

УДК 65.012.122

ЭФФЕКТИВНЫЕ БИЗНЕС ПРОЦЕССЫ И СОГЛАСОВАННЫЕ МОДЕЛИ ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ХОЛДИНГА, ЗАВОДОВ, ЦЕХОВ И УЧАСТКОВ НА ОСНОВЕ КОМПОНЕНТОВ OEBVS

© 2014 С.С. Матвеев

ООО «Борлас», г. Москва

Поступила в редакцию 09.09.2014

Охарактеризована функциональность APS компонентов системы OeBS (Oracle e-Business Suite) и приведены рекомендации по практическому использованию в промышленных системах и прото-типах на предприятиях сложного машиностроения и в корпорации ОАО «ОАК».

Ключевые слова: APS система, ограничения по доступности, ресурсы, материалы

Известно, что фундаментальным основанием для перехода от стандарта управления MRP II к APS системам служит насущная потребность промышленности в реальном планировании, которое обеспечивается посредством:

- согласованного планирования на кратко-, средне- и долгосрочных горизонтах;
- учёта совокупности ограничений по доступности: ресурсов (оборудование и персонал), материалов (включая все закупаемые, производимые и поставляемые по кооперации позиции) и транспортных средств в полной цепочке поставок;
- моделирования различных сценариев и оценки KPI;
- использования методов программирования с учётом ограничений и математических методов решения оптимизационных задач.

Стратегическое планирование цепочек поставок. Задача построения оптимальной сети производства воздушных судов (далее, ВС) на заводах корпорации ОАО «ОАК» в части гражданской авиационной техники включала следующие требования:

- оптимизация авиационной кооперации программ по критерию совокупной валовой прибыли корпорации на долгосрочном периоде планирования с выбором рационального типажа ВС по годам периода;
- сценарный анализ устойчивости выбранных кооперации и типажа при неблагоприятных событиях снижения спроса на отдельные типы комплексов;

- учёт спроса в виде заданных минимального и максимального значений единиц выпуска ВС по годам планового горизонта;

- учёт действующих программ производства ВС и схем кооперации;

- учёт трудоемкости производства ВС на уровне отсеков/крупных агрегатов с учетом запланированного снижения трудоемкости на горизонте планирования;

- учёт полезного фонда рабочего времени основного производственного персонала и времени использования оборудования (без разбиения на группы) для отдельных производств в составе предприятий-изготовителей с учетом запланированного наращивания производственных мощностей на горизонте планирования;

- использование избытков мощностей производств заводов корпорации;

- учёт капитальных затрат на ввод в эксплуатацию новых производственных мощностей и модернизацию оборудования, а также затрат на подготовку производства.

Поставленная задача была решена на основе использования компонента SNO (Стратегическая оптимизация сети) [1], в котором оптимизация производится с выбором метода решения задачи линейного программирования и эвристического алгоритма.

Результаты оптимизации по выбору авиационной кооперации и рационального типажа в SNO оцениваются по набору KPI (ключевых показателей деятельности), причём возможно сопоставление базового варианта и моделируемых сценариев. На рис.1, для примера, показаны оценки KPI корпорации при полученных оптимальных авиационной кооперации и типаже ВС для базового прогноза спроса и при возможном

Матвеев Сергей Сергеевич, кандидат технических наук, ведущий консультант. E-mail: smatveyev@borlas.ru

уровне снижения спроса на региональные типы ВС. В дополнение к гибко формируемым в SNO отчётам, была дополнительно разработана принятая в корпорации отчётность по результатам

оптимального расчёта авиационной кооперации программ: авиационная программа, сводный баланс мощностей АПО, баланс мощностей производств АПО.

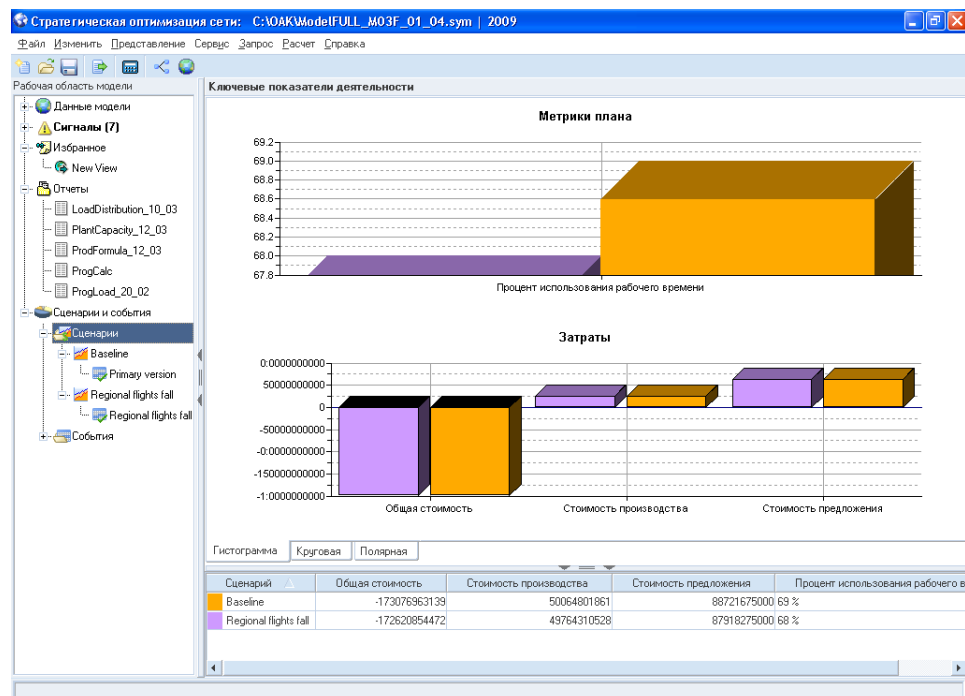


Рис. 1. Пример оценок KPI

Обзор задач и новых бизнес-процессов оперативного планирования. Задачи согласованного планирования деятельности заводов, цехов и участков машиностроительного холдинга содержали следующие требования:

- расчёт планов межзаводского и заводского уровней с учётом совокупности ограничений по доступности ресурсов (персонал и оборудование) и доступности материалов, включая ПКИ и производимые ТСЕ (технологическая сборочная единица включает все детали-сборочные единицы паспорта сборки), обеспечивающих минимизацию просрочек всех видов независимого спроса с учётом приоритетов;

- расчёт единого оперативного плана выпуска/сдачи, производства и закупок на основе принятых и прорабатываемых клиентских заказов и прогноза спроса, включая спрос на запчасти, для каждого завода холдинга;

- связь каждой записи плана в части производства и закупок с заказ-нарядом на производство комплекса и его ТСЕ;

- пооперационное планирование производственных операций для учёта доступности ресурсов и последующего формирования сменноточных заданий основным производственным рабочим по производственным участкам;

- пооперационное планирование потребностей в материалах и комплектующих;

- использование основных и альтернативных техкарт и спецификаций, основных и альтернативных ресурсов, основных компонентов и заменителей для улучшения планов;

- моделирование интерактивных изменений плана по принципу «что-если» с целью улучшения плана.

Поставленные задачи были решены на основе использования стандартной функциональности компонента ASCP (Расширенное планирование цепочки поставок), в котором расчёт планов с ограничениями и возможной дополнительной оптимизацией по свёртке критериев «доставка в срок», «валовая прибыль», «оборачиваемость запасов» производится на основе комбинации методов программирования с учётом ограничений и линейного программирования, которые дополнены эвристическим алгоритмом и используют декомпозицию оптимизационной задачи.

Приведём перечень новых, по сравнению с системами стандарта MRPII, возможностей планирования при использовании ASCP, которые послужили основой установления эффективных бизнес процессов планирования на предприятиях сложного машиностроения и привели к росту «фактора креативности» [2] в работе плановиков:

- сбор данных планирования из системы технологической подготовки производства и ERP систем (включая внешние ERP) для формирования рабочего массива снимка данных, который используется как при расчёте плана, так и при последующем интерактивном перепланировании;

- расчет единого плана материальных потоков производимых и закупаемых позиций на основе текущих и прорабатываемых клиентских заказов, а также прогнозов спроса, включая спрос на запчасти, с учётом:

- заводов и складов внутренней кооперации машиностроительного холдинга;
- основных и альтернативных источников для производимых ТСЕ (собственное производство и на ином заводе холдинга), а также для закупаемых материалов и ПКИ (из списка утверждённых поставщиков);
- ограничений по доступности и загрузке ресурсов на заводах;
- ограничений по доступности материалов, включая учёт суточной производительности поставщиков материалов и ПКИ;
- остатков готовой продукции, полуфабрикатов, материалов и ПКИ на складах;
- страховых запасов полуфабрикатов, материалов и ПКИ в количестве заданного процента от плановой потребности в данной позиции за определённый скользящий период (не применяется для позиций с высокой стоимостью);
- отличного от предыдущего демпфера, - страхового опережения для полуфабрикатов, материалов и ПКИ на заданный срок до расчётной плановой даты спроса на данную позицию;
- основных и альтернативных производственных спецификаций и техкарт;
- компонентов-заменителей и альтернативных ресурсов производственных операций;
- календарных сроков недоступности оборудования;
- циклов поставки закупаемых позиций, включая цикл транспортировки от поставщика;
- текущего состояния производственных заданий, отгрузок продукции и заказов на закупку;
- длительности и массогабаритных ограничений транспортировки.

- в результате одного расчета получать единый реальный план выпуска/сдачи, производства и закупок, что радикально сокращает время согласования отдельных планов межзаводского и заводского уровней;

- определение производственных планов с

учётом назначенных приоритетов по отдельным строкам клиентских заказов, графиков и прогнозов спроса;

- пооперационное планирование использования экземпляров ресурсов и потребления компонентов в производственных заданиях;

- просмотр сообщений об исключениях планирования, позволяющих провести экспресс-анализ плана и определить необходимость перепланирования на основе показанных несоответствий в рассчитанном плане;

- просмотр записей плана в части производства, закупок, отгрузок, а также загрузки ресурсов в табличном виде и на диаграммах Ганта;

- моделирование интерактивных изменений плана по принципу «что-если» и последовательная корректировка плана (с возможностью отказа от сделанных неэффективных корректировок) для устранения выявленных в результате анализа плана исключений планирования и с целью наилучшего выбора плана на этапе его расчета и принятия;

- к числу изменяемых данных при оперативном перепланировании в диалоговом и фоновом режимах относятся:

- даты и количества во всех видах конечного спроса и соответствующие им приоритеты, а также учёт изменений в графиках и прогнозах спроса;
- время недоступности отдельных ресурсов (например, при предварительном планировании сроков ППР оборудования);
- количество и время доступности ресурсов (персонал и оборудование) на производственных участках;
- количество, даты, альтернативные источники и варианты в записях плана в части производства, закупок и транспортировки;
- ввод новых записей плана в части производства, закупок и транспортировки;
- закрепление (по срокам для исключения их перепланирования) записей плана в части производства, закупок и транспортировки;
- суточная производительность внешних поставщиков (поскольку могла стать ограничением по доступности материалов и ПКИ).

- корректировка при выполнении принятого плана по данным неизбежных отклонений факта от плана в режиме интерактивных изменений на диаграмме Ганта, которая производится без необходимости пересчета всего плана для нижеследующего набора изменений в рассчитанном исходном плане:

- замена ресурсов в операциях на альтернативные;
- закрепление времени выполнения операций и снятие закреплений;

- изменение времени начала и завершения операций, в т.ч. графический перенос на диаграмме Ганта;
- изменение количества доступных единиц ресурсов по часам, дням и сменам.
- формирование отчетов по результатам расчета и выбора наилучшего плана:
- месячный план цеха с записями дат запуска и выпуска партий ТСЕ, плановой трудоемкости и наряд-заказа;
- пооперационный план цеха по участкам с указанием времени начала и завершения обработки, плановой трудоемкости для каждой партии ТСЕ и наряд-заказа.
- поэтапная передача записей плана в модуль Производство (включая внешние ERP или MES системы) в виде производственных заданий и в

модуль Закупки (включая внешние ERP) в виде заявок на закупку по мере наступления сроков исполнения производственных заданий и размещения заказов на закупку материалов и ПКИ;

- передача рекомендаций о перепланировании заданий и заказов в названные модули ERP системы с учётом допустимости изменений заданий и заказов.

На блок-схеме рис. 2 показаны основные шаги инструкции для специалиста по планированию по работе в промышленной системе ОеBS при просмотре записей плана, оценок ключевых показателей деятельности (KPI) и просмотре сообщений об исключениях планирования на этапе расчёта и принятия плана и перед выпуском записей плана (заводского уровня).

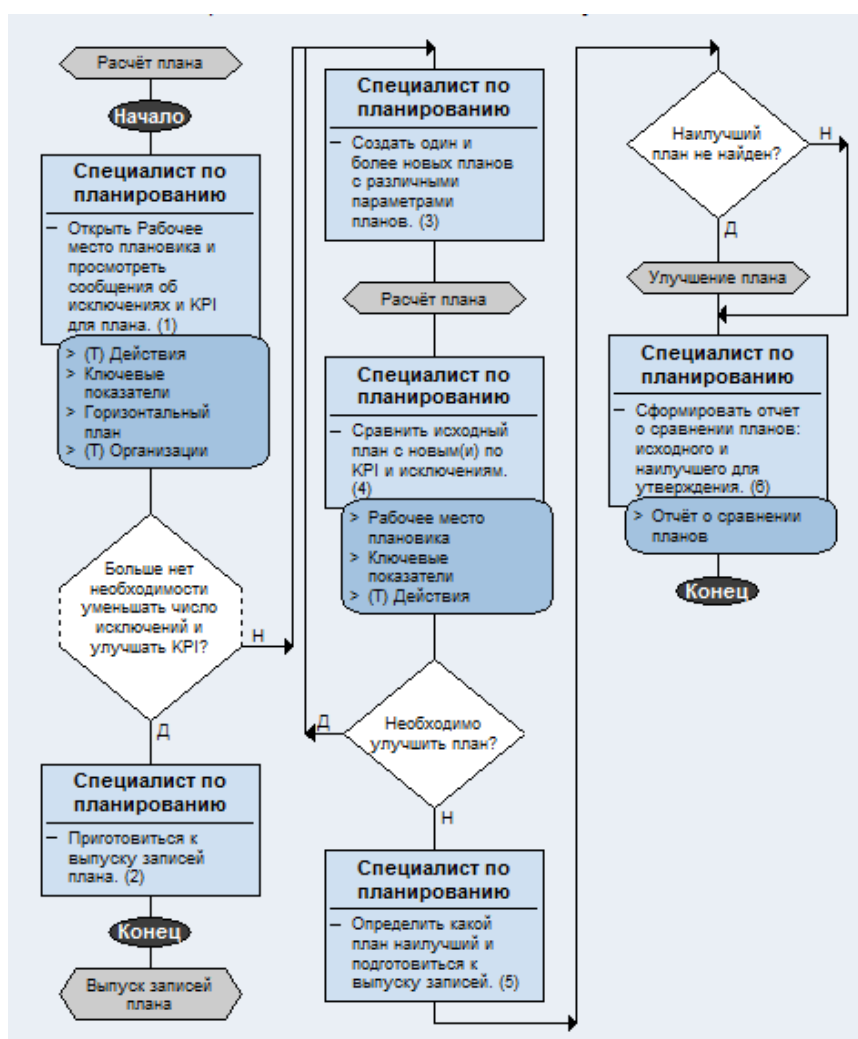
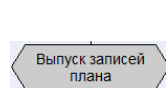
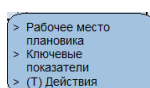


Рис. 2. Анализ плана, KPI и исключений

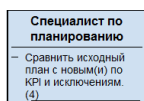
Обозначения на блок-схеме:



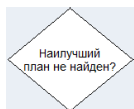
- бизнес процессы



- навигация в ASCP



- роль пользователя и назначение шага процесса (номер шага)



- логическое условие

На рис. 3 показан пример формы для просмотра оценки KPI «Доставка в срок» и записей плана в папке «Межцеховой план» с расчётными датами запуска и выпуска, размером партии TCE

и приоритетом, которые специалист по планированию использует на шаге 1 процесса «Анализ плана, KPI и исключений планирования».

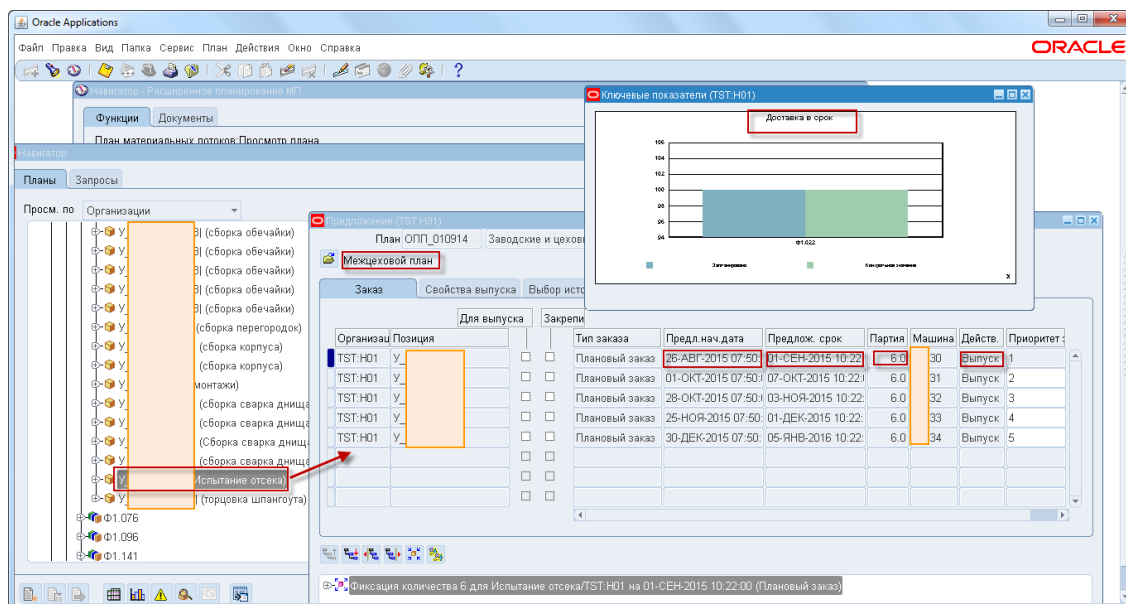


Рис. 3. Пример формы просмотра плана

Инновационный бизнес процесс планирования в ASCP, содержащий интерактивные действия пользователя для улучшения плана на основе сообщений об исключениях планирования и оценок KPI показан на рис. 4. Процесс выполняется во всех случаях, когда специалист по планированию располагает информацией о том, как можно улучшить определённый план междоцехового или заводского уровня. В режиме «Оперативное перепланирование» пользователь последовательно корректирует план с целью наилучшего выбора плана на этапе его расчета и принятия. Если же на шаге 1 процесса специалист по планированию выяснил, какие изменения следует произвести для получения наилучшего плана, то он может сразу перейти к шагу 10 для ввода изменений и затем запустить расчёт в режиме «Пакетное перепланирование». Как видно из приводимой блок-схемы, все шаги этого процесса выполняются в ASCP.

Практические рекомендации.

Необходимо отметить, что практика внедрений ERP систем на предприятиях сложного машиностроения свидетельствует о том, что APS системы планирования выдвигают ряд требований

к производственно-технологическим данным сложных технических систем (далее, комплексов), которые ведутся в системах технологической подготовки производства:

- полная производственная спецификация готового изделия или поставляемого по кооперации отсека/крупного агрегата должна соответствовать графу дерева, что, возможно, потребует некоторых изменений в паспортах сборки;
- сквозные технологические процессы для TCE следует разбить на последовательность из технологических карт цехоходов, что позволяет выделять в едином плана заводского уровня согласованные по календарным срокам планы цехов основного производства;
- варианты последовательности операций для паспортов сборки, при необходимости, отражаются альтернативными техкартами и спецификациями;
- каждая производственная операция техкарт TCE может использовать только персонал и оборудование определённого производственного участка, причём APS система при расчёте плана учтёт предусмотренные заимствования ресурсов данным участком;

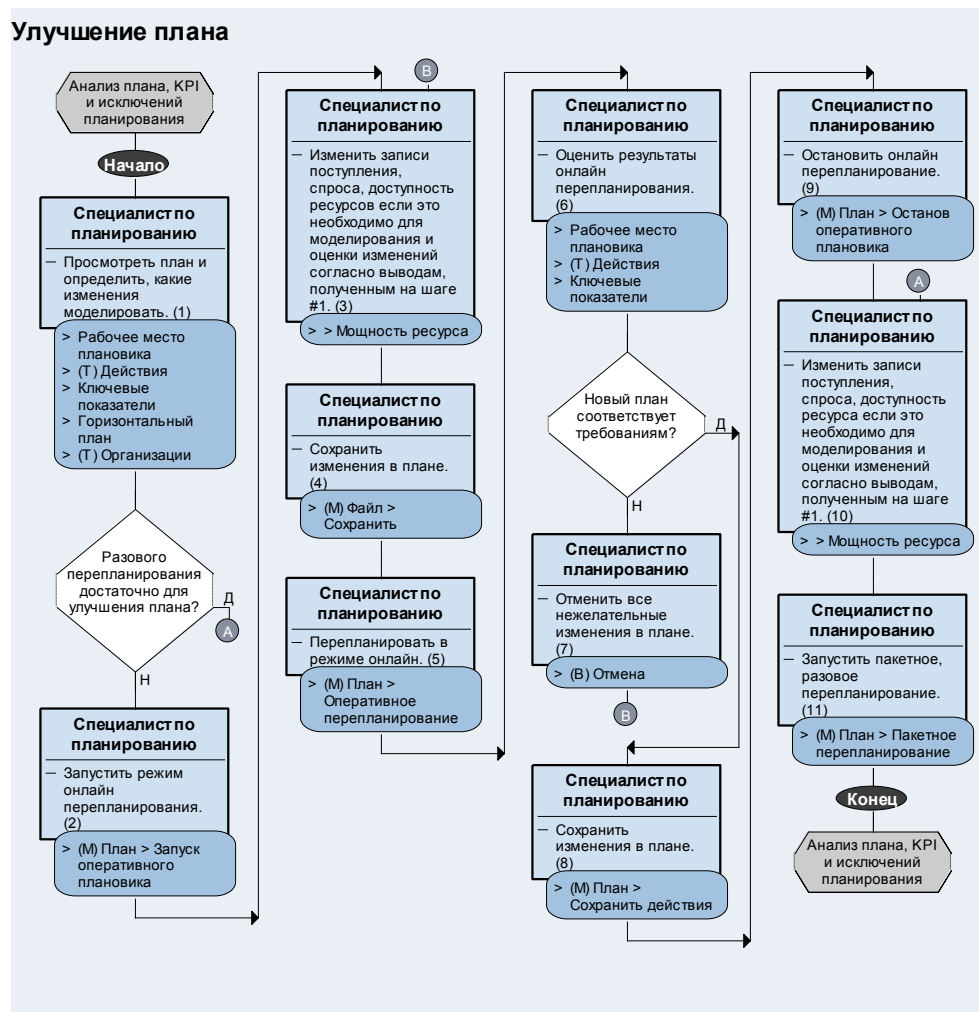


Рис. 4. Улучшение плана

- для двух и более последовательных операций техкарты ТСЕ, при необходимости, назначается признак одновременного завершения или начала операций;

- основные ресурсы операций в техкартах ТСЕ, при необходимости, дополняются альтернативными ресурсами;

- основные компоненты в спецификациях ТСЕ, при необходимости, дополняются компонентами-заменителями;

- потребности в ТСЕ, которые дополнительно производятся для проведения приёмо-сдаточных испытаний (ПСИ) с разрушением, должны быть учтены как потери операции отбора на ПСИ сообразно заданным рациональным партиям ТСЕ и директивным нормам отбора;

- для комплексов с единичным типом производства необходимо определить применимость производственно-технологических данных высокоуровневых ТСЕ по номеру единицы.

Основные результаты исследования промышленных систем и их прототипов, созданных на основе компонентов планирования в системе

ОеBS – SNO и ASCP, сведены в таблицу 1. Как следует из таблицы, рассмотренные задачи планирования всех уровней используют совокупный спрос, включающий все виды спроса на готовую продукцию и запчасти: клиентские заказы, графики (преддоговорная работа) и прогнозы спроса для корпорации, холдинга и завода, соответственно.

На стратегическом уровне планирования деятельности корпорации/холдинга для оптимального выбора авиационных программ используется наиболее укрупненное разузлование ВС на отсеки/крупные агрегаты и комплекты: двигательных установок, основных видов конструкционных материалов и ПКИ. Результаты стратегического планирования корпорации/холдинга передаются на уровень межзаводского планирования в виде наборов назначений определённых источников позиций: заводов-производителей готовых изделий и отсеков/агрегатов, поставщиков закупаемых комплектов двигательных установок, материалов и ПКИ.

Таблица 1. Границы задач APS компонентов

Данные спроса	Используемый компонент OeBS	Планируемые позиции	Порядок числа используемых критических ресурсов завода корпорации/ холдинга	Используемые результаты	Направление использования результатов моделирования/ онлайн перепланирования
Сводный спрос на готовые изделия по годам периода планирования (включая клиентские заказы, графики и прогнозы спроса)	SNO	Готовые изделия и отсеки/агрегаты, производимые в авиационной кооперации программ, а также закупаемые комплекты двигательных установок, материалов и ПКИ	10	Потенциальный годовой выпуск готовых изделий, выбор заводов-производителей готовых изделий и отсеков/агрегатов, выбор поставщиков закупаемых комплектов двигательных установок, материалов и ПКИ	Оптимальный выбор: авиационной кооперации программ ОАО "ОАК", рационального типажа комплексов, поставщиков комплектов двигательных установок, материалов и ПКИ. Сценарный анализ устойчивости выбранной авиационной кооперации и типажа комплексов при факторах риска.
Клиентские заказы, графики и прогнозы спроса	ASCP	Готовые изделия, отсеки/агрегаты, критические ТСЕ*, критические материалы и ПКИ	10	Запланированные даты выпуска/сдачи готовых изделий, отсеков и агрегатов, даты завершения критических ТСЕ на определённом авиационном заводе и даты поставок критических материалов и ПКИ	Расчёт слотов выпуска комплексов определённого типа, уточнение решений: производить отдельные критические ТСЕ на определённом заводе или на ином заводе холдинга/корпорации, формирование графиков поставок отсеков/агрегатов и критических ТСЕ по авиационной кооперации, а также формирование прогнозов поставок критических материалов и ПКИ для отправки поставщикам
Клиентские заказы, графики и прогнозы спроса	ASCP	Готовые изделия, отсеки/агрегаты, ТСЕ, фантомные сборки, материалы и ПКИ	100	Сообщения об исключениях для оценки реальности и улучшения плана определённого завода, плановые заказы и рекомендации по изменению незакреплённых заданий на изготовление готовых изделий, отсеков/агрегатов, ТСЕ и заказов на закупку материалов и ПКИ, а также заказов на транспортировку отсеков/агрегатов и критических ТСЕ из авиационных заводов. Выделенные из единого плана завода согласованные по срокам текущие производственные планы: по заданиям для межцехового и по операциям для цехового уровней.	Единый реальный план выпуска/сдачи, производства и закупок определённого завода, который является источником для создания и допустимых корректировок производственных заданий, заявок и заказов на закупку материалов и ПКИ, заказов на транспортировку из авиационных заводов. Переданные новые записи плана в части производства и корректировки ранее созданных производственных заданий являются основным источником формирования сменно-суточных заданий.

Примечание: * - критическими являются все ТСЕ, которые используют критический ресурс или содержат в себе закупаемый критический компонент

На уровне межзаводского планирования с ограничениями разузлование ВС доходит до уровня критических ТСЕ, материалов и ПКИ. При этом критическими являются все ТСЕ, которые используют ресурс из заданной группы критических ресурсов. В дополнение, назначение признака «критический компонент» для ряда закупаемых материалов и ПКИ приводит к учёту ограничений по доступности ресурсов для всех уровней ТСЕ, которые их содержат.

Результаты межзаводского планирования предназначены для:

- расчёта слотов (интервалов) выпуска ВС определённого типа;
- уточнения решений: производить отдельные критические ТСЕ на определённом заводе или на ином заводе холдинга/корпорации;
- формирования графиков поставок отсеков/агрегатов и критических ТСЕ по авиационной кооперации;
- формирования прогнозов поставок критических материалов и ПКИ для отправки внешним поставщикам.

На уровне заводского планирования с ограничениями разузлование ВС доходит до нижнего уровня: все ТСЕ, фантомные сборки (если используются), материалы и ПКИ. При этом учитываются все ограничения по доступности ресурсов и материалов, включая ТСЕ, материалы и ПКИ с учётом оценок производительности внешних поставщиков, а также циклы и ограничения транспортировки. Результаты планирования заводского уровня предназначены для:

- формирования единого реального плана выпуска/сдачи, производства и закупок определённого завода;
- служат источником для создания и допустимых корректировок производственных заданий, заявок и заказов на закупку материалов и ПКИ, заказов на транспортировку из авиационных заводов кооперации;
- переданные новые записи плана в части производства и корректировки ранее созданных производственных заданий являются основным источником формирования сменно-суточных заданий по производственным участкам.

Выводы: практика использования компонентов SNO и ASCP свидетельствует об эффективном решении задач управления цепочкой поставок в условиях расширенной кооперации и о согласованном оперативном управлении производством машиностроительного холдинга на межзаводском, заводском и цеховом уровнях при использовании одних производственно-технологических данных с разным объемом ограничений по доступности на уровнях:

- межзаводской - выделенная группа наиболее критических ресурсов, использующие их ТСЕ и все уровни ТСЕ, содержащие критические материал или ПКИ;

- заводской - все экземпляры ресурсов, ТСЕ, материалы и ПКИ.

Понятно, что любой иной способ моделирования деятельности холдинга на межзаводском уровне, использующий отличные производственно-технологические данные, приводит к несогласованности с планами заводского уровня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. *Матвеев, С.* Оптимальное планирование в управлении цепочками поставок / С. Матвеев, Р. Клиновский // PCWEEK|Russian Edition. 2009. №31(685). С. 15
2. *Смирнов, Н.* Планирование с оптимизацией // Директор информационной службы. 2014 №3. С. 19.

EFFECTIVE BUSINESS PROCESSES AND COORDINATED MODELS OF PLANNING FOR MECHANICAL ENGINEERING HOLDING, PLANTS, SHOPS AND SITES ON THE BASIS OF OEBS COMPONENTS

© 2014 S.S. Matveev

JSC "Borlas", Moscow

Functionality of APS components of OeBS system (Oracle e-Business Suite) is characterized and recommendations about practical use in industrial systems and prototypes at the enterprises of difficult mechanical engineering and in JSC "OAK" corporation are provided.

Key words: APS system, restrictions on availability, resources, materials