

РАСЧЕТ ОПТИМАЛЬНОЙ ПАРТИИ ЗАПУСКА



Артём Вожаков

Руководитель направления
поддержки ключевых проектов
в ОПК, «1С»



Игорь Филимонов

Методист отдела разработки
1C:ERP, «1С»

Алексей Кислов

Руководитель подразделения
развития практик ERP, «1С»



Татьяна Агафонова

Методист отдела разработки
1C:ERP, «1С»



Аннотация

Расчет оптимальной партии, ее применение и само понятие оптимальности процесса для разных предприятий и отраслей могут (должны, вообще говоря) сильно отличаться.

В системе 1C:ERP есть одноименная настройка **Оптимальный запуск** (указывается в ресурсной спецификации, на вкладке **Производственный процесс**). Оптимальная партия не рассчитывается системой, а указывается при вводе производственной НСИ. Значение оптимальной партии (если этот параметр необходим) рассчитывается вне системы. Как считать – вопрос сложный, и универсального ответа на него нет.

Поэтому в данной статье мы хотим:

- показать, на что в системе влияет параметр **Оптимальный запуск** (для осознанного применения этого параметра);
- показать на примерах, как оптимальную партию можно рассчитать (возможно, вам подойдет один из методов).

Дополнительно разберем несколько примеров расчета длительности цикла производства, расчета партии запуска и расчета минимальной партии.

Уровни планирования 1С:ERP

В системе есть три уровня производственного планирования, они связаны. Деление на уровни логично и обычно. Подобное деление почти каждый использует в жизни.

Например, у вас есть укрупненный план на год (в августе – отпуск, в декабре покупаем машину и т. п.). Есть более детальные планы на ближайшие месяцы.

И есть совсем детальный план на день (список задач, встреч с точностью до часа и т. п.). Есть особенности, которые мы не всегда осознаем, но их осознание поможет понять логику построения уровней планирования в ERP:

- Очевидно, что **чем короче горизонт планирования, тем детальнее планы**. Никто не планирует на год вперед с точностью до задач и рабочих встреч (если такие люди есть, то нам они неизвестны). И, наоборот, план на день максимально конкретен и почти не содержит «размытых» стратегических целей.
- **Планы разных уровней согласованы**. Маловероятно, что на август вы запланировали отпуск (среднесрочное планирование), и тут же на 1 августа ставите в план выполнение рабочих задач (оперативное планирование).
- **Изменения на одном из уровней планирования могут повлиять на другой уровень**. Например, на ближайшую неделю у вас была запланирована командировка (среднесрочное планирование), но вы опоздали на самолет (факт отличается от оперативного плана). Если такие изменения происходят, то мы корректируем все планы, которые задели изменения.

Такая обычная, но от этого не менее эффективная логика заложена и в 1С:ERP. Есть три уровня производственного планирования. Они предполагают разную детализацию и горизонты планирования. Есть возможность построить согласованные планы. Есть возможность корректировать планы.

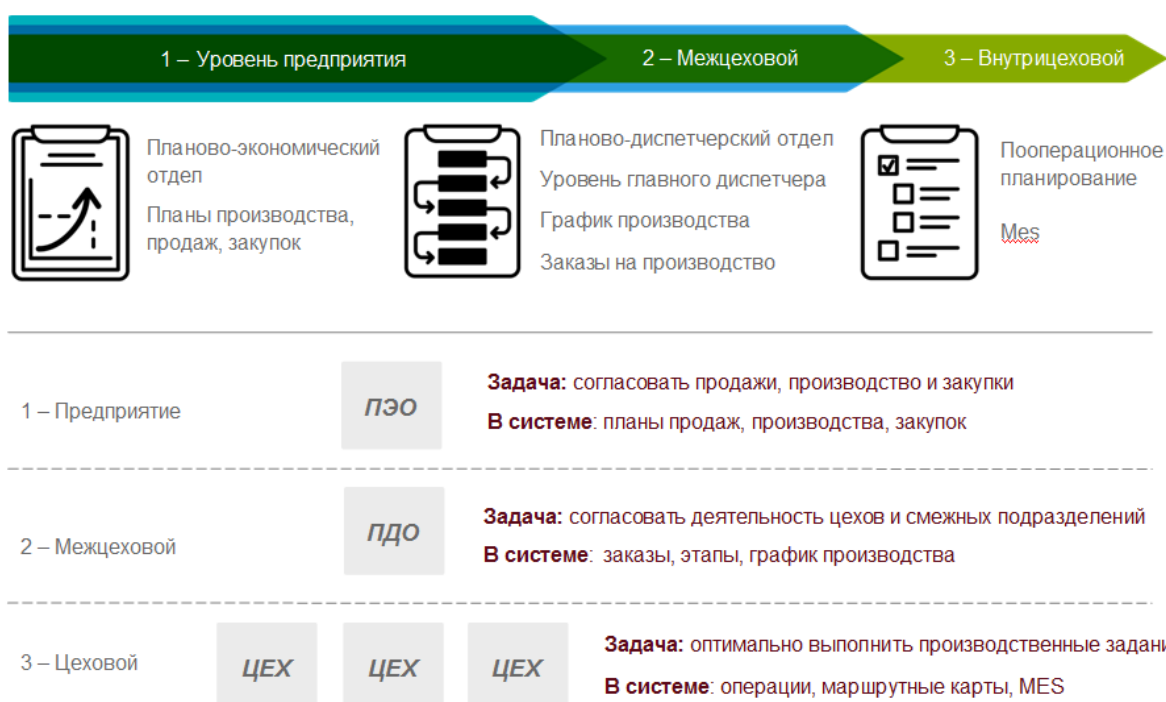


Рис 1. Уровни планирования в 1С:ERP

Параметр **Оптимальный запуск** влияет на расчеты разных уровней планирования. Далее разберем, каким образом.

Уровень предприятия

В системе 1C:ERP планирование на уровне предприятия – это составление согласованного комплекта планов (планы производства, снабжения, продаж). Основная задача – согласовать действия различных подразделений. На практике этим часто занимается ПЭО предприятия.

Параметр **Оптимальный запуск** влияет на планирование полуфабрикатов. Например, если оптимальная партия запуска полуфабриката определена как 1, месячный план будет следующим:

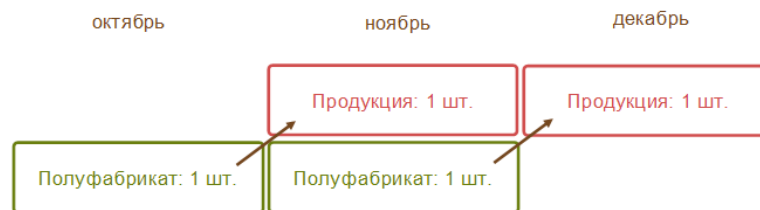


Рис 2. Распределение полуфабрикатов и готовой продукции по периодам планирования

Если оптимальная партия полуфабриката больше либо равна 2 (или не задана), то план будет следующим:



Рис 3. Распределение полуфабрикатов и готовой продукции по периодам планирования

То есть система автоматически укрупнит выпуск полуфабрикатов.

Срок пролеживания ограничивает возможность укрупнения выпуска полуфабрикатов. Например, если срок пролеживания равен 35 дням, то произойдет укрупнение выпуска полуфабрикатов, запланированных на октябрь и ноябрь, а выпуск полуфабриката в декабре не увеличится.

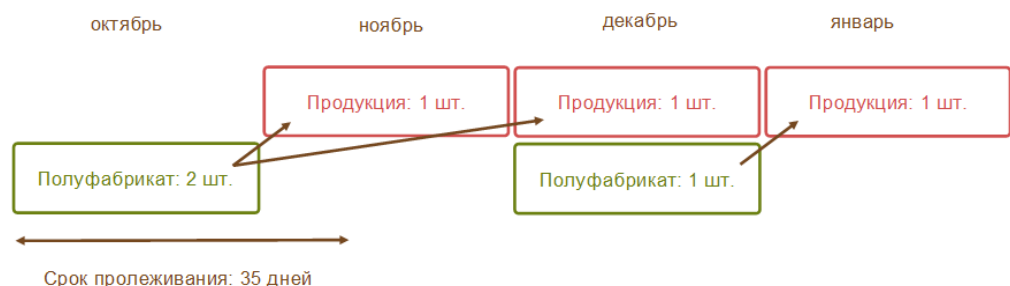


Рис 4. Распределение полуфабрикатов и готовой продукции по периодам планирования

Подробнее про планирование на уровне предприятия в 1C:ERP можно узнать, посмотрев видео следующих методических вебинаров:

- Планирование производства и закупок: https://its.1c.ru/video/erp_automation_production_planning.
- Балансировка производства под неравномерный спрос: пример предприятия, выпускающего пластиковый инвентарь – https://its.1c.ru/video/balancing_production_uneven_demand.
- Объемно-календарное планирование на химическом предприятии с непрерывным циклом производства https://its.1c.ru/video/erp_automation_chemical_enterprise_scheduling.
- Интегрированное планирование производства швейной отрасли в 1C:ERP https://its.1c.ru/video/erp_automation_integrated_planning.

Межцеховой уровень

На межцеховом уровне управления создаются заказы на производство, по заказам формируются этапы производства. Выполняется расчет партий запуска в производство – т. е. сколько партий запускаем, сколько изделий в каждой партии.

Партии запуска рассчитываются с учетом параметров: **Оптимальный запуск**, **Минимальный запуск**, **Допустимое превышение**. Эти параметры указываются в ресурсной спецификации на вкладке **Производственный процесс**.

Ресурсная спецификация (создание) *

Основное | Плановые калькуляции | Дерево спецификации | Применение в заказах | Разрешения на замену материалов | Файлы | Задачи | Мои заметки

Записать и закрыть | Записать | Назначить основной | Сравнить спецификации | Создать на основании | Отчеты | Еще | ?

Код: | Статус: В разработке | Установить статус |

Основное | Побочный и промежуточный выход | Материалы и работы | Трудозатраты | **Производственный процесс** | Дополнительно

Производство: ☒ Одноэтапное ☐ Многоэтапное

Запуск: кратными партиями

Минимальный запуск: 0 партий

Оптимальный запуск: 0 партий допустимое превышение: 0 партий

☐ Ограничен срок пролеживания изделий

[Создать этап производства](#)

Рис 5. Настройки производственного процесса в ресурсной спецификации

Рассмотрим «техногенный» пример, пока без какой-либо специфики производства. Просто чтобы понять, как работает алгоритм, заложенный в системе, и какие результаты могут быть в зависимости от параметров.

Мы создали заказ на 305 штук определенного товара. В ресурсной спецификации указана оптимальная партия – 100 штук.

Для расчета партий запуска сначала рассчитаем, сколько оптимальных партий по 100 штук уложится в 305 штук заказа. Получаем 3 партии (100 + 100 + 100). Затем решаем, что делать с оставшимися 5 штуками. Можно сделать запуск 4-й партии, можно попробовать «распределить» оставшиеся 5 штук по уже имеющимся трем партиям.

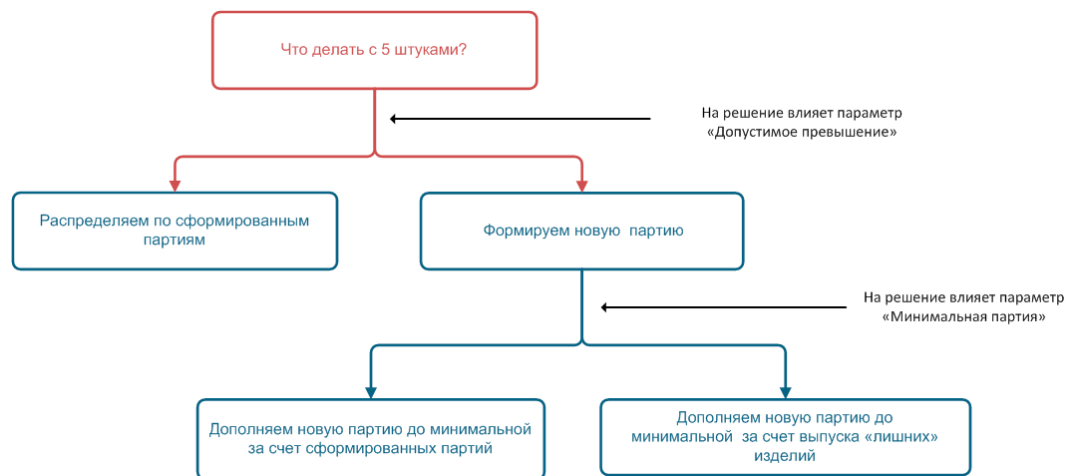


Рис 6. Алгоритм принятия решения при формировании партий запуска

Допустимое превышение показывает, насколько мы сможем увеличить оптимальную партию, если нам вдруг это потребуется:

- Допустимое превышение = 6 штук. Минимальная партия = 20. Тогда мы можем распределить 5 штук на 3 партии. Получим три партии запуска: 101, 102 и 102 штуки.

← → ☆ Структура заказа на производство № 1 от 23.07.2018 ×

☐ Скрывать выполненное ☒ Показывать этапы

Заказ, номенклатура, этап	Порядок	Подразделение	Ед. изм.	Количество			Дата по графику	Дата выполне
				План	Факт	Дефицит		
Заказ № 1 от 23.07.2018, д...								
Вешалка для одежды			шт	305,000		305,000		
Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	101,000		101,000		
Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	102,000		102,000		
Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	102,000		102,000		

Рис 7. Сформированные партии в 1C:ERP

- Допустимое превышение = 1 штука. Минимальная партия = 20. Распределить оставшиеся 5 штук на 3 партии не выйдет. Сформируем четвертую партию. Дополним ее до минимального запуска за счет уменьшения третьей партии. Получим партии: 100 штук, 100 штук, 85 штук (от 100 штук «откусили» 15, чтобы дополнить 4-ю партию), 20 штук (5 штук + 15 штук от 3-й партии).

←

→

☆

Структура заказа на производство № 2 от 23.07.2018

☐ Скрывать выполненное
 ☒ Показывать этапы

Диаграмма Ганта

Диагностика этапа

↻

Еще ▾

?

Заказ, номенклатура, этап	Порядок	Подразделение	Ед. изм.	Количество			Дата по графику	Дата выполне
				План	Факт	Дефицит		
⊖ Заказ № 2 от 23.07.2018, д...								
⊖ Вешалка для одежды			шт	305,000		305,000		
🔧 Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	100,000		100,000		
🔧 Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	100,000		100,000		
🔧 Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	85,000		85,000		
🔧 Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	20,000		20,000		

Рис 8. Сформированные партии в 1C:ERP

Может сложиться так, что нужно формировать 4-ю партию, а не из чего. В этом случае будет запланирован «лишний» товар:

- Допустимое превышение = 1 штука. Минимальная партия = 99. Единственный возможный вариант при таких параметрах – сформировать 4-ю партию и выпустить дополнительные «лишние» изделия.

←

→

☆

Структура заказа на производство № 33 от 06.11.2018

☐ Скрывать выполненное
 ☒ Показывать этапы

Диаграмма Ганта

Диагностика этапа

Еще ▾

?

Заказ, номенклатура, этап	Порядок	Подразделение	Ед. изм.	Количество		
				План	Факт	Дефицит
⊙ Заказ № 33 от 06.11.2018, д...						
⊙ Вешалка для одежды			шт	305,000		305,000
Партия производства				396,000		396,000
 Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	99,000		99,000
 Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	99,000		99,000
 Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	99,000		99,000
 Этап №1	1	Цех столярных ра...	шт	99,000		99,000

Рис 9. Сформированные партии в 1C:ERP

Влияние параметра на расчеты ощутимо, поэтому бездумное задание значения «Оптимального запуска» ни к чему хорошему не приведет. Для каждого конкретного случая нужно разбираться, нужно ли задание оптимальной партии в системе, и если нужно, то по какому алгоритму(ам) делать расчет этого параметра.

Подробнее о производственном планировании на межцеховом уровне можно узнать, посмотрев видео следующих методических вебинаров:

- Использование параметризации спецификаций для быстрого запуска производственной подсистемы: https://its.1c.ru/video/erp_automation_spec_parametrization.
- Организация оперативного управления производством в примерах: https://its.1c.ru/video/erp_automation_production_operational_management.
- Моделирование системы управления производством электродвигателей: https://its.1c.ru/video/erp_automation_production_control_system_modeling.
- Планирование, обеспечение и диспетчирование в 1C:ERP производства со спецификой нарезки и раскроя: https://its.1c.ru/video/erp_automation_cutting.
- Производственный учет: https://its.1c.ru/video/erp_automation_production_accounting.

Пример 1. Расчет оптимальной партии и длительности производственного цикла для машиностроения

Предложенные ниже формулы являются примером, разработанным для конкретного предприятия. Расчет размеров оптимальной партии в данном примере ведется с использованием данных, рассчитанных по 3 вариантам. Окончательно выбирается значение, которое оптимально соответствует параметрам по всем трем расчетам и учитывает ряд дополнительных условий.

Первый вариант расчета

Основан на расчетах оптимальной загрузки рабочих мест. Размер партии деталей определяется исходя из условия, что время обработки одной партии на рабочих местах механообработки не должно быть меньше смены или полусмены (кроме станков с ЧПУ). Причина – исключение частых переналадок рабочих мест, снижающих производительность труда рабочих и уменьшающих коэффициент использования производственных мощностей. Размер партии деталей определяется по формуле:

$$N = (0.5, 1.0) * T * P / (100 * T_{шт}), \text{ где}$$

- N – размер партии деталей;
- T – продолжительность рабочей смены;
- P – процент выполнения норм на данной операции;
- $T_{шт}$ – норма штучного времени на данной операции.

При этом расчет размера партии деталей по этой формуле ведется для операции механообработки, имеющей минимальное штучное время. Главный фактор при расчете размера партии по этому варианту – производительность труда.

С помощью 1C:ERP можно собрать данные, необходимые для расчета по предложенной формуле. В системе возможен учет работ по сменам. Для этого в параметрах производственного подразделения нужно указать **Работа в несколько смен**.

Параметры производственного подразделения (ТС:Предприятие)

Параметры производственного подразделения

Завершить редактирование

Еще ?

Основное Производство по заказам Учет работ сотрудников

Тип подразделения

☐ Подразделение-диспетчер, ответственное за выполнение заказов на производство

Производит продукцию:

☒ По заказам на производство

☒ Без заказов на производство

График работы

☐ Основной график предприятия: [Производственный календарь](#)

☐ Индивидуальный график:

☒ Работа в нескольких сменах

Добавить

N	Смена
1	1 смена
2	2 смена

Еще

Рис 10. В параметрах производственного подразделения указано, что работа ведется в несколько смен

Длительность каждой смены гибко настраивается.

← → ☆ 1 смена (График работы)

Записать и закрыть Записать

Наименование: 1 смена

Период заполнения графика с: 01.01.2018 по: . . . Производственный календарь: Российская Федерация

Если дата «по» не заполнена, график будет заполняться по указанному шаблону до конца года производственного календаря

Способ заполнения:

☒ По неделям

☐ По циклам длиной 7 дней, начиная с: 01.01.2018

Выберите шаблон, по которому будет заполнен график работы

☒ Учитывать праздники

Если установлено, то из состава рабочих дней будут исключаться дни, выпадающие на праздники

Расписание предпраздничного дня: [Заполнить расписание](#)

Понедельник	✓	8 ч. (06:00-14:00)
Вторник	✓	8 ч. (06:00-14:00)
Среда	✓	8 ч. (06:00-14:00)
Четверг	✓	8 ч. (06:00-14:00)
Пятница	✓	8 ч. (06:00-14:00)
Суббота	☐	Заполнить расписание
Воскресенье	☐	Заполнить расписание

Отмеченные дни будут включены в график работы

Горизонт планирования: 0 мес. Период времени, на который график должен быть заполнен вперед

График работы заполнен до 31.12.2019

Рис 11. График работы первой смены

Второй вариант расчета

Основан на использовании коэффициента, определяющего нормативную величину подготовительно-заключительного времени (ПЗВ) по отношению к штучному времени на партию. При этом варианте размер партии деталей определяется таким образом, чтобы доля ПЗВ по отношению к штучному времени на всю партию деталей не превышала установленного коэффициента или процента.

$$N = T_{пз} / (K * T_{шт}), \text{ где}$$

- $T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время;
- K – коэффициент ПЗВ по отношению к штучному времени на партию деталей.

При этом варианте размер партии деталей рассчитывается для той операции, в которой отношение ПЗВ к штучному времени на операцию будет максимальным. Практически расчет можно вести по операции с наибольшим ПЗВ. Данный вариант ограничивает удельный вес ПЗВ в общем времени обработки детали.

В системе 1C:ERP понятия операции, предварительно-заключительного времени, штучного времени и т.д. связаны с управлением на уровне цеха, объектами системы – **Операция**, **Маршрутная карта** и т.д.

← → ☆ Комплектация (Операция)

Основное Файлы

Записать и закрыть Записать

Входит в маршрут: [Блок управления ОЗВ \(передаточная 10 штук + ПЗ\)](#)

N операции: 1 N след. опер.: 2

Изготовить (выполнить): Комплектация

Рабочий центр: Верстак 1

Вариант наладки:

Основное Вспомогательные рабочие центры Описание

Количество: 1,000 операция

Время выполнения: 10,0 мин

Время ПЗ: 4,0 мин

☒ Непрерывная

Выполнение операции не может прерываться интервалами недоступности.

Передаточная партия: 10 * 1 = 10 операций

Рис 12. Одна из операций маршрутной карты в 1C:ERP

В маршрутной карте заполняется последовательность операций, выполняемых в цехе. Для каждой операции можно указать штучное время выполнения, а также размер передаточной партии и предварительно-заключительное время для партии.

Подробнее о маршрутных картах и операциях можно узнать, посмотрев видео следующих методических вебинаров:

- Функциональность MES в 1C:ERP – пооперационное планирование для позаказного единичного производства: https://its.1c.ru/video/erp_automation_mes_operation_planning.
- Функциональность MES в 1C:ERP – диспетчеризация, корректировка планов на основе данных факта, работа с браком: https://its.1c.ru/video/erp_automation_mes_dispatch.

Третий вариант расчета

Основан на минимизации приведенных затрат на обработку деталей. Поскольку производительность труда и себестоимость при изготовлении деталей растут при увеличении размера партии, в то же время длительность производственного цикла и величина связанных средств в незавершенном производстве (НЗП) увеличиваются с увеличением размера партии, данный метод позволяет найти оптимальное соотношение между этими противоречивыми факторами. Размер оптимальной партии рассчитывается по формуле:

$$N = \sqrt{C_3 / (E_n * H_3)}, \text{ где}$$

- C_3 – затраты на обработку одной детали, зависящие от размера партии деталей;
- E_n – норма эффективности дополнительных капитальных вложений;
- H_3 – размер средств, связанных в незавершенном производстве и зависящих от размера партии деталей.

При определении размера оптимальной партии могут учитываться следующие дополнительные условия, связанные с фактическими особенностями технологии изготовления, реальными производственными заданиями на текущий период и некоторыми другими факторами:

- размер партии сравнивается со среднемесячным (среднеквартальным) производственным заданием для исключения дополнительных заделов НЗП;
- размер партии должен быть кратным стойкости технологического оснащения (оснастка, инструмент) при выполнении технологических операций, если его замена и дополнительная наладка не заложены в штучное время ($T_{шт}$);
- проверяется достаточность производственных и складских площадей для хранения деталей на рабочих местах и в кладовых производственных подразделений;
- размер партии должен обеспечивать ритмичную работу всех подразделений, задействованных в технологической цепочке изготовления детали, а также комплектную поставку продукции для сборочных (испытательных) цехов и участков;
- проверяется количество деталей при максимально возможной загрузке оборудования, а также фактический производственный цикл при выполнении некоторых операций, время на выполнение которых не имеет прямой зависимости от трудоемкости выполнения работ основных производственных рабочих, например: операции термообработки, гальванопокрытия, покраски деталей, транспортные операции и некоторые другие.

На основании полученного размера оптимальной партии рассчитывается производственный цикл ее изготовления (в рабочих днях). Длительность производственного цикла обработки партий деталей в рабочих днях определяется с использованием следующей формулы:

$$N = \left(\sum_{i=1}^m T_{опi} / P \right) / K_{см} + \sum_{i=1}^m T_{моi}, \text{ где}$$

- **Тц** – длительность производственного цикла в днях;
- **Топi** – время на обработку партии при выполнении i-й операции в минутах;
- **Р** – коэффициент выполнения норм времени на i-й операции;
- **m** – число операций по технологии обработки детали;
- **Ксм** – число рабочих смен в сутки;
- **Тсм** – продолжительность смены в минутах;
- **Тмоi** – межоперационное время для i-й операции в рабочих днях.

Основная часть составляющих данной формулы известна, поэтому остановимся подробнее на переменных значениях.

Время на обработку партии деталей при выполнении технологических операций рассчитывается по одному из двух вариантов. Первый используется в случае, когда существует линейная зависимость между штучным временем на выполнение операции и длительностью обработки партии деталей (например, при операциях механообработки, контрольных и других). При этом варианте для расчета используется следующая формула:

$$T_{оп} = N * T_{шт} + T_{пз}$$

Необходимо отметить, что для станков с ЧПУ время на наладку оборудования, ввод программы и т. д. включается в ПЗВ.

Второй вариант используется для операций, для которых не существует линейной зависимости между штучным временем и длительностью обработки партии деталей (например, операции термообработки, гальванопокрытия, покраски, транспортирования и др.). В этом случае время на обработку партии деталей считается по следующей формуле:

$$T_{оп} = Kз * Tф + Tе, \text{ где}$$

- **Тф** – фактическое время на выполнение процесса обработки в минутах;
- **Те** – время на подготовку партии к процессу обработки (например, закладка деталей в печи для термообработки, ванны для гальванопокрытий и т. п.) в минутах;
- **Кз** – коэффициент, показывающий, сколько раз надо повторить процесс в конкретных условиях, чтобы обработать все партию деталей.

Коэффициент **Кз** определяется как целая часть отношения величины партии деталей к максимально возможному числу деталей, обрабатываемого за один раз в данном операционном процессе. При этом округление коэффициента необходимо выполнять в большую сторону до ближайшего целого числа.

Межоперационное время **Тмо** в общем случае состоит из двух частей: времени пролеживания партии деталей на рабочих местах и времени выполнения вспомогательных операций. На практике первая составляющая **Тмо** значительно больше второй, и поэтому межоперационное время определяется временем пролеживания, которое, в свою очередь, зависит от двух основных величин: трудоемкости (или времени) обработки партии деталей и общим числом детапопераций, выполняемых на данном рабочем месте.

Формула для определения вероятного времени пролеживания для конкретного рабочего места достаточно сложна и не совсем удобна для использования, поэтому на практике обычно используют ее упрощенные варианты. Например, среднее время пролеживания для каждого рабочего места можно рассчитать по следующей формуле:

$$T_{\text{пр}} = (1 - 1/2K_{\text{до}}) * T_{\text{ср}}, \text{ где}$$

- **T_{пр}** – среднее время пролеживания для данного рабочего места;
- **K_{до}** – число деталиеопераций, выполняемых на данном рабочем месте;
- **T_{ср}** – среднее время обработки партий деталей на данном рабочем месте.

Очевидно, что при большом значении K_{до} можно принимать среднее время пролеживания равным среднему времени обработки партий деталей на рабочем месте. Поскольку данное утверждение полностью подтверждается теоретическими выкладками и практикой статистических методов определения T_{пр}, можно считать предельное значение межоперационного времени равным величине среднего времени обработки партии деталей на данном рабочем месте. В практических расчетах обычно используют эмпирические зависимости, которые получены в результате статистических способов определения межоперационного времени (среднее значение от 0,25 до 1 рабочего дня).

В реальных расчетах процент выполнения норм принимается равным 100 % (или 1). Это связано с тем, что фактически отклонения от этой величины от норматива (с учетом рассчитанных допустимых отклонений) в большинстве случаев связаны с нарушением технологии обработки, неточностями в расчетах норм, возможностями конкретного работника (профессиональный уровень) и другими субъективными факторами, на которые невозможно опираться при решении задач планирования временных характеристик производственных процессов и тем более их оптимизации.

В 1C:ERP при расчете расписания выполнения операций в цехе время выполнения операции будет рассчитано по формуле:

$$T_{\text{оп}} = N * T_{\text{шт}} + T_{\text{пз}}$$

Например, если в заказе 15 штук, то передаточная партия для «Комплектации» – 10 штук, время ПЗ «Комплектации» – 4 минуты. Система планирует выполнение 10 операций «Комплектация» с 8:00 до 9:44. Время выполнения рассчитано как 10 минут * 10 штук + 4 минуты = 104 минуты. После десяти «Комплектаций» можно начать выполнять следующую операцию «Сборка».

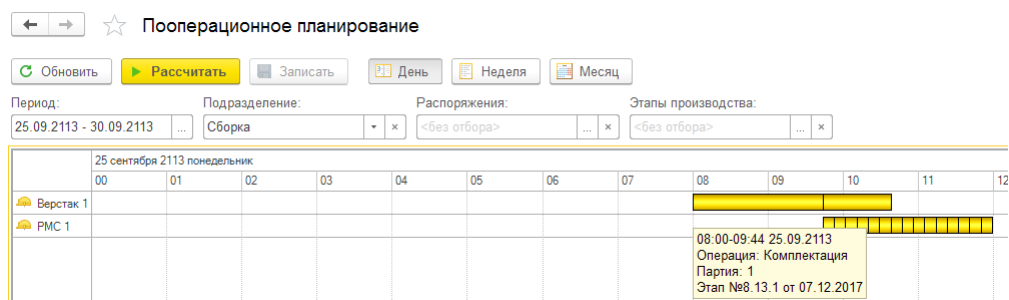


Рис 13. Рассчитанное пооперационное расписание в 1C:ERP

Пример 2.

Расчет минимальной партии в легкой промышленности

На примере предприятия легкой промышленности разберем, какие параметры производственного процесса могут влиять на расчет минимальной партии запуска.

Логично предположить, что минимальная партия задается тогда, когда меньше сделать просто невозможно или крайне невыгодно. В нашем примере минимальная партия задается, потому что невыгодно.

Швейное производство двухпередельное: сначала из материалов делают полуфабрикат (крой), затем из кроя шьют готовую продукцию. На расчет минимальной партии влияют в основном процессы подготовки и выполнения раскроя.

Кроится полотно либо в ручном режиме, либо с помощью специального настильно-раскройного комплекса. На подобный станок сперва настилают слои полотна, потом нож разрезает полотно по заранее заготовленной схеме-раскладке. Раскладка – это своеобразный чертеж положения деталей изделия на полотне. Ее делают при помощи специальной САПР и затем загружают в «мозги» настильно-раскройного комплекса.

Влияние процесса раскроя на значение минимальной партии

Скорость раскроя на настильно-раскройном комплексе не зависит от количества слоев. Она скорее зависит от сложности раскладки. Чем сложнее раскладка, тем больше различных поворотов и углов должен пройти нож станка при раскрое. На каждом таком повороте нож останавливается. Соответственно, чем больше остановок, тем дольше выполняется раскрой. А сколько при этом будет слоев, 1 или 100, станку без разницы. Время раскроя будет одно и то же.

Часто настильно-раскройный станок является узким местом всего производственного процесса. Недозагрузка или простой этого станка дорого стоят. Поэтому хочется максимально эффективно использовать комплекс и за меньшее время кроить большее число изделий.

Конечно, для конкретного предприятия узкое место может быть и совсем другим. Необязательно именно этот станок. Но есть несколько предпосылок, которые делают этот станок потенциальным узким местом:

- станок дорогой;
- станок большой по размерам, поэтому могут возникнуть сложности с доставкой и установкой станка;
- станок сложно заказывается и доставляется (в основном только импорт).

Станок в одиночку обеспечивает работой средний швейный цех (порядка 100 швей). Мощность швейного цеха «настраивается гибко» набором и увольнением

сотрудников, закупкой нового, относительно недорогого оборудования. Мощность настильно-раскройного комплекса так легко не масштабируется. Существует некоторая «предельная» мощность станка, соответствующая определенной мощности швейного цеха. Если мощность швейного цеха приближается к предельной мощности комплекса, то комплекс становится узким местом. А так как закупать новый комплекс – это довольно сложный процесс, то часто комплекс так дальше и работает на пределе.

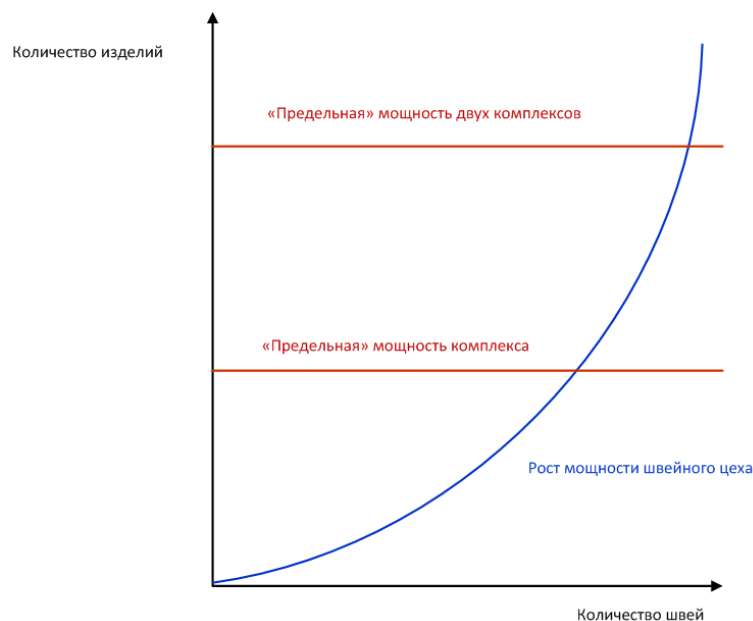


Рис 14. Сравнение роста мощности комплекса и швейного цеха

В итоге приходим к тому, что часто выгоднее кроить больше слоев. Это позволяет лучше загрузить узкое место – станок.

Влияние процесса раскладки кроя на значение минимальной партии

Задача раскроя впервые сформулирована Л.В. Канторовичем в 1939 году. В 1951 году, еще до того, как компьютеры стали широко доступны, он предложил способ решения задачи экономного использования материала при раскрое с помощью линейного программирования.

Теперь разберемся, как влияет на размер минимальной партии процесс раскладки. Перед выполнением раскроя делают схему-раскладку положения деталей кроя на полотне. Часто изделия раскладываются не по отдельности, а друг с другом. Делается это в основном для того, чтобы минимизировать неиспользуемое полотно.

Сейчас мы не будем углубляться в математическую формулировку задачи и поиск решения, а на простом примере проиллюстрируем работу раскладчика.

Предположим, нам нужно выпустить 20 штук изделия «А» и 21 штуку изделия «Б». Для этого постараемся сделать раскладки так, чтобы:

1. Минимизировать количество раскладок, потому что каждая новая раскладка – это отдельный запуск настильно-раскройного комплекса.
2. Максимизировать число слоев при выполнении каждой раскладки – чтобы раскройный комплекс за каждый свой запуск делал «побольше» кроя.

Варианты следующие.

Для 20 изделий «А»:

Число изделий на слое	Число слоев
1	20
2	10
4	5
5	4
10	2
20	1

Для 21 изделия «Б»:

Число изделий на слое	Число слоев
1	21
3	7
7	3
21	1

Единственный общий делитель 20 и 21 – это единица. Получается, что если хотим уложиться в одну раскладку, то надо расположить все детали всех изделий на один слой (41 изделие на слое). Это, скорее всего, нереально, даже для изделий с небольшим расходом ткани.

Можно сделать 2 раскладки. Отдельно раскладку на 20 штук «А» и 20 «Б». И еще отдельную раскладку в один слой на 1 штуку «Б». Итого – 2 раскладки и 2 запуска настильно-раскройного комплекса:

Запуск	Количество выходных изделий	Количество слоев	Время работы раскладчика	Время настиления слоев (время работы бригады)	Время раскроя	Рабочего времени на единицу продукции
1	40 = 20 А + 20 Б	Зависит от изделий. Скорее всего 10 или 20 слоев	30 минут	30 минут	30 минут	= 90 / 40 = 2,25 минут
2	1	1 слой	10 минут	10 минут	30 минут	= 50 минут

Стоит ли дополнительно запускать дорогостоящий станок ради одного изделия? Стоит ли ради одного изделия тратить время раскладчика на расчет дополнительной раскладки? Запускать одну штуку в производство невыгодно. Теряется эффект масштаба. Скорее всего, мы откажется от выпуска этой одной штуки.

Чтобы таких ситуаций не возникало, нужно задать минимальную партию выпуска изделий и делать выпуск всегда кратно этой минимальной партии. Например, если минимальный запуск равен 5 штукам, тогда при самом плохом раскладе мы запустим 5 слоев для кроя раскладки. Если минимальная партия равна 10 – то 10 слоев. Ситуация, когда мы кроим один слой, практически исключена.

Например, для этого запуска раскладчик сделает 3 схемы-раскладки: на 25 слоев, на 5 слоев и на 5 слоев.

карта раскроя№					план шт.														25	25	25	25	25	25	10	10	170	- шт.
порядо к	жур	№ раскл		факт шт.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	25	25	25	25	10	10	170	- шт.
раскroj	жур	№ раскл		р-ры	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60							
2			слоев	25															1	1		1	1	1				
				раскrojено	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	0	25	25	25	0	0	125	- раскrojено(шт.)
				осталось раскrojить															-25						-10	-10	-45	- осталось(шт)
1	плотт		слоев	5																	5							5 - комплектов
					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	25	- раскrojено(шт.)
				осталось раскrojить																					-10	-10	-20	- осталось(шт)
3			слоев	5																					2	2	4	4 - комплектов
				раскrojено	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	20	- раскrojено(шт.)
				осталось раскrojить																							0	- осталось(шт)

Рис 15. Задание на выполнение раскладки в Excel

В 1C:ERP в ресурсной спецификации можно указать размер минимальной партии запуска и настроить кратность выпуска.

Ресурсная спецификация (создание) *

Основное | Плановые калькуляции | Дерево спецификации | Применение в заказах | Разрешения на замену материалов | Файлы | Мои заметки

Записать и закрыть | Записать | Назначить основной | Сравнить спецификации | Заполнить по маршрутным картам этапов | Еще ?

Группа: | Код: | Статус: В разработке | Установить статус

Наименование: | Действует с: | по: |

Выходные изделия (1) | **Материалы и работы** | Трудозатраты | Производственный процесс | Дополнительно

Производство: ☐ Одноэтапное ☒ Многоэтапное

Выпуск: кратно 10 шт

Минимальный выпуск: 10 шт | партия (10 шт)

Оптимальный выпуск: 0 шт | партий (10 шт) ☐ Ограничен срок пролеживания изделий

Рис 16. Задание минимальной партии в ресурсной спецификации в 1C:ERP

При планировании и на межцеховом уровне, и на уровне предприятия параметр «минимальный выпуск» будет учтен. Например, если изначально в заказе на производство была указана 1 штука, то система при формировании этапов производства автоматически округлит выпуск до 10 «минимальных штук».

← → ☆ ДС00-14.3.3, Выполнение швейных операций (Этап производства)

Основное | Задачи | Мои заметки

Провести и закрыть | Печать | Отчеты

Номер: ДС00-14.3.3 | от: 08.11.2017 16:40:04 | Статус: Формируется | Закрывать этап

Основное | Обеспечение материалами и работами (2) | **Выходные изделия (2)** | Трудозатраты | Дополнительно

Продукция по рассчитываемой стоимости (2)

N	Номенклатура	Характеристика	Серия	Количе...	Ед. изм.	Произведено	Доля ст...	Направление вып...	Получатель / статья и аналитика
1	Легинсы хореографические	30, Белый, Хлопок	<серия не указывается>	9,000	шт	☐		На склад	
2	Легинсы хореографические	30, Белый, Хлопок	<серия не указывается>	1,000	шт	☐		На склад	Склад готовой продукции

Рис 17. Сформированный этап производства. В заказе был указан выпуск одной штуки на «Склад готовой продукции».

Подробнее с материалами по планированию в швейной отрасли можно ознакомиться по ссылке:

http://fserver.1c.ru/its/files/public/erp/pract2018/2018-05-22_prod_and_sale_planning.pdf?_=1540799437.

Пример 3. Расчет длительности цикла в машиностроении

Разобрать этот пример глубже помогут видео:

- на ИТС: https://its.1c.ru/video/erp_automation_production_planning;
- в открытых источниках: <https://consulting.1c.ru/services/prod-planning>.

Длительность производственного цикла является важным параметром системы планирования производства, с использованием которого осуществляется распределение необходимых работ по календарным периодам, определяются даты запуска и выпуска ДСЕ, устанавливаются сроки поставок и комплектации сборки, прогнозируется загрузка мощностей и т. д.

Как правило, производство осуществляется во множестве производственных подразделений (цехах, реже детализируется по участкам), деятельность которых должна быть синхронизирована с использованием календарного плана производства.

Таким образом, для построения системы планирования производства необходимо определить длительность каждого маршрутного перехода (цехозахода) каждой деталесборочной единицы (ДСЕ). При этом следует учитывать, что длительность производства конкретной партии ДСЕ зависит от множества факторов, таких как текущая загрузка оборудования, техническое состояние оборудования, укомплектованность персоналом и прочее. Все эти параметры часто неизвестны на момент начала планирования производства, что на первый взгляд приводит в тупик. Для решения данной проблемы используется статистика производства изделия, накопленная за предыдущие периоды.

Первое, что необходимо сделать, – рассчитать начальные значения длительности производственного цикла по всем маршрутным переходам всех ДСЕ. Это можно сделать по предложенной формуле:

$DI'' = kSb * (C / kOp + N * Te / kTe) + Tr$, где

- **DI''** – начальное значение длительности маршрутного перехода (цехозахода);
- **kSb** – коэффициент понижающей длительности для сборочных работ. Данный коэффициент предлагается принять равным 0,25 (одна четвертая) ввиду того, что сборка, как правило, происходит бригадами и множество операций выполняются параллельно. Таким образом, данный коэффициент говорит примерно о том, что при сборке четыре операции выполняются параллельно, что в четыре раза ускоряет цикл сборки. Данный коэффициент подобран эмпирически для предприятий машиностроения;
- **C** – количество операций этапа;

- **kOp** – коэффициент организационных потерь. Также является эмпирическим (предлагается принять равным 2). В среднем мастер может уточнять сменное задание два раза в смену. При этом в задании редко попадает более 2–3 операций по одной партии ДСЕ, так как в таком случае выполнение последующих операций будет зависеть от предыдущих. Таким образом, получается, что по партии будут выполняться в среднем по две операции в день. Когда-то, может, и 10 операций, но в какие-то дни ДСЕ будут просто пролеживать;
- **N** – оптимальная партия;
- **Te** – общая трудоемкость операций этапа;
- **kTe** – предполагаемая выработка нормо-часов в смену (по умолчанию равен 6);
- **Tr** – время транспортировки из текущего цеха в следующий цех по маршруту.

DI'' = 0,25 (C/2 + N*Te/6) + Tr – предложенная формула является одной из возможных. На конкретном предприятии может быть предложена любая другая формула, которая поможет единообразно определить начальные значения для всех переходов. Рекомендуется рассмотреть отдельные примеры деталей и сборок, цикл которых хорошо известен, для того чтобы доработать формулу и коэффициенты для получения близких значений в результате расчета.

После того как были определены начальные значения циклов производства, необходимо осуществить процесс планирования одной единицы готового изделия, производственный цикл которого (D) хорошо известен, на полученных данных. Для этого следует использовать выбранную на предприятии систему планирования, сформировав план выпуска изделия с некоторой датой выпуска. В результате будет рассчитан некоторый календарный график производства деталей и сборок, в котором необходимо найти самую раннюю дату запуска производства. Начальным циклом производства изделия D будет количество рабочих дней между датой выпуска изделия и датой запуска первой детали.

Далее необходимо определить поправочный коэффициент формулы расчета (**K''**):
K'' = D / D''.

По результатам определения коэффициента длительности всех маршрутных переходов следует умножить на коэффициент для получения корректных значений:
DI = K'' * DI'' = (D / D'') * DI''.

Используя предложенную методику, можно в короткий промежуток времени сформировать необходимый массив информации для запуска процесса планирования производства. Длительности производственного цикла и размеры оптимальной партии по наиболее ответственным ДСЕ могут быть пересмотрены специалистами планово-диспетчерской службы, которые, в свою очередь, могут отразить корректировки в системе планирования.