

Шиляев П.В., Капцан Ф.В., Сарычев Б.А., Краснов М.А., Фомичев А.В., Чуенков Е.А., Косарев С.А., Санин Д.А.

КВОТИРОВАНИЕ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ КАК ЭЛЕМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ПРИЕМОМ КОММЕРЧЕСКИХ ЗАКАЗОВ И ПРОИЗВОДСТВОМ ПРОДУКЦИИ

Ключевые слова: планирование производства, календарное планирование, оперативное планирование, информационные технологии, автоматизация.

Введение

Потенциал применения современных методик формирования и оптимизации производственных планов очевиден, однако на практике это связано с серьезными трудностями. Сортамент крупного металлургического предприятия насчитывает десятки тысяч позиций. Один и тот же заказ может изготавливаться по альтернативным технологическим маршрутам, которые, в свою очередь, допускают альтернативные параметры полуфабрикатов. В таких условиях оптимизация графиков производства является сложной задачей. Причем она должна решаться в динамике, поскольку в ходе длительного производственного цикла неизбежно накапливаются существенные отклонения от плана – нештатные ситуации, несоответствия свойств и т.д. Особенностью современного состояния отрасли стала динамика наполнения портфеля заказов. Часто месячный портфель заказов на начало периода заполнен не полностью, что серьезно затрудняет балансировку загрузки производственных мощностей. Перечисленные факторы, с одной стороны, значительно усложняют задачу автоматизации планирования, с другой – делают ее решение еще более актуальным, поскольку формирование и оперативная корректировка планов «вручную» с учетом всех нюансов становятся крайне сложными.

Комплекс автоматизированного управления планированием ПАО «ММК»

Управление производственным планированием ПАО «ММК» в настоящее время осуществляется в среде вертикально интегрированного комплекса автоматизации. Его развертывание явилось результатом многолетней работы предприятия по внедрению MES систем в подразделениях, модулей работы с заказами в ERP, системы объемного планирования предприятия, консолидации управления основными данными предприятия (КСУ НСИ) и, наконец, объединение всего функционала в рамках Системы календарного и оперативного планирования производства (АС ОКПП). В АС ОКПП реализуется принцип последовательной детализации производственных планов в два основных этапа – календарного и оперативного. Такой подход позволяет на предварительном этапе эффективно сбалансировать потоки продукции и согласовать работу различных переделов производства, а затем осуществлять последовательное формирование оперативных планов с учетом соответствующих ограничений.

Система объёмного планирования производства рассчитывает план производства, выраженный в суммарных объемах укрупнённой номенклатуры продукции с учетом технологических маршрутов, доступных мощностей, ограничений на используемые ресурсы. На этой стадии планирования определяется потребность в ресурсах, формируется производственная программа каждого цеха и агрегата по группам продукции, определяются плановые затраты на производство, рассчитывается плановая себестоимость продукции, а затем и бюджет предприятия на соответствующий период. Рассчитанная производственная программа является входным заданием для системы календарного планирования производства.

Система календарного планирования должна обеспечить исполнение производственной программы на текущем портфеле коммерческих заказов. Коммерческие заказы

отображаются в календарном плане на агрегаты всех стадий производства вверх по технологическому потоку от готовой продукции до жидкой стали, группируются по маркопрофилям, кампаниям и монтажным партиям и распределяются по суткам.

Система оперативного планирования производства предназначена для составления детальныx планов-графиков по станам, агрегатам и операциям с учетом технологических и логистических ограничений. Оперативные планы составляются и актуализируются в ритме с технологическим процессом.

В статье осознанно опущена стадия объёмного планирования для того, чтобы сосредоточить внимание читателя на наиболее динамичном среднесрочном (календарном) уровне управления, на котором принимаются конкретные решения по наполнению производственных маршрутов материальными потоками, учитываются производственные ситуации и фактическая конъюнктура рынка металлопродукции, отображаемая в виде конкретных коммерческих заказов покупателей металлопродукции ПАО «ММК».

Средства календарного планирования

Как уже упоминалось, внешним контуром управления для календарного планирования производства ПАО «ММК» является производственная программа на календарный месяц. Учитывая, что на начало месяца портфель заказов предприятия, как правило, заполнен лишь частично, производственная программа строится на основе прогнозирования спроса на основные виды металлопродукции в укрупнённой номенклатуре в планируемом периоде и балансируется (оптимизируется) с точки зрения соблюдения маржинального продуктового микса и эффективной загрузки производственных мощностей предприятия.

Далее, по мере поступления коммерческих заказов происходит наполнение портфеля, при этом, как правило, возникает ситуация, когда из-за несоответствия между поступающими конкретными заказами и прогнозом происходит разбалансировка портфеля заказов относительно «портфеля прогнозов». Это ведет к потере оптимальности в распределении производственных мощностей что, в свою очередь, с большой долей вероятности может стать причиной повышения производственных издержек и снижения маржинальной прибыли предприятия относительно запланированного бюджета.

Таким образом, мы имеем, с одной стороны, неполный и неравномерно заполняемый коммерческими заказами несбалансированный портфель заказов, с другой – сбалансированный портфель прогнозного спроса (производственную программу). Это обстоятельство является источником дилеммы, суть которой состоит в следующем. С одной стороны, отклонения от производственной программы, рассчитанной на «портфеле прогнозов», влекут за собой риски неисполнения утвержденного бюджета на месяц, что является дестабилизирующим фактором. С другой стороны, отказ от «непрофильных» или «неудобных» коммерческих заказов влечет за собой имиджевые потери и в долгосрочном плане приводит к сужению занимаемой доли рынка сбыта.

При расчёте производственной программы не учитываются некоторые существенные факторы, такие, как технологические ограничения агрегатов и технологических маршрутов, серийность (порционность) производства, переналадки оборудования и так далее, поэтому производственная программа является целевой функцией (ориентиром) для детального календарного планирования.

Календарное планирование является своего рода адаптером между задачами управления производственно-экономической деятельностью предприятия – производственной программой/бюджетом и производственно-технологической – календарным планом. Календарный план должен учитывать изменения портфеля заказов, при этом он должен иметь «зону нечувствительности», необходимую для обеспечения некоторой относительной стабильности производственного процесса.

Горизонт наполнения портфеля заказами ПАО «ММК», связан со спецификой организации производственных процессов у основных потребителей металлопродукции ПАО «ММК», которая определяет горизонт календарного планирования в 30 – 60 суток (с

учетом «скользящего» характера зоны планирования).

ПАО «ММК» имеет чрезвычайно развитую производственную логистику, насчитывающую сотни технологических маршрутов и материальных потоков. Каждый поток содержит определённое количество агрегатов, в которых осуществляются технологические процессы и операции, характеризующиеся огромным количеством всевозможных физическо-химических, технологических, логистических и других правил и ограничений, что серьезно затрудняет балансировку загрузки производственных мощностей. Получить экстремум маржинального дохода в данной ситуации возможно лишь при условии максимальной и бесперебойной загрузки всех материальных потоков соответствующими производственными заказами и сырьем, необходимым для их исполнения. В противном случае потеря даже нескольких суток в производстве каких-либо основных агрегатов приведет к непоправимым, с точки зрения исполнения месячного плана, последствиям.

Базируясь на вышеизложенном, в основу методологии календарного планирования и управления производством в ПАО «ММК» положен принцип оптимизационного квотирования видов металлопродукции на всех этапах планирования – стадиях управления, а в качестве инструмента управления этим квотированием – автоматизированная подсистема квотирования. Она содержит специализированную математическую модель, основой которой составляет информационная конструкция, представляющая собой многомерную матрицу. Столбцы матрицы – календарная сетка, где каждый столбец – календарные сутки планируемого периода. В «строки матрицы» на каждую конкретную дату (столбец) вносятся перечисленные ниже параметры.

Доступность агрегата – ресурс рабочего времени каждого агрегата с учётом его плановых технологических простоев (по часам суток). Помимо простоев самих агрегатов, которые исключают его из планирования, учитывается так же и недоступность агрегата для производства конкретных видов продукции, например, в связи с остановкой на ремонт следующего по технологическому потоку агрегата, включенного в технологический маршрут производства этого конкретного вида продукции. Например, остановка на ремонт стана 2000 Г/П должна по определенным правилам снижать или исключать на время его ремонта разливку стали на МНЛЗ в соответствующий поток.

Плановая суточная квота/корзина – допустимый объём производства по каждому агрегату и по каждому сортаменту производственной программы на месяц. Является результатом расчета специализированной модели, которая, исходя из производственной программы выпуска конкретного вида продукции на месяц, рассчитывает посуточные квоты на его производство по каждому из агрегатов на весь планируемый месяц. Расчёт производится с учетом доступности агрегатов, а также с учетом ограничений по производительности, ёмкости и степени заполнения складов, логистики и технологическим особенностям. Сумма плановых квот агрегата по всем видам продукции и материальным потокам в одни сутки – это плановый объём суточного производства агрегата. В результате расчета может быть, как подтверждена, так и отклонена возможность выполнения производственной программы по данному виду продукции. Если в результате работы модели выявлено, что производственная программа данного вида продукции не может быть выполнена, необходимо, по возможности, изменить исходные условия для расчёта; например, пересмотреть план ремонтов оборудования (отменить, изменить дату, продолжительность ремонта), внести изменения в организацию кампаний или скорректировать другие ограничения, используемые при расчёте.

На рис.1. приведена упрощенная блок-схемы расчета суточных квот. Ввиду того, что в условиях ПАО «ММК» количество конечных квот по каждому цеху очень велико (до нескольких тысяч) для анализа и управления процессом с помощью специальных механизмов эти квоты могут последовательно укрупняться в квоты более высокого порядка по принципу «дерева» или каталога. Пример дерева квот сталеплавильного цеха с развернутой одной веткой приведен на рис.2.

Рис. 1. Блок схема алгоритма расчета квот

Рис 2. Пример структуры дерева квот

Планируемый объём производства – объём производства в фактически спланированных коммерческих заказах по каждой корзине матрицы (виду продукции). Является результатом работы математической модели подсистемы календарного планирования, размещающей коммерческие заказы по плановым суточным квотам/корзинам. Сумма всех планируемых объёмов производства по всем агрегатам и по всем суткам – это портфель заказов. Упрощенный алгоритм календарного планирования производства заказов приведен на рисунке 3.

Рис 3. Алгоритм календарного планирования исполнения заказов

Фактический объём производства – фактический выполненный объём производства каждым агрегатом по каждому заказу с отнесением его на соответствующую квоту/корзину; является результатом мониторинга производства.

В процессе мониторинга система автоматически определяет, какие заказы (части заказов) выполнены в текущие сутки и «раскладывает» их в соответствующих корзины.

По завершению этой процедуры актуализируется и соответствующим образом меняется календарный план:

- запланированные, но не произведённые заказы (части заказов) «вытесняются» в следующие сутки;
- не запланированные, но фактически произведённые заказы (части заказов) «заносятся» в корзины текущих суток;
- производится перерасчет размера квот последующих суток с учетом фактического производства за прошедший период;
- производится перерасчет распределения заказов по корзинам в соответствии с изменениями;
- определяется новая дата отгрузки заказа.

В общем случае укрупнённый алгоритм работы подсистемы квотирования содержит следующие шаги:

- приём производственной программы из системы объёмного планирования;
- распределение по календарным суткам плановых и технологических простоев, расчет доступности технологических агрегатов;
- расчет плановых суточных квот/корзин;
- оценка исполнимости производственной программы, изменение условий расчёта, если исполнимость производственной программы не подтверждается расчетом;
- прием коммерческих заказов;
- проверка исполнимости коммерческих заказов при их приёме;
- наполнение системы коммерческими заказами;
- управление распределением квот между видами продукции и рынками сбыта;
- управление распределением квот между технологическими маршрутами, агрегатами, календарными сутками с учетом оперативной ситуации с доступностью оборудования;
- календарное планирование исполнения каждого из коммерческих заказов (его частей);
- загрузка информации о фактическом производстве за прошедшие сутки в соответствующие корзины;
- перерасчёт остатков к производству по каждому из заказов и учет полученных данных на следующей итерации календарного планирования;
- определение новой даты отгрузки заказа.

Управление календарным планированием

Данный процесс является многостадийным и коллегиальным. Каждый из участников – менеджер служб сбыта, экономист, специалисты производственного управления и управления ремонтами оборудования – играет предписанную регламентом роль для получения сбалансированного календарного плана, в котором будут учтены и гармонизированы часто противоречивые требования производства, ТОиР, исполнения заказов и показатели экономики.

С этой целью специалисты и менеджеры каждой из служб наделены специализированными инструментами управления бизнес-процессами и средствами доступа к информационному пространству, где производится подготовка данных и собственно процессы формирования плана. Роли субъектов управления в бизнес-процессе распределены следующим образом:

Управление экономики осуществляет:

- формирование производственной программы на месяц с учетом прогноза продаж и маржинальности видов продукции;
- принятие решения о необходимости пересчета производственной программы на месяц в случае глобальных отклонений фактического портфеля заказов от прогноза продаж.

Функциональный офис осуществляет:

- контроль текущего состояния портфеля заказов, его сбалансированности с точки зрения загруженности потоков и агрегатов, уровня исполнения плановых сроков производства заказов, перспектив исполнения производственной программы текущего месяца;
- проверку исполнимости коммерческих заказов при их приёмке, включая определение возможных маршрутов производства заказа, технологическую исполнимость на агрегатах каждого из маршрутов, а также на соответствие запланированным в производственной программе квотам на данный вид продукции;
- управление распределением квот между видами продукции и рынками сбыта со стороны менеджеров службы сбыта для оперативного учета колебаний спроса и отклонений фактического портфеля заказов от прогноза продаж.

Управление производством осуществляет:

- контроль текущего состояния портфеля заказов и его сбалансированности с точки зрения загруженности потоков и агрегатов, уровня исполнения плановых сроков производства заказов, перспектив исполнения производственной программы текущего месяца;
- управление распределением квот между технологическими маршрутами, агрегатами, календарными сутками с учетом оперативной ситуации с доступностью оборудования, производственными ситуациями и логистикой исполнения заказов;
- распределение по календарным суткам плановых и технологических простоев, расчет доступности технологических агрегатов.

Служба ТОиР осуществляет:

- планирование сроков и продолжительности ремонтов оборудования;
- регулирование сроков проведения ремонтов, их продолжительности, отмена ремонтов и назначение новых в зависимости от потребностей производственной программы.

Развитие системы календарного планирования

Созданные инструменты автоматизации существенно повысили возможности отслеживания всех этапов производства заказов и открыли новые возможности в управления планированием и производственной логистикой. Постоянный мониторинг баланса производственных потоков позволил выявить ряд процессов, оказывающих существенное влия-

ние на формирование и исполнение планов производства. В настоящее время развитие и модернизация автоматизированного планирования продолжается по нескольким основным направлениям. К ним относятся:

- внедрение методологии ABC-анализа для формирования «виртуальных» заказов, позволяющих поддерживать необходимый уровень динамики производства и производственных запасов в условиях неравномерного поступления клиентских заказов;
- совершенствование методик, касающихся согласования при приемки заказов толерансов по объёмам и срокам поставки, порционности отгрузки и т.д. с тем, чтобы исполнение вновь принимаемых заказов наилучшим образом «встраивалось» в создаваемые системой календарные планы производства;
- оптимизация структуры и уровня незавершенного производства (НЗП) направленная на нахождение баланса между загрузкой дефицитных складских площадей и необходимым объемом буферных запасов полуфабрикатов;
- совершенствование инструментов управления приемом малотоннажных и редких заказов с целью обеспечения возможности их эффективного исполнения путем предварительного укрупнения до минимальной монтажной нормы на выплавку;
- развитие инструментов и показателей оценки эффективности процессов, деятельности персонала и его мотивации.

В условиях современного динамичного спроса на металлопродукцию, на устойчивость предприятия в долговременном плане значительное влияние оказывает наличие стабильных партнёрских отношений с заказчиками и их лояльность. Управление выполнением заказов означает повышение уровня клиентского сервиса и наиболее полное удовлетворение потребностей покупателя, в первую очередь, исполнение заказов в заявленные сроки. Эта задача вступает в явное противоречие с параллельной задачей максимальных объемов производства, которые напрямую коррелируют с прибылью предприятия в текущем периоде. В таких условиях гармонизация противоречий и нахождение оптимального баланса могут быть достигнуты только путем интенсивного развития средств автоматизированного управления, позволяющих объективно оценивать текущее и прогнозируемое состояние процессов, оперативно оценивать риски и вносить управляющие воздействия.

Сведения об авторах

Шиляев Павел Владимирович – Генеральный директор ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», E-mail: gd@mmk.ru.

Капцан Феликс Виленович – заместитель генерального директора ООО «ИТЦ Аусферр», E-mail: kaptsan_f@ausferr.ru.

Сарычев Борис Александрович – начальник управления производства, E-mail: sarychev.ba@mmk.ru

Краснов Максим Львович – заместитель начальника управления производства по оперативно-календарному планированию, E-mail: krasnov.ml@mmk.ru

Фомичев Александр Валерьевич – старший менеджер группы оперативно-календарного планирования управления производства, E-mail: fomichev.av@mmk.ru

Чуенков Евгений Анатольевич – старший менеджер проектного офиса ООО «ММК-Информсервис», E-mail: chuenkov.EA@mmk.ru.

Косарев Сергей Алексеевич – ведущий инженер проектного офиса ООО «ММК-Информсервис», E-mail: Kosarev.SA@mmk.ru

Санин Дмитрий Александрович – ведущий инженер ООО «ИТЦ Аусферр», E-mail: dmitrysanin@gmail.com