

Практические результаты использования функций календарного планирования производства в типовом решении «ИТРП: Процессное производство 8».

или

1С: Простые решения сложных задач



Производство – наша специализация!

- Компания ИТРП работает на рынке с 2000 г, является дочерним предприятием 1С.
- Компания с начала основания специализируется на разработке и внедрении решений для производства.
- В 2000 г был выпущен продукт **«ИТРП:Производственное предприятие Стандарт»** на платформе 1С 7.7 - с этого продукта начинается история типовых решений для производства на платформе 1С.
- В 2004 г. специалисты компании выполнили разработку производственного модуля (расчет себестоимости и планирование производства) для решения 1С:УПП.
- В 2006-2007 выпущены два новых продукта ERP-класса для производства: **«ИТРП:Производственное предприятие Стандарт 8»** и **«ИТРП:Процесное производство 8»**.
 - Собственная партнерская сеть компании насчитывает свыше 150 организаций в России и более 30 организаций в других странах: Украина, Беларусь, Казахстан, Латвия и Грузия.
 - Клиентами компании являются более 800 производственных предприятий на территории СНГ и стран Балтии.

ИТРП + 1С = Управление производством

Наиболее типичные задачи, решаемые автоматизированной системой планирования производства:

- Формирование главного календарного плана производства
- Формирование графика производства (сменно-суточное планирование)
- Определение потребности в производственных ресурсах (планирование производственных мощностей)
- Определение выполнимости плана производства
- Перепланирование при отклонениях
- Контроль за выполнением, диспетчеризация

Как решать эти задачи?



А) Использование локальных (зачастую устаревших) программ или excel. Большая доля ручной работы, сложность сопровождения и развития.

Задачи в принципе решаются, но не все и не всегда оперативно.

ИЛИ

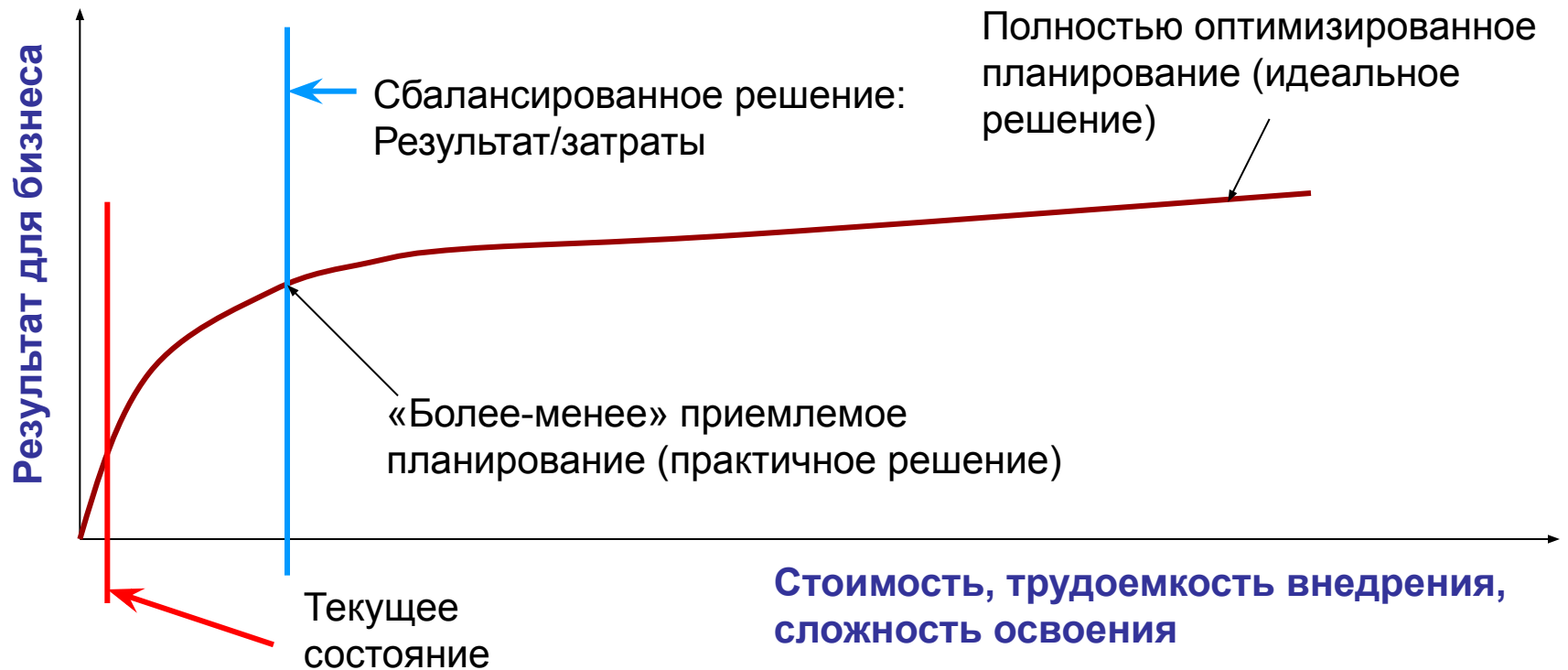


Б) Использование сложных и дорогих программ, «продвинутых методологий» - MRP, ERP, RCCP, APS, и т.д.

Высокая стоимость, высокие риски внедрения

Самый востребованный, и рекомендуемый нами подход на рынке автоматизации – решение максимального количества задач минимальными средствами.

Иначе говоря, существует разумный баланс между тем, какие задачи решены в комплексной автоматизированной системе (ERP), и стоимостью, трудоемкостью ее внедрения.



Философия 1С и ИТРП – сбалансированные решения:

Дать пользователям немного, но самое необходимое.

Быстро, просто, недорого.

ИТРП:Процессное производство 8:

В функционале планирования производства не заявляются продвинутые методики – эвристические и генетические алгоритмы, использование нейронных сетей, теории расписаний и т.д.

- Тем не менее, основные задачи планирования производства – решены.

Покажем, как приемлемые результаты планирования достигаются достаточно простыми и недорогими средствами. Это работает на практике!

Итак, задача производственного цехового календарного (посменного) планирования

Исходные данные:

- Главный календарный план производства готовой продукции
- Спецификации технологических процессов, с нормами загрузки оборудования пооперационно
- Прочие данные – времена переналадки между разными техпроцессами, время перемещения между РЦ, данные о производительности рабочих центров (РЦ, оборудования), о доступном фонде рабочего времени РЦ, страховые заделы изделий и т.д.

Требуется получить:

- Сменно-суточные задания на каждый участок, цех, единицу оборудования
 - Загрузка оборудования должна быть такой, чтобы минимизировать время переналадки между разными техпроцессами.
 - Сменно суточные задания должны быть такими, чтобы не допускалась перегрузка оборудования сверх доступного фонда рабочего времени.
- Потребность в материалах (сырье)
- Потребность в трудовых ресурсах и оснастке, в т.ч. выяснить выполнимость плана по доступности этих ресурсов.



Главный календарный план производства готовой продукции

Формирование ГКПП УК-ФГП-1 от 01.03.2011 16:47:59

Перейти Действия Дополнительно Настройка

Настройка Планирование Ширина колонок дат: 11 Фиксировать колонки: 7 Показывать выходные Запрашивать перемещаемое количество

Период: 3 декада Апрель-2011 / Рабочий

Сортировка Логузлы Обработка

N	Заказ	№ стр. зак	VIP	Контрагент	Номенклатура	Подр. затрат	21.04/1	21.04/2	21.04/3	22.04/1	22.04/2	22.04/3	23.04/1	23.04/2	23.04/3	24.04/1
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Заказ УК-ЗАК-1 от 01.03.2011 18:41:45	1	VIP*	Порт Калининград	Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019	16.Участок комплектации и упаковки	1									
2	Заказ УК-ЗАК-2 от 01.03.2011 18:42:07	1	VIP*	Порт Калининград	Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019	16.Участок комплектации и упаковки		1								
3	Заказ УК-ЗАК-3 от 01.03.2011 18:42:23	1	VIP*	Порт Калининград	Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019	16.Участок комплектации и упаковки										
4	Заказ УК-ЗАК-3 от 01.03.2011 18:42:23	2	VIP*	Порт Калининград	Лебедка гидравлическая специальная ЛГС4-1а	16.Участок комплектации и упаковки		2		2		2				
5	Заказ УК-ЗАК-6 от 20.04.2011 12:36:30	1	VIP*	Порт Калининград	Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019	16.Участок комплектации и упаковки		1								
6	Заказ УК-ЗАК-6 от 20.04.2011 12:36:30	2	VIP*	Порт Калининград	Лебедка гидравлическая специальная ЛГС4-1а	16.Участок комплектации и упаковки	5	10	5							
7	Заказ УК-ЗАК-6 от 20.04.2011 12:36:30	3	VIP*	Порт Калининград	Мотор гидравлический радиально-поршневой	16.Участок комплектации и упаковки	20	10	10							
8	Заказ УК-ЗАК-7 от 20.04.2011 12:36:47	1	VIP*	Порт Калининград	Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019	16.Участок комплектации и упаковки			1		1					
9	Заказ УК-ЗАК-7 от 20.04.2011 12:36:47	2	VIP*	Порт Калининград	Лебедка гидравлическая специальная ЛГС4-1а	16.Участок комплектации и упаковки		3	3	3	1					
10	Заказ УК-ЗАК-7 от 20.04.2011 12:36:47	3	VIP*	Порт Калининград	Мотор гидравлический радиально-поршневой	16.Участок комплектации и упаковки		10	10	10	10					
11	Заказ УК-ЗАК-8 от 20.04.2011 12:36:57	1	VIP*	Порт Калининград	Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019	16.Участок комплектации и упаковки					1					
12	Заказ УК-ЗАК-8 от 20.04.2011 12:36:57	2	VIP*	Порт Калининград	Лебедка гидравлическая специальная ЛГС4-1а	16.Участок комплектации и упаковки		5			5					
13	Заказ УК-ЗАК-8 от 20.04.2011 12:36:57	3	VIP*	Порт Калининград	Мотор гидравлический радиально-поршневой	16.Участок комплектации и упаковки					10	10	10			

Строки: что надо сделать

Колонки: Когда сделать

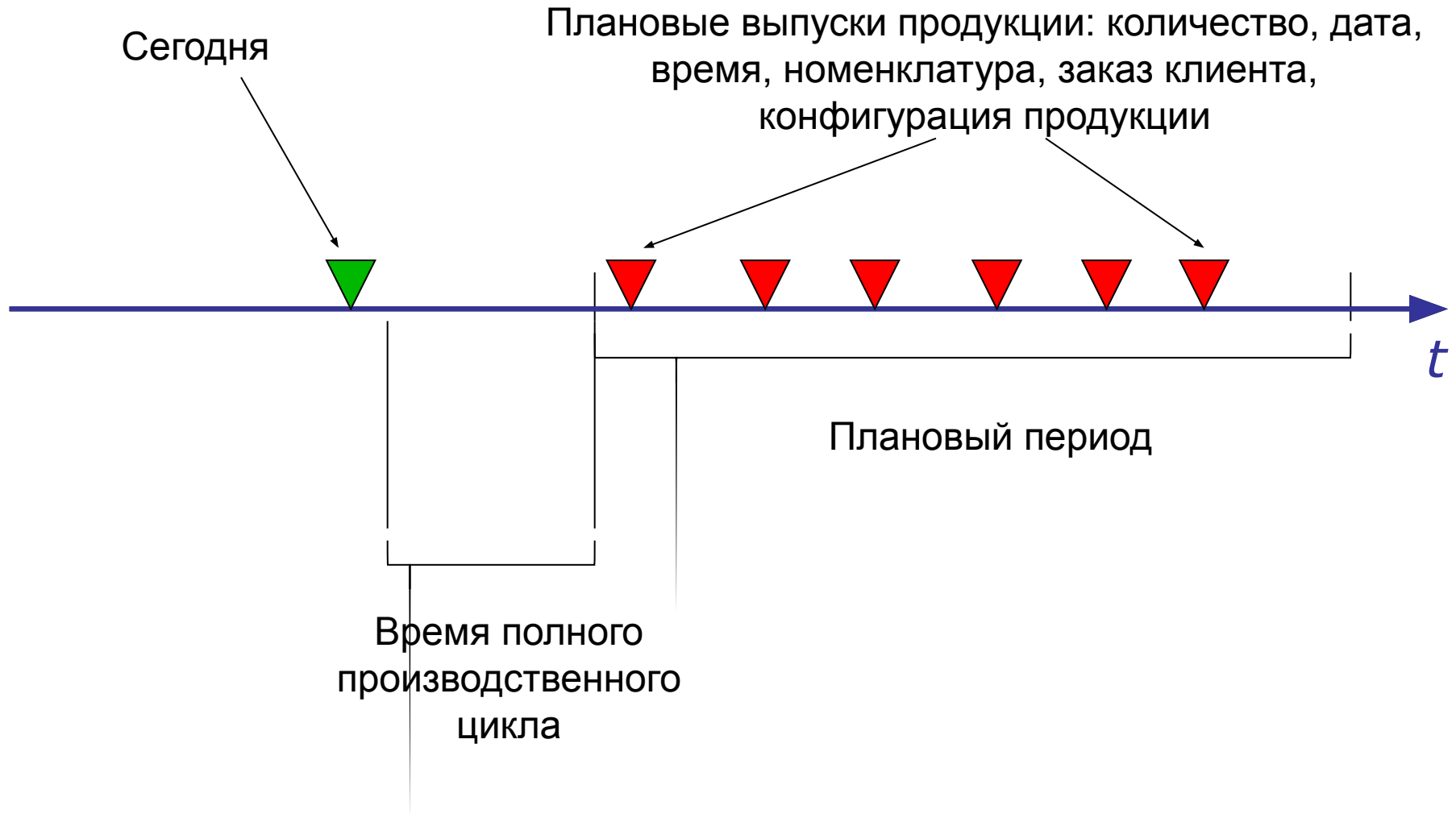
Ячейки: количество выпуска

Номенклатура: Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019 S/N: Клиент: Порт Калининград

Заказ: Заказ УК-ЗАК-1 от 01.03.2011 18:41:45 Договор: №123 от - 0 - Порт Калининград

Печатные формы Провести OK Записать X Закрыть

Смысл документа «ГКПП» - на оси времени, на плановый период, зафиксировали: какую готовую продукцию, когда, в каком количестве, по каким заказам надо выпустить:





Технологическая спецификация (техпроцесс)

Эл. Техпроцесс: 1.КЭГ 16019

Действия: [Назад] [Вперед] [Перейти] [Дополнительно] Включать в отчет по структуре изделия

Операция сборки Группа: ГОТОВАЯ ПРОД Код: УК00000026 Техпроцессы: [Выбор] [Добавил: Не авторизован-01.03.11]

Наименование: 1.КЭГ 16019 Фирма: Пролетарский завод Дата утверждения: 01.03.2011

Номенклатура: Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019 Сезон: Дата отмены: ..

Исполнение: Этап ЖЦ: Действует Дата начала действия: 01.03.2011

Наименование вручную Использовать нормативы упаковки

Использовать условия и формулы

Материальные входы Трудоемкость Планирование Возвратные отходы Операции Набор опций: [Выбор]

Показывать: Исполнения Аналоги: [Выбор]

N	Код	Номенклатура	Кол-во	Ед	В расчете на (Шт)	t подачи до выпуска (ч)	Непр. Компл	Потре... см.	Норм % брака	Средн % брака	Кол-во брака на	Вид технол операции	Комментарий
1	УК000078	Стрела 350.001.000.000	1	Шт	1,0000	10,00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Сборка	Исполнение выхода
2	УК000079	Основание 350.002.000.000	1	Шт	1,0000	10,00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Сборка	
3	УК000080	Лебедка 350.003.000.000	1	Шт	1,0000	7,00	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Сборка	

Тип техпроцесса: Операция сборки Комментарий: [Ввод]

Отчеты и обработки OK Записать Закрыть

Здесь задается: что получаем на выходе техпроцесса, какие материальные ресурсы надо подать на вход техпроцесса



В любой ERP-системе можно вывести дерево изделия:

Анализ структуры содержания изделия

Изделие: Номенклатура: УКО00068 Исполнение:

Кран грузовой гидра...

Отбор строк техпроцессов: Исполнение выходов:

Тип этапа ЖЦ техпроцесса: По фирме: С даты начала действия:

Показывать колонки: Условия В расчете на Сезон Параметры запроса: Раскрывать все уровни Только альтернативные техпроцессы

Номенклатура/Исполнение/Техпроцесс	Кол-во	Подразделение
Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019 #		
1.КЭГ 16019		16.Участок комплектации и упаковки
Стрела 350.001.000.000 #	1	
1.Стрела 350.001.000.000		15.Сборочный участок
Основание стрелы 350.001.001.000 #	1	
1.Техмаршрут: Основание стрелы 350.001.001.000		
010.Сборка стрелы		8.Участок сборки металлоконструкций
Перекладина 350.001.001.001 #	5	
1.Перекладина и кронштейны 350		6.Участок штамповки
Листовой металл ст. 09Г2С-12 2x3 #	1	
Кронштейн 350.001.001.002 #	10	
Кронштейн 350.001.001.003 #	10	
Упор 350.001.001.004 #	10	
1.Упор 350.001.001.004		4.Участок литья
Сталь 110Г13Л #	1	
Гайка М24 #	100	
020.Механообработка		9.Участок механообработки
Шайба Ш.20 #	1	
Режущее масло Vascomill 22 #	1	
030.Термообработка		10.Участок термообработки
Электроэнергия силовая #	20	
Бандажная лента #	1	
040.Гальваника		11.Участок гальваники
Серноокислый никель #	10	
Хлористый натрий #	5	
050.Окрашивание		12.Участок покраски
Краска Темасоат GS 50 #	2	
Трос стрелы 350.001.002.000 #	1	
1.Трос стрелы 350.001.002.000		7.Сварочный участок
Проволока стальная #	100	
Лента стальная #	10	
Основание 350.002.000.000 #	1	
1.Основание 350.002.000.000		15.Сборочный участок

Текущий техпроцесс: ✕ Закрыть

Достаточно ли такой материальной спецификации для формирования реалистичного плана, в котором учитывается мощность производства?

Разумеется, нет. Программа должна знать – на каком оборудовании, какой объем продукции и за какое время данную операцию можно выполнить:

Материальные входы | Трудоемкость | Планирование | Возвратные отходы

Брак на запуск (кол-во): Брак на объем (%): Средн % брака: Подача в

Загрузка оборудования | Единица производства: Шт

Подразделение:

N	Рабочий центр	Кол-во часов	Кол-во		Кратность	Для ит. спец
			минимальное	максимальное		
1	Линия сборки 1	7,00	1,0000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			2,0000			
2	Линия сборки 2	7,00	1,0000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
			3,0000			



Достаточно ли данных о требуемом нормативном времени работы оборудования под выполнение операций, для того чтобы сформировать реалистичный план?

Если предположить, что оборудование работает непрерывно и всегда доступно – то достаточно. А если оборудование будет останавливаться на плановые ремонты?

Сценарий планирования	15.04.2011	1	2	3	16.04.2011	4
Рабочий центр. Владелец	Количество часов	Количество часов	Количество часов	Количество часов	Количество часов	Количество часов
Рабочий центр	Количество часов	Количество часов	Количество часов	Количество часов	Количество часов	Количество часов
Рабочий сценарий	433,0	143,0	143,0	147,0	441,0	441,0
10.Участок термообработки	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
ЛТ	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
11.Участок гальваники	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
Гальваническая линия	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
12.Участок покраски	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
ОКР.линия	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
13.Цех систем управления	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
БРСУ	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
14.Цех электродвигателей	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
ЛСЭ (лин. сб. эл-двиг)	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
15.Сборочный участок	42,0	14,0	14,0	14,0	42,0	42,0
ЛБ 1	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
ЛБ 2	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
16.Участок комплектации и упаковки	34,0	10,0	10,0	14,0	42,0	42,0
Линия сборки 1	13,0	3,0	3,0	7,0	21,0	21,0
Линия сборки 2	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
4.Участок литья	42,0	14,0	14,0	14,0	42,0	42,0
ЛМ 1	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
ЛМ 2	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0
5.Кузнечно-прессовый участок	42,0	14,0	14,0	14,0	42,0	42,0
Пресс 1	21,0	7,0	7,0	7,0	21,0	21,0

Можно задать фонд рабочего времени оборудования (рабочих центров)

Теперь есть все данные для планирования по алгоритму MRP:

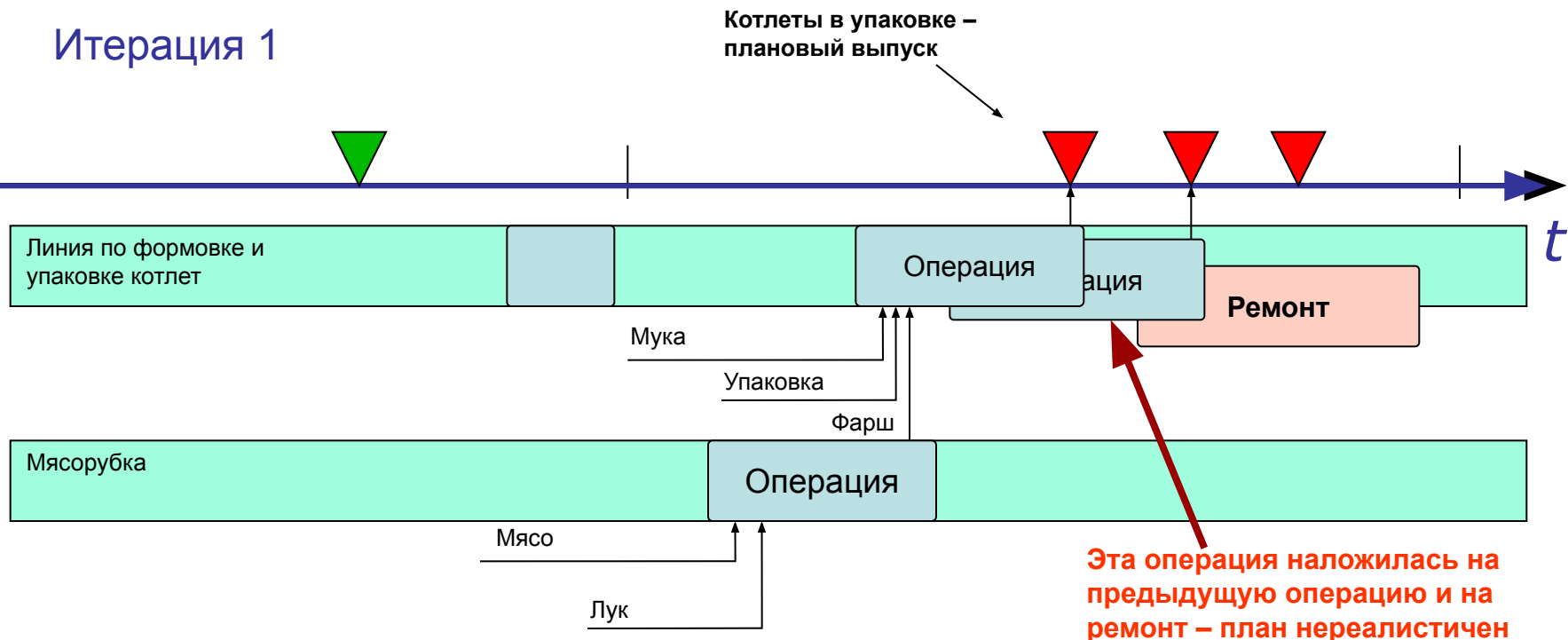
Это план выпуска готовой продукции по датам, спецификации расхода входящих компонент на продукцию и промежуточные изделия, время выполнения операций, требуемое оборудование и время его работы.

Однако, как известно, такой алгоритм не выдает реалистичный план с первого прохода, поскольку не учитывает реальную мощность производства.

В общем случае, алгоритм исходит из допущения о неограниченной мощности производства.

Но после того как операции будут распланированы по датам и сменам – можно рассчитать потребность во времени работы оборудования по сменам и датам и сравнить с имеющимся фондом рабочего времени.

Итерация 1

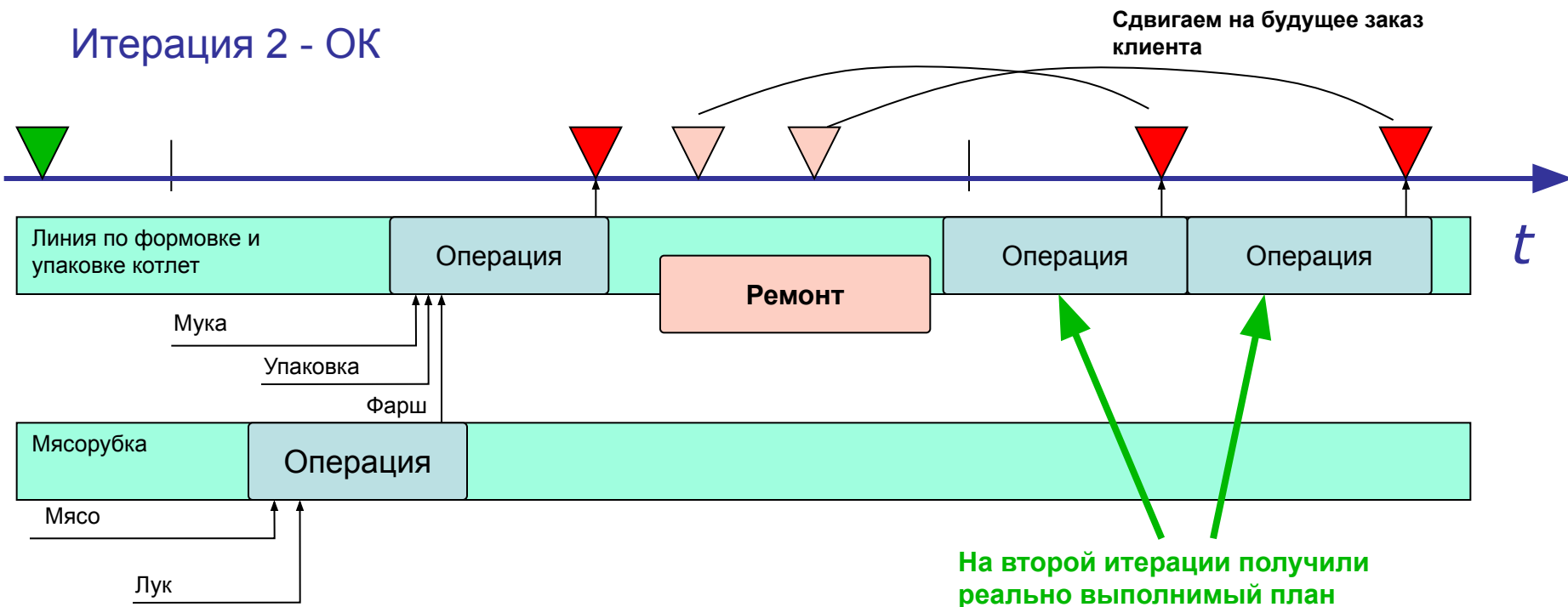


Если требуемое время работы оборудования больше имеющегося фонда – мы получили нереальный план. Надо сдвинуть даты выпуска продукции на более поздние и повторить процедуру планирования. Если и на этот раз план получился нереалистичный – еще раз подвинуть продукцию.

Таким образом, реалистичный план, с корректной загрузкой мощностей в рамках имеющегося фонда получается за несколько итераций.

Такой алгоритм в настоящее время считается устаревшим. Он требует больших вычислительных ресурсов и выполняется достаточно долго.

Итерация 2 - ОК



MRP дает директивный план на период, который в дальнейшем как правило не меняется т.к. перепланирование – трудоемкий процесс.

Кроме того, такой алгоритм не позволяет в общем случае выровнять загрузку производства и избежать частых переналадок оборудования.

Переналадки, как известно, приводят не только к уменьшению полезного времени работы оборудования. Это еще и прямые потери, например, после переналадки техпроцесс выходит на рабочий режим, в процессе которого выходи некондиционная продукция, а материалы фактически уходят в брак.

Более продвинутое семейство алгоритмов – APS

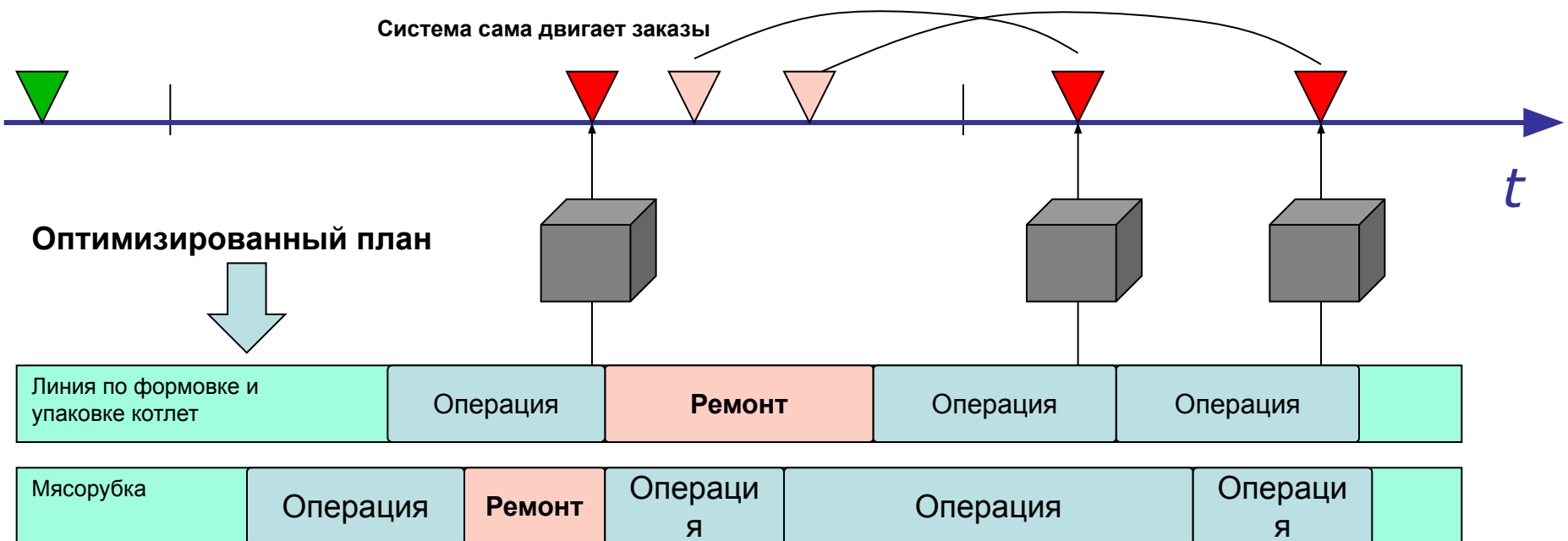
(Синхронное планирование, **Advanced Planning Scheduling**)

Основной плюс APS в том, что в процессе планирования сразу учитывается фонд доступного рабочего времени оборудования и корректно заполняется этот фонд по оси времени требуемыми операциями. Обеспечивается стыковка операций, возможна минимизация переналадок и прочие минимизации, учет доступных трудовых ресурсов, учет особенностей работы оборудования, быстрое перепланирование и пр.

Эти системы мало распространены, т.к. требуют гораздо больший объем нормативных данных – не только спецификации, но и детальное описание реальной структуры производства, особенностей рабочих центров.

Высока стоимость таких систем и сложность внедрения.

APS базируется на достаточно сложной математике – теории расписаний и является «черным ящиком» для обычных пользователей. Это генетические алгоритмы, нейронные сети, методы локального поиска и т.д.



В решении «**ИТПП:Процессное производство 8**» использован простой алгоритм, который заимствует из **APS** принцип заполнения фонда рабочего времени требуемыми операциями, а в остальном близок к **MRP**-алгоритмам.

- Сложная математика не используется, алгоритм достаточно простой и понятный пользователям, что делает систему недорогой и достаточно прозрачной.
- Объем нормативных данных – практически такой же что и требуемый системами **MRP**, что значительно упрощает внедрение системы.

Далее – пошаговый алгоритм планирования, использованный в нашем решении.

Разумеется, для наглядности – только основные моменты, без деталей, тонкостей синхронизации операций во времени (по сменам) и т.д.

В презентации намеренно показаны одновременно данные для пищевой отрасли и машиностроения.

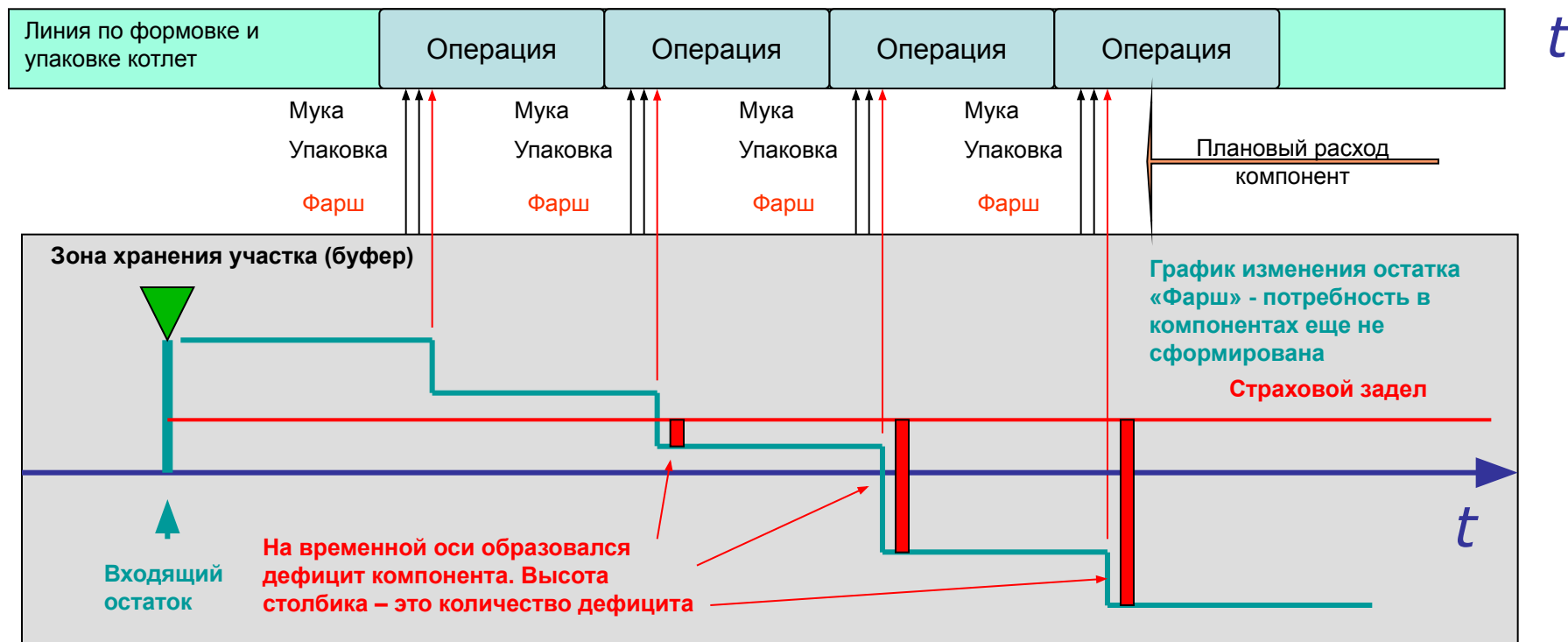
Основной принцип алгоритма: вся потребность некоторого участка по всем компонентам за плановый период присоединяется к некоторому месту хранения – **буферу цеха** или участка (например, это может быть «цеховая кладовая, зона хранения изделий в цехе и т.д.).

По «буферу» известны входящие остатки, все плановые поступления и все плановые расходы посменно. Значит, можно рассчитать время возникновения дефицитов (потребности-нетто) и их объем

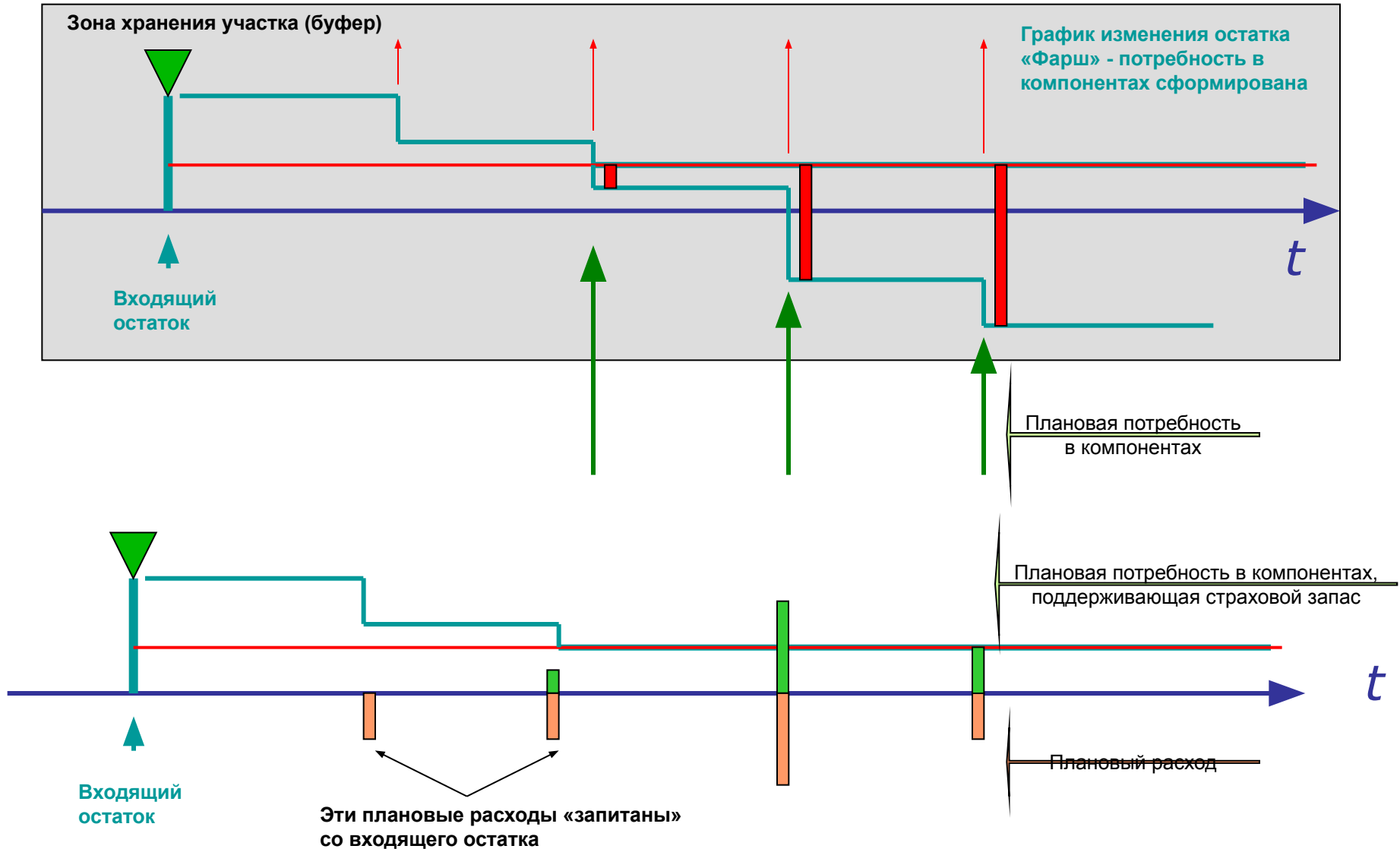
Предположим, по линии формовки и упаковке уже распланированы операции. Плановые операции порождают нетто-потребность в компонентах...

Считаем, что участок расходует компоненты в соответствии с брутто-потребностью. Планово-расчетный остаток компонента начинает уменьшаться.

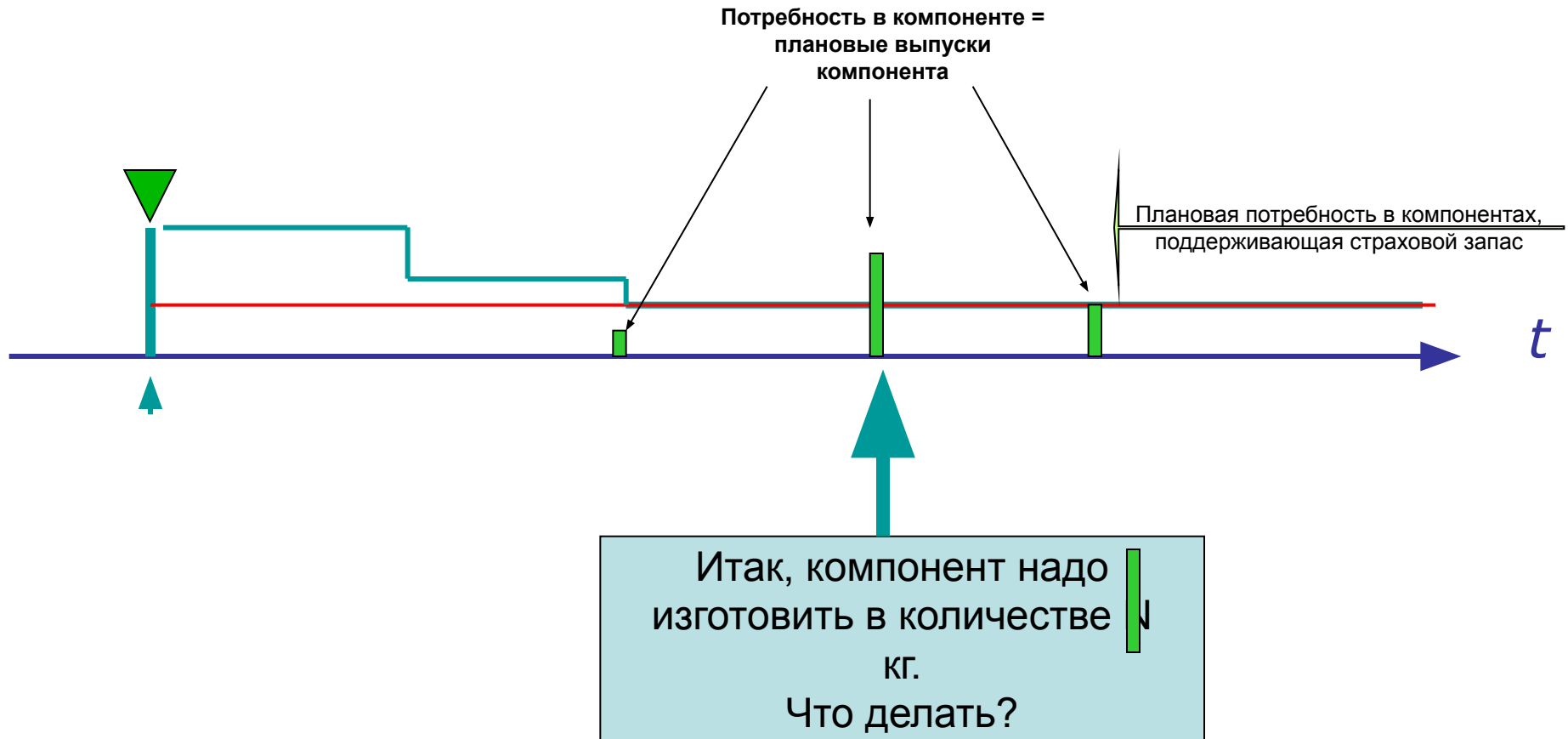
В некоторой точке на зоне хранения возникает дефицит, который растет с каждым новым потреблением...



Для гашения дефицита программа формирует новую **нетто-потребность** («чистую потребность») в компонентах, время и размер потребности таков, чтобы поддерживать страховой задел:



Итак, мы получили **нетто-потребность** в компоненте – развернутую во времени. Это **потребность зависимого спроса**. Для упрощения, будем считать что потребность должна удовлетвориться полностью в момент ее возникновения.





Программа для каждой потребности запускает процедуру ее покрытия плановым выпуском. Эта процедура – центральное звено алгоритма. Рассмотрим ее по шагам.

1. По каким спецификациям можно изготовить компонент? Выбирается Техпроцесс-спецификация.

Плановые спецификации воспроизводства УК-ПСВ-1 от 01.03.2011 16:08:23 *

Плановые спецификации воспроизводства [Добавил=Не авторизован-01.03.11]; [Изменил(2)=Не авторизован-01.03.11]; Заполн:ОК;Проведе...

№ **УК-ПСВ-1** от **01.03.11** 16:08:23 Фирма: Завод Тяжмаш Ответственный: []

Фирма спецификации: Завод Тяжмаш Подразделение затрат: []

Сценарий планирования: Рабочий сценарий Отменить действие плановых спецификаций Закупать по умолчанию

Показывать: Исполнение Заполнить

N	Номенклатура	Закупать % закупки	Закупать при нехватке мощностей	Приоритет	Техпроцесс
4	Заготовка поворотного механизма 350.001.001.103	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Рабочий центр 1.Заготовка поворотного механизма 350.001.001.103
5	Заготовка противовеса 350.002.002.001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> 30,0		1.Заготовка противовеса 350.002.002.001
6	Конструкция лебедки 350.003.002.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1 1.Конструкция лебедки 350.003.002.000
7	Конструкция лебедки 350.003.002.000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		2 2. Дополнительная 350.003.002.000
8	Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1.КЭГ 16019
9	Кронштейн 350.001.001.002	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1.Перекладина и кронштейны 350
10	Кронштейн 350.001.001.003	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 100,0		
11	Круг платформы 350.002.001.001	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		1.Круг платформы 350.002.001.001

Заготовка поворотного механизма 350.001.001.103

Комментарий: []

Печатные формы Провести OK Записать Закрыть

Можно уточнить, на каком рабочем центре разрешено изготавливать



2. На каких рабочих центрах можно выполнить Техпроцесс? Выбирается Рабочий центр.

Эл. Техпроцесс: 1.КЭГ 16019

Действия: [Иконки] Перейти [?] Дополнительно [v] Включать в отчет по структуре изделия

Операция сборки Группа: ГОТОВАЯ ПРОД. ... Код: УК00000026 Техпроцессы [v] [Добавил=Не авторизован-01.03.11];

Наименование: 1.КЭГ 16019 Фирма: Завод Тяжмаш ... x Дата утверждения: 01.03.2011 [k]

Номенклатура: Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019 ... x Q Сезон: ... x Дата отмены: ... [k]

Исполнение: ... x Q Этап ЖЦ: Действует ... x Дата начала действия: 01.03.2011 [k]

Наименование вручную Использовать нормативы упаковки

Использовать условия и формулы

Материальные входы Трудоемкость Планирование Возвратные отходы Операции Набор опций: ... x Q

Брак на запуск (кол-во): 0,0000 Брак на объем (%): 0,000 Средн % брака: 0,000 Подача входов до выпуска, ч: 0,00 Исполн. по умолч: ... x Q

Загрузка оборудования Единица производства: Шт Оснастка

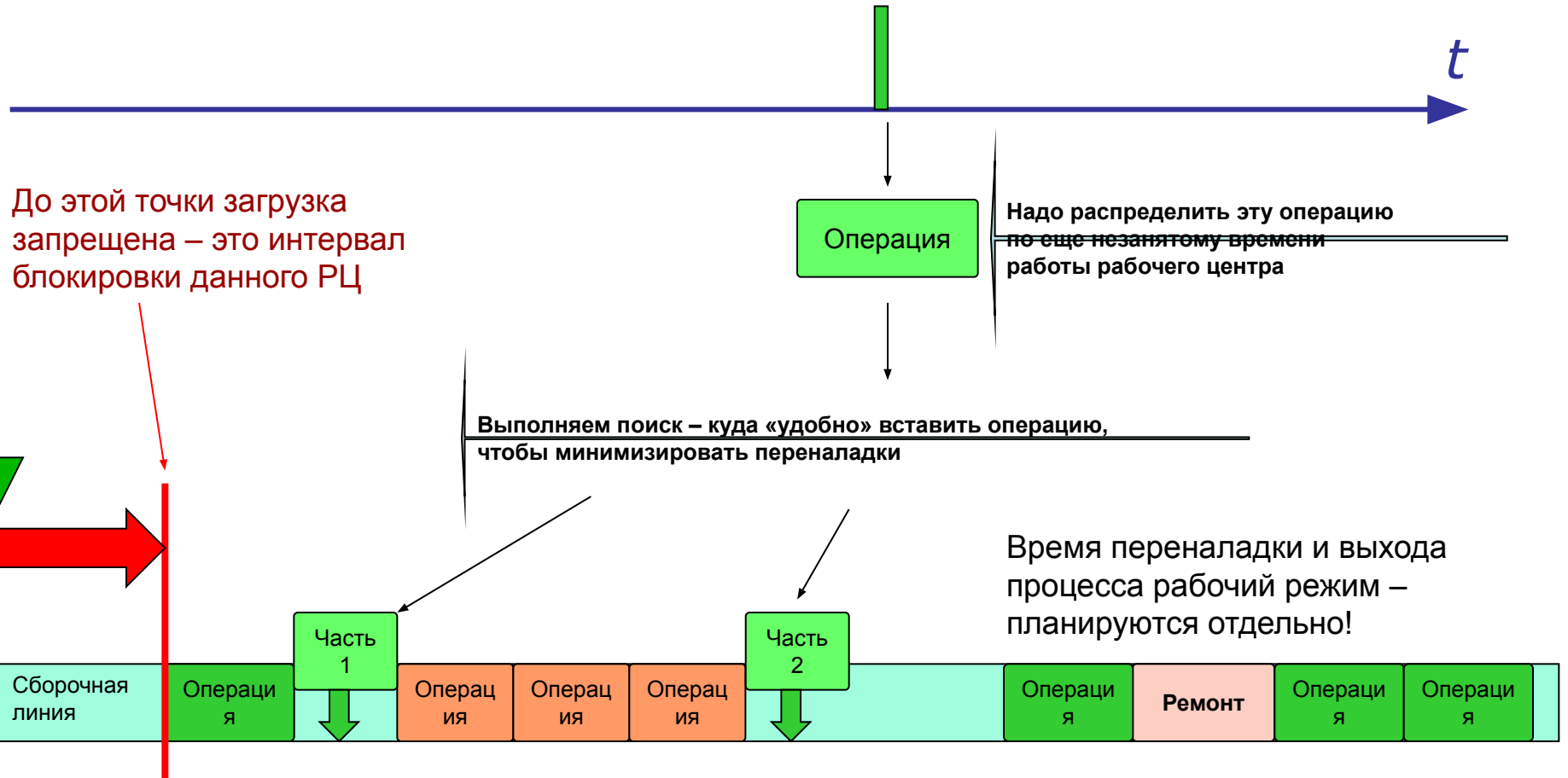
Подразделение: 16.Участок комплектации и упакс ... x Q

N	Рабочий центр	Кол-во часов	Кол-во минимальное Кол-во максимальное	Кратность	Для ит. спец	N	Код	Номенклатура Исполнение	Кол-во часов В расчете на
1	Линия сборки 1	7,00	1,0000 2,0000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1	УК000053	Вал мет 87682346	1,00 1
2	Линия сборки 2	7,00	1,0000 3,0000	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Тип техпроцесса: Операция сборки Комментарий:

Отчеты и обработки [v] OK Записать X Закрыть

3. Строим график загрузки рабочего центра – уже распланированные операции. Вставляем нашу операцию на незанятое еще время работы РЦ



Можно планировать «Как можно раньше» - двигаться от более ранних смен до более поздних

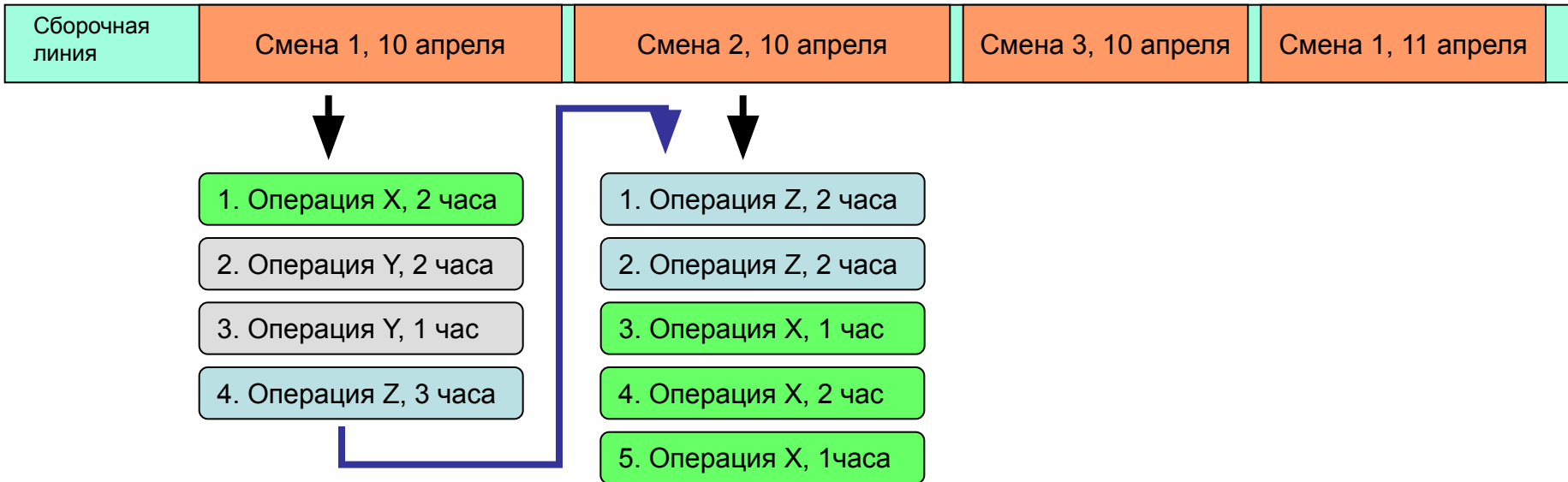
Или «Как можно позже» - двигаться от более поздних смен до более ранних

Во время «вставки» операций на незанятое время работы РЦ, программа пытается так оптимизировать вставку, чтобы минимизировать переналадки и загрузить РЦ наиболее эффективно

Важное уточнение:

Не рассчитывается время начала и окончания работы РЦ. Временной график работы РЦ – дискретен и состоит из смен.

Операции назначаются не на время работы РЦ, а в целом на смену. Внутри смены – программа устанавливается очередность запуска операций на РЦ так, чтобы минимизировать переналадки:



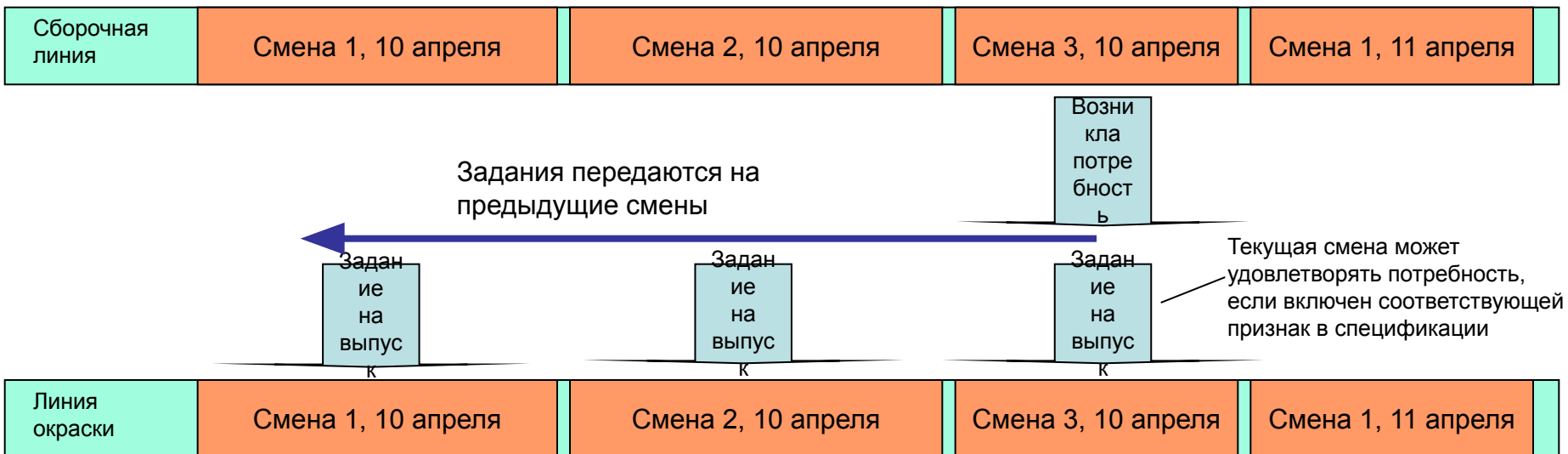
Результат: программа не формирует жесткое синхронизированное (между РЦ) расписание. **Такое «синхронное» расписание сложно выполнить**, т.к. весьма вероятны отклонения от плана (сбои оборудования, брак и т.д.).

С другой стороны, назначение заданий в целом на смену без определения точного времени начала и завершения дает **регулируемые страховые «зазоры»**, которые поглощают все возможные отклонения.

Это значит, что получается **реальный график производства**, вероятность перестроения которого из-за лавинообразного нарастания отклонений – достаточно мала.

Несколько важных уточнений

Потребность, возникшая в одной смене, удовлетворяется текущей или предыдущими сменами.



Рабочие центры могут быть двух типов:

С пакетной загрузкой. Загрузка планируется временными пакетами с фиксированной длительностью, каждый пакет может выдавать переменный объем продукции, в зависимости от степени загрузки РЦ. *Примеры: окрасочная камера, приготовление пищи на плите.* Если мощность одного пакета исчерпана, планируется новый пакет.

С непрерывной загрузкой. Для увеличения объема выпуска – пропорционально увеличивается время работы РЦ. *Пример: Конвейер, литье пластмассовых изделий.*

Процедура загрузки рабочего центра операциями

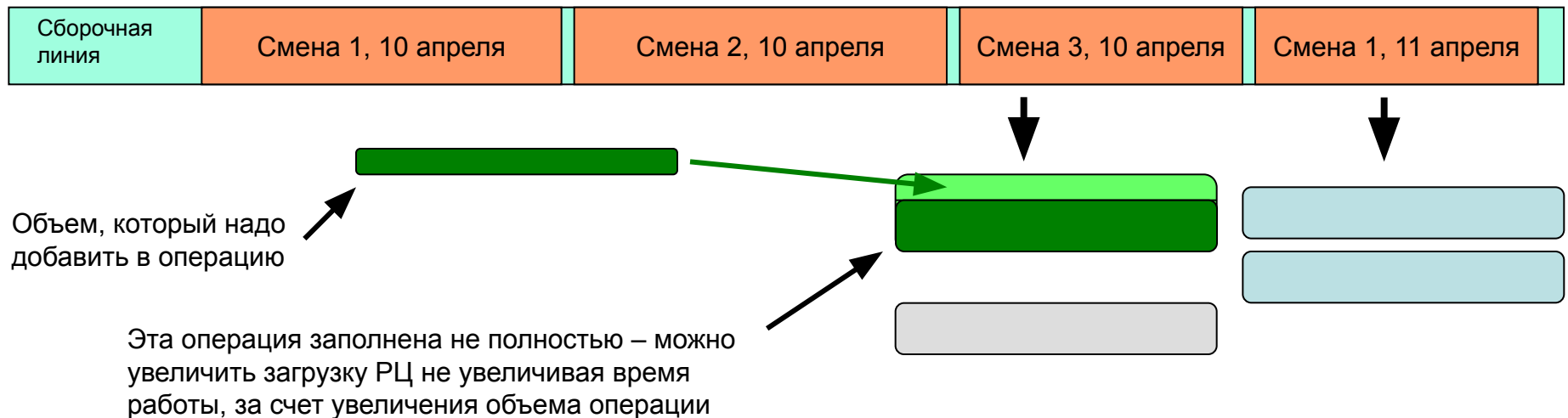
Способы оптимизации загрузки рабочих центров

Самый эффективный способ загрузки - **загрузка за счет увеличения мощности потока.**

При этом не требуется ни переналадка, ни увеличение времени работы РЦ. Мощность потока пакетного РЦ может меняться, если в *Техпроцессе* в списке РЦ указаны отличающиеся *минимальное и максимальное значения* выхода продукции за заданное время.

Программа пытается «втиснуть» текущую операцию в уже запланированные *Техпроцессы*. Для этого программа выполняет поиск в уже распланированных операциях – текущий *Техпроцесс* который надо выполнить.

Если он найден – проверяется, можно ли в эту операцию добавить дополнительный объем.



Пример. Распланирована загрузка камеры окраски - за 1 час 20 изделий. Но вместимость камеры - 100 изделий. Очевидно, что прежде чем планировать дополнительное время работы камеры, нужно полностью загрузить этот час работы.

Процедура загрузки рабочего центра операциями

Способы оптимизации загрузки рабочих центров

Следующие способы, в порядке убывания приоритетности.

- 1) Программа ищет свободное время РЦ (еще не занятое другими операциями). «Окно» должно быть таким, чтобы рядом с этим окном (до или после) в одной и той же смене уже выполнялся тот же техпроцесс. В этом случае переналадка исключается.
- 2) То же самое, что 1, но теперь программа пытается «стыковать» текущий техпроцесс с операциями, выполняющимися в соседних сменах. Например, если предыдущая смена окончила выполнять техпроцесс, то этот техпроцесс продолжает выполнять следующая смена.
- 3) В программе можно задать карту благоприятных технологических переходов – с какого на какой техпроцесс допустимо переходить (например, не требуется промывка линии). Согласно этой карте, программа ищет такие «зазоры» в уже распланированных операциях, при вставке в которые текущей операции – два получившихся перехода или хотя бы один будут «благоприятными».
- 4) Если по методам 1-3 не удалось «вставить» операцию на временную ось – то операция вставляется на любое свободное время работы РЦ. При этом дополнительно планируется время переналадки, учитывается выпуск «переходной» (некондиционной) продукции до выхода на рабочий режим, потребление компонент на переходной процесс.
- 5) Если свободное время работы РЦ (ни одного РЦ указанного в допустимых техпроцессах) не удалось найти для вставки операции, то операция планируется с перегрузкой РЦ, это фиксируется в протоколе проблем при планировании.

Все методы оптимизации, которые использовала программа при разноске операций, фиксируются в плане производства. Анализ этих данных позволяет проверить, насколько оптимизированным является полученный план.

Как это выглядит на практике.

Запуск процедуры планирования за период – одной кнопкой

РЕГЛАМЕНТ: Формирование графика производства УК-РФГ-1 от 28.02.2011 0:00:00

Действия ▾ Дополнительно ▾ ?

Формирование графика производства [Добавил=Не авторизован-01.03.11]; [Изменил(49)=Лисин_НГ-04.03.11]; Заполн:ОК;Провер...

Использовать внешние обработки

№ от Фирма: ...

Моделирование Ответственный: ▾

Сценарий планирования: ...

Центр планирования: ... X

Период планирования

Дата начальных остатков:

Дата начала заданий:

Дата начала периода:

Дата границы спроса:

Дата конца периода:

Вариант формирования загрузки

До границы спроса: ...

После границы спроса: ...

Формировать отладочные таблицы (результаты планирования) Сворачивать ошибки по операциям

Учитывать выпуск сверх потребности в планово-расчетных остатках по складу

Учитывать порядковый номер цеха

Комментарий:



Как это выглядит на практике.

Дерево разузлования потребности независимого спроса «назад во времени»

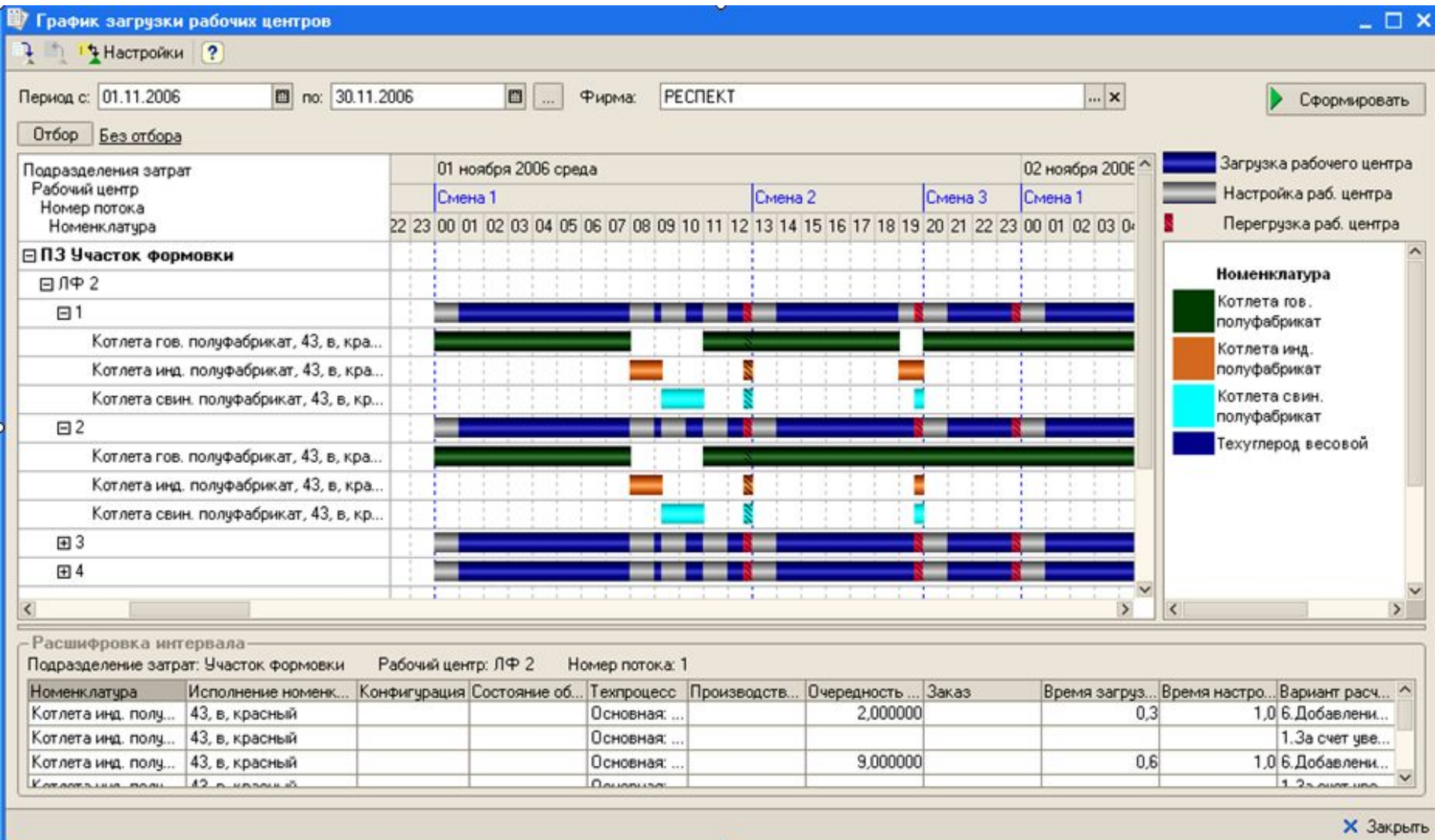
Дерево разузлования: СПУЖЕБНЫЙ: Формирование графика производства UK000000000000000001 от 31.03.2011 23:59:58

Тип строки	№	Дата	№ опер	Код	Номенклатура/Исполнение/Состояние/Конфиг...	Место хране...	Кол-во	Кол-во потр
ГКПП	154	21.04.2011 1:0...	1	УК000068	Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019 / / /	ПРОДУКЦИЯ	1	
График	153	21.04.2011 1:0...	28	УК000068	Кран грузовой гидравлический КЭГ 16019 / / /	ПРОДУКЦИЯ	1	
Потребность	150	19.04.2011 16:...	29	УК000078	Стрела 350.001.000.000 / / /	ЦК комплек...	1	
Потребность	150	19.04.2011 16:...	30	УК000079	Основание 350.002.000.000 / / /	ЦК комплек...	1	
Потребность	151	20.04.2011 1:0...	31	УК000080	Лебедка 350.003.000.000 / / /	ЦК комплек...	1	
График	146	18.04.2011 16:...	109	УК000080	Лебедка 350.003.000.000 / / /	ЦК комплек...	2	
Потребность	145	18.04.2011 1:0...	110	УК000085	Электродвигатель 350.003.001.000 / / /	ЦК сборка	2	
График	144	18.04.2011 1:0...	205	УК000085	Электродвигатель 350.003.001.000 / / /	ЦК сборка	2	
Потребность	143	17.04.2011 8:0...	206	УК000107	Электродвигатель АМТК IM1001 / / /	ЦК электро...	2	
Потребность	143	17.04.2011 8:0...	207	УК000091	Гайка М24 / / /	ЦК электро...	40	
Потребность	143	17.04.2011 8:0...	208	УК000092	Шайба Ш.20 / / /	ЦК электро...	80	
Потребность	143	17.04.2011 8:0...	209	УК000108	Держатель 350.003.001.000 / / /	ЦК электро...	4	
Потребность	145	18.04.2011 1:0...	111	УК000086	Конструкция лебедки 350.003.002.000 / / /	ЦК сборка	2	
График	139	16.04.2011 8:0...	235	УК000086	Конструкция лебедки 350.003.002.000 / / /	ЦК сборка	20	
Потребность	138	15.04.2011 16:...	238	УК000091	Гайка М24 / / /	ЦК уч.мет.с...	400	4
Потребность	138	15.04.2011 16:...	236	УК000109	Основание лебедки 350.003.002.001 / / /	ЦК уч.мет.с...	20	
График	132	14.04.2011 1:0...	299	УК000109	Основание лебедки 350.003.002.001 / / /	ЦК уч.мет.с...	20	
Потребность	131	13.04.2011 8:0...	300	УК000112	Сталь 110Г13П / / /	ЦК участок ...	0.2	0
Снабжение	131	13.04.2011 8:0...	366	УК000112	Сталь 110Г13П / / /	ЦК участок ...	0.2	
Потребность	138	15.04.2011 16:...	237	УК000097	Бандажная лента / / /	ЦК уч.мет.с...	60	
Снабжение	138	15.04.2011 16:...	306	УК000097	Бандажная лента / / /	ЦК уч.мет.с...	60	
Потребность	138	15.04.2011 16:...	239	УК000110	Барaban лебедки / / /	ЦК уч.мет.с...	40	



Как это выглядит на практике.

График загрузки РЦ





Как это выглядит на практике.

Просмотр результатов планирования

Отладка формирования графика производства №УК-РФГ-1 от 28.02.2011 0:00:00

Операции планирования | Загрузка рабочих центров

Дефицит

По текущей операции верхней таблицы: **1** Шкала времени

По текущей операции нижней таблицы: **1**

№ п/п	№ итер	Место хран	№ тчк	Код	Номенклатура	Состояние обр	Заказ	Произв.	Техпроцесс	Кол-во	№ опер	
№ п/п	№ прох	Дата			Исполнение	Конфигурация	№ стр	Трасс	П.с.вып	Непр	Ед хран	потребн
1	1	21.04.2011 1:...	-1	УК000068	Кран грузовой гидрав...		Заказ УК-3...				1	1
2	1	21.04.2011 8:...	-1	УК000068	Кран грузовой гидрав...		Заказ УК-3...				1	5
3	1	21.04.2011 16:...	-1	УК000068	Кран грузовой гидрав...		Заказ УК-3...				1	12
4	1	22.04.2011 16:...	-1	УК000068	Кран грузовой гидрав...		Заказ УК-3...				1	21
5	1	24.04.2011 8:...	-1	УК000068	Кран грузовой гидрав...		Заказ УК-3...				1	26

Рабочий центр | № потока

АШЛ 1 (авт.ш...)	1
АШЛ 2 (авт.ш...)	1
БР1	1
БР2	1

Загрузка рабочих центров

Отбор: По дефициту По рабочему центру По № потока По точке шкалы

Итер	Рабочий центр	№ тчк	Оче...	Вар. расчета	Загрузка	Перегруз	Нас...	Техпроцесс	Код	Ном...	Состо...	Заказ	П...	Ко...
Пр	Ппт	Номер потока	Дата		часы	часы	часы	Неопт переход		Исп...	Конф...	№... Т...	за...	Ед...
1	1	Гальваническа...	144	1	5.Добавление без оптимизации переходов	1		Гальваника	У...	Осн...	Галь...	Зака...		50
1	2	1	17.04.2011 16:00:00					✓				1 ✓		Шт
1	1	ЛБ 1	146	1	1.За счет увеличения мощности потока			1.Лебедка 350.003.000.000	У...	Леб...		Зака...		1
1	1	1	18.04.2011 8:00:00									1 ✓		Шт
1	1	ЛБ 1	146	1	1.За счет увеличения мощности потока			1.Лебедка 350.003.000.000	У...	Леб...		Зака...		1
1	1	1	18.04.2011 8:00:00									1 ✓		Шт
1	1	ЛБ 1	146	1	1.За счет увеличения мощности потока			1.Лебедка 350.003.000.000	У...	Леб...		Зака...		1
1	1	1	18.04.2011 8:00:00									1 ✓		Шт
1	1	ЛБ 1	146	1	1.За счет увеличения мощности			1.Лебедка 350.003.000.000	У...	Леб...		Зака...		1

Вариант расчета загрузки: 5.Добавление без оптимизации переходов

Счетчик итогов: 4,000000



Как это выглядит на практике.

Просмотр графика производства (многомерный анализ)

График производства 02.Движения

По фирме: Завод Тяжмаш, за период: Апрель-2011

Отбор: Сценарий планирования Равно "Рабочий сценарий" И
Подразделение затрат изготовитель Равно "4.Участок литья"

Подразделение затрат изготовитель	13.04.2011	14.04.2011	15.04.2011	16.04.2011	17.04.2011	Итого
Рабочий центр изготовитель	Кол-во	Кол-во	Кол-во	Кол-во	Кол-во	Кол-во
Номенклатура	подача план	подача план	подача план	подача план	подача план	подача план
(P) заказ						
4.Участок литья	140	150	590	60	40	980
ЛМ 2	140	150	590	60	40	980
Груз противовеса 350.002.002.002			20	60	40	120
Заказ УК-ЗАК-1 от 01.03.2011 18:41:45					20	20
Заказ УК-ЗАК-2 от 01.03.2011 18:42:07				20		20
Заказ УК-ЗАК-3 от 01.03.2011 18:42:23			20			20
Заказ УК-ЗАК-6 от 20.04.2011 12:36:30					20	20
Заказ УК-ЗАК-7 от 20.04.2011 12:36:47				20		20
Заказ УК-ЗАК-8 от 20.04.2011 12:36:57				20		20
Заготовка поворотного механизма 350.001.001.103		120				120
Заказ УК-ЗАК-1 от 01.03.2011 18:41:45		20				20
Заказ УК-ЗАК-2 от 01.03.2011 18:42:07		20				20
Заказ УК-ЗАК-3 от 01.03.2011 18:42:23		20				20
Заказ УК-ЗАК-6 от 20.04.2011 12:36:30		20				20
Заказ УК-ЗАК-7 от 20.04.2011 12:36:47		20				20
Заказ УК-ЗАК-8 от 20.04.2011 12:36:57		20				20
Круг платформы 350.002.001.001	20	30	10			60
Заказ УК-ЗАК-1 от 01.03.2011 18:41:45	10					10
Заказ УК-ЗАК-2 от 01.03.2011 18:42:07		10				10
Заказ УК-ЗАК-3 от 01.03.2011 18:42:23			10			10
Заказ УК-ЗАК-6 от 20.04.2011 12:36:30	10					10
Заказ УК-ЗАК-7 от 20.04.2011 12:36:47		10				10
Заказ УК-ЗАК-8 от 20.04.2011 12:36:57		10				10
Основание лебедки 350.003.002.001	120					120
Заказ УК-ЗАК-1 от 01.03.2011 18:41:45	20					20
Заказ УК-ЗАК-2 от 01.03.2011 18:42:07	20					20
Заказ УК-ЗАК-3 от 01.03.2011 18:42:23	20					20
Заказ УК-ЗАК-6 от 20.04.2011 12:36:30	20					20



Как это выглядит на практике. Просмотр отклонений от графика

Подразделение затрат изготовитель	10.04.2011	11.04.2011	12.04.2011	13.04.2011	Итого
Номенклатура	Выпуск	Выпуск	Выпуск	Выпуск	Выпуск
	Дефицит	Дефицит	Дефицит	Дефицит	Дефицит
4.Участок литья				140	140
Круг платформы 350.002.001.001				20	20
Основание лебедки 350.003.002.001				120	120
6.Участок штамповки	130	225	1 050	485	1 890
Кронштейн 350.001.001.002	60	120	420	80	680
Кронштейн 350.001.001.003	50	75	450	275	850
Перекаладина 350.001.001.001	20	30	180	130	360
Итого	130	225	1 050	625	2 030

Функциональные возможности планирования в «ИТРП:Процесное производство 8»

- Многопоточность рабочих центров
- Варианты назначения заданий – «Как можно раньше», «Как можно позже»
- Ограничения на направления потоков между РЦ (трубопроводы, конвейеры)
- Учет карт благоприятных переходов между техпроцессами, для сокращения времени переналадки
- Переменная мощность потока для рабочих центров с пакетной загрузкой
- Учет времени транспортировки между РЦ
- Учет времени переналадки
- Учет выхода «переходной продукции» и потребления материалов на переходной процесс
- Учет времени созревания изделий, до их потребления следующим переделом
- Нормирование страховых заделов изделий
- Учет начальных остатков при расчете потребностей (разделение нетто и брутто-потребностей)
- Учет множественных выходов спецификаций (химреакции с несколькими продуктовыми выходами, операции раскройки, разделки и т.д.)
- Ручные корректировки потребности независимого и зависимого спроса
- Поддержка финальной сборки заказных конфигураций продукции, с расчетом входящих комплектующих по формулам
- Использование маршрутных техпроцессов – несколько заходов одного изделия в разные цеха, участки
- Сквозная трассировка заказов клиентов по всем распланированным переделам – при необходимости
- Многосценарность планирования, моделирование ситуаций
- Распределение способа удовлетворения потребностей на «Производить» и «Закупать».
- Планирование «по потребности» и «по точке заказа»
- Формирование календарной потребности в материалах



Благодарим за внимание!

Эту презентацию, а также массу интересных материалов по автоматизации можно скачать на сайте

www.itrp.ru

Компания «ИТРП», г. Москва

(ООО «Институт типовых решений - Производство»)

Ул. Селезневская, д. 34

тел.: (495) 600-61-79

web: www.itrp.ru

mail: 1c@itrp.ru