

УДК 338.24

МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ ПЛАНИРОВАНИЕМ РЕСУРСОВ В РАМКАХ КОМПАНИЙ, РАБОТАЮЩИХ ПО СХЕМЕ ПРОИЗВОДСТВА НА ЗАКАЗ**С.П. Катков, И.В. Косякова**

ФГАОУ ВО «Самарский государственный экономический университет», Самара, email: sp82k@yandex.ru

Аннотация. Планирование и распределение ресурсов — основные задачи оперативного управления в любой компании. Особенную актуальность эти задачи приобретают для компаний, работающих по принципу «производства на заказ», в связи с разнородностью задач, их большим количеством, разными сроками исполнения. Часто при формировании плана работ возникает вопрос о прогнозировании сроков начала и окончания работ по изделиям от даты выпуска заказов. Также необходимо прогнозировать какое количество персонала и оборудования требуется привлечь, чтобы выполнить план точно в срок и при этом минимизировать количество затрат. В статье рассматривается вариант применения модели обратного планирования «от дедлайна» в качестве основы системы планирования ресурсов производства. Разработана формализованная процедура формирования плана производственных ресурсов, расчета вероятных сроков исполнения новых заказов.

Ключевые слова: управление организацией, бизнес-процесс, автоматизация планирования, планирование ресурсов, обратное планирование.

THE METHODOLOGY OF REVERSE RESOURCE PLANNING IN THE FRAMEWORK OF PRODUCTION, WORKING ACCORDING TO THE CUSTOM SCHEME**S.P. Katkov, I.V. Kosyakova**

Samara State University of Economics, Samara, email: sp82k@yandex.ru

Abstract. Planning and resource allocation are the main tasks of operational management in any company. These tasks are particularly relevant for production operating on the principle of “make-to-order”, due to the heterogeneity of tasks, their large number, and different deadlines. Often, when forming a work plan, the question arises of predicting the timing of the start and end of work on products from the date of issue of orders. It is also necessary to predict how many personnel and equipment will need to be involved in order to complete the plan on time and at the same time minimize the amount of costs. The article considers the application of the “from deadline” reverse planning model as the basis of a production resource planning system. A formalized procedure has been developed for forming a production resource plan and calculating the likely deadlines for the execution of new orders.

Keywords: organization management, business process, planning automation, resource planning, reverse planning.

Дата поступления статьи в редакцию: 18.04.2025

Дата принятия статьи в печать: 20.05.2025

Введение

Управление организацией — это комплексный процесс, направленный на достижение целей компании через эффективное использование ресурсов. Оно включает несколько взаимосвязанных функций, среди которых оперативное планирование является одной из самых важных составляющих. Оперативное управление производством неразрывно связано с планированием технологических операций [1,2]. Распределение задач и ресурсов позволяет минимизировать простои дорогостоящего оборудования, обеспечить равномерную загрузку персонала. Синхронизация работы производственных подразделений производства — сложная задача, решаемая оперативным производственным планированием и управлением. Это особенно важно для компаний, работающих по схеме «производства на заказ», имеющих дело с большим количеством задач, неравномерно распределённых по рабочему периоду [3]. Используемая на предприятии система оперативного планирования производства представляет собой совокупность методов организации плановых расчетов на предприятии. Выбор данной системы зависит, прежде всего, от типа производства.

Надо учитывать, что реальный и эффективный план производства должен быть составлен на основе технологических процессов, с учетом имеющего оборудования и человеческих ресурсов [4]. Создание технологических карт для каждого стереотипного этапа производства является первостепенной, однако не единственной, задачей, которую необходимо решить для адекватного распределения ресурсов.

Несмотря на актуальность темы планирования в разрезе управления организацией, и некоторое количество реализованных программных продуктов, задачу планирования сложно назвать решенной. Ранее в нашей работе мы показали, что стандартное программное обеспечение типа Microsoft Project плохо подходит для разработки плана работ даже небольшого производства [5], а специализированные системы, предлагаемые на рынке ERP-систем, стоят от нескольких миллионов рублей и недоступны для большинства компаний.

Цель исследования

Цель работы – создание методики, основанной на применении модели обратного планирования «от дедлайна» в качестве основы системы планирования ресурсов. Реализация системы с помощью информационных технологий, позволит существенно оптимизировать использование ресурсов предприятия, прогнозировать сроки исполнения заказов.

Основные задачи планирования

Можно выделить следующие закономерности, влияющие на планирование ресурсов для производства на заказ:

- Заказ имеет ограниченные сроки выполнения («дедлайн»).
- Производство выполняет несколько заказов одновременно.
- Четких приоритетов между заказами нет (т.е. заказы считаем равнозначными).

Собственно, перед планированием ставятся следующие задачи:

- Ответить на вопрос: возможно ли принять в работу новый заказ в поставленные сроки при текущей загрузке производства? То есть, можно ли в принципе спланировать работы таким образом, чтобы не сорвать сроки выполнения ни по одному из заказов, находящихся в производстве на текущий момент с учетом нового, принимаемого в настоящий момент в работу заказа?
- Если план работ выполнить возможно, то нужно сформировать план-график (расписание) работ, по которому должно действовать производство.
- Если план работ выполнить невозможно, то требуется информация о том, каких именно ресурсов и в какой момент не хватает для выполнения. Это требуется для того, чтобы было понимание имеется ли возможность у предприятия восполнить пробелы привлечением дополнительных ресурсов.

Результаты исследования

Для перехода к созданию плана работ каждый заказ следует представить в виде последовательности подзадач, каждая из которых начинается после выполнения предыдущей. Большинство современных технологических процессов проектируется при условии многостадийности, включающей несколько этапов от обработки заготовки до выпуска готовой продукции. Сложная технологическая линия допускает повторение операций до тех пор, пока не будут получены заданные свойства продукции. Выполнение определенного заказа можно декомпозировать до уровня конкретной стереотипной задачи, выполняемой на производстве [6]. Итоговая задача может быть разбита на несколько этапов. Так, например, производство книги может быть разбито на подэтапы: дизайн, печать блока, печать обложки, обрезка, сборка и т.д. (рис. 1) [7].

Это актуально для большей части задач любого производства на заказ. На подзадачи можно разбить заказ на производство мебели, печать 3D-моделей, изготовление кондитерских изделий и т.д. Стереотипные производственные задачи должны быть записаны в технологическую карту, откуда можно извлечь данные по временным затратам и необходимому оборудованию. Таким образом, декомпозиция позволяет составить план работ по конкретной задаче, оценить порядок и время использования оборудования (ресурса).

Прямое планирование на производстве

Планирование многостадийных процессов и управление ими – сложная и трудоемкая задача. Планирование производств, особенно небольших предприятий, в большинстве случаев выполнялся традиционными способами с помощью эксперта, однако наиболее эффективным видится использование средств автоматизации, которые требуют предварительного построения концептуальной модели. Доступные системы планирования, такие как ProjectLibre, Microsoft Project, ProjeQtOr и др. реализованы по принципу прямого планирования, в котором подразумевается, что сначала распределяются первые задачи из последовательности. Распределяются они таким образом, чтобы «загруженность» каждого имеющегося ресурса не превышала максимально доступное его значение.

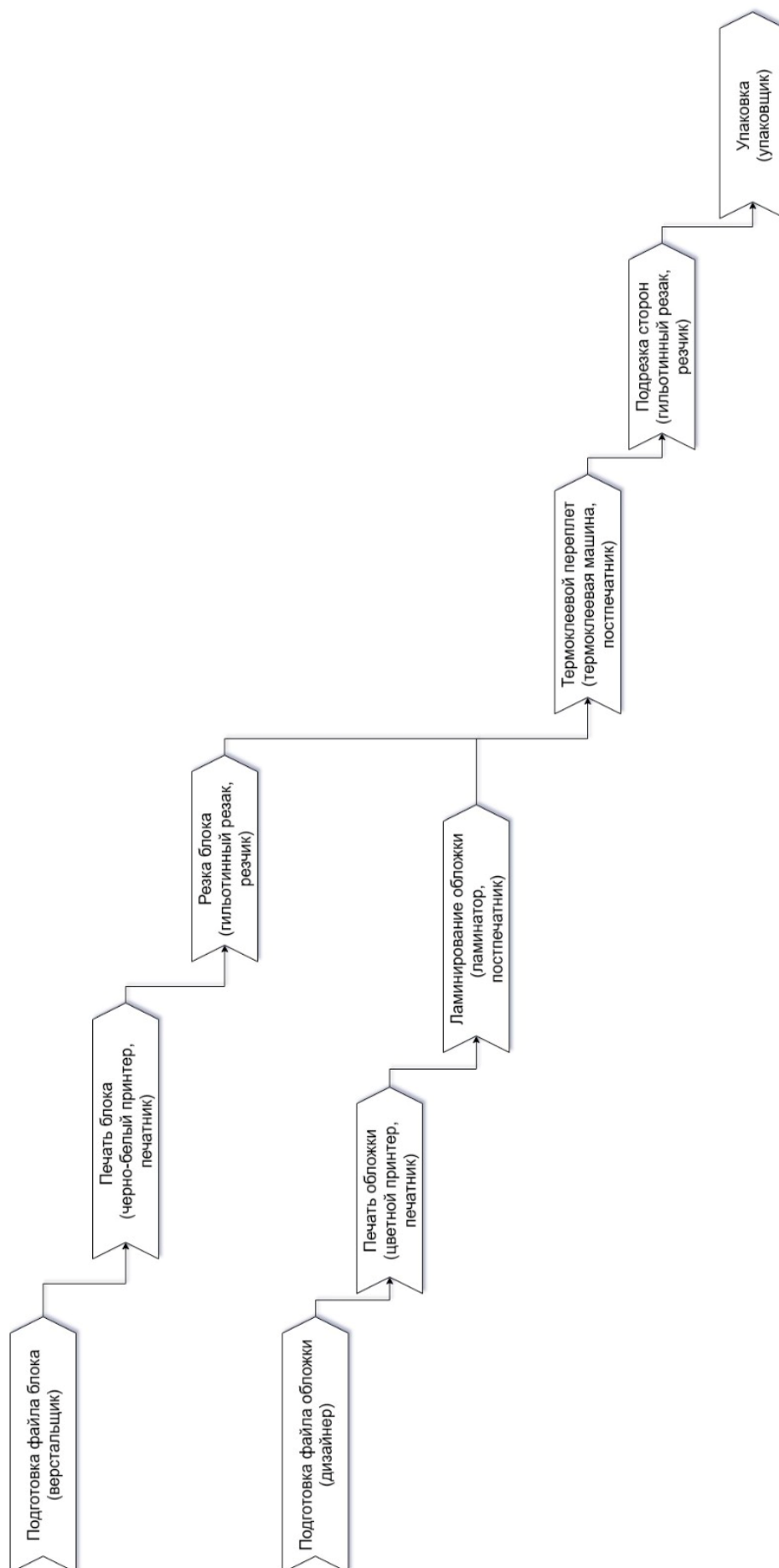
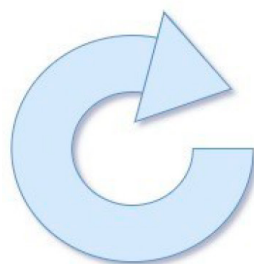
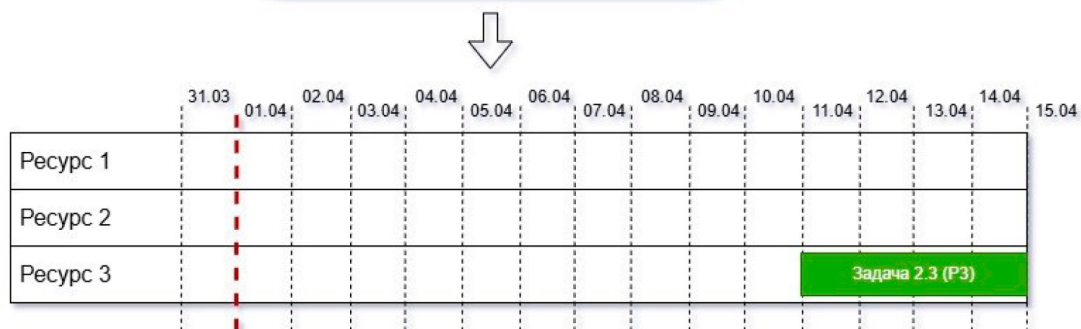
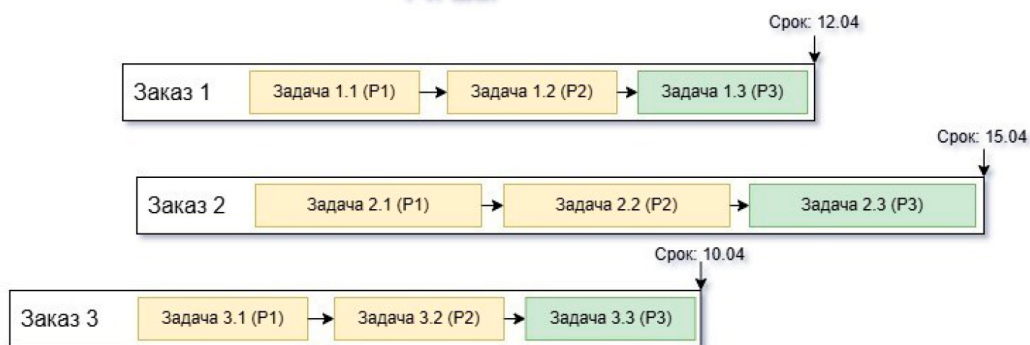


Рис. 1. Разбиение на подэтапы процесса производства книги

1-й шаг



9 шагов

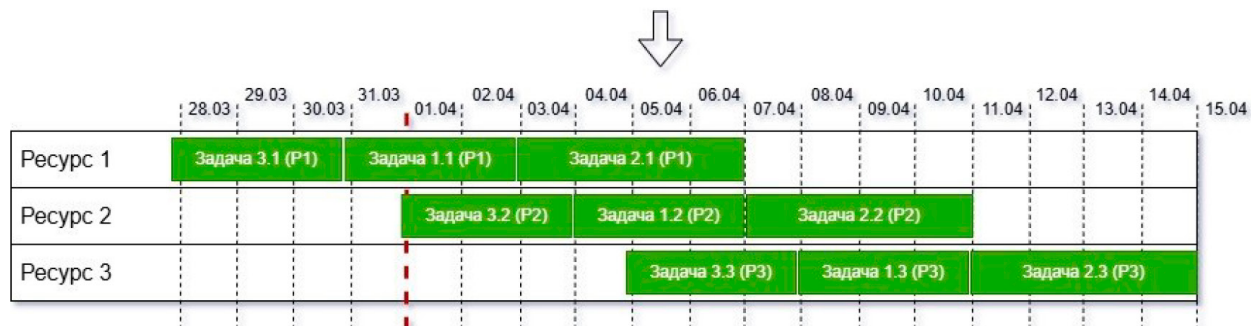


Рис. 2. Пример плана-графика работ, построенного с помощью обратного планирования

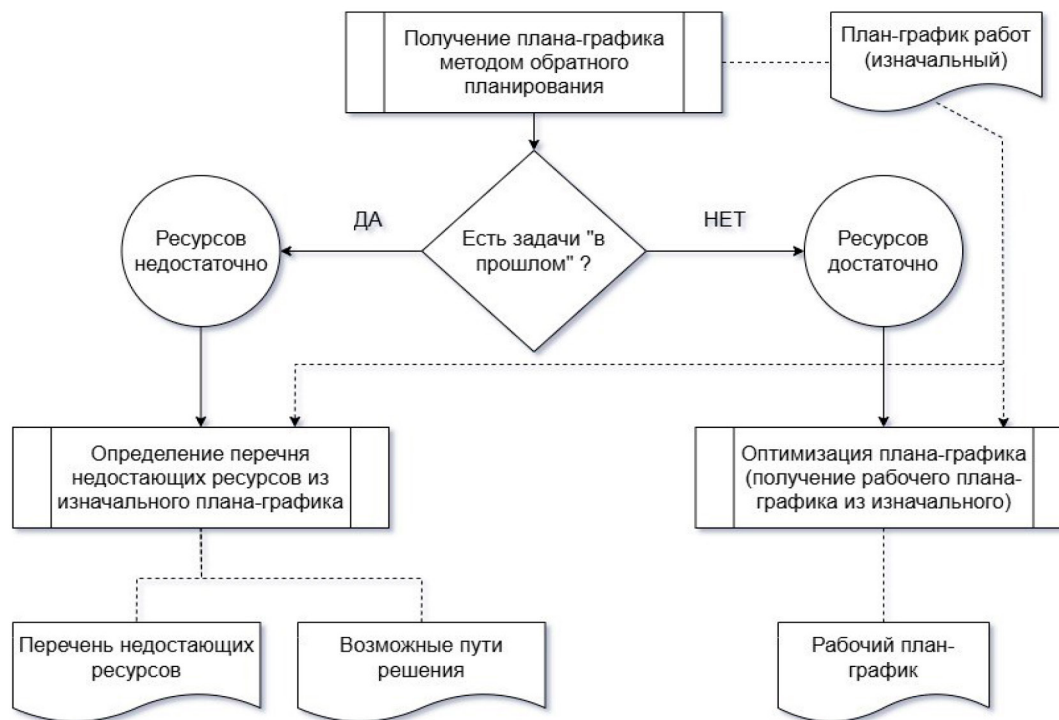


Рис. 3. Общая блок-схема методики управления планированием ресурсов

Для этой цели, задачи, использующие один и тот же тип ресурса, некоторым образом ранжируются, и затем, в случае если несколько задач, использующих один и тот же ресурс, попадают на один и тот же период времени, низко-ранговые задачи относятся на более поздний период [8]. Эта методика хорошо показала себя в проектном управлении, когда ранжирование задач идет от начала проекта и количество задач не меняется. Однако, на предприятиях, работающих по системе «на заказ», например, в полиграфическом производстве, система прямого планирования работает недостаточно гибко. Проведенное нами исследование показало, что механики прямого планирования на рассмотренных задачах показывают себя плохо: даже на относительно небольшом пуле тестовых данных начинаются проявляться явные проблемы [5].

Методика обратного планирования

Предлагаемая методика на основе «обратного» планирования исходит из того, что для того, чтобы определенный заказ был выполнен вовремя, самая последняя задача, выполняемая в рамках данного заказа, должна быть завершена не позднее срока, к которому требуется выполнить данный заказ в целом («дедлайн» заказа). А это, в свою очередь, приводит к тому, что задача, предшествующая последней задаче заказа, должна быть завершена не позднее даты, когда «последняя» задача должна начаться. Соответственно, для любого отдельно-взятого заказа, мы можем таким образом последовательно разместить его задачи на плане-графике, и получить тем самым наиболее «плохой», но тем не менее «приемлемый» план-график работ (заказ выполнен в срок).

Ситуация, когда несколько заказов имеют абсолютно одинаковые сроки завершения, в реальной жизни маловероятна (а если все-таки и случится, то это приведет к перебору между небольшим количеством вариантов, а не всеми возможными). Таким образом, используя методику обратного планирования, в применении к поставленной задаче мы имеем обоснованный вариант ранжирования задач: первыми мы должны планировать те задачи, которые заканчиваются наиболее поздно.

Таким образом, получаем легко алгоритмизируемый метод построения плана-графика работ:

1) Из изначального плана работ мы выбираем задачи, которые являются конечными задачами заказов (т.е. являющиеся последними в цепочке работ заказов). Очевидно, что «дедлайнами» для таких задач будут являться «дедлайны» соответствующих заказов.

2) Из полученных задач мы формируем список, из которого выбираем задачу с наиболее поздним «дедлайном». Эта задача и будет являться той задачей, которую мы должны запланировать на текущем шаге.

3) Планируемая задача размещается в план-график работ таким образом, чтобы она выполнялась как можно позднее, но не позднее своего «дедлайна». Если требуемые для выполнения задачи ресурсы в период времени, на который мы хотим разместить задачу уже заняты, мы просто сдвигаем сроки выполнения задачи на более ранний период. После того, как мы разместили задачу на плане графика (и таким образом заняли часть временной шкалы требуемого ресурса), поскольку мы знаем длительность задачи, мы автоматически получаем дату-время, не позднее которых нужно приступить к выполнению данной задачи (дата-время начала работ по задаче). Полученные дата-время одновременно являются «дедлайном» для задачи-предшественника текущей задачи.

4) Спланированная задача убирается из пула планируемых задач, вместо нее в пул планируемых задач помещается ее задача-предшественник (если таковая есть), для которой уже определен ее «дедлайн». Далее, процесс выбора задачи и размещения ее на плане-графике работ повторяется до тех пор, пока есть не размещенные в плане-графике задачи.

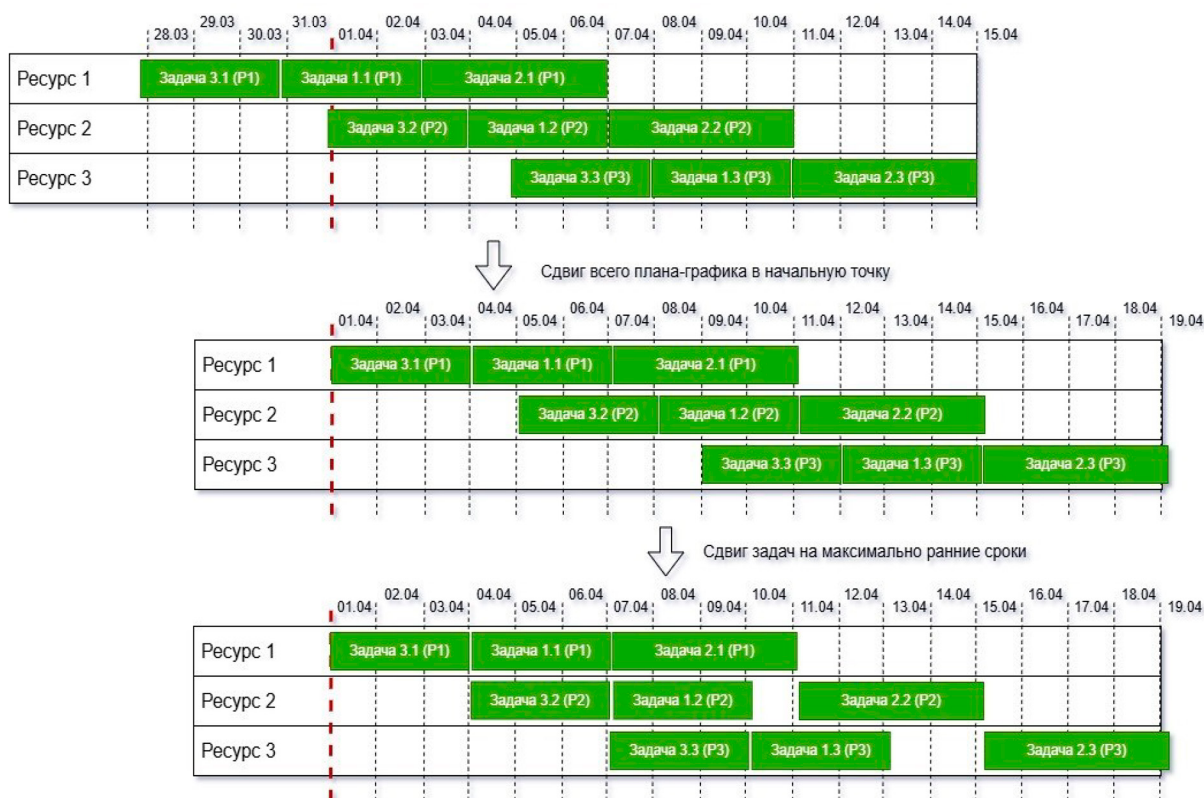


Рис. 4. Возможные варианты оптимизации плана-графика работ

В качестве конечного результата, мы в любом случае получим некоторый план-график выполнения работ, в котором присутствуют все имеющиеся задачи по всем заказам, и все задачи выполняются в нужной последовательности, без превышения допустимого уровня использования по каждому из ресурсов. Пример такого программного построения можно посмотреть на рисунке 2.

Определить, является ли данный план-график работ удовлетворительным достаточно просто: если дата-время начала наиболее ранней задачи плана-графика находится не «в прошлом», то план-график является удовлетворительным (т.е. нет необходимости «переноситься в прошлое» чтобы начать работы по плану-графику, для того, чтобы выполнить его в срок). Если же дата-время начала работ находится в прошлом, то мы можем заключить, что мы имеем нехватку необходимых ресурсов для того, чтобы выполнить все заказы в срок (рис. 3).

Недостатком плана-графика работ, полученного в результате планирования по данной методике, является то, что получаемый план-график работ является неоптимальным: он изначально спланирован таким образом, что выполнение каждой задачи начинается в последний момент, когда ее еще можно успеть выполнить в срок, а это приводит к дополнительным рискам: при нарушении сроков любого этапа производства в результате непредвиденных обстоятельств, сроки выполнения заказа будут нарушены.

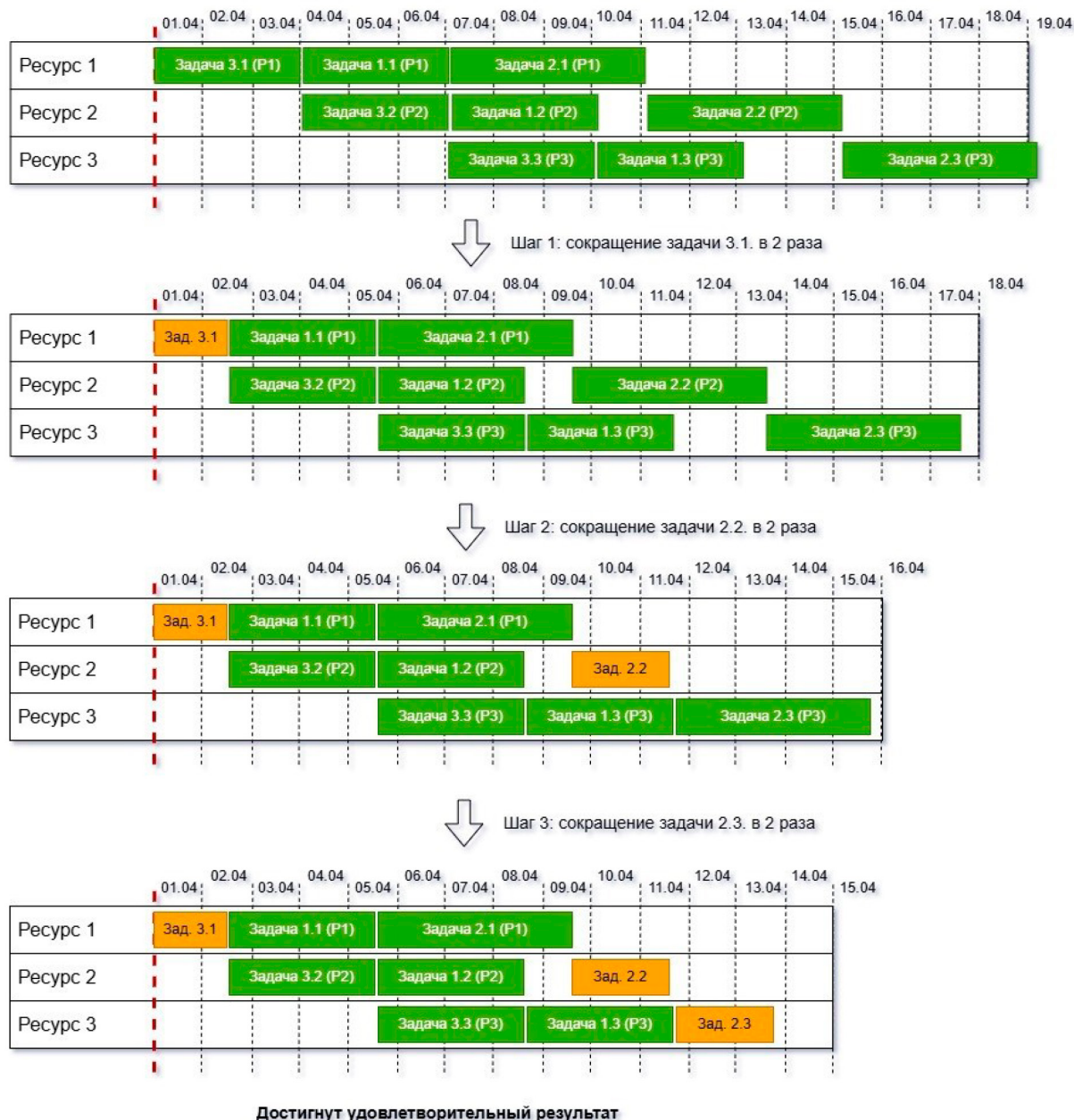


Рис. 5. Решение проблемы недостающих ресурсов

Тем не менее, полученный план работ вполне может быть оптимизирован. Поскольку у нас уже имеется структура плана-графика (на каждый ресурс есть последовательность задач, которые им выполняются, известны взаимосвязи между задачами — какая задача после какой должна делаться), мы можем просто сдвинуть все распланированные задачи в пределах каждого ресурса на наиболее ранние сроки, пройдя уже по «прямому» пути планирования, например, просто сдвинуть все задачи на наиболее ранние доступные сроки, сохраняя при этом общую структуру плана-графика (рис. 4). В целом, из плана-графика, получаемого в рамках метода обратного планирования технически несложно получить оптимизированный план-график работ, который уже вполне может применяться для реального управления работами.

При взгляде на оптимизированный план-график работ, становятся очевидными моменты, где возможно снизить сроки выполнения задач наименьшими усилиями: это периоды времени (и соответствующие им задачи), в которые «простаивает» наибольшее количество ресурсов.

Как следствие, задача определения объема недостающих ресурсов и путей решения проблемы недостатка ресурсов (на первом этапе) сводится к последовательному выявлению таковых периодов и сокращению сроков выполнения задач, выпадающих на них путем увеличения объема привлекаемых ресурсов.

Таким образом, последовательно пройдя по плану-графику (рис. 5), мы понимаем, что минимальное необходимые ресурсы, которые нам требуется добавить для достижения удовлетворительного результата: это «Ресурс 1» на период 1,5 рабочих дня, «Ресурс 2» на 1,5 рабочих дня и «Ресурс 3» на 1,5 рабочих дня, в соответствующие периоды времени.

Процесс поиска недостающих ресурсов по данной методике также является алгоритмизируемым. Т.е. весь метод вполне может быть реализован в формате полностью автоматизированной системы, получающей на входе информацию о перечне заказов и их параметрах, а на выходе выдающий план-график работ и/или перечень недостающих ресурсов, и действия, необходимые для преодоления недостатков.

Выводы

Описанная методика при корректном применении и грамотной реализации позволяет закрыть ряд задач, необходимых для решения производственных задач в рамках производства на заказ:

- Оценку выполнимости заказов — определяет, возможно ли изготовить все текущие заказы в установленные сроки с учетом имеющихся ресурсов.
- Анализ дефицита ресурсов — в случае невозможности выполнения плана выявляет какие именно ресурсы ограничивают производство (оборудование, материалы, персонал), объем недостающих ресурсов, временные периоды, когда возникает дефицит.
- Формирование оптимального графика — если выполнение возможно, генерирует детализированный план-график, включающий: последовательность операций, назначение ответственных, рассчитанные сроки на каждом этапе.

Кроме того, к достоинствам методологического подхода можно отнести его гибкость. Методика позволяет оперативно корректировать планы при поступлении новых заказов или изменении условий. Таким образом, реализация методики на должном уровне позволит не только диагностировать проблемы, но и предоставлять готовое решение для бесперебойной работы производства.

Литература

1. Евгеньев Г.Б., Крюков С.С., Кузьмин Б.В., Стисес А.Г. Интегрированная система автоматизации проектирования технологических процессов и оперативного управления производством // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2015. № 3 (600). С. 49-60.
2. Лобов Ф.М. Оперативное управление производством. Ростов-н/Д.: Издательство Феникс, 2003. 160 с.
3. Фомин С.Г., Гаврилов Д.А. Организация среднесрочного планирования на предприятии с типом производства «на заказ» // Российское предпринимательство. 2015. № 16 (18). С. 2985-2998.
4. Филатова С.Э., Тетерин Ю.А. Проблемы планирования на предприятии // Молодой ученый. 2016. № 12. С. 1490-1492.
5. Катков С.П. Управление полиграфическим производством с помощью применения цифровых технологий // Сборник материалов XXXI международной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и мирового сообщества в эпоху цифровизации», 17 марта 2025 г. М., 2025. С. 277-284.
6. Скорнякова В.А., Сулаберидзе В.Ш. Проблемы автоматизации производственного планирования // Научные технологии в космических исследованиях земли. Информатика, вычислительная техника и управление. 2019. № 1 (11). С. 78-85.
7. Марченко И.В. Эффективное управление технологическим процессом производства книг клеевым способом // Труды БГТУ. 2020. № 2 (4). С. 11-15.
8. Брусенцова Т.П., Смелов В.В. Управление проектами в MICROSOFT PROJECT. Минск: БГТУ, 2011. 160 с.
9. Шафоростова Е.Н., Михайлюк Е.А., Ковтун Н.И. Модель расчета оптимальной загрузки оборудования высокопроизводительной печатной техники // Труды БГТУ. 2015. № 5. С. 214-218.