

СИНХРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ

О.В. Колесникова, В.Е. Лелюхин (ОАО «Дальрыбтехцентр»)

Рассмотрена возможность управления машиностроительным производством на основе централизации планирования. Такой подход обеспечивает возможность синхронизировать работу основных подразделений предприятия. Информационной основой является конструкторско-технологический образ изделия и модель временного пространства загрузки рабочих мест.

Ключевые слова: управление производством, машиностроение, централизация планирования, конструкторско-технологическая подготовка, синхронизация работы, занятость оборудования.

Практически любое машиностроительное производство включает достаточно большое число разноплановых технологических и других бизнес-процессов, а также необходимость увязки их между собой. Управление в единичном машиностроительном производстве дополнительно осложняется разнообразием выпускаемой продукции и быстрой ее сменяемостью.

Планирование управления ресурсами

Одной из основных функций управления является планирование. В большинстве случаев на предприятиях существует следующая система планирования. Составляется общий годовой план выпуска продукции, исходя из рыночного спроса, имеющихся заказов. При формировании годового плана устанавливается стоимостной и номенклатурный объем продукции и производится некоторая увязка его выполнения с производственными мощностями предприятия. В дальнейшем годовой план детализируется по номенклатуре, срокам исполнения. При этом формируются отдельные планы для обеспечивающих и производственных подразделений, причем каждое подразделение, исходя из своих ресурсов, пытается «втиснуться» в рамки общего плана.

Для предприятий массового и серийного характера производства такие планы формируются довольно точно, поскольку на предприятиях выпускается неиз-

менная продукция и все характеристики ее производства известны.

В более сложной ситуации оказываются предприятия мелкосерийного и единичного характера производства. Здесь при формировании плана возникает много вопросов. Во-первых, не всегда точно известен номенклатурный перечень планируемой к годовому выпуску продукции. Во-вторых, довольно большая часть продукции является для предприятия новой или редко выпускаемой, что не позволяет корректно определить сроки изготовления, затраты и необходимые производственные мощности. В условиях единичного и мелкосерийного производства ситуация с планированием осложняется тем, что работа «под заказ» трудно прогнозируема даже на небольшую перспективу, поэтому объемно-календарный план, представляющий собой некий прогноз основанный на статистике прошлых периодов, никоим образом не связан с выполнением работ в текущее время. Вполне естественно, что такой прогноз не может служить основой для формирования детального производственного плана. В-третьих, функция планирования на предприятиях обычно реализуется несколькими подразделениями в зависимости от выполняемых ими задач. На рис. 1 представлена схема реализации функции планирования.

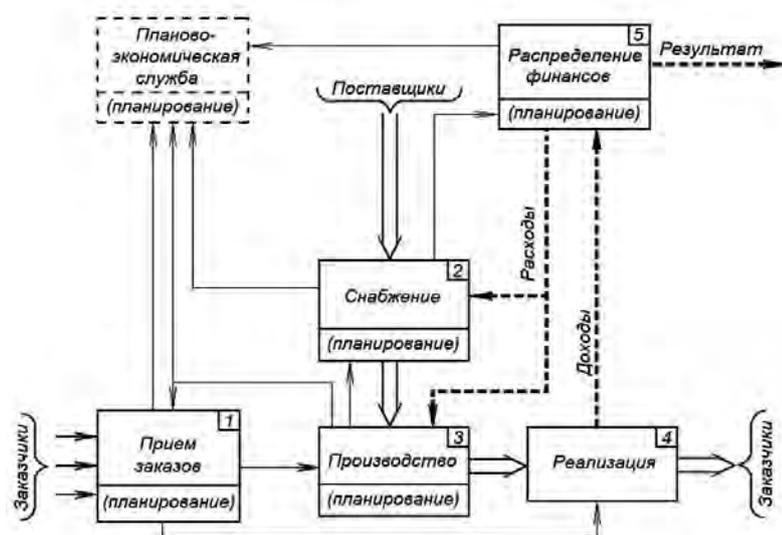


Рис. 1. Схема реализации функции планирования, где сплошными тонкими стрелками обозначены информационные потоки, пунктирными стрелками – финансовые потоки и стрелками с двойной линией – материальные потоки

Материальный поток включает материалы, комплектующие, стандартные изделия, а также изготовленную продукцию и выполняемые работы. Основными функциями преобразования материального потока (рис. 1) и превращения его в финансовый поток являются следующие: «Снабжение» (блок 2), «Производство» (блок 3) и «Реализация» (блок 4). Функция «Распределение финансов» (блок 5) управляет финансовыми потоками.

Для этой схемы характерным является наличие практически в каждой основной функции элемента (внутреннего механизма) планирования (предсказания) результатов. Так работники коммерческих служб (функция «Прием заказов») обязаны планировать объемы заказов и сбыта продукции. Планирование осуществляется под так называемым «контролем» планово-экономической службы. Аналогичным образом формируются локальные планы в остальных функциональных блоках.

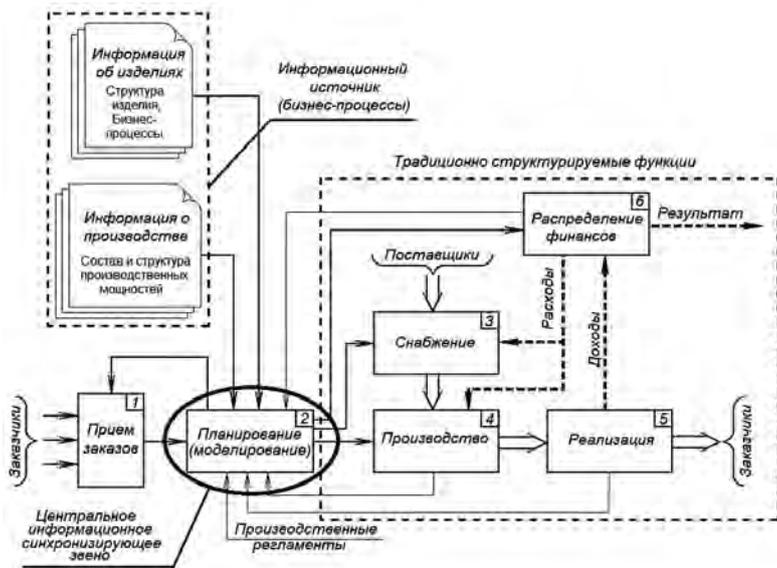


Рис. 2. Модель системы управления подготовкой производства с интегрированным элементом синхронизации

Естественно, что параметрическое пространство, в пределах которого производится планирование, совершенно разное для различных служб, что приводит к принципиальной невозможности согласования планов.

Исследование структуры управления ряда производственных предприятий показало существенный разброс степени согласованности планирования, что в результате информационной «неразберихи» порождает существенные затраты на ликвидацию организационных «невязок» и компенсацию «переделок».

С целью согласования информационных потоков и для повышения исключения нестыковок авторами предлагается система управления подготовкой производства с интегрированным элементом планирования, осуществляющим синхронизацию всех основных производственных функций (рис. 2).

В представляемой концепции предлагается определить планирование *центральным информационным синхронизирующим звеном* всей системы управления предприятием, поскольку именно здесь формируется информационное обеспечение (задания и техно-

гии) для работы всех основных подразделений предприятия.

Информационные источники планирования

Основными информационными источниками для планирования являются конструкторская и технологическая информация, содержащая состав, структуру изделия и бизнес-процессы изготовления изделия и всех его элементов, а также производственная информация о доступных мощностях предприятия.

Важно отметить, что даже самые замечательные модели и алгоритмы не смогут обеспечить корректности результатов, если в процессе моделирования используется недостаточно «качественная» информация. Качество информации здесь определяется учетом и описанием всех факторов, которые значимо влияют на результаты планирования.

Именно поэтому для формирования качественного информационного пространства для планирования должна быть учтена вся необходимая и достаточная конструкторско-технологическая информация.

Несмотря на то, что в машиностроении бытует существующий еще с советских времен стереотип всевозможного снижения затрат на технологическую подготовку при уменьшении серийности (например: «Технологическое проектирование от общего объема технической подготовки составляет 30...40% для мелкосерийного, 40...50% для серийного и 50...60% для массового производств» [1]), попытка уменьшения времени выполнения заказа за счет сокращения степени детализации технологической подготовки приводит к увеличению производственного цикла, а также к снижению качества выполнения работ.

От степени подробности описания структуры и состава конструкции, соответствия освоенным приемам и методам обработки, сборки и регулировки, а также качества нормирования технологической информации зависит качество составления планов производства. Малейшие недостатки при описании изделий и их составных частей приводят к искажению требуемой картины и не позволяют корректно определить перечень изготавливаемых и покупаемых деталей, сборочных узлов и комплектующих. Некачественная технологическая информация не дает возможности определить, как выполнять обработку деталей-сборочных единиц (ДСЕ), на каком оборудовании и сколько времени на это требуется.

В формальном виде конструкторскую информацию о структуре изделия удобно представлять в виде ациклического ориентированного графа дерева (рис. 3 а) [2]. Это соответствует электронной структуре изделия (ЭСИ) по ГОСТ 2.053-2006.

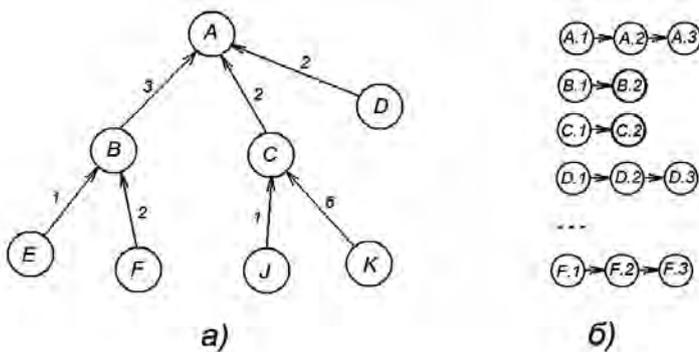


Рис. 3. Формы представления: а) структуры изделия в виде графа-дерева; б) технологических процессов изготовления ДСЕ в виде цепи

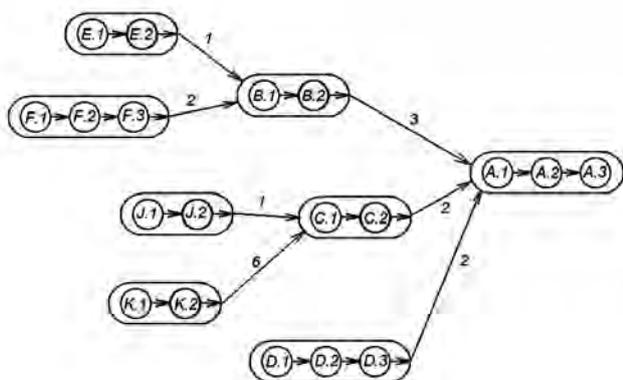


Рис. 4. Форма структурно-параметрического представления производственно-технологического образа

Кроме того, используя представление технологии в виде цепи (рис. 3 б) можно сформировать «производственную структуру изделия» в виде графа работ, который получается из электронной структуры изделия заменой вершин (ДСЕ) последовательностями технологических операций (рис. 4).

Следует отметить, что корректное описание технологической операции содержит большой объем информации, включающий сведения об оборудовании (рабочем месте), на котором выполняется операция, трудовом нормировании, материалах, комплектующих, оснастке, инструменте, необходимых для выполнения операции [3].

Основным и важнейшим преимуществом такой структуры является информативная достаточность для выполнения дальнейших планово-организационных действий.

Моделирование расписания выполнения технологических операций

В современных системах класса MRP-II, MES и APS планирование начинается с заранее заданного срока выполнения заказа и выполняется в обратном порядке, начиная от заданной к текущей дате (по временной шкале — в прошлое).

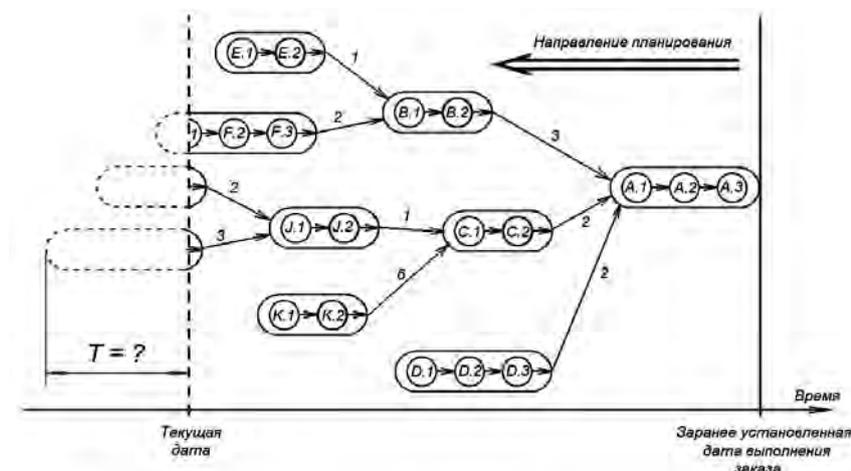


Рис. 5. Планирование в системах класса MRP-II, MES и APS

Из всех живых существ быстрее всех растет рыба, особенно уже пойманная.

Пшекруй

При таком подходе возможно возникновение ситуации, когда не хватает временного интервала для выполнения заказа (рис. 5). В таких случаях определяется новый срок исполнения заказа и на следующей итерации выполняется перепланирование.

Величину T — время, на которое необходимо сдвинуть дату выполнения заказа, невозможно рассчитать в принципе, поскольку любой сдвиг по временной шкале с большой вероятностью приводит к взаимному «наложению» технологических операций на рассматриваемом рабочем месте. Вероятность того, что в этой схеме за один «проход» планирования будет получен результат, даже не поддается прогнозированию.

Для исключения перечисленных недостатков в отличие от подходов MRP-II, MES и APS предлагается схема «однопроходного» формирования плана, обеспечивающая 100% сходимость алгоритма и соответственно гарантирующая результат планирования за одну итерацию [4].

В этой схеме планирование выполняется от исходной даты в будущее с учетом существующей занятости каждого рабочего места (рис. 6) на основе моделирования расписания выполнения технологических операций в соответствии с производственной структурой изделия. В качестве начала формирования может использоваться любая дата, но не ранее текущей.

В результате планирования определяется дата изготовления заказа и его стоимость. Важным моментом является возможность формирования модели плана до заключения договора с заказчиком, поскольку длительность производственного цикла существенно зависит от текущей загрузки оборудования (рабочих мест).

Полученный детальный план производства «синхронизирован» с запросами заказчика (сроками поставки) технологическими, производственными, логистическими и временными ресурсами предприятия, он является единственным корректным источником информации для определения любых производственно-экономических параметров.

Опыт внедрения системы синхронного управления ресурсами предприятия

Описанная модель планирования реализована на основе модифицированной конфигурации 1С:УПП на предприятии ОАО «Дальрыбтехцентр». В стандартную конфигурацию добавлены разработанные авторами модули ввода и верификации технологической информации в соответствии с отечественными стандартами, дополнительный мо-

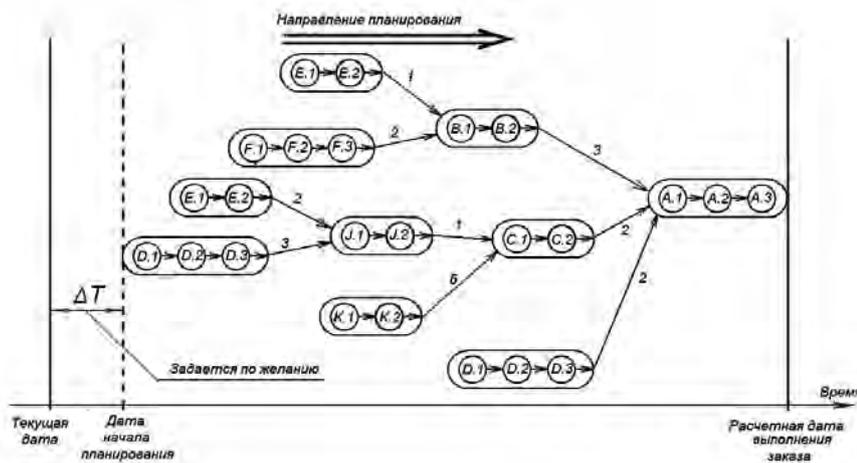


Рис. 6. Предлагаемая схема планирования производства изделия

дуль планирования, реализующий разработанные авторами методы и алгоритмы планирования. Кроме того, разработаны средства для получения плано-производственной документации. Для внедрения указанной системы на предприятии реформирована организационная структура с целью исполнения необходимых бизнес-процессов и реализации бесперебойной циркуляции информационных и материальных потоков.

В ходе работ внесены принципиальные корректировки в состав и структуру представления информации об изделиях и технологии (способах) их изготовления в соответствии с отечественной системой (схемой) подготовки конструкторско-технологической и производственной информации. Например, в зарубежных системах (подходах) основные и вспомогательные материалы входят в структуру описания детали (спецификации); по российским стандартам (в соответствии с ЕСКД и ЕСТД) эти материалы не попадают в конструкторскую спецификацию, а формируются и нормируются при описании технологического процесса.

Внедрение разработанных программных модулей обеспечивает информационную поддержку деятельности технологической и плано-диспетчерской служб, а также систематизирует взаимодействие всех подразделений предприятия.

В результате реорганизации структуры и внедрения автоматизированной системы подготовки производ-

ства сокращены трудовые нормативы в диапазоне 15...30% для различных технологических операций.

За счет качества подготовки производства практически исключены «потери» заготовок, деталей, устранены неясности в порядке выполнения технологических операций. Необходимая плано-производственная информация обеспечила возможность усиления контроля качества и соблюдения сроков исполнения работ.

Более точное материальное нормирование позволило снизить расход материалов. Также снижение расхода материалов произошло за счет уменьшения процента брака и повторного изготовления утерянных заготовок. В целом расход материалов по различным заказам снижен с 5 до 15%.

Теоретические положения и организационная модель могут быть полезными для широкого спектра машиностроительных предприятий с серийным, мелкосерийным и единичным характером производства.

Практическая реализация интегрированной системы синхронного управления ресурсами на платформе 1С: УПП обеспечивает замещение зарубежных программных продуктов класса ERP, MES, APS и др. отечественными разработками.

Список литературы

1. Жуков Э.Л., Козарь И.И., Розовский Б.Я., Дегтярев В.В., Соловейчик А.М. Технология машиностроения. Часть I. Уч. пособие. Под ред. Мурашкина С.Л. СПб.: Изд. СПбГТУ. 1999. 190 с.
2. Зыков А.А. Основы теории графов. М.: Вузовская книга. 2004. 664 с.
3. Лелюхин В.Е., Рассказов Д.М. Технологическая документация. Оформление учебных отчетных документов: учеб. пособие для вузов. Владивосток: Мор. гос. ун-т. 2008. 128 с.
4. Колесникова О.В., Лелюхин В.Е. Методика планирования дискретного машиностроительного производства//Технические науки — от теории к практике. Сб. ст. по материалам XXXVIII международной научно-практической конференции № 9 (34). Новосибирск. Изд. СибАК. 2014. с. 128-139.

Колесникова Ольга Валерьевна — начальник отдела информационных технологий ОАО «Дальрыбтехцентр», старший преподаватель кафедры технологии промышленного производства ФГАОУ ВПО Дальневосточный федеральный университет,

Лелюхин Владимир Егорович — канд. техн. наук, зам. ген. директора ОАО «Дальрыбтехцентр», доцент кафедры технологии промышленного производства ФГАОУ ВПО Дальневосточный федеральный университет (г. Владивосток).

*Контактный телефон (914) 652-97-80.
E-mail: miis@mail.ru*

Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

через каталоги "Роспечать" **81874** и "Пресса России" **39206** • сайт журнала <http://www.avtprom.ru> • Редакцию

Адрес редакции: 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 65, офис 360 Тел.: (495) 334-91-30, (926)212-60-97 E-mail: info@avtprom.ru