

## РАСЧЕТ ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА В "1С:ERP Управление предприятием" НА ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ ООО "АДЛ"

С.И. Одинокоев, Н.Г. Лисин (ООО «ИТРП»)

Описан процесс внедрения расчета графика производства с помощью программного продукта «1С:ERP Управление предприятием» на приборостроительном предприятии «АДЛ». Описаны проблемы, стоявшие перед предприятием перед внедрением, и методы их решения.

Ключевые слова: приборостроительное предприятие, график производства, пооперационное планирование, ключевые расчетные центры, маршрутные листы, диспетчирование производства, штрихкодирование.

### Объект автоматизации

ГК "АДЛ", основанная в 1994 г., специализируется на производстве и поставке промышленного оборудования: трубопроводная арматура, насосы, насосные установки, электрооборудование, шкафы управления. В 2002 г. была открыта первая очередь производственного комплекса ООО "АДЛ Продакшн", расположенного в п. Радужный (Коломенский р-н Московской обл.). На данный момент производство предприятия состоит из двух больших производственных цехов, а также современного складского логистического комплекса, оборудованного системой управления складом. Производство практически полностью автоматизировано: все операции выполняются на современных станках с ЧПУ, а контроль качества произведенного оборудования обеспечивается специально разработанными тест-машинами. В структуру предприятия входят проектное и конструкторское подразделения, обеспечивающие индивидуальные инженерные разработки и уникальные решения для конкретного проекта.

На предприятии активно использовалась информационная система собственной разработки, обеспечивавшая функции управленческого учета. Для ведения регламентированного учета использовались типовые конфигурации фирмы "1С". Однако следующие управленческие функции в существующей системе были не реализованы:

- планирование производства;
- расчет себестоимости готовой продукции и полуфабрикатов;
- организация учета незавершенного производства (НЗП) с расчетом стоимости;
- оценка загруженности производства;
- расчет плановой себестоимости продукции;
- объемно-календарное планирование производства.

Потребность в прозрачности выполнения этих бизнес-процессов и послужила основной целью внедрения нового решения. В качестве платформы проекта было выбрано новое

решение "1С:ERP Управление предприятием". Исполнителем проекта выступала компания «ИТРП», имеющая опыт выполнения подобных проектов [1, 2].

### Особенности проекта

1. При реализации проекта было принято решение об отказе от создания комплексной системы автоматизации всего предприятия на "1С:ERP Управление предприятием" в сторону интеграции с уже имеющейся на предприятии конфигурацией. В итоге блок управления продажами, логистикой остался в действующей системе управления холдингом (конфигурация на платформе "1С:Предприятие 8" собственной разработки) со специфическими документами, справочниками и методологией.

2. На предприятии семь производственных участков с разными видами продукции и существенными отличиями в методике управления производством. После проведения обследования и моделирования этих участков было принято решение подобрать отдельную методику планирования и выстроить модель для каждого участка.

По результатам проведенных работ на предприятии используются три методики планирования:

- *пооперационное планирование* — формирование расписания для всех рабочих центров, используемых в маршрутной карте;
- *метод «Буфер-Барабан-Веревка» (ББВ)*, когда поддерживается вариант автоматического определения ключевого вида рабочих центров через анализ суммарной загрузки оборудования, и отслеживание выполнения маршрутных листов (МЛ) осуществляется относительно ключевого рабочего центра (КРЦ);
- *метод «Упрощенный Буфер-Барабан-Веревка (УББВ)»*, когда расписание не составляется, а отслеживание выполнения МЛ осуществляется относительно общей длительности этапа.

В таблице приведены названия производственных участков предприятия и соответствующие им модели планирования и управления.

Таблица

	( )
	( )
	( )
	( )
	( )
	( )
	( )
	( )
	( )

3. Технологические процессы на предприятии описаны не были, поэтому была проведена серьезная работа по нормированию, формированию списка рабочих центров и видов рабочих центров, внесению данных в информационную систему.

4. При формировании нормативно-справочной информации (НСИ) было принято решение отказаться от многоэтапных спецификаций, поскольку передачи НЗП между участками минимальны и ими можно пренебречь при планировании и управлении производством. На полуфабрикаты формируются отдельные спецификации, оформляются отдельные заказы на производство, и управление запасами по основному объему полуфабрикатов осуществляется по методу «min — max».

5. НСИ создается сразу избыточно. Используются как ресурсные спецификации, так и маршрутные карты. Использование маршрутных карт позволяет автоматизировать расчет длительности цикла производства при методе управления МЛ УББВ и расчет длительности буферов до и после КРЦ при методе управления МЛ ББВ.

#### Реализация проекта

В ходе выполнения проекта заказчик и исполнитель столкнулись с рядом проблем, которые требовали нестандартного решения.

#### Расчет графика производства

**Проблема.** Типовая методика формирования графика производства в «1С:ERP Управление предприятием», как показало моделирование, оказалась при-

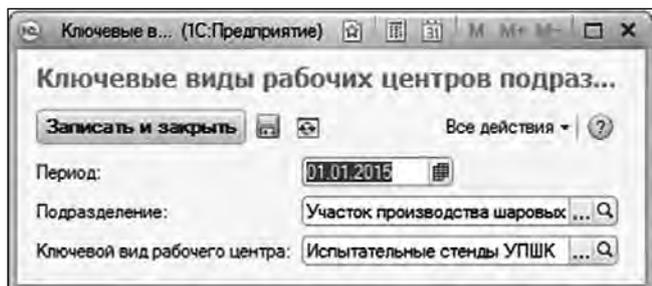


Рис. 1. Назначение КРЦ для подразделения

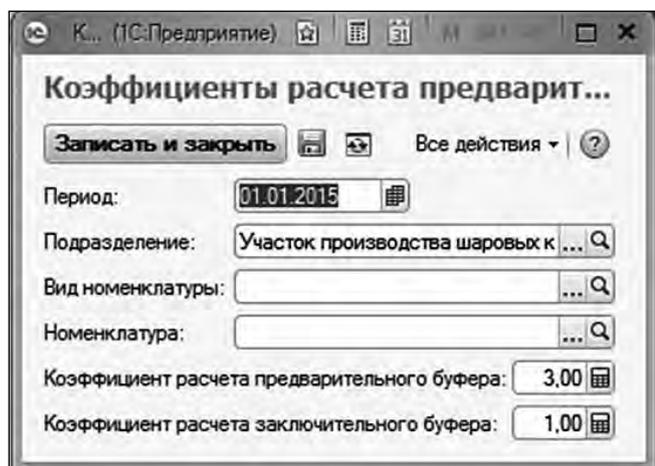


Рис. 2. Указание размера коэффициентов для расчета буфера

менимой только частично. Система требует задания потенциально узких мест (ключевых видов рабочих центров) непосредственно в спецификациях, то есть НСИ. Это приводит к невозможности формирования спецификаций простой перегрузкой технологических данных. После перегрузки потребуются трудоемкая ручная обработка — ввод в спецификации потенциально "узких" рабочих центров. Потенциально узкие места могут мигрировать вследствие изменения производственной ситуации и спектра выпускаемой номенклатуры продукции в периоде.

Также в НСИ определяется значение буфера до КРЦ и после КРЦ. При этом при расчете графика производства не учитывается объем партии. Данное ограничение строится на предположении, что производственный процесс до КРЦ и после него имеет неограниченную пропускную способность. То есть информация об узких местах и размере буфера — динамична. НСИ — это статичная информация, которая не меняется непрерывно и произвольно при изменении производственной ситуации.

При расчете графика производства в типовом решении автоматический расчет КРЦ выполняется по алгоритму, который приводит к тому, что потенциально в одном периоде может быть несколько КРЦ, при этом реально ключевой центр может ключевым и не стать. Это можно продемонстрировать на примере.

**Пример.** Имеем три вида КРЦ.

В продукции 1 вид РЦ 1 загружен на 6 ч, вид РЦ 2 — на 4 ч.

В продукции 2 вид РЦ 2 загружен на 4 ч, вид РЦ 3 — на 2 ч.

Поскольку график считается последовательно, то для продукции 1 за КРЦ будет принят вид РЦ 1, при расчете графика по продукции 2 наиболее загруженным становится КРЦ 2, но он не может стать ключевым, так как для продукции 1 он уже принят за неключевой, следовательно ключевым будет назначен наименее загруженный вид — РЦ 3, а максимально загруженный РЦ 2 стал неключевым для обоих маршрутных листов.

**Решение.** Методика расчета графика производства по методу ББВ приведена в соответствии с классической теорией ограничения систем. В спецификации указываем время работы РЦ для каждой технологической операции, согласно технологическим данным. При этом формируются как ресурсные спецификации, так и маршрутные карты (МК). Для более удобного ввода информации были реализованы дополнительные сервисы заполнения ресурсных спецификаций на основании МК.

Ключевой РЦ назначается на период по подразделению путем экспертной оценки состояния производственной системы. Автоматическое определение КРЦ признано нецелесообразным.

В подразделении планируется время работы того вида расчетного центра (ВРЦ) при расчете графика, который назначен ключевым (рис. 1).

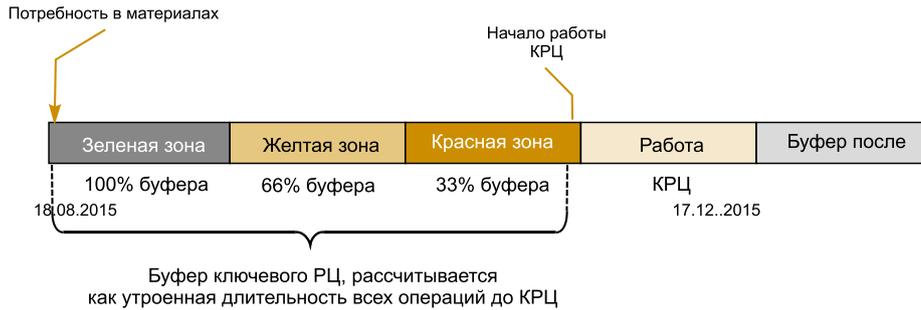


Рис. 3. Общая структура этапа производства при БВВ

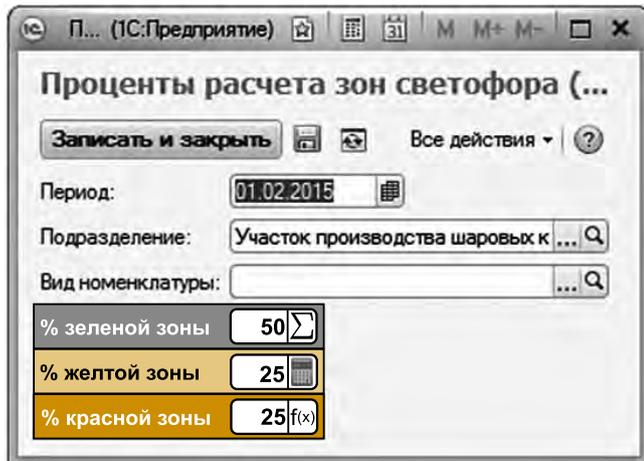


Рис. 4. Настройка зон светофора

Тем самым определение КРЦ перенесено из НСИ в процедуры формирования заказа на производство.

Поскольку четкого алгоритма расчета буфера до и после в литературе по ТОС не определено, было принято решение, что буфер «до» и «после» будет рассчитываться как длительность технологической операций (до и после КРЦ соответственно), умноженная на число изделий в партии запуска и умноженная на коэффициент. Размер коэффициента также не имеет научного определения в литературе, поэтому было принято решение, что размеры коэффициентов должны назначаться на подразделение и при эксплуатации системы могут меняться. Для этого были реализованы соответствующие настройки.

Таким образом, появилась возможность корректного формирования спецификаций в соответствии с технологическими данными, а ключевой РЦ (в цепочке операций этапа) назначать уже в процессе эксплуатации.

Данная ситуация является типовой, а не особенностью данного предприятия. Поэтому было подобрано типовое решение для внедрения ТОС на предприятии.

#### Управление маршрутными листами

**Проблема.** В типовом решении при управлении МЛ считается, что длительность буфера «до» всегда равна утроенной длительности операций, при этом размер этого буфера никак не учитывает ни размер

партии, ни длительность операций.

Поскольку обоснования размера буфера в литературе по ТОС нет, мы пришли к выводу, что размер коэффициента должен подбираться в процессе эксплуатации, и пересмотр этого размера не должен приводить к корректировке всего объема НСИ. Раз мы отходим от аксиомы того, что буфер равен утроенному времени операций до КРЦ, то должны изменить и представление для диспетчирования этого в МЛ.

**Решение.** На первом этапе определяются зоны буфера до КРЦ (рис. 3).

За аксиому был принят факт, что зеленая зона всегда должна быть равна длительности технологического цикла, а красная и желтые зоны являются «буфером», который должен компенсировать отклонения от производственного процесса, вызванного загруженностью оборудования.

После этого для целей диспетчирования производства была реализована настройка зон светофора для подразделения «до» и «после» и вида номенклатуры (рис. 4). Эти настройки используются в рабочем месте «Диспетчирование производства» для отображения состояния буфера до КРЦ.

Данная ситуация является типовой, а не особенностью предприятия. Было подобрано типовое решение для внедрения ТОС на предприятии. Разработан специфический механизм расчета приоритета МЛ на захват времени работы РЦ при пооперационном планировании.

**Проблема.** В типовом решении расчет графика производства выполняется последовательно для заказов на производства, укрупненно в системе присутствует три приоритета (высокий, средний и низкий), планирование внутри приоритета выполняется в последовательности ввода документов «Заказ на производство» (возможна ручная корректировка последовательности). Такой подход приводил к неоптимальной загрузке КРЦ.

**Решение.** На рабочем месте «Диспетчирование графика производства» реализован сервис расчета приоритета заказов.

Приоритет рассчитывается по следующему алгоритму.

- Заказы сортируются по убыванию приоритетов, установленных в документе.

- Рассчитывается дата окончания обработки каждого заказа на КРЦ. Дата окончания рассчитывается как дата выпуска по заказу минус длительность буфера после.

- Заказы выстраиваются по возрастанию даты окончания обработки заказа. В рамках одной даты



Рис. 5. Интерфейс ТСД

окончания заказы выстраиваются по возрастанию длительности обработки заказа на КРЦ.

• Расчет приоритета заказов выполняется в рамках одного подразделения. В случае передачи этапа производства в другое подразделение (принимающее подразделение) приоритет в принимающем подразделении для принимаемого этапа не рассчитывается, он занимает время КРЦ в соответствии с расчетом графика для подразделения, в котором производственный процесс стартовал.

Данное решение является типовым и позволяет оптимизировать расчет графика производства с точки зрения загрузки КРЦ.

**Проблема.** При возникновении срочного заказа есть необходимость сократить предварительный буфер до единичного производственного цикла (не умножать на коэффициент).

**Решение.** На рабочем месте «Диспетчирование графика производства» реализован сервис установки срочного заказа (не путать с приоритетом).

Данное решение является типовым и позволяет пропускать более срочные заказы вперед.

**Регистрация выполнения операций по МЛ. Использование механизма штрихкодирования**

**Проблема.** Необходимо было учесть фактическое время выполнения операций исполнителями и реализовать отражение начала и окончания операций непосредственно исполнителями.

**Решение.** Был доработан документ «Маршрутный лист». Поскольку в МЛ по ББВ пооперационное управление не предусмотрено, было принято решение приравнять виды работ и операции маршрутной карты. Для каждой строки трудозатрат формируется штрихкод операции и для каждой строки фиксируется время начала и окончания операции. Реализована

печатная форма «Маршрутного листа». За основу взята типовая форма документа «Маршрутный лист»

Разработан интерфейс для терминала сбора данных на базе платформы Cleverence Soft (рис. 5). По каждой операции с помощью терминала сбора данных (ТСД) фиксируется факт начала/окончания с фактическим временем начала/окончания.

Реализован отчет по анализу планового и фактического времени выполнения операций.

Данное решение является специфичным для рассматриваемого проекта.

### Заключение

По результатам первого месяца эксплуатации на производстве выявилось не один (тестирование готовой продукции), а два КРЦ (пила на участке заготовки полуфабрикатов), что привело к значительному пересмотру НСИ. В результате сократилась очередь заказов на участке заготовки полуфабрикатов.

Также прорабатывается вопрос по сокращению числа МЛ. Поскольку система панирует работу КРЦ, то достаточно часто возникает ситуации, что МЛ формируется на очень маленькие партии (2...3 ед.), хотя сама партия — 200 ед. Это обусловлено попыткой со стороны системы оптимизировать работу КРЦ, но с точки зрения управления оборудованием (переналадка) это не совсем оправдано. Поэтому сейчас идет работа по поиску баланса между оптимальностью загрузки и минимизацией переналадок.

На данный момент проект планируется развивать по подсистемам: объемно-календарное планирование; планирование потребностей в материалах; переработка давальческого сырья; сертификация качества сырья и продукции; управление складскими запасами; управление ордерным складом; учет ТМЦ; контроль и учет серийных номеров, сроков годности и сертификатов; анализ запасов ABC/XYZ; оформление заказов поставщикам; планирование закупок.

### Список литературы

1. Белицкий А.Л., Лисин Н.Г. Решение ERP-класса на платформе 1С «ИТРП: Процессное производство 8»: опыт применения в лакокрасочной отрасли // Автоматизация в промышленности. 2012. №2.
2. Лисин Н.Г., Одинокоев С.И. Новое специализированное типовое решение для автоматизации предприятий химической отрасли // Автоматизация в промышленности. 2013. №2.

*Одинокоев Сергей Игоревич — руководитель проектов,  
Лисин Николай Геннадьевич — зам. директора ООО «ИТРП».  
Контактный телефон (495) 600-61-81.  
E-mail: lc@itrp.ru*