

## **НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОПЕРАТИВНО-КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

***Н.В. Коновалова***

Самарский государственный технический университет

443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: knata2011@yandex.ru

*Рассмотрены особенности функционирования инструментального производства предприятия аэрокосмической отрасли. Определены узкие места в организации инструментального производства и предложены пути решения выявленных проблем.*

**Ключевые слова:** планирование, инструментальное производство, календарный план-график, принципы планирования.

В настоящее время происходят глубокие необратимые изменения в организации управления производственной деятельностью промышленных предприятий. Предприятия ради выживания в непрерывно изменяющихся рыночных условиях вынуждены постоянно перестраивать принципы и методы управления, способы планирования и организации работ. Весьма остро стоят проблемы совершенствования управления и планирования перед машиностроительными предприятиями, производящими сложную наукоемкую продукцию.

На примере ведущего предприятия аэрокосмической отрасли ФГУП ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс» рассмотрим задачи повышения эффективности оперативного планирования инструментального хозяйства, занимающего ведущее место в системе технического обслуживания производства. От степени совершенства инструментального производства, эффективности обеспечения рабочих мест инструментом и технологической оснасткой существенным образом зависят важнейшие показатели эффективности работы предприятия – производительность труда, качество продукции, ритмичность производства, себестоимость изделий и др.

Структура информационных взаимодействий организационной системы управления ФГУП ГНП РКЦ «ЦСКБ-Прогресс» представлена на рис. 1. Она представляет собой сложную производственно-экономическую систему, состоящую из основных, вспомогательных и обслуживающих цехов.

В системе технического обслуживания производства инструментальное производство занимает одно из ведущих мест. Сложность организации и планирования инструментального производства и эксплуатации инструмента обуславливается огромной номенклатурой оснастки, высоким требованием к ее качеству, износостойкости и большим влиянием качества подготовки производства в целом на экономику предприятия.

Анализ работы инструментальных цехов показал, что среди проблем повышения эффективности оперативно-производственного планирования одними из наиболее актуальных являются проблемы контроля и регулирования многономенклатурного инструментального производства на машиностроительных предприятиях.

В настоящее время планирование работы сводится в основном к ранжированию и отбору дефицитных заказов по всей номенклатуре планового периода. Контроль

---

*Наталья Викторовна Коновалова, аспирант.*

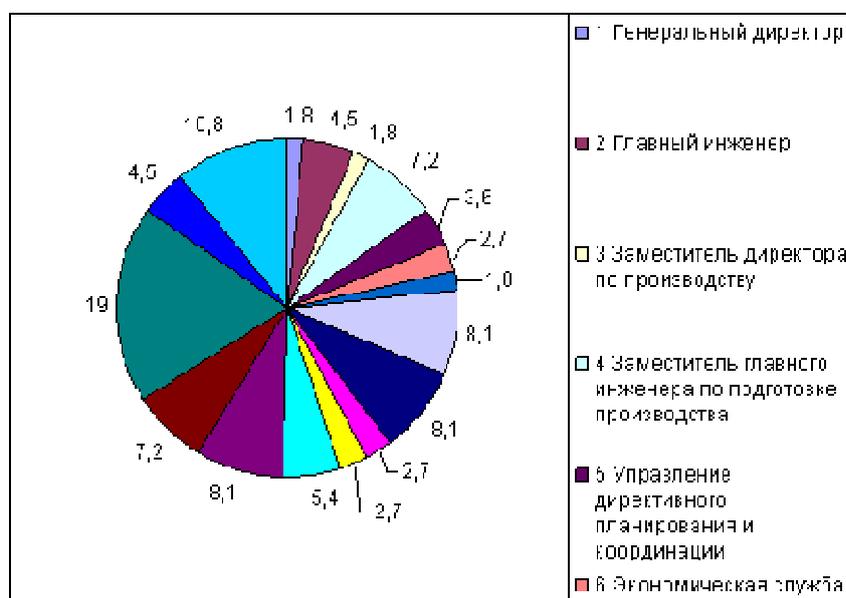


В табл. 1 представлены результаты расчетов информационной емкости подразделений структуры, представленной на рис. 1.

Таблица 1

**Информационная емкость подразделений**

№ п/п	Подразделение	Вход	Выход	Сумма	Нормированная оценка, %
1	Генеральный директор	–	2	2	1,8
2	Главный инженер	–	5	5	4,5
3	Заместитель директора по производству	–	2	2	1,8
4	Заместитель главного инженера по подготовке производства	4	4	8	7,2
5	Управление директивного планирования и координации	1	3	4	3,6
6	Экономическая служба	2	1	3	2,7
7	Конструкторский отдел	1	1	2	1,8
8	Технологические отделы	5	4	9	8,1
9	Инструментальное производство	5	4	9	8,1
10	Отдел главного энергетика	2	1	3	2,7
11	Отдел главного механика	2	1	3	2,7
12	Отдел производственного планирования	3	3	6	5,4
13	Цеха основного производства	5	4	9	8,1
14	Мастерские ПРИН	4	4	8	7,2
15	Отдел планирования подготовки производства	11	10	21	19,0
16	ЦИС	2	3	5	4,5
17	Инструментальные цеха	6	6	12	10,8
	<b>Итого</b>			<b>111</b>	

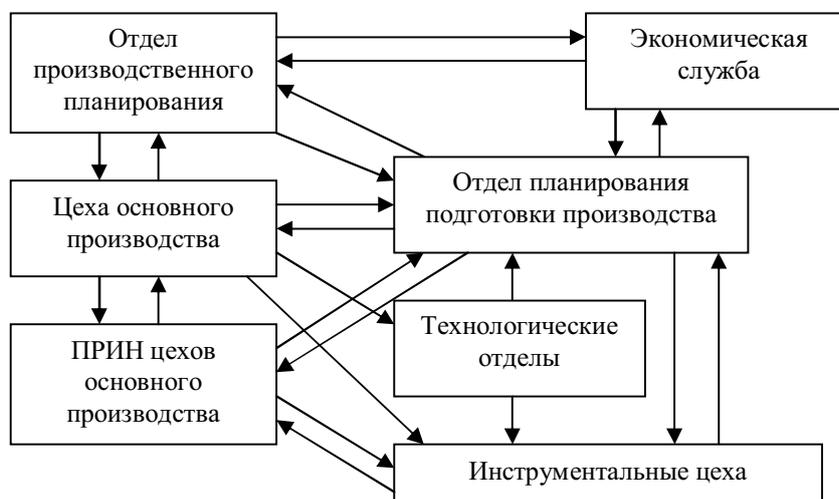


Р и с. 2. Структура информационной емкости подразделений предприятия

Как видно из данных диаграммы (рис. 2), информационная емкость отдела планирования подготовки производства составляет 19,0 % от всей информационной нагрузки в структуре организации. Это значение является максимальным из всех проанализированных подразделений (см. табл. 1), что можно объяснить высокой степенью значимости процессов организации планирования, учета и контроля инструментального производства.

На втором месте по информационной емкости находятся цеха инструментально-го производства (нормированная информационная емкость равна 10,8 %), что также свидетельствует о первостепенности системы технического обслуживания производства.

Исходя из этого рассмотрим этот вид деятельности более подробно. Схема информационных потоков в структуре управления инструментальным производством представлена на рис. 3.



Р и с. 3. Структура информационных взаимодействий в системе управления инструментальным производством

Отделу производственного планирования предоставляются отчетные данные о выполнении плана цехами инструментального производства и мастерскими цехов основного производства по изготовлению приспособлений и инструмента (ПРИН) за месяц, а отдел планирования подготовки производства (ОППП) получает подетальные графики выпуска готовой продукции и производственную программу по цехам основного производства и предприятия в целом.

Цехам инструментального производства, ПРИН цехов основного производства ОППП направляет оперативные указания по текущей работе и директивные сроки по срочным заказам, планы и заявки на ремонтное обслуживание, планово-предупредительный ремонт (ППР) и обеспечение инструментов и оснасткой цехов основного производства, а получает отчеты о фактическом выполнении производственного плана.

Цехам основного производства ОППП направляет заказы на изготовление деталей, узлов и оказание услуг цехам инструментального производства, а получает заявки на включение в план цехов инструментального производства.

В технологические отделы ОППП направляет заключения, касающиеся извещений о конструкторских и технологических изменениях по изделиям, а получает чертежи СТО и извещения на доработку.

Экономической службе отдел планирования подготовки производства направляет данные о ходе выполнения заказов, подготавливает перечни для списания затрат, а получает согласованные заказ-наряды со сроками.

Существенной является проблема перезагрузки цехов инструментального производства. Как видно из сопоставления плановых и фактических показателей загрузки (табл. 2), планируемые объемы работ превышают нормативную производительность цеха в 2,5 раза за счет увеличения объема переходящих и дополнительных работ.

Выходом из сложившейся ситуации может быть построение алгоритмов перераспределения потока заказов с определением их приоритетности. Решением этой задачи являются методы и алгоритмы, изложенные в теории систем массового обслуживания и бережливого производства [4, 6].

Предположим, что для согласования потоков заказов возможно применить метод очередей. Использование метода очередей позволит улучшить перераспределение потоков заказов внутри предприятия и цеха с помощью следующих принципов:

1. «Первым пришел – первым ушел» (FIFO) – заказы, поступившие первыми, выполняются в первую очередь;

2. «Первым пришел – последним ушел» (LIFO) – заказы, поступившие первыми, выполняются в последнюю очередь;

3. Процесс обмена (PS) – заказы выполняются в равной степени, т. е. они находятся в очереди одно и то же время ожидания.

Правила вычисления этих приоритетов назначаются в единственной точке планирования производства – в примере, приведенном на рис. 4, это второй производственный участок, следующий непосредственно за первой системой управления. На каждом последующем производственном участке функционирует собственная исполнительная производственная система (Manufacturing Execution System, MES), задача которой – обеспечить своевременную обработку поступающих на вход заданий с учетом их текущего приоритета, оптимизировать внутренний материальный поток и вовремя показать возникающие проблемы, связанные с этим процессом. Значительное отклонение в обработке конкретного задания на одном из участков может повлиять на вычисляемое значение его приоритета.

Любая методика планирования производства, которая ограничивает уровень операционных заделов, будет создавать так называемое логистическое вытягивание. «Вытягивающая» логистическая система – это такая организация движения материальных потоков, при которой материальные ресурсы подаются («вытягиваются») на следующую технологическую операцию с предыдущей по мере необходимости, поэтому жесткий график движения материальных потоков отсутствует. Размещение заказов на пополнение запасов или изготовление материальных ресурсов или готовой продукции происходит тогда, когда их количество достигает определенного критического уровня. Эта система основана на «вытягивании» продукта последующей операцией с предыдущей операцией в тот момент, когда последующая операция готова к этой работе.

Метод лимитированных очередей, такой как FIFO, успешно используется в массовых и крупносерийных производствах, где объем выпуска достаточно высок и технологический процесс отлажен.

Таблица 2

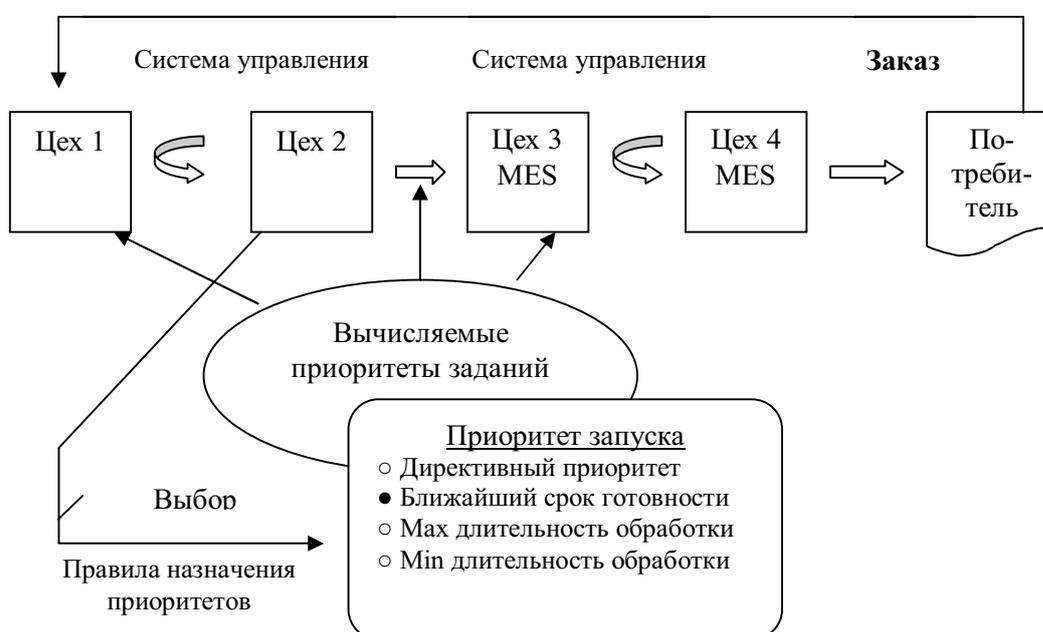
## Плановые и фактические показатели загрузки цехов

Отчетные данные по цехам подготовки производства за май 2012 г.				
Цех 23XX				
Расчетная мощность цеха – 23447 н/час				
Процент выполнения плана – 117,7				
	План		Отчет	
	Количество позиций	Трудоемкость, н/час	Количество позиций	Трудоемкость, н/час
Основной план	70	22291	5	1613
Дополнительный план	41	18763	18	2755
Оперативные графики	90	29485	36	14538
«Узлы»				175
Итого	201	70539	59	19081
Ремонт		–		686
ППР		3000		7216
Отд. 29XX		125		605
<b>Итого</b>		<b>73664</b>		<b>27588</b>
Цех 23XX				
Расчетная мощность цеха – 31408 н/час				
Процент выполнения плана – 113,7				
	План		Отчет	
	Количество позиций	Трудоемкость, н/час	Количество позиций	Трудоемкость, н/час
Основной план	257	31036	82	5840
Дополнительный план	43	5423	39	9265
Оперативные графики	81	10287	14	3425
«Узлы»				2410
Итого		46746		20940
Услуги цехам				466
УСП		1000		1954
Ремонт		6000		10619
ППР		1000		2043
Отд. 29XX		678		946
<b>Итого</b>		<b>55424</b>		<b>35721</b>
Цех 23XX				
Расчетная мощность цеха – 29684 н/час				
Процент выполнения плана – 102,7				
	План		Отчет	
	Количество позиций	Трудоемкость, н/час	Количество позиций	Трудоемкость, н/час
Основной план	32	17863	19	1826
Дополнительный план	32	9504	16	1160
Оперативные графики	54	23674	18	1003
«Узлы»				7382
Итого	118	51041	53	11371
Ремонт		1000		665
ППР		13000		15710
Отд. 29XX		816		2763
<b>Итого</b>		<b>65857</b>		<b>30509</b>

Но в производстве единичных и мелкосерийных изделий, к которому как раз относится планирование и изготовление спецоснастки на анализируемом предприятии, где постоянно запускаются в производство новые заказы с оригинальной технологией их изготовления, сроки могут меняться непосредственно в процессе изготовления. Для таких случаев наиболее эффективной является «вытягивающая» логистическая система, основанная на методе вычисляемых приоритетов [7].

Метод вычисляемых приоритетов состоит в том, что заказы в данной системе выполняются не в обязательном порядке, а производственные задания, оказавшись в лимитированной очереди, продвигаются от участка к участку не по правилам FIFO (то есть не соблюдается обязательная дисциплина в «порядке поступления»), а по другим вычисляемым приоритетам.

Структура метода вычисляемых приоритетов приведена на рис. 4.



Р и с. 4. Структура метода вычисляемых приоритетов

Процедура «вытягивания» осуществляется за счет того, что каждый последующий участок может начинать выполнение только тех заданий, которые имеют максимально возможный приоритет, что выражается в первоочередном заполнении на уровне системы управления не всех доступных ячеек, а лишь тех, что соответствуют приоритетным заданиям. Последующий участок 2 хотя и является единственной точкой планирования, определяющей работу всех остальных производственных звеньев, сам вынужден выполнять только эти, наиболее приоритетные задания. Численные значения приоритетов заданий получаются за счет вычисления на каждом из участков значения общего для всех критерия. Вид этого критерия задается основным планирующим звеном (участком 2), а его значение каждый производственный участок самостоятельно вычисляет для своих заданий, либо вставших в очередь на обработку, либо находящихся в заполненных ячейках системы управления на предыдущей стадии.

Логистическая схема метода вычисляемых приоритетов представляет собой «вы-

тягивающую» систему планирования и использует децентрализованные вычислительные ресурсы для поддержания эффективности процессов в условиях приоритетов исполняемых заданий.

Таким образом, предлагается для согласования плановых заданий и фактических производственных возможностей цехов инструментального производства использовать алгоритмы перераспределения потока заказов, основанные на теории массового обслуживания и методе вычисляемых приоритетов из «вытягивающей» логистической системы.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Бухалков М.И.* Внутрифирменное планирование: Учебник. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 400 с.
2. *Есаулов В.Н.* Оперативно-календарное планирование и диспетчирование: Учеб. пособие / В.Н. Есаулов, С.Г. Чернета; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 98 с.
3. *Иванов И.Н.* Организация производства на промышленных предприятиях: Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2009. – 352 с. (Высшее образование).
4. *Кофман А., Крюон Р.* Массовое обслуживание. Теория и приложения. – М.: Мир, 1965. – 303 с.
5. *Пелих А.С.* Экономико-математические методы и модели в управлении производством / А.С. Пелих, Л.Л. Терехов, Л.А. Терехова. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 248 с. (Высшее образование).
6. *Саати Т.Л.* Элементы теории массового обслуживания и ее приложения. – М.: Сов. радио, 1965. – 520 с.
7. *Фролов Е.* Современные концепции управления в производственной логистике MES для дискретного производства – метод вычисляемых приоритетов // САПР и графика. – 2011. – № 1. – С. 71-75.

*Статья поступила в редакцию 21 марта 2013 г.*

## WAYS OF OPERATIONAL PLANNING AND SCHEDULING DEVELOPMENT THE TOOL PRODUCTION IN MACHINE-BUILDING PLANT

*N.V. Konovalova*

Samara State Technology University  
244, Molodogvardeyskaya st., Samara, 443100

*This paper deals with some tool production peculiarities of an aerospace enterprise. Undeveloped issues in tool production process are discovered and the solutions to solve these problems are proposed.*

**Keywords:** *planning, tool production, schedule, schedule, planning principles.*

---

*Nataliya V. Konovalova, Postgraduate Student.*