

**Информатика, вычислительная техника и управление**

УДК 004.001.895

DOI: 10.30987/article\_5bb5e6d04b0826.12853929

Г.И. Коновалова

**ПРЕВЕНТИВНАЯ АДАПТАЦИЯ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
ПРОИЗВОДСТВОМ НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ  
В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНЕЙ И ВНУТРЕННЕЙ СРЕДЫ**

Рассмотрена одна из важнейших проблем машиностроительных предприятий – повышение операционной эффективности их деятельности. Предложена универсальная система оперативного управления динамичным разнотипным производством, обеспечивающая адаптацию предприятия к динамично изменяющейся внешней и внутренней среде. В качестве метода исследования применен

системный подход к разработке элементов системы, интеграции функциональных подсистем и иерархических уровней управления.

**Ключевые слова:** машиностроительное предприятие, оперативное управление, информационный обмен, динамичное разнотипное производство, интеграция, база данных.

G.I. Konovalova

**PREVENTIVE ADAPTATION OF PRODUCTION CONTROL SYSTEM  
AT INDUSTRIAL ENTERPRISES UNDER CONDITIONS  
OF INNER AND OUTER ENVIRONMENT CHANGES**

The present day at many industrial enterprises there is a problem which consists in the following: discrepancy of management decision-making to the required state of production caused high production costs, a high duration of production cycle and a non-observance of order terms. To solve this problem the author has offered, from the point of view of system positions, the peculiarity investigation of diverse dynamic production at an industrial enterprise and its operational control. As a result there is developed a universal system for the operational management of

dynamic diverse production and an integrated information system for its functioning. On the basis of single models the system allows planning, taking into account and controlling manufacturing products made as a single specimen, small batch production, medium batch production, and large batch production, and also in large quantities.

**Key words:** industrial enterprise, operational management, information exchange, dynamic diverse production, integration, data base.

**Введение**

Сегодня рыночные отношения характеризуются ростом уровня неопределенности конкурентной среды, что, в свою очередь, вынуждает машиностроительные предприятия заранее продумывать некие мероприятия по адаптации. Это важно потому, что скорость изменений настолько велика, что приспособление к ним стало важным преимуществом в борьбе за конкурентоспособность на рынке. Предприятия больше не могут полагаться на привычные способы функционирования. Изменчивость внешней и внутренней среды вынуждает их стать мобильными, гибкими, способными удовлетворять потребно-

сти своих клиентов, незамедлительно и адекватно реагировать на изменение ситуации. Адаптацию необходимо рассматривать не только как инструмент, позволяющий выжить, но и как способ дальнейшего стабильного развития. Основная роль принадлежит оперативной адаптации предприятий, так как она предполагает умение приспособиться к регулярным изменениям. Оперативная адаптация становится главным фактором повышения конкурентоспособности предприятий. Проблемы адаптационного менеджмента сегодня мало изучены.

### Универсальная система оперативного управления динамичным разнотипным машиностроительным производством как инструмент адаптации

Инструментом оперативной адаптации на предприятии является система оперативного управления производством. В настоящее время преобладающими становятся предприятия с разнотипным производством, сочетающим единичный, мелкосерийный, среднесерийный и крупносерийный типы производства. Для них характерны следующие особенности: большая, постоянно обновляющаяся номенклатура изделий; неравномерность количественного выпуска их по плановым периодам; нахождение изделий на различных стадиях жизненного цикла; широкая унификация деталей и сборочных единиц с разной их применяемостью в изделиях; необходимость выпуска запасных частей, изделий по кооперации, новой техники.

Сегодня машиностроительным предприятиям необходима универсальная сис-

тема оперативного управления производством, концептуальными свойствами которой являются гибкость к динамике номенклатуры и объемов выпуска изделий; переход к подетальной системе (отказ от укрупненных и условных планово-учетных единиц); высокая точность и согласованность производственных заданий на разные плановые периоды для различных подразделений; ведение планирования, учета, контроля, анализа и регулирования изготовления изделий в единичном экземпляре, мелкими, средними, крупными партиями и в большом количестве на единой методологической основе [1; 2].

Элементы универсальной системы оперативного управления динамичным разнотипным производством показаны в табл. 1.

Таблица 1

Элементы универсальной системы оперативного управления динамичным разнотипным производством

Ядро системы	Планово-учетные единицы	Календарно-плановые нормативы
<b>Заводской уровень управления</b>		
Планы-графики выпуска изделий предприятием	Изделие Дневной выпуск изделия Отрезок времени с одинаковым дневным выпуском изделия	Длительность производственного цикла изготовления изделий
<b>Цеховой уровень управления</b>		
Планы-графики выпуска деталей из цеха-изготовителя для управления обеспечением деталями цехов-потребителей	Деталь Дневной выпуск детали Отрезок времени с одинаковым дневным выпуском детали Фактический день обеспеченности производства деталями в цехе-потребителе	Опережение выпуска деталей
<b>Внутрицеховой уровень управления</b>		
Планы-графики выпуска деталей из цеха-изготовителя для управления операциями технологического процесса	Деталь Операция Дневной выпуск детали Отрезок времени с одинаковым дневным выпуском детали	-
Очередь выполнения технологических операций	Деталь. Операция Сроки запуска партий деталей Фактический день обеспеченности производства деталями на операции	Размер партии деталей. Длительность производственного цикла обработки партий деталей

Основными элементами в универсальной системе оперативного управления динамичным разнотипным производством являются планы-графики выпуска изделий, деталей (сборочных единиц) для различных уровней управления и очередь выполнения технологических операций.

План-график выпуска деталей изображен на рис. 1, где  $\Gamma_1, \Gamma_2$  – соответственно начало и окончание горизонта планирования;  $H_1, H_2$  и т.д. – окончания отрезков времени;  $d$  – дневной выпуск деталей. В данных планах-графиках учитываются переменный (динамичный) спрос на продукцию, разные длительности производственного цикла изготовления изделий

(от нескольких дней до года и более), применение деталей и сборочных единиц в изделиях в различных количествах. В совокупности планы-графики по всей номенклатуре деталей отражают динамику производства и определяют направления движения производственных процессов на предприятии.

Для гибкого реагирования на динамичные изменения внешней и внутренней среды предприятия планы-графики оперативно пересчитываются, что позволяет изменить направления движения производственных процессов с учетом сложившихся производственных ситуаций.

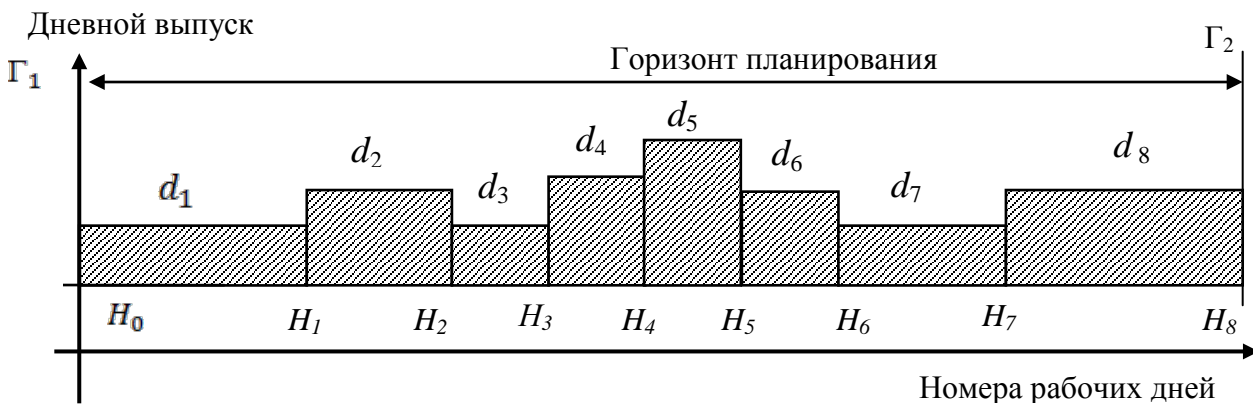


Рис. 1. План-график выпуска деталей

Структура очереди выполнения технологических операций показана в табл. 2, где  $H_\Phi$  – день обеспеченности производства деталями;  $H_3$  – плановый срок запуска

партии деталей;  $H_T$  – номер текущего рабочего дня;  $\Psi$  – количество рабочих дней на горизонте планирования операций.

Таблица 2

Структура очереди выполнения технологических операций

Номер группы в очереди	Условие включения операции в очередь	Состояние операции
1. Вторые и следующие по порядку операции	$H_\Phi < H_T$	Находится в обработке, отстает
2. Первые операции	$H_3 < H_T$	Ожидает обработки, отстает
3. Вторые и следующие по порядку операции	$H_T \leq H_\Phi \leq H_T + \Psi$	Находится в обработке, не отстает

В табл. 2 показано, что операции в очереди разделяются на три группы в зависимости от фактического укомплектования производства деталями, выраженного

в днях обеспеченности. День обеспеченности – это номер рабочего дня с начала года, по который производство укомплектовано деталями данного наименования.

В первую и вторую группы включаются вторые и следующие по порядку операции, в третью группу – первые операции в технологическом процессе. В первой и второй группах операции ставятся в порядке убывания отставания в днях, в третьей группе – в порядке возрастания превышения в днях относительно номера текущего рабочего дня. Следовательно, в производственное задание включаются в первую очередь отстающие и запущенные в производство детали. Это позволяет оперативно регулировать комплектность незавершенного производства при отклонении хода производства от плана-графика, применять данный элемент системы управления в многономенклатурном производстве и во всех производственных цехах предприятия (заготовительных, обрабатывающих и сборочных).

Авторское понимание понятия «универсальная система оперативного управления динамичным разнотипным производством» формулируется как система, в которой используются одни и те же планово-учетные единицы для всех типов производства, а планирование, учет, контроль, анализ и регулирование производства

осуществляются на единой методологической основе.

Принципиальная схема универсальной системы оперативного управления динамичным разнотипным производством показана на рис. 2.

Для того чтобы управлять процессом производства заданной продукции, необходимо иметь следующие сведения о деталях, сборочных единицах и изделиях:

1) нормативно-технологические характеристики: вхождение деталей в отдельные сборочные единицы и изделия; межцеховой маршрут обработки деталей и сборочных единиц; внутрицеховой пооперационный маршрут; данные по каждой технологической операции о нормах расхода различных видов ресурсов (сырья, материалов, покупных полуфабрикатов, оборудования, труда и др.) и т.п.;

2) характеристики учета состояния процесса производства (какое количество конкретных предметов на каждой технологической операции имеется к определенным моментам времени);

3) характеристики плановых заданий (какое количество конкретных предметов должно быть обработано к определенным моментам времени).



Рис. 2. Принципиальная схема универсальной системы оперативного управления динамичным разнотипным производством

Как видно из рис. 2, основное в разработанной универсальной системе оперативного управления динамичным разнотипным производством – это формирование взаимосвязанных динамичных планов-графиков, находящихся на различных уровнях управления (заводском и цеховом), и очереди выполнения технологических операций.

Построение планов-графиков заключается в определении окончания отрезков времени, дневного выпуска деталей в каждом отрезке времени, количества деталей в планируемом периоде и днях обеспеченности производства деталями. Алгоритм определения перечисленных параметров включает следующие этапы:

1. Расчет окончания отрезков времени на плане-графике выпуска изделия по формуле

$$H_j = \Gamma_1 + \sum_{i=1}^m P_{ij},$$

где  $H_j$  – окончание отрезка времени на плане-графике выпуска по  $j$ -му изделию;  $P_{ij}$  – продолжительность  $i$ -го отрезка времени на плане-графике выпуска по  $j$ -му изделию;  $i=1, \dots, m$  – индекс отрезка времени;  $m$  – число отрезков времени на горизонте планирования.

2. Расчет окончания отрезков времени на плане-графике выпуска деталей для

$$B_{kl} = \sum_{i=1}^m (H_{(i+1)kl} - H_{ikl}) d_{ikl} - (H_{mkl} - H_{пп}) d_{mkl},$$

где  $B_{kl}$  – плановое количество по  $l$ -й детали  $k$ -му цеху-потребителю;  $H_{mkl}$  – окончание  $m$ -го отрезка времени на плане-графике по  $l$ -й детали  $k$ -му цеху-потребителю;  $H_{пп}$  – окончание планируемого периода;  $d_{mkl}$  – дневная потребность

$$H_{\Phi kl} = \Gamma_1 - O_{kl} + \sum_{i=1}^m (H_{(i+1)kl} - H_{ikl}) + \frac{B_{\Phi kl} - \sum_{i=1}^m (H_{(i+1)kl} - H_{ikl}) d_{ikl}}{d_{mkl}},$$

где  $H_{\Phi kl}$  – фактический день обеспеченности производства по  $l$ -й детали  $k$ -му цеху-потребителю;  $B_{\Phi kl}$  – фактическое количество выпущенных деталей  $l$ -го наименования  $k$ -му цеху-потребителю с начала года.

Разработанная универсальная система оперативного управления динамичным разнотипным производством позволяет

управления обеспечением цехов-потребителей как

$$H_{ikl} = H_j - O_{kl},$$

где  $H_{ikl}$  – окончание  $i$ -го отрезка времени на плане-графике по  $l$ -й детали  $k$ -му цеху-потребителю;  $O_{kl}$  – опережение выпуска по  $l$ -й детали  $k$ -му цеху-потребителю.

3. Окончания отрезков времени  $H_{ikl}$  ставятся в порядке возрастания, образуя окончания отрезков времени  $H_{il}$  на плане-графике выпуска деталей для управления операциями технологического процесса.

4. Определяется дневная потребность на плане-графике выпуска деталей как

$$d_{ikl} = \sum_{j=1}^J u_{ij} \pi_{klj},$$

где  $d_{ikl}$  – дневная потребность по  $l$ -й детали  $k$ -му цеху-потребителю в  $i$ -м отрезке времени;  $u_{ij}$  – дневной выпуск по  $j$ -му изделию в  $i$ -м отрезке времени;  $\pi_{klj}$  – применимость по  $l$ -й детали  $k$ -му цеху-потребителю  $j$ -му изделию;  $j=1, \dots, J$  – индекс наименования изделия;  $J$  – число наименований изделий.

5. Рассчитывается количество деталей, которое надо выпустить в планируемом периоде, по формуле

по  $l$ -й детали  $k$ -му цеху - потребителю в  $m$ -м отрезке времени.

6. Фактический день обеспеченности производства по деталям в цехе-потребителе определяется как

создавать динамичные планы-графики на всех уровнях управления и для всех типов производства и, как следствие, осуществлять на их основе планирование, учет, контроль, анализ и регулирование производства на единой методологической основе.

Для обеспечения адаптации предприятия к изменяющимся условиям предложены управляемые параметры в универ-

сальной системе оперативного управления разнотипным динамичным производством [3].

Управляемые параметры – это параметры, определяющие планируемое и фактическое состояние производственного процесса, влияющие на его ход и способствующие росту операционной эффективности производства.

Предлагается оперативно управлять комплектностью незавершенного производства, производственными запасами и прямыми производственными затратами. Оперативное управление комплектностью незавершенного производства способствует не только своевременной поставке деталей (сборочных единиц) на сборку изделий, но и минимизации отклонений от нормативных заделов, снижению величины связывания оборотных средств в незавершенном производстве.

Оперативное управление прямыми производственными затратами рекомендовано осуществлять на основе планов-

графиков, учитывающих динамику выпуска изделий и динамику производства, и процессного подхода для согласования движения материальных и денежных потоков и контроля факторов, влияющих на затраты на всех стадиях производственного цикла, поиска способов снижения затрат и разработки стратегии минимизации затрат.

Оперативное управление производственными запасами нацелено на оперативное регулирование запасов в условиях динамичного разнотипного производства с целью, с одной стороны, обеспечения сроков выпуска продукции, с другой – определения обоснованной потребности оборотных средств и своевременного вложения финансов в запасы.

Данная методология кардинально меняет систему плановых расчетов, ведения оперативного производственного учета, контроля и регулирования производства на предприятии.

## Заключение

Настоящее исследование является развитием теории и методологии оперативного управления машиностроительным производством. Разработанная универсальная система оперативного управления динамичным разнотипным машиностроительным производством позволяет предприятию адаптироваться в постоянно изменяющейся внешней и внутренней среде, создавать комплектное незавершенное производство, снижать производственные затраты, сокращать длительность

производственного цикла изготовления изделий, повышать производительность труда.

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что оно развивает теорию адаптационного менеджмента на промышленных предприятиях. Практическая ценность состоит в универсальности предложенных решений и возможности применения на машиностроительных предприятиях и предприятиях других отраслей.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коновалова, Г.И. Методология внутрифирменного управления на основе системной интеграции / Г.И. Коновалова // Менеджмент в России и за рубежом. – М., 2015. – № 2. – С. 109-118.
2. Коновалова, Г.И. Методология внутрифирменного управления на основе системной оптими-

зации / Г.И. Коновалова // Менеджмент в России и за рубежом. – М., 2015. – № 5. – С. 121-128.

3. Коновалова, Г.И. Развитие методологии внутрифирменного управления: монография / Г.И. Коновалова. – Брянск: БГТУ, 2014. – 375 с.

1. Konovalova, G.I. Methodology of incorporation management based on system integra-

tion / G.I. Konovalov // *Management in Russia and Abroad*. – М., 2015. – No.2. – pp. 109 – 118.

2. Konovalova, G.I. Methodology of inner-corporation management based on system optimization / G.I. Konovalova // *Management in Russia and Abroad*. – М., 2015. – No.5. – pp. 121-128.

3. Konovalova, G.I. *Development of Methodology of Inner-Corporation Management*: monograph / G.I. Konovalova. – Bryansk: BSTU, 2014. – pp. 375.

*Статья поступила в редакцию 6.06.18.*

*Рецензент: к.э.н., профессор Брянского государственного  
технического университета*

*Ерохин Д.В.*

*Статья принята к публикации 14.08.18.*

#### **Сведения об авторах:**

**Коновалова Галина Ильинична**, к.э.н., профессор кафедры «Экономика, организация производства и управление» Брянского государственного технического университета, e-mail: [eopuk@mail.ru](mailto:eopuk@mail.ru).

**Konovalova Galina Ilyinichna**, Can. Sc. Ec., Prof. of the Dep. “Economy, Production Organization and Management”, Bryansk State Technical University, e-mail: [eopuk@mail.ru](mailto:eopuk@mail.ru).