

*Биченкова Оксана Федоровна*<sup>1</sup>,  
аспирант, ассистент;  
*Черненко Людмила Васильевна*<sup>2</sup>,  
профессор, д-р техн. наук, профессор

## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

<sup>1,2</sup> Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Высшая школа киберфизических систем и управления Института компьютерных наук и технологий,  
<sup>1</sup> galty@kt-segment.ru, <sup>2</sup> ludmila@qmd.spbstu.ru

**Аннотация.** Рассматриваются существующие модели планирования и перепланирования производства с учетом данных обратной связи с производства (как о состоянии оборудования, так и о своевременности начала выполнения операции). Помимо этого, для каждого уровня планирования формируется свой алгоритм с учетом набора параметров и ограничений, характерных для данного уровня и для данной сферы деятельности. В рамках исследования выполнен анализ моделей и средств, используемых для оперативного управления производством. Определен специфический набор параметров и критериев оптимизации для каждого из уровней в рамках трёхуровневого планирования производства, а также минимальный обязательный набор данных, необходимый для корректного расчета плана.

**Ключевые слова:** оперативное управление производством, MES-системы, планирование производства, критерии оптимизации.

*Oksana F. Bichenkova*<sup>1</sup>,  
Postgraduate Student, Lecturer;  
*Liudmila V. Chernenkaya*<sup>2</sup>,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

## METHODS AND MEANS OF IMPROVING THE QUALITY OF OPERATIONAL PRODUCTION MANAGEMENT

<sup>1,2</sup> Higher School of Cyber-Physical Systems and Control, Institute for Computer Sciences and Technologies, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg, Russia,  
<sup>1</sup> galty@kt-segment.ru, <sup>2</sup> ludmila@qmd.spbstu.ru

**Abstract.** The existing models of production planning and rescheduling are considered, taking into account feedback data from production (both on the condition of the equipment and on the timeliness of the start of the operation). In addition, for each level of planning, its own algorithm is formed, taking into account a set of parameters and

restrictions specific to this level and for this field of activity. As part of the study, the analysis of models and tools used for operational production management was carried out. A specific set of parameters and optimization criteria for each of the levels within the framework of three-level production planning, as well as the minimum mandatory data set required for the correct calculation of the plan, has been determined.

**Keywords:** operational production management, MES systems, production planning, optimization criteria.

## **Введение**

Оперативное управление производством с быстрым и корректным откликом на изменение состояния производства является важной и актуальной задачей в текущей экономической ситуации в стране и в мире [1, 2]. Система управления должна, с одной стороны, быстро отрабатывать изменения как на самом производстве, так и поступающие извне, например, изменение входящих данных от Заказчика или срыв сроков Поставщиком. С другой стороны, иметь запас прочности и устойчивости к изменениям, когда минимальное изменение начальных данных не приводит к перепланированию всего производства на весь горизонт планирования. В сфере точного приборо- и машиностроения система оперативного управления производством оперирует достаточно большим и разнородным массивом данных, для быстрой и корректной обработки которых в современных условиях используются программно-аппаратные комплексы.

Целью исследования является расширение существующих моделей планирования и перепланирования производства с учетом данных обратной связи с производства (как о состоянии оборудования, так и о своевременности начала выполнения операции). Помимо этого, для каждого уровня планирования формируется свой алгоритм с учетом набора параметров и ограничений, характерных для данного уровня и для данной сферы деятельности.

## **Постановка задачи**

Рассмотрим схему трехуровневого планирования производства и характеристики каждого из уровней.

Также необходимо учитывать как первоначальное планирование, так и перепланирование графика производства при изменении начальных данных.

**Первоначальное планирование производства** — это построение исходного графика производства с учетом параметров, задаваемых при планировании.

В зависимости от уровня планирования меняется горизонт планирования, точность и набор параметров, учитываемых при построении графика.

Уровни планирования и их результаты:

**1. Стратегический уровень планирования или бизнес аналитика**

Результатом данного уровня является оценка возможного плана производства в объемах выпуска с учетом имеющегося парка оборудования и технологических карт.

**2. Tактический уровень планирования или думы о заказе**

Данный уровень опирается на данные стратегического уровня, но может быть и самостоятельным, например, при отсутствии глобального плана производства.

Результатом данного уровня является ответ на вопрос, можем ли мы выполнить данный заказ в заданные сроки и сколько это будет стоить. Данный уровень используют как производственники при построении межцеховых графиков, так и отдел продаж при оценке выполнимости заказа в заданные сроки.

**3. Оперативный уровень или пооперационное планирование**

Данный уровень базируется на данных тактического планирования. Самостоятельным быть не может, но может не использоваться вообще в случае отсутствия необходимости детализации данных до конкретного рабочего центра (РЦ) и оператора.

Результатом планирования данного уровня является сетевой график выполнения операций с указанием последовательности работ, сроками выполнения, местом выполнения (подразделение и РЦ) и исполнителя.

**Перепланирование графика производства** — этап, отвечающий за корректировку графика с учетом изменения входящих данных или данных о полном или частичном невыполнении графика, спланированного ранее.

В зависимости от масштаба изменений перепланирование может быть на любом из уровней планирования.

Если изменение произошло в рамках параметров, используемых только на внутрицеховом уровне, то перепланирование идет только на оперативном уровне, не затрагивая двух верхних. В иных случаях перепланирование идет по схеме сверху вниз, т. е. сначала перепланируется самый высокий из затронутых уровней, а оперативный уровень перестраивается последним.

Каждое изменение должно исследоваться для проверки уровня влияния.

Параметром оценки качества графика может считаться его выполнимость и количество перепланирований.

Для сокращения количества перепланирований применяется принцип: чем больше горизонт планирования, тем меньше точность и больший процент резерва.

**Критерии оценки плана производства. Источник: [3, 4]**

Уровень планирования	Параметры построения	Критерий оценки
Предварительный	Горизонт планирования; директивные сроки выполнения заказов; общая доступность оборудования и % буфера; действующие спецификации и технологические карты; количество деталей для изготовления; коэффициент выполнения норм; возможен отбор по производственной программе выполненные по данному сценарию укрупненные и оперативные планы (с другими отборами)	Показатель для плана: «Выполним / Не выполним». Для формирования этого показателя будет использоваться коэффициент исполнимости, рассчитываемый как %-ное отношение длительности предварительного плана изготовления изделий к длительности интервала времени до горизонта планирования
APS (межцеховой)	Горизонт планирования; интервал планирования; очередь заказов с учетом приоритетов и директивных сроков выполнения; доступность оборудования по группам на горизонте планирования с учетом буфера; действующие спецификации и технологические карты; дерево изделия с учетом применимости; транспортировка между подразделениями; обеспеченность по материалам и комплектующим	Коэффициент исполнимости операции
MES (внутрицеховой)	Горизонт планирования; очередь операций с директивными сроками с APS уровня; доступность оборудования на горизонте планирования с учетом буфера; возможность множественной загрузки оборудования; режим работы оборудования (переналадки); доступность оснастки и/или вспомогательного оборудования; исполнитель, закрепленный за конкретным оборудованием; межоперационный буфер/ транспортировка между станками	Минимизации стоимости; минимизация длительности; равномерность загрузки оборудования

**Заключение**

По результатам проведенных исследований с целью расширения существующих моделей планирования и перепланирования производства с учетом данных обратной связи с производства (как о состоянии оборудования, так и о своевременности начала выполнения операции) на основании определенных критериев оптимизации плана производства и параметров, используемых при его формировании, удалось построить эффективную систему оперативного управления производством с быстрым и корректным откликом на изменения состояния производства и начальных данных.

Данная система была апробирована в рамках автоматизации ОАО «ЛЕНПОЛИГРАФМАШ» и может быть использована на других производственных предприятиях точного приборо- и машиностроения.

#### **Список литературы**

1. Черненькая Л.В. Корпоративные информационные системы. BAAN ERP: учебное пособие / Л. В. Черненькая. Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский гос. политехнический ун-т. – Санкт-Петербург, 2008. – 330 с.

2. Бермудес Дж. Системы оптимизированного производственного планирования: новая причуда или прорыв в области управления производством и цепочками поставок? Производственный обзор. AMR Research.

3. Мауэргауз Ю.Е. «Продвинутое» планирование и расписания (AP&S) в производстве и цепочках поставок. – М.: Экономика, 2012. – 574 с.

4. Биченкова О.Ф., Черненькая Л.В. APS-уровень: контроль качества при планировании этапов производства // Системный анализ в проектирование и управлении: Сборник научных трудов XXI Международной научно-практической конференции в 2-х томах, Санкт-Петербург, 29-30 июня 2017 года. – СПб.: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2017. – С. 368–374.