

## Список использованной литературы

1. Глобальный веб-сайт [Электронный ресурс] / Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения – Минск, 2018. – Режим доступа : [http://www.who.int/topics/electromagnetic\\_fields/ru/](http://www.who.int/topics/electromagnetic_fields/ru/) – Дата доступа : 30.10.2018.
2. Гаврилов, А. А. Добровольный и вынужденный экологический риск при воздействии электромагнитного излучения, создаваемого системами сотовой связи / А. А. Гаврилов. – М., 2002. – 112 с.
3. Гольшко, А. В. Проблемы эколого-технического развития сетей сотовой связи / А. В. Гольшко. – М., 2003. – 246 с.

## ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ИСПОЛНЕНИЕМ ЗАКАЗОВ В УСЛОВИЯХ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

---

**О. В. Мясникова**

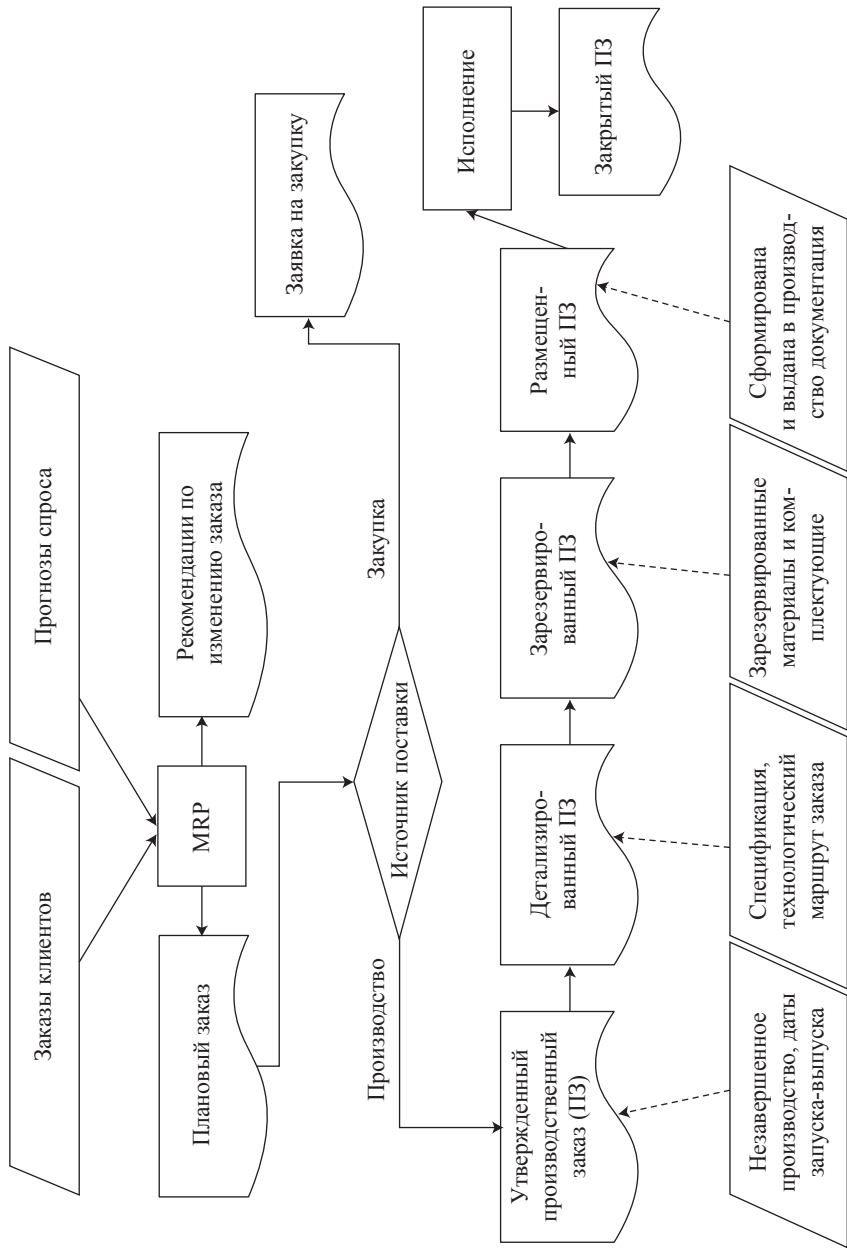
Институт бизнеса БГУ  
Минск, Беларусь

*Operational management of execution of orders in the conditions of economic instability is considered. The main attention is paid to Capacity Requirements Planning. An example of the implementation of the CRP for the task of Backward Scheduling and Finite Loading is considered in detail. The article will be useful for comprehending of techniques of operational management of logistics flows in production.*

Оперативное управление исполнением заказов (ОУИЗ) в условиях экономической нестабильности охватывает все этапы разработки заказа (см. рисунок).

Основными задачами ОУИЗ являются:

- запуск заказов в производство в соответствии с разработанным календарным планом;
- сбор данных о состоянии заказов (их текущее состояние, причины отклонения от графика работ, закрытие заказов при их выполнении);
- мониторинг и управление длительностью производственного цикла исполнения заказов;
- формирование приоритетов заказов;
- планирование загрузки каждого рабочего центра;
- управление очередями заказов к рабочим центрам на основе управления приоритетами производственных заказов и незавершенным производством.



Заказы клиентов

Прогнозы спроса

Плановый заказ

MRP

Рекомендации по изменению заказа

Заявка на закупку

Производство

Источники поставки

Закупка

Исполнение

Закрытый ПЗ

Утвержденный производственный заказ (ПЗ)

Детализированный ПЗ

Зарезервированный ПЗ

Размещенный ПЗ

Незавершенное производство, даты запуска-выпуска

Спецификация, технологический маршрут заказа

Зарезервированные материалы и комплектующие

Сформирована и выдана в производство документация

Важным блоком ОУЗИ выступает **планирование потребности в мощностях** (Capacity Requirements Planning (CRP)), которое предназначено для расчета загрузки производственной мощности всей совокупностью производственных заказов. CRP – составной элемент технологии планирования ресурсов производства MRP II (Manufacturing Resources Planning) и применяется после планирования потребности в материалах (MRP I) и формирования плановых производственных заказов.

В технологии CRP под рабочим центром понимают определенную производственную территорию, с располагающимися на ней людьми и(или) единицами оборудования с идентичными возможностями, которые могут рассматриваться как одна единица для целей планирования потребности в мощностях и подробного календарного планирования.

CRP позволяет сопоставить потребную мощность с доступной мощностью. Потребная мощность определяется исходя из плана загрузки центра, а доступная мощность – из эффективного фонда времени работы центра.

CRP моделирует загрузку рабочих центров, используя:

– по направлению расчета:

а) методику прямого планирования (Forward Scheduling). Фиксирована дата запуска заказа в производство и плановый режим работы, необходимо определить, когда заказ будет выполнен. Исходя из даты запуска заказа в производство «вперед во времени» рассчитывается наиболее ранняя дата и время завершения заказа;

б) методику обратного планирования (Backward Scheduling). Фиксирована дата исполнения заказа и необходимо определить, когда запустить заказ в производство. Исходя из даты выполнения заказа рассчитывается «назад во времени» наиболее поздняя дата и время запуска заказа;

– по учету ограничений по мощности:

а) методику неограниченной загрузки (Infinite Loading), которая предполагает, что заказ закрепляется за рабочим центром исходя из потребности, возникающей во времени. Стоит задача определить величину загрузки рабочих центров и вовремя предпринять меры по изменению производственной мощности. Фонд рабочего времени, мощность не рассматриваются ограничивающим фактором. Решается задача наращивания или уменьшения производственной мощности;

б) методику ограниченной загрузки (Finite Loading), которая предполагает, что планирование каждого рабочего центра ведется подробно по затратам времени по каждому заказу. Производственный график точно определяет, выполнением какого заказа занят каждый рабочий центр-ресурс в определенный момент времени на протяжении рабочего дня. Очередность запуска заказа в работу на рабочем центре, приоритет заказа, имеет при расчете ре-

шающий характер. Решается задача оптимальной эксплуатации производственной мощности, когда нет возможностей ее изменить.

Рассмотрим **расчеты CRP для задачи обратного планирования** и ограниченной загрузки. Установлена дата исполнения заказа 10 сентября. Необходимо определить, когда запустить заказ в производство.

Заказ состоит из двух номенклатурных позиций: изделие А в количестве 20 штук и изделие Б – 3 штуки. Заказ обрабатывается целиком, тогда партия запуска изделий  $n_A = 20$ ,  $n_B = 3$ .

Известны технологические маршруты обработки А и Б, нормы подготовительно-заключительного времени ( $t_{пз}$ ) и штучного времени ( $t_{шт}$ ) по операциям маршрутов (табл. 1, 2).

Коэффициент выполнения норм времени задан на уровне 1 (выполнение 100 %). Операции выполняются последовательно на рабочих центрах, где задействованы рабочие (Р1, Р2, Р3) и машины (М1, М2, М3). Для каждого рабочего центра эффективный фонд времени составляет 15,33 часа в сутки. Для рабочего центра установлены нормы времени межоперационного пролеживания партии изделий в ожидании освобождения оборудования ( $t_{ож}$ ) и после обработки ( $t_{п}$ ), время транспортировки ( $t_{тр}$ ) (значения отражены в табл. 3, 4).

Таблица 1

#### Технологический маршрут изделия А

№ оп.	Описание операции	Рабочий центр	$t_{пз}$ , н-час	$t_{шт}$ , н-час
10	Установка крепежных деталей	Р1	0,5	0,1
20	Обработка	М2	1	1
30	Очистка	М1	0,5	0,5
40	Установка крепежных деталей	Р1	0,5	0,1
50	ОТК	Р1	0,5	1

Таблица 2

#### Технологический маршрут изделия Б

№ оп.	Описание операции	Рабочий центр	$t_{пз}$ , н-час	$t_{шт}$ , н-час
10	Сборочно-сварочная	Р2	0,5	5,5
20	Сварка	Р3	0,5	10
30	Термообработка	М3	2	3
40	Установка крепежных деталей	Р1	0,5	0,5
50	Обработка	М2	0,5	1
60	Очистка	М1	0,5	0,5
70	ОТК	Р1	0,5	1

Решение. Этап 1. Расчет длительности операционного цикла обработки партии каждого изделия (табл. 3, 4).

Таблица 3

**Длительность цикла обработки партии изделия А**

Номер операции	Рабочий центр	$T_{ож},$ н-час	$T_{пз},$ н-час	$T_{оп},$ н-час	$T_{п},$ н-час	$T_{тр},$ н-час	Длительность цикла, н-час	Трудоемкость, н-час
10	P1	0,5	0,5	2	0,5	0,5	4	2,5
20	M2	4	1	20	2	0,5	27,5	21
30	M1	2	0,5	10	0	0,5	13	10,5
40	P1	0,5	0,5	2	0,5	0,5	4	2,5
50	P1	0,5	0,5	20	0,5	0,5	22	20,5

Таблица 4

**Длительность цикла обработки партии изделия Б**

Номер операции	Рабочий центр	$T_{ож},$ н-час	$T_{пз},$ н-час	$T_{оп},$ н-час	$T_{п},$ н-час	$T_{тр},$ н-час	Длительность цикла, н-час	Трудоемкость, н-час
10	P2	2	0,5	16,5	0,5	0,5	20	2,5
20	P3	2	0,5	30	0	0,5	33	21
30	M3	4	2	9	12	0,5	27,5	10,5
40	P1	0,5	0,5	1,5	0,5	0,5	3,5	2,5
50	M2	4	0,5	3	2	0,5	10	20,5
60	M1	2	0,5	1,5	0	0,5	4,5	2,5
70	P1	0,5	0,5	3	0,5	0,5	5	21

Итак, для обработки партии изделий А необходимо 70,5 нормо-часов, а для партии изделий Б – 103,5 нормо-часов.

Этап 2. Устанавливаем очередность запуска партий в обработку. Планирование усложняется тем, что ресурс рабочих центров P1, M1, M2 необходимо распределить между двумя изделиями. Очередность запуска позиций заказа в работу существенно скажется на длительности обработки всего заказа. В нашем случае 2 изделия и более двух рабочих центров, тогда используем эвристический метод Петрова-Соколицына. Так как для задачи обратного планирования расчет ведем «назад во времени», то запишем операционные циклы от последней до первой операции, указав, какой рабочий центр будет задействован (табл. 5).

Таблица 5

## Длительность цикла обработки партии изделия Б

Изделие	Операционный цикл по рабочим центрам, час.									Вспомогательные суммы		
	P1	P1	M1	M2	P1	M3	P3	P2	P1	T1	T2	T3
А	22	4	13	27,5	0	0	0	0	4	48,5	66,5	-18
Б	5	0	4,5	10	3,5	27,5	33	20	0	98,5	103,5	-5

По вспомогательным суммам определи, что оптимальной является очередность Б-А. Рассчитаем время окончания и начала операций при такой очередности запуска в обработку (табл. 6). Так, рабочий центр P1 загружен следующим образом: 5 часов обрабатывает партию изделия Б, затем 22 часа А, затем 4 часа А, затем 3,5 часа Б, затем 37 часов свободное время, затем 4 часа изделие А.

Таблица 6

## Длительность цикла при запуске Б-А, часы

Рабочий центр	Партия изделия Б		Партия изделия А	
	начало	окончание	начало	окончание
P1	0	5	5	27
P1	0	0	27	31
M1	5	9,5	31	44
M2	9,5	19,5	44	71,5
P1	31	34,5	0	0
M3	34,5	62	0	0
P3	62	95	0	0
P2	95	115	0	0
P1	0	0	71,5	75,5

Длительность цикла заказа составит 115 часов. Цикл будет выполнен за 7,69 рабочих дня.

Этап 3. Определения дат начала и завершения каждой операции. Результаты расчета времени выполнения операций по рабочим дням цикла – в табл. 7.

Планирование производится «назад во времени», тогда расчет дат начала и завершения каждой операции начинается с последней операции маршрута. Для нее устанавливается дата завершения – дата выполнения заказа – 10 сентября, при этом предполагается, что это самое начало дня, т. е. 8.00.

Таблица 7

## Время выполнения операций по дням цикла

№ п/п	Изделие	Номер операции	Дата		29 авг.	30 авг.	02 сент.	03 сент.	04 сент.	05 сент.	06 сент.	09 сент.	Операционный цикл, час
			№ рабочего дня	Рабочий центр	8	7	6	5	4	3	2	1	
1	Б	70	Р1									5	5
2	А	50	Р1								11,67	10,33	22
3	А	40	Р1							0,34	3,66		4
4	Б	60	М1									4,5	4,5
5	А	30	М1							13			13
6	А	20	М2				10,18	15,33	1,99				27,5
7	Б	50	М2								4,17	5,83	10
8	Б	40	Р1							3,5			3,5
9	Б	30	М3				0,68	15,33	11,49				27,5
10	Б	20	Р3		3,02	15,33	14,65						33
11	Б	10	Р2		7,69	12,31							20
12	А	10	Р1				4						4
Часы, отработанные за день:				7,69	15,33	15,33	29,51	30,66	30,32	19,5	25,66		174
– в том числе на партию А						14,18	15,33	15,33	15,33	15,33	10,33		70,5
– в том числе на партию Б				7,69	15,33	15,33	15,33	15,33	14,99	4,17	15,33		103,5
Длительность цикла заказа, ч				7,69	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33	15,33		115

Тогда, работа по выполнению операции 70 для изделия Б должна закончиться 9 сентября. Далее последовательно от даты окончания операции откладываем ее продолжительность назад по шкале времени. Придерживаемся очередности запуска партий, контролируем моменты начала и окончания операций, последовательность их выполнения, также ограничение фонда времени работы.

На заказ необходимо потратить 174 часа, но за счет параллельности загрузки рабочих центров он будет готов за 115 часов, или 7,69 рабочих дня. Дата завершения заказа – 10 сентября. Опережение запуска партии изделия А составляет 5 рабочих дней или 70,5 часов. Опережение запуска партии изделия Б составляет 7,5 рабочих дней или 103,5 часа. Расставляем даты для рабочих дней слева направо, а поскольку графиком работы предприятия предусмотрены выходные дни 7, 8, 1 сентября и 31 августа, то цикл заказ увеличивается и составит  $7,69 + 4 = 11,69$  календарных дня. Если дата выполнения заказа 10 сентября, то наиболее поздняя дата запуска партии изделия А – 3 сентября, а изделия Б – 29 августа.

Таким образом, CRP формирует плановые потоки для каждого рабочего центра. В рамках ОУИЗ проводится сбор, анализ информации по отчетам о состоянии заказов. Отслеживается текущее местонахождение заказа (включая необходимую замену бракованных изделий), его текущее состояние (в смысле его завершения), фактически потраченные на каждой операции ресурсы (в натуральном, трудовом и стоимостном измерителях), фактически потребленные на каждой операции материалы (в натуральном и стоимостном измерителях).

Сбор данных осуществляется в заранее установленных учетных точках, где фиксируется информация о фактическом выполнении операций и отклонениях от норм. Учетные точки устанавливаются в месте перехода ответственности за партию предметов (выход с производственной линии, рабочего центра, подразделения), до и после рабочего центра-«узкого места», на операциях с высокой вероятностью брака, на операциях, находящихся «под наблюдением» (проверка качества норм времени, проверка качества норм расхода материалов). В учетных точках фиксируются данные о количестве единиц продукции годных и несоответствующих стандарту, с разбивкой на исправимый и неисправимый брак (исправимый отправляется на технологический маршрут повторной обработки, неисправимый выводится из технологического процесса), фактических затратах времени и компонент на исполнение производственной операции.

Для корректировки процесса производства персонал формирует отчеты: текущее состояние запущенных в производство заказов, текущее состояние еще не запущенных в производство заказов, т. е. запаздывающих с запуском, диспетчерский лист, отчет о контроле входных-выходных потоков на рабо-



чих центрах за неделю, отчеты о «нештатных» ситуациях (о браке, о повторной обработке, о запоздавших заказах) и сводный отчет о деятельности.

В рамках ОУИЗ необходимо осуществлять:

- планирование входного и выходного потоков производственных заказов за плановый период (обычно – одна неделя) на каждом рабочем центре;
- измерение и отчетность о фактических входном и выходном потоках производственных заказов;
- корректировку выходящих из-под контроля ситуаций;
- управление очередями, незавершенным производством и длительностью производственного цикла.

Это в совокупности позволяет гибко реагировать на турбулентность внешней среды и эффективно работать в условиях ее неопределенности.

### **Список использованной литературы**

1. *Гаврилов, Д. А.* Управление производством на базе стандарта MRP II. Manufacturing Resource Planning / Д. А. Гаврилов. – СПб., 2008.

2. *Мясникова, О.В.* Логистика и управление цепями поставок для специальности 1-26 02 05 «Логистика» [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс / О. В. Мясникова, Н. Ф. Зеньчук, А. М Туровец. – Минск, 2014. – Режим доступа : <http://elib.bsu.by/handle/123456789/90082>.

## **ПРИНЦИП ОМНИКАНАЛЬНОСТИ В КЛИЕНТООРИЕНТИРОВАННЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

---

**Е. Д. Пожарицкий**

Белорусский государственный университет  
Минск, Беларусь

*The omnichannel strategy today is a powerful tool for gaining competitive advantage. Forming personalized offers allows your company to stand out. Unfortunately, the incompetence of employees and the low level of logistics in the company makes omnichannel system ineffective.*

На сегодняшний момент высокий уровень конкуренции способствует свободе выбора. Современный покупатель не ограничен одним товаром, как это было раньше, он анализирует рынок и существующие предложения.