполнителями) данной цифровой платформы являются производственно-диспетчерский отдел предприятия, производственные участки (рабочие) в цехе.

В современных условиях данная цифровая технология является основой развития машиностроительных предприятий, так как позволяет создать прозрачный, непрерывный, оптимальный бизнес-процесс производства продукции. Основой успешной работы данной цифровой платформы являются актуальные и достоверные данные, формируемые в разрезе производственных процессов и технологических операций.

Оптимизационная цифровая модель формирования оперативного производственного задания участку (рабочему)

Сущность цифровой модели формирования оперативного производственного задания участку (рабочему) состоит в оптимизации его с учетом фактической комплектности незавершенного производства, максимальной загрузки оборудования и наиболее эффективного использования материальных ресурсов. Данная модель формулируется следующим образом.

Требуется определить плановое количество x_{ilf} по деталям ($l=1, \dots, L$) и операциям ($f=1, \dots, F$), при которых целевая функция есть минимум отклонения плановых сроков выполнения операций от номера текущего рабочего дня:

$$\Delta H_{lf} = H_{\phi lf} + \sum_{i=1}^m \frac{x_{ilf}}{d_{ilf}} - N_T \quad \min$$

при условиях:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F x_{ilf} t_{lfq} \leq T_q; \quad q=1, \dots, Q$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{l=1}^L \sum_{f=1}^F x_{ilf} r_{ln} \leq M_n; \quad n=1, \dots, N,$$

где ΔH_{lf} – отклонение планового срока изготовления по l -й детали f -й операции от номера текущего рабочего дня; x_{ilf} – плановое количество по l -й детали f -й операции на план-графике в i -м отрезке времени; $H_{\phi lf}$ – фактический день обеспеченности по l -й детали f -й операции; N_T – номер текущего рабочего дня с начала года; T_q – фонд времени работы по q -й группе оборудования на смену; M_n – количество по n -му материалу (заготовке) на производственном участке; t_{lfq} – норма штучно-калькуляционного времени по l -й детали f -й операции q -й группе оборудования; r_{ln} – норма расхода по n -му материалу l -й детали; d_{ilf} – дневной выпуск по l -й детали f -й операции в i -м отрезке времени.

В данной цифровой модели целевая функция связывает отклонение плановых сроков выполнения операций ΔH_{lf} , минимум значений которых требуется найти, с управляемой переменной x_{ilf} – плановое количество деталей на операциях, имеющих номера дней обеспеченности производства в интервале времени $[H_{\phi lf}, N_T + Ч]$, где Ч – число рабочих дней на горизонте планирования операций. В качестве ограничений выступает фонд времени работы группы оборудования на смену (более короткие отрезки времени), а также количество материалов (заготовок), находящихся на производственном участке.

По данной модели в оперативное производственное задание включаются технологические операции, которые действительно необходимо выполнять в текущий момент времени для создания комплектного незавершенного производства и обеспечения установленных сроков выпуска продукции потребителям. Модель является действенным инструментом повышения качества и скорости производственных процессов, эффективности использования ресурсов.

Заключение

1. Предложенный подход к цифровой трансформации машиностроительных предприятий позволит изменить модель их хозяйствования на основе новой методологии цифровой системы оперативного планирования производства.

2. Внедрение данной цифровой платформы приведет:

1) к повышению гибкости производства путем оперативного изменения параметров производственных процессов и быстрой перенастройки их на основе актуальных, оперативных и достоверных данных о технологических операциях, производственных процессах, оборудовании, персонале;

2) увеличению производительности и эффективности производства за счет внедрения в операционную деятельность цифровых инструментов, обеспечивающих сокращение расхода ресурсов, снижение брака, уменьшение потребности оборотных средств, увеличение выпуска изделий, ускорение вывода новой продукции;

3) осуществлять оперативный контроль и анализ бизнес-процессов на основе прогрессивной цифровой технологии непрерывных, взаимосвязанных, упорядоченных и управляемых действий, основными свойствами которой являются точность, прозрачность, надежность, оперативность.

Литература

1. Глущенко, В. В. Научная теория технологических укладов и ее применение в управлении социально-экономическим развитием // Современные научные исследования и инновации. 2020. № 2. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2020/02/91454> (дата обращения: 25.12.2022).

2. Иванов, В.В. Научно-технологический базис нового мирового уклада // Проектирование будущего. Проблемы цифровой реальности: труды 4-й Международной конференции - Москва: ИПМ им. М.В. Келдыша, 2021. - С. 32-45. -

<https://keldysh.ru/future/2021/2.pdf>
<https://doi.org/10.20948/future-2021-2>.

3. Глазьев, С. Ю. Глобальная трансформация через призму смены технологических и мирохозяйственных укладов // AlterEconomics. 2022. Т. 19. № 1. С. 93-115. <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.6>. (дата обращения: 15.11.2023).

4. Глазьев, С. Ю. Экономическая программа ВРНС "Социальная справедливость и экономический рост", <https://dzen.ru/a/ZVFXlzhBThF9PA7V> referer_clid=3000&from_site=mail (дата обращения 13.11.2023).

5. Толстых, Т.О., Шкарупета, Е.В. К вопросу о разработке сценария прорывного развития промышленных предприятий в условиях четвертой промышленной революции // Экономика в промышленности. 2018. Т. 11. № 4. С. 346–352.

6. Клачек, П.М. Полупан, К.Л., Либерман, И.В. Цифровизация экономики на основе системно-целевой технологии управления знаниями // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Экономические науки. 2019. (12). № 3. С. 9–19.

7. Бабкин, А.В., Алексеева, Н.С. Тенденции развития цифровой экономики на основе исследования наукометрических баз данных // Экономика и управление. 2019. № 6 (164). С. 16–25.

8. Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012> (дата обращения: 15.05.2021).

9. Плотников, В.А. Цифровизация производства: теоретическая сущность и перспективы развития в российской экономике // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. 2018. № 4 (112). С. 16-24.

10. Вожаков, А. Столбов В., Федосеев С. Интеллектуальные информационные систе-

мы управления предприятием. ЛитРус, 2021. 470 с.

11. Ананьин, В.И. Цифровое предприятие: трансформация в новую реальность // Бизнес-информатика. 2018. № 2 (44). С. 45–54.

12. Друкер, П.Ф. Практика менеджмента: пер. с англ. Москва: Вильямс, 2003. 476 с.

13. Porter, M.E., Millar V.E. How Information Gives You Competitive Advantage // Harvard Business Review, 1985, 85 p.

14. Портер, М.Ю. Конкурентное преимущество: Как достичь высокого результата и обеспечить его устойчивость. Москва: Альпина Бизнес Букс, 2005. 715 с. ISBN 5-9614-0182-0.

15. Deming, W.E. The Essential Deming: leadership principles from the father of quality. NY, McGraw-Hill, 2013. Edited by J. Orsini, PhD.

16. Коновалова, Г. И. Развитие теории и методологии производственного менеджмента в условиях цифровой экономики: монография. Брянск. БГТУ. 2022. 180 с.

17. Коновалова, Г. И. Методология оперативного управления цифровым производством: монография. Брянск. БГТУ. 2020. 194 с.

18. Квинт, В.Л., Бабкин, А.В., Шкарупета, Е.В. Стратегия формирования платформенной операционной модели для повышения уровня цифровой зрелости промышленных систем // Экономика промышленности. 2022. Т.15. №3. С. 249–261.

19. Колобов, И., Арефьев Ф. ZIoT: цифровая платформа для промышленности // Открытые системы СУБД. 2021. № 2. С. 10–12.

20. Pauli, T., Fielt, E., Matzner, M. Digital Industrial Platforms // Bus Inf Syst Eng. 2021. Vol. 63. P. 181–190. URL: <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00681-w> (дата обращения: 21.05.2022).

21. Velosa, A., Goodness E., Xiang M., Havart-Simkin P., Berthelsen E., Kim S. Competitive Landscape: IoT Platform Vendors. Gartner, 2020. URL: <https://www.gartner.com/en/documents/3983934/competitive-landscape-iot-platform-vendors> (дата обращения: 10.04.2022).

Поступила в редакцию – 17 декабря 2023 г.

Принята в печать – 20 января 2024 г.

Literatura

1. Glushchenko, V. V. Nauchnaya teoriya tekhnologicheskikh ukladov i ee primeneniye v upravlenii social'no-ekonomicheskim razvitiem // Sovremennyye nauchnye issledovaniya i innovacii. 2020. № 2. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2020/02/91454> (data obrashcheniya: 25.12.2022).

2. Ivanov, V.V. Nauchno-tekhnologicheskij bazis novogo mirovogo ukлада // Proekti-rovaniye budushchego. Problemy cifrovoj real'nosti: trudy 4-j Mezhdunarodnoj konfe-rencii - Moskva: IPM im. M.V. Keldysha, 2021. - S. 32-45. - <https://keldysh.ru/future/2021/2.pdf> <https://doi.org/10.20948/future-2021-2>.

3. Glaz'ev S. Yu. Global'naya transformaciya cherez prizmu smeny tekhnologicheskikh i mirohozyajstvennykh ukladov // AlterEconomics. 2022. Т. 19. № 1. S. 93-115. <https://doi.org/10.31063/AlterEconomics/2022.19-1.6>. (data obrashcheniya: 15.11.2023).

4. Glaz'ev, S. Yu. Ekonomicheskaya programma VRNS \"Social'naya spravedlivost' i ekonomicheskij rost\", <https://dzen.ru/a/ZVFX1zhBThF9PA7V> referrer_clid=3000&from_site=mail (data obrashcheniya 13.11.2023).

5. Tolstyh, T.O., Shkarupeta, E.V. K voprosu o razrabotke scenariya proryvnogo razvitiya promyshlennykh predpriyatij v usloviyah chetvertoj promyshlennoj revolyucii // Ekonomika v promyshlennosti. 2018. Т. 11. № 4. S. 346–352.

6. Klachek, P.M. Polupan, K.L., Liberman, I.V. Cifrovizaciya ekonomiki na osnove sistemno-celevoj tekhnologii upravleniya znaniyami // Nauchno-tekhnicheskie vedomosti SPbGPU. Ekonomicheskie nauki. 2019. (12). № 3. S. 9–19.
7. Babkin, A.V., Alekseeva, N.S. Tendencii razvitiya cifrovoj ekonomiki na osno-ve issledovaniya nauko-metricheskikh baz dannyh // Ekonomika i upravlenie. 2019. № 6 (164). S. 16–25.
8. Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 21.07.2020 g. № 474 «O nacional'nyh celyah razvitiya Rossijskoj Federacii na period do 2030 goda»: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202007210012> (data obrashcheniya: 15.05.2021).
9. Plotnikov, V.A. Cifrovizaciya proizvodstva: teoreticheskaya sushchnost' i perspektivy razvitiya v rossijskoj ekonomike // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudar-stvennogo ekonomicheskogo universiteta. 2018. № 4 (112). S. 16–24.
10. Vozhakov, A. Stolbov V., Fedoseev S. Intellektual'nye informacionnye si-stemy upravleniya predpriyatiem. LitRus, 2021. 470 s.
11. Anan'in, V.I. Cifrovoe predpriyatie: transformaciya v novuyu real'nost' // Biznes-informatika. 2018. № 2 (44). S. 45–54.
12. Druker, P.F. Praktika menedzhmenta: per. s angl. Moskva: Vil'ya15ms, 2003. 476 s.
13. Porter, M.E., Millar V.E. How Information Gives You Competitive Advantage // Harvard Business Review, 1985, 85 r.
14. Porter, M.Yu. Konkurentnoe preimushchestvo: Kak dostich' vysokogo rezul'tata i obespechit' ego ustojchivost'. Moskva: Al'pina Biznes Buks, 2005. 715 s. ISBN 5-9614-0182-0.
15. Deming, W.E. The Essential Deming: leadership principles from the father of quali-ty. NY, McGraw-Hill, 2013. Edited by J. Orsini, PhD.
16. Konovalova, G. I. Razvitie teorii i metodologii proizvodstvennogo menedzh-menta v usloviyah cifrovoj ekonomiki: monografiya. Bryansk. BGTU. 2022. 180 s.
17. Konovalova, G. I. Metodologiya operativnogo upravleniya cifrovym proizvod-stvom: monografiya. Bryansk. BGTU. 2020. 194 s.
18. Kvint, V.L., Babkin, A.V., Shkarupeta, E.V. Strategiya formirovaniya platfor-mennoj operacionnoj modeli dlya povysheniya urovnya cifrovoj zrelosti promyshlennyh sistem // Ekonomika promyshlennosti. 2022. T.15. №3. S. 249–261.
19. Kolobov, I., Arefev F. ZIIoT: cifrovaya platforma dlya promyshlennosti // Otkrytye sistemy SUBD. 2021. № 2. S. 10–12.
20. Pauli T., Fielt E., Matzner M. Digital Industrial Platforms // Bus Inf Syst Eng. 2021. Vol. 63. P. 181–190. URL: <https://doi.org/10.1007/s12599-020-00681-w> (data obrashcheniya: 21.05.2022).
21. Velosa, A., Goodness E., Xiang M., Havart-Simkin P., Berthelsen E., Kim S. Compet-itive Landscape: IoT Platform Vendors. Gartner, 2020. URL: <https://www.gartner.com/en/documents/3983934/competitive-landscape-iot-platform-vendors> (data obrashcheniya: 10.04.2022).

Received for publication - December 17, 2023.

Accepted for publication – January 20, 2024.