

**OPTIMIZATION OF SCHEDULES OF PRODUCTION
IN MODERN CONDITIONS
Zhabelov S. (Russian Federation)
ОПТИМИЗАЦИЯ КАЛЕНДАРНЫХ ПЛАНОВ ВЫПУСКА ПРОДУКЦИИ В
СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ
Жабелов С. Т. (Российская Федерация)**

*Жабелов Самат Тахирович / Zhabelov Samat - студент,
кафедра информатики, электроники и компьютерных технологий,
факультет информатики и вычислительной техники,
Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х. М. Бербекова, г. Нальчик*

Abstract: the problem of optimization operational schedules - one of the toughest economic and mathematical problems. She attracted the attention of mathematicians, economists and organizers of production in Russia and abroad for many years, due both to an acute need in the industry of computer algorithms for solving scheduling problems. Coordination of the complex process of creating and introducing new products at the stage of direct production and serial production is operational production planning.

Аннотация: проблема оптимизации оперативно-календарных планов — одна из сложнейших экономико-математических проблем. Она привлекает внимание математиков, экономистов и организаторов производства в России и за рубежом на протяжении многих лет, что объясняется острой потребностью промышленности в вычислительных алгоритмах решения задачи календарного планирования. Координация сложного процесса создания и выпуска новых изделий на этапе непосредственного изготовления и серийного производства обеспечивается оперативно-производственным планированием.

Keywords: operational scheduling, optimization of production, batch production, differentiated approach.

Ключевые слова: оперативно-календарное планирование, оптимизация продукции, серийное производство, дифференцированный подход.

Координация сложного процесса создания и выпуска новых изделий на этапе непосредственного изготовления и серийного производства обеспечивается оперативно-производственным планированием. Случаи, когда освоение новой продукции равнозначно созданию нового производства или крупных производственных подразделений, редки. Это наблюдается только при освоении и выпуске продукции, отличающейся принципиальной новизной в изготовлении, и характерно для предприятий массового типа производства.

Строго говоря, нельзя рассматривать ни одну сторону производственной деятельности предприятия без учета возрастающего влияния процессов обновления номенклатуры выпускаемой продукции. В полной мере это утверждение относится и к оперативно-календарному планированию — здесь влияние процессов обновления продукции также является очень существенным. Это влияние двойное. Как правило, новое изделие состоит не только из оригинальных деталей. Обычно набор деталей $\{d_n\}$, образующих новое изделие Π , в результате проводимой на каждом предприятии работы по унификации деталей распадается на подмножество $\{d_n^0\}$ освоенных на данном предприятии деталей и подмножество $\{d_n^H\}$ новых в производстве деталей. Имеет место: $\{d_n\} = \{d_n^0\} \cup \{d_n^H\}; \{d_n^0\} \cap \{d_n^H\} = \emptyset$. Если производство $\{d_n^0\}$ можно обеспечить за счет изменения количества производимых деталей в рамках существующей номенклатуры, то выпуск деталей $\{d_n^H\}$ требует существенных изменений в производстве, связанных с их освоением. Конечно, бывает ситуация, когда и для производства деталей $\{d_n^0\}$ требуется проведение подготовки производства, например, когда по некоторым деталям из $\{d_n^0\}$ необходим переход от серийного к массовому производству, но такие переходы осуществляются постепенно, по мере увеличения числа выпускаемых изделий.

Качественно проведенная работа по унификации и стандартизации деталей, узлов способствует повышению доли деталей $\{d_n^0\}$ в общей номенклатуре деталей $\{d_n\}$ изделия.

Тем не менее, наблюдающийся в настоящее время резкий рост номенклатуры выпускаемых изделий, обусловленный научно-техническим прогрессом, приводит к многократному увеличению количества деталей на каждом машиностроительном предприятии. По данным, за последние два десятилетия количество изделий, а следовательно, и деталей возросло не менее чем на порядок [1]. Исследования на предприятиях Новосибирска, Казани, Барнаула показали, что рост числа деталей в производственных программах предприятий на протяжении последних 5—8 лет характеризуется экспоненциальными зависимостями типа $P = e^{at+b}$, где a, b — константы, получаемые обработкой статистик производства, P — число деталей в году t , $t = 1, 2, 3, \dots$. Типичная в этом плане ситуация наблюдается на предприятиях

точного машиностроения и приборостроения. Например, на радиозаводе «Звезда» имеет место следующий рост количества находящихся в производстве наименований деталей P (тыс. шт.):

Таблица 1. Рост количества находящихся в производстве наименований деталей P (тыс. шт.)

Год	P (тыс. шт.)	Год	P (тыс. шт.)
2011	23.4	2014	41.5
2012	27.9	2015	52.0
2013	34.1	2016	65.0

Проиллюстрируем экспоненциальный рост числа деталей (рис. 1)

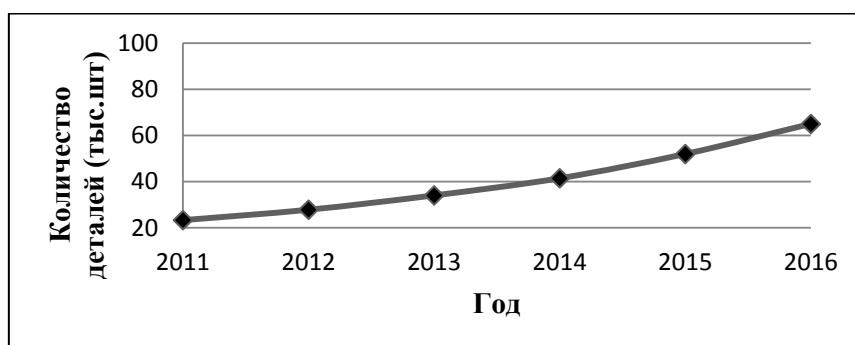


Рис. 1. Экспоненциальный рост числа деталей

В этом случае найденная методами статистической аппроксимации функций экспонента равна $P = e^{0.22t+2.89}$ (здесь, согласно таблице, $t := 1+v$ для года $2011+v$, $v \rightarrow 0(1)$). Не утверждая, что подобная тенденция роста сохранится длительное время, можно, тем не менее, прогнозировать, что, по крайней мере, в течение ближайших 5—6 лет этот рост будет весьма высоким.

Рост сложности производства, стремление обеспечить экстремальные технологические и эксплуатационные характеристики в совокупности с возрастающей сложностью изделий приводят к увеличению внутрипроизводственной кооперации. Поэтому в настоящее время наблюдаются аналогичные приведенным выше зависимости роста числа наименований изделий в заготовительных, механических, механосборочных цехах, не говоря уже о цехах покрытий и других специализированных производствах [1]. В среднем современный цех имеет годовую номенклатуру в 8—14 тыс. наименований деталей, а месячная номенклатура составляет 2,5—4 тыс. наименований. Столь резкий рост числа деталей на предприятии и в отдельных его цехах, усложнение технологии их обработки, возрастающее влияние новой продукции приводят к необходимости. Конечно, совершенствование методики и процедур нормирования будет способствовать их улучшению, но, тем не менее, данная особенность новых деталей будет еще длительное время иметь место.

Выходом из этих затруднений является реализация принципиально иного подхода к оперативно-календарному планированию, который основан на дифференциации деталей производственной программы цеха.

Методика, применяемая при создании и эксплуатации подсистемы оперативно-календарного планирования на ряде промышленных предприятий с дискретным типом производства, состоит в следующем. Вся номенклатура деталей производственной программы анализируется с точки зрения попадания деталей в число дефицитных. По этому признаку совокупность деталей $\{D\}$ производственной программы распределяется на три группы $\{D^A\}$, $\{D^B\}$, $\{D^C\}$ так, что $\{D\} = \{D^A\} \cup \{D^B\} \cup \{D^C\}$, а $\{D^i\} \cap \{D^j\} = \emptyset$, при $i, j = A, B, C$; $i \neq j$. В группу $\{D^A\}$ включаются детали, пребывающие в хроническом дефиците, в эту же группу включаются $\{d_n^H\}$ из $\{d_n\} \cup \{D\}$. Группу $\{D^C\}$ образуют освоенные в производстве детали, которые никогда не были дефицитными, либо были очень редко и только в результате каких-то непредвиденных случайностей. Все остальные детали объединяются в группу $\{D^B\}$ [2].

При разработке этой методики базой исследования был выбран радиозавод «Звезда». На этом заводе уже длительный период функционировала АСУ информационного типа, и анализ производственной программы $\{D\}$ на предмет распределения ее по трем приоритетным группам $\{D^A\}$, $\{D^B\}$, $\{D^C\}$ проводился на основе созданного банка данных по специальным программам. С помощью архивной

части банка данных были определены частоты попадания деталей в дефицит за длительный период — 24 месяца. В качестве примера приведем 3 изделия P_{501} , P_{502} , $P_{503/4}$, выпускавшиеся предприятием в 2014—2015 гг., с планом, близким к равномерному; набор деталей $\{d_{501}\}$, $\{d_{502}\}$, $\{d_{503/4}\}$ этих изделий имеет коэффициент унификации, близкий к среднему по заводу. Выяснилось, что из 1697 наименований деталей изделия P_{501} в дефицит попадали только 132 наименования. Для P_{502} из 947 в дефиците были (хотя бы раз) 90 наименований, а из 7019 наименований деталей $P_{503/4}$ в дефиците были за 24 месяца только 159.

Календарное планирование, являясь завершающим этапом многоуровневой системы планирования, в значительной степени определяет эффективность выполнения предприятиями конкретных показателей народнохозяйственных планов [3]. Значение календарного планирования особенно возрастет на той стадии разработки автоматизированных систем, когда основным источником повышения эффективности управления производством станут резервы, мобилизация которых может быть обеспечена только оптимизацией внутризаводских процессов.

Литература

1. *Павеллек Гюнтер*. Комплексное планирование промышленных предприятий. Базовые принципы, методика, ИТ-обеспечение, Альпина Паблишер, 2015.
2. *Акулич И. Л.* Математическое программирование в примерах и задачах. Лань, 2011. 352 с.
3. *Бережная Е. В., Бережной В. И.* Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Финансы и статистика, 2006. 432 с.