

Диспетчеризация производства в машиностроении с использованием информационных систем

Сергей Бонакер,

ведущий аналитик группы внедрения промышленных систем АСКОН

Современное машиностроительное или приборостроительное производство — сложная система, требующая централизованного управления. Производственные корпуса, инженерное оборудование и технологические линии нужно выстроить во взаимодействующие подсистемы — ими нужно эффективно управлять. Результаты использования производственных мощностей и материальных ресурсов напрямую зависят от качества управления. Представим себе новенький завод с современным оборудованием из восьми-двенадцати цехов и с подготовленным персоналом: на входе в административный корпус стоит очередь из заказчиков, в архиве лежит полный комплект документации на изделия с инновационными технологиями производства, являющимися конкурентным преимуществом предприятия. Что дальше?

А дальше нужно:

1. Принять заказы, оценивая возможности выполнения заказов по срокам.
2. Спланировать закупки комплектующих и материалов.
3. Сформировать планы производства, которые могут быть многоуровневыми (предприятие, цех, участок, рабочий центр) и обязаны быть взаимосвязанными.
4. Спланировать мероприятия, обеспечивающие выполнение планов в условиях существующих ограничений (организация сверхурочных или сменных работ, передача работ субподрядчикам, оптимизация мощностей и запасов).
5. Оценить выполнение плановых заданий на каждом из уровней и выработать необходимые корректирующие решения.

Вроде бы классический образец цикла Деминга-Шухарта (планируй-делай-проверяй-улучшай), приведенный в примере, применительно к управлению производством может оказаться не так уж прост в реализации.

С чего начать

Важно правильно определить объекты планирования и учета и степень детализации учета для каждого уровня управления машиностроительным производством. Например, если доля труда в себестоимости продукции не достигает определенной величины (около 15%), то, возможно, следует вообще отказаться от планирования и диспетчеризации работ, а сосредоточиться на управлении материальными или иными потоками.

Спланировать работу предприятия в целом, его служб и цехов на основе имеющихся данных об изделиях и технологиях — задача сама по себе непростая, особенно если учитывать ограничения и тем более — на нижних уровнях (выполнение технологических операций). Децентрализованные методы планирования, например, выталкивающее или вытягивающее планирование, далеко не всегда дают нужный эффект, и уж точно не дают его в случаях расхождения интересов различных производств, цехов, участков. Для их плодотворного применения требуются особые критерии оценки

эффективности работы и соответствующие схемы мотивации, которые не всегда легко применить. Поэтому для большинства предприятий актуальным по-прежнему остается централизованное планирование. При ручном централизованном планировании обычно ограничиваются планом предприятия по выпуску готовой продукции и укрупненными графиками изготовления изделий с длинным производственным циклом. Реже централизованно формируют планы для цехов, иногда укрупненные до узлов или планово-учетных единиц. Более детальные планы для цехов при ручном планировании формируются непосредственно в цехах и на участках. При этом цеховые планы уже труднее синхронизировать между собой — ведь у них разные авторы. Получается довольно сложная и «медленная» система планирования. Но самое главное — сформированный сегодня план уже завтра становится неактуальным: часть его должна быть выполнена, часть изменена. А собрать фактические сведения по выполнению планов — дело еще более сложное! Ведь нужно за относительно короткий срок аккумулировать большой объем сведений, чтобы данные учета были актуальны.

К счастью, ручное планирование и учет производства уступает место (пусть пока и неохотно) автоматизированным системам управления производством. Автоматизация, безусловно, позволят качественно улучшить управление производством: централизованно и быстро планировать работы предприятия в целом и каждого из цехов в отдельности, собирать актуальные сведения по ходу изготовления деталей и сборочных единиц (ДСЕ) — диспетчеризовать производство.

На практике за автоматизированной системой управления производством из всего цикла Деминга-Шухарта закрепляются взаимосвязанные функции планирования и учета (диспетчеризации), а выполнение работ и выработка корректирующих мер остается за человеком. Сложные формы децентрализованного планирования менее распространены — оставим их за кадром. А функция централизованного планирования

Современное производство — сложная система, требующая централизованного управления

Готовность ДСЕ																
Партия ДСЕ			Тип ДСЕ			ДСЕ										
100-002-A 078.600.0.10001.00 П			Все			Все										
Партия ДСЕ																
Наименование	Состояние	Источник поступления	Дата план	Кол-во			Трудоемкость			Элементы маршрута						
				План	Факт	%	План	Факт	%	1	2	3	4	5		
100-002-A 078.505.0.0107.00 П	Прогноз	Изготовленная	30.05.2013	9			0	0	0,00							
100-002-A 078.505.0.0108.00 П	Выполн	Изготовленная	03.06.2013	6	6	100,00	14,505565	14,5054	100,00							
100-002-A 078.505.0.0111.00 П	Выполн	Изготовленная	31.05.2013	3	3	100,00	9,7527825	9,7527	100,00	1/1		1/1				
100-002-A 078.505.0.0112 П	Выполн	Изготовленная	30.05.2013	10	10	100,00	0,00	0,00	0,00	5/2	2/1	2/2				

Рис. 1. Отчет о готовности комплектующих для сборки

сама по себе организационно представляется более простой, чем диспетчеризация, так как основывается на статичных описаниях изделий (структура, техпроцесс) и производственной среды (структура предприятия, описание и графики работы рабочих центров, справочники). А для диспетчеризации необходимо предусмотреть механизмы сбора постоянно меняющихся данных и их верификацию.

При рассмотрении функций планирования и диспетчеризации производства как элементов управления, между ними видна связь: для планирования нужны данные о текущем состоянии производства. Без обратной связи по ходу выполнения работ планирование теряет актуальность и перестает быть ценным. Именно поэтому на проектах внедрения автоматизированной системы управления производством сначала необходимо «запустить» подсистему производственного учета с решением задач диспетчеризации, а затем уже производственное планирование.

Остановимся подробнее на некоторых особенностях диспетчеризации производства, встречающихся на практике.

Диспетчеризация. Как это бывает?

Уровни и задачи диспетчеризации

Для предприятия с делением на цеха (производства) характерна двух- и трехуровневая система диспетчеризации:

1. Уровень центральной службы управления производством (для простоты будем называть такую службу ПДО — производственно-диспетчерский отдел).
2. Цеховой уровень управления производством (условно ПДБ — производственно-диспетчерское бюро).
3. Управление производством на уровне участка (начальник участка или мастер).

Основными задачами диспетчеризации на уровне ПДО чаще всего являются:

- контроль выполнения планов предприятия и графиков изготовления изделий (заказов);
- контроль выполнения планов цехов;

- оценка степени готовности изделия (заказа) в объемных показателях, например, по трудоемкости, тоннажу;
- оценка запасов ДСЕ и полуфабрикатов;
- предопределение отклонений от планового хода выполнения работ и принятие мер по устранению задержек изготовления «дефицитных» деталей;
- контроль за важными ДСЕ, например, с длинными циклами производства.

В ПДБ должны контролировать выполнение плана цеха и обеспечивающих его планов участков (если составляются).

Мастера участков осуществляют пооперационный контроль выполнения работ.

При этом автоматизированная система управления производством должна обеспечивать доступность сведений нижестоящих уровней диспетчеризации на всех вышестоящих уровнях. Например, у начальника ПДО должна быть возможность при необходимости самостоятельно контролировать и выполнение планов участков (если составляются) и выполнение отдельных технологических операций для партий ДСЕ.

Детализация диспетчеризации

На практике не всегда применяют наиболее детальный пооперационный учет изготовления ДСЕ в автоматизированных системах. Это связано со следующими факторами:

1. Потребности рассматриваемого уровня диспетчеризации. Например, для уровня ПДО объектами учета могут выступать только заказы, партии заказов (изделия), крупные узлы из графиков изготовления изделий и партии ДСЕ. Этого вполне достаточно для оценки выполнения основного производственного плана, графиков изготовления изделий и номенклатурных планов цехов. А прохождение партий ДСЕ по цехам и участкам и выполнение отдельных технологических операций в цехах может не рассматриваться как избыточная информация.
2. Достаточность модели предприятия и описания изделий для целей диспетчеризации.

В автоматизированную систему могут быть переданы или введены упрощенные сведения об изделии или производственной среде, что не позволяет опуститься ниже определенного уровня объектов учета при диспетчеризации производства. Например, технологические операции в автоматизированных системах могут быть описаны упрощенно: «Мехобработка» вместо фактически выполняемых операций «Токарная», «Фрезерная», «Сверлильная». Или в расцеховочном маршруте могут быть не указаны некоторые цехи или цехозаходы, в справочнике подразделений могут отсутствовать участки или склады.

Подобные упрощения могут использоваться сознательно, для снижения общих затрат на учет и на описание моделей изделий и предприятия, если более детальный учет вести не целесообразно и он не дает дополнительных преимуществ предприятию. К примеру, на одном из предприятий используется отчет, представленный на рисунке 1, который показывает готовность ДСЕ изделия или отдельных важных групп ДСЕ на уровне цехов, не опускаясь на уровень технологических операций. В отчете использована цветовая индикация для отображения изготовленных и просроченных партий ДСЕ работ по цехам: зеленый — выполнено; красный — просрочено; без заливки — еще не выполнено, но находится в плановых сроках.

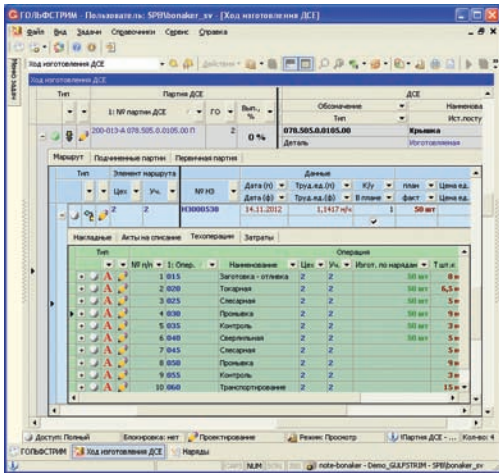


Рис. 2. Контроль выполнения операций по изготовлению партии ДСЕ в цехе

В других случаях потребность в точном пооперационном учете может существовать, но недостаточно ресурсов для быстрого ввода большого количества данных. Тогда детализация диспетчеризации производится поэтапно согласно графику проекта внедрения автоматизированной системы управления производством, но и сама автоматизированная система должна поддерживать возможность использования различных уровней детализации учета как технически, так и методически. Пример диспетчеризации выполнения технологических операций в автоматизированной системе представлен на рисунке 2. Пооперационный учет здесь осуществляется автоматически при закрытии рабочих нарядов.

Актуальность данных при диспетчеризации

Одним из важнейших условий успешного использования автоматизированной системы управления производством для целей диспетчеризации является обеспечение актуальности поступающих данных. Фактические данные по состоянию объектов учета (заказов, партий ДСЕ, техноопераций...) поступают от пользователей системы. Ввод данных человеком всегда является «узким местом» систем автоматизации. При «простой» автоматизации учета, когда пользователи обязаны «прямолинейно» вводить данные, например, по выполненным операциям или изготовленным ДСЕ в систему автоматизации, увеличивается вероятность получения неактуальных сведений. Это происходит в силу следующих причин:

1. Невнимательность и ошибки при вводе значений контролируемых объектов (количество, обозначение ДСЕ, принадлежность к заказу...).
2. Нарушение периодичности ввода данных. Например, отметка о выполнении работ над партией ДСЕ в цехе производится не сразу, а в конце дня или на следующий день. При этом сама партия ДСЕ уже может быть передана на следующий цех, а сведений об этом в системе еще нет. Или выполнение операции не отмечено, и подсистема планирования несвоевременно получает сигнал о возможности приступить к выполнению следующей операции.
3. Не вносятся отклонения фактических сведений от плановых. Например, не отмечается брак при выполнении партии ДСЕ и далее по маршруту изготовления передается меньшее количество ДСЕ в партии, чем по данным диспетчеризации. Еще, к сожалению, встречаются случаи самовольного перепроизводства, когда фактически увеличиваются партии ДСЕ относительно запланированного количества, и излишек отражается карандашом на

полях сопроводительных документов, а не в автоматизированной системе.

При автоматизации производственного учета важно максимально предотвратить возможность появления подобных ситуаций.

Наиболее действенным способом повышения актуальности данных диспетчеризации является встраивание процедур ввода данных о ходе производства в естественные процессы работы сотрудников и обеспечение сквозной прослеживаемости объектов учета в производстве.

Прослеживаемость объектов учета должны обеспечить сопроводительные документы, модифицированные для быстрой обработки машинным способом. Это могут быть дополнительно указанные коды и обозначения объектов учета из базы данных автоматизированной системы в сочетании с использованием штрихового кодирования. А сами сопроводительные документы должны появляться из системы автоматизации, а не вносятся в нее с бумажных носителей, и должны быть методически взаимосвязаны между собой. Тогда и формирование, и учет документов будут автоматизированы. Учетные документы будут существовать одновременно и в бумажном (где это необходимо), и в электронном виде, а их обработка осуществляться в автоматизированной системе и служить объективным источником данных для диспетчеризации. Диспетчеризация производства будет производиться автоматически на основании выполняемых пользователем действий по работе с документами. Такой подход, работа «от документа», позволяет избежать дополнительных затрат на ведение регламентированного учета на бумаге и в информационных системах, сократить влияние человеческого фактора на актуальность и достоверность фактической учетной информации. Пример документа, формируемого в автоматизированной системе управления производством, представлен на рисунке 3. Это типовая форма М-11 требования-накладной, формируемая автоматизированно и содержащая штриховой код для автоматизации дальнейшей машинной обработки.

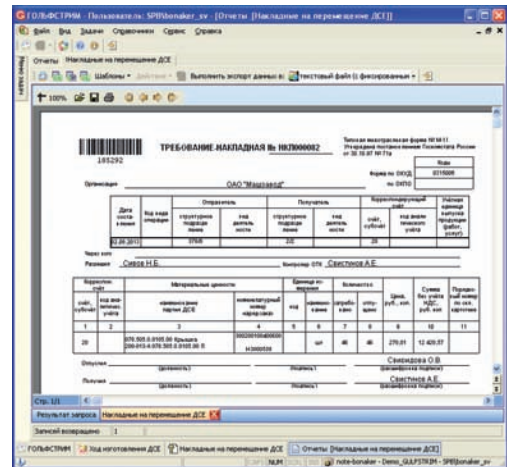


Рис. 3. Модифицированная для машинной обработки накладная с использованием штрихового кодирования

Цели диспетчеризации

Диспетчеризация производства может использоваться в следующих целях:

Основная цель:

1. Учет выполненных работ с различной детализацией, учет выполнения планов и графиков. Потребителями данной информации являются производственные службы всех уровней управления и службы, заинтересованные в информации по готовности заказов.

Дополнительные цели:

2. Учет фактических прямых производственных затрат (материальных и трудовых) и учет незавершенного производства в целях регламентированного учета.

3. Складской учет полуфабрикатов, готовых ДСЕ и готовой продукции.

Достижение перечисленных целей средствами диспетчеризации производства может осуществляться отдельно для любой из них или совместно в произвольном сочетании. Однако каждая из целей предъявляет свои требования к функционалу производственного учета.

Учет выполнения работ по изготовлению партий ДСЕ, планов, графиков требует своевременного и наиболее быстрого обновления сведений. Во главу угла ставится контроль номенклатуры выполненных работ и сроков их выполнения. Пользователям нужна информация по состоянию дел на настоящий момент для принятия своевременных и верных решений по управлению производственными процессами. И если детализация учета достигает контроля выполнения отдельных технологических операций, то время появления фактических данных в информационной системе должно исчисляться минутами. Диспетчеризация производства в этом случае предъявляет наиболее высокие требования к исполнительской дисциплине и поддержанию актуальности данных об изделиях и производственной среде в производственных спецификациях. На рисунке 4 представлен пример отчета, отражающего детализацию производственного учета на уровне изготовленных ДСЕ. Подобные отчеты могут служить хорошей альтернативой функционалу складского учета, если он используется не по назначению — в целях диспетчеризации производства.

Исполнитель		Сдано		Получено		ДСЕ		На изделие		№
№	накладной	Дата	Кол-во, шт	№	№	Обозначение / Транзитное время	№	Обозначение / Транзитное время	№	накладной
1	ИИ000001	09.04.2012	200	30	ИИ000001	ИИ000001	ИИ000001	ИИ000001	ИИ000001	ИИ000001
2	ИИ000002	09.04.2012	200	30	ИИ000002	ИИ000002	ИИ000002	ИИ000002	ИИ000002	ИИ000002
3	ИИ000003	09.04.2012	100	60	ИИ000003	ИИ000003	ИИ000003	ИИ000003	ИИ000003	ИИ000003
4	ИИ000004	11.04.2012	100	30	ИИ000004	ИИ000004	ИИ000004	ИИ000004	ИИ000004	ИИ000004
5	ИИ000005	25.08.2012	8	30	ИИ000005	ИИ000005	ИИ000005	ИИ000005	ИИ000005	ИИ000005
6	ИИ000006	26.07.2012	2	30	ИИ000006	ИИ000006	ИИ000006	ИИ000006	ИИ000006	ИИ000006

Рис. 4. Отчет об изготовленных ДСЕ

Учет затрат и незавершенного производства в целях регламентированного учета требует актуализации сведений на начало или конец отчетного периода. Как правило, это месяц, квартал или год. Для учета затрат необходимо наличие в модели предприятия и изделия лишь мест учета затрат или незавершенного производства и стоимостных оценок по переделам или условным техоперациям. То

есть для обеспечения учета затрат и «незавершенки» вполне допустимо укрупнение объектов учета и интервалов актуализации данных, что снижает затраты на учет.

Складской учет может производиться в целях как регламентированного, так и оперативного учета, например, для комплектования сборочных единиц или учета складских запасов при планировании производства или закупок. В обоих случаях требуется более простая модель предприятия: только места хранения (кладовые и склады). А интервал актуализации данных зависит от целей складского учета и соответствует случаям, рассмотренным выше.

При автоматизации производственного учета нельзя упускать из виду преследуемые цели. Если помимо регламентированного учета затрат или складских запасов диспетчеризация нужна для оперативного управления производством, для планирования, то заказчик функционала и руководитель проекта должны прилагать необходимые организационные усилия

по обеспечению высоких требований по исполнительской дисциплине и организации механизмов поддержания необходимой точности и актуальности данных. А если этого не происходит, то даже верно спроектированная и реализованная подсистема диспетчеризации может «деградировать» в подсистему упрощенного регламентированного учета, непригодную для использования в качестве обратной связи для производственного планирования и принятия своевременных решений.

Выводы

При решении задач диспетчеризации важно найти компромисс между необходимой точностью и своевременностью учета производства и затрачиваемыми для этого усилиями. Эффективным способом поиска такого компромисса может послужить этапность решения вопроса. Наиболее логичным решением представляется построение системы диспетчеризации в два-три этапа, соответствующих уровням управления производством:

- уровень предприятия — учет выполнения готовых изделий;
- уровень цехов, производств, участков — учет выполнения работ по партиям ДСЕ без учета отдельных технологических операций внутри цеха или участка;
- внутрицеховой уровень — пооперационный учет выполнения работ.

На каждом из этих этапов необходимо определить объекты учета и требуемую частоту актуализации данных, достаточную для своевременной реакции на отклонения. При этом каждый уровень учета при внедрении должен быть независим от нижестоящего, чтобы его можно было сразу же использовать, но при этом должен предусматривать механизмы получения результатов работы нижестоящего после его внедрения.

С экономической точки зрения целесообразно совмещать достижение различных целей диспетчеризации с помощью единого модуля производственного учета системы управления производством. При этом вполне логичным решением будет интеграция модуля с финансово-учетной системой регламентированного учета как потребителя консолидированной учетной информации и поставщика отдельных учетных сведений, например, для складского учета.

Пооперационное управление может проводиться с помощью систем класса MES (Manufacturing Execution System), но требования к детализации и частоте сбора данных при этом самые высокие. Наилучшего результата позволяет достичь использование технологий SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), автоматизирующих сбор фактических данных непосредственно с исполнительных устройств и оборудования. Однако затраты на реализацию столь детального планирования и учета могут превосходить эффект от их применения.

Автоматизация диспетчеризации, как показывает практика, способна многократно увеличить отдачу от специалистов, занятых учетом производства и планированием. Работа диспетчера приобретает интеллектуальный характер. Упор в работе смещается от беготни по цехам и рабочим местам к анализу текущей производственной ситуации и предупреждению нежелательных явлений, таких как простои, задержки выполнения заказов.