Б.В. Големенцев, засл. конструктор РФ
Екатеринбург, ОАО «ОКБ «Новатор»

ГЛУБОКАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В работе обсуждаются принципы построения системы управления и реструктуризации производства, применимой в современных условиях для высокотехнологичных предприятий машиностроения. Методология опробована на практике и доказала свою эффективность на ряде предприятий Российской Федерации и, в частности, Урала. Принципиальным положением является приоритет решения управленческих задач, коренной реорганизации системы производственных отношений по сравнению с вопросами технического перевооружения.

Глубокая модернизация производства предполагает коренное изменение основных составляющих производственного процесса, включая 1) совершенствование системы планирования, 2) системы оплаты, 3) системы контроля исполнения, а также 4) техническое перевооружение производства. При этом наиболее затратная часть модернизации − техническое перевооружение производства − должна логично опираться и развивать соответствие системы управления законодательным, рыночным и техническим возможностям предприятия.

Система управления многих предприятий машиностроения сохраняет в основе особенности планового (социалистического) способа производства, что не позволяет эффективно работать в условиях принципиально изменившейся законодательной базы. Деньги и результат труда стали неразделимы. Сегодня экономия, полученная при снижении себестоимости, законно может быть использована предприятием по своему усмотрению. Следовательно, наведение порядка в управлении позволит ускорить окупаемость капиталовложений.

1. Система планирования производства

Рассмотрим задачу внутрипроизводственного планирования при условии, что объёмы и сроки выпуска продукции определены как итог работы маркетинговых служб.

Предлагаемый метод планирования основан на сбалансированности условий заключенных контрактов и производственных ресурсов.

Вопрос достаточности трудовых ресурсов остается вне рассмотрения, поскольку, с одной стороны, решается исходя из общей стратегии использования оборудования, а с другой − в силу остроты, требует отдельного рассмотрения.
Условия заключенных контрактов с учетом трудоёмкости изготовления изделий определяют номенклатуру оборудования, необходимого для выполнения производственного плана. Расчет основан на определенном далее понятии «физические возможности оборудования».

Каждое изделие состоит из N деталей, имеющих определенный цикл изготовления *Ti* (час). Время (*Q*), необходимое для изготовления детали на одном станке, определяется формулой $Q = N \times T$.

При изготовлении изделия или детали на станках нескольких типов общее время изготовления равно сумме времени работы каждого станка:

$$Q = Qm + Qф + Qp + Qj, \quad (1)$$

где *m, ф, p, j* − токарные, фрезерные, расточные или иные виды работы.

Величина *Q* в чисто экономических расчетах определяет общую величину трудоёмкости.

Месячная загрузка (*Qj*) одного вида оборудования равна сумме произведений $\sum Ti$ x *Ni* по всем видам деталей, изготавливаемых на этом типе оборудования. Здесь *Ti* и *Ni* − трудоемкости и количество деталей, изготавливаемых на данном виде оборудования.

В идеале $Qj = Sk$, где *Sk* − количество рабочих часов в месяце.

Физическая возможность оборудования *Sk* (час) – фонд рабочего времени оборудования в течение календарного периода, где *k* − коэффициент сменности работы (*k* = 1, 2, 3). Так, при средней продолжительности месяца и трехсменной работе *S* = 500 часов.

Необходимая поправка на плановые операции и ремонты учитывается (1) посредством коэффициента $Qj = S$ x *K*.

Основной принцип системы планирования: величина *S* зависит от состояния оборудования и компетентности службы эксплуатации, однако практически *K* необходимо уложить в пределы 0,9-0,95.

2. Система оплаты труда операторов

В предлагаемой системе планирования значения *Q* (1) и *S* не содержат потерь связанных с технологическими рисками, к которым можно отнести внезапное отключение энергии, поломку станка или массу других причин, не позволивших выполнить производственное задание. Такие потери не включены в расчет, поскольку не предполагается оплачивать простои по таксе производства продукции.

Основной принцип системы: нет продукции – нет оплаты в полном объёме.

Предприятие компенсирует простои за свой счет. У каждой неприятности есть автор, и он несет материальную ответственность за свои ошибки, но изъятые у него деньги не пойдут рабочему в качестве компенсации за вынужденный простой. Реализовать вышеприведенные положения можно, только имея "гибкую" часть средств в структуре зарплаты.

Традиционно зарплата состоит из оклада и премиальной части. Оклад фиксируется соглашением между работодателем и работником при приёме на работу, а премиальная часть определяется итогами финансовой деятельности предприятия.

Соотношение оклада и премии в структуре зарплаты 1:3, а ещё лучше − 1:4, дает хороший рычаг давления на нерадивых работников, а при вынужденных простоях по вине администрации заплатите только четверть.

Разработанный производственный план определяет систему сменных заданий с оплатой по результату выполнения заданий.

3. Система контроля выполнения заданий

Только оперативный, действенный контроль за выполнением производственного задания позволит избежать неприятности в конце отчетного периода.

Начиная с конца шестидесятых годов (с применением вычислительных машин в управлении производством) на предприятиях появились службы контроля исполнения, ставшие к исходу советской власти достаточно большими подразделениями крупных предприятий. "Почему бы и нет?" Министерство давало деньги на содержание, а за отсутствие этой службы серьёзно наказывало.

Возьмем все лучшее из старого − собственно необходимость иметь систему контроля, и ликвидируем специальную службу контроля, перепоручив ее функции программному обеспечению персонального компьютера (ПК).

Движение материальных средств (в том числе и сделанные детали) из одного подразделения в другое сопровождается потоком документов (обычно накладных). Любой полученный документ, а тем более сопровождающий материальные ценности, должен быть зарегистрирован. Заменив бумажную книгу регистрации электронной, назовем её "база выполненных заданий".

Остается ввести в ПК план работ и сравнивать его каждый день с фактическим выполнением (база выполненных заданий). Расхождения между планом и фактом оперативно представляются руководителю соответствующего уровня.

Переходя к терминологии технической кибернетики, отметим, что мы получили классическую замкнутую систему автоматического управления производством с её тремя основными компонентами: 1) вход − план; 2) выход − база выполненных заданий; 3) сигнал ошибки − разница между планом и фактическим выполнением.

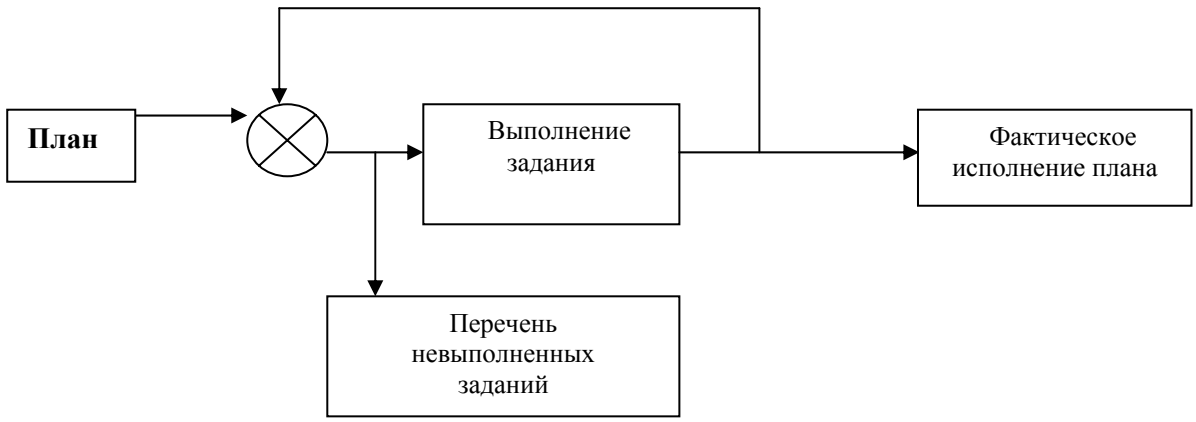

Рис. 1. Система регулирования процесса выполнения производственного плана

Охарактеризуем особенности предлагаемой системы контроля:

- информирует только о невыполненных заданиях, что существенно сокращает объём анализируемой информации;
- информация о выполнении задания снимается в точке его приёма, а не исполнения, что существенно повышает достоверность информации;
- для функционирования не требуется специального персонала.

Создав эти три системы на производстве, проведя с их помощью анализ соответствия задания и ресурсов, можно переходить к четвертой, наиболее за-

тратной части модернизации − техническому перевооружению производства − комплексу организационно-технических мероприятий, направленному на снижение затрат при производстве продукции и улучшение условий труда.

4. Техническое перевооружение производства

Наиболее дорогостоящая часть проекта − замена морально устаревшего, не обязательно физически изношенного, оборудования.

Конкурентноспособная на мировом рынке продукция должна соответствовать принятым критериям по качеству и цене. Оставляя проблемы качества вне рамок данного обсуждения, рассмотрим задачу снижения себестоимости. Качественная продукция может быть дешевой либо за счет применения высокопроизводительного оборудования, либо за счет минимизации оплаты труда. Но если первое не имеет границ, как их не имеет мысль, то второе имеет совершенно четкий предел, к которому она может стремиться, никогда не достигая. Отсюда актуальность технического перевооружения.

На первом этапе следует определить количество оборудования, необходимого для решения поставленной задачи. И здесь одна задача распадается на две отдельные:

1) продолжить производство ранее освоенной продукции, сократив затраты на её изготовление;

2) освоить производство нового вида продукции.

Начнем решение первой. Составим перечень оборудования, используемого для производства заданного объёма продукции, и против каждого существующего типа укажем тип предполагаемого оборудования. Введем коэффициент производительности *Кп* (соотношение производительности существующего и предполагаемого оборудования) и коэффициент сменности *Кс* (соотношение сменности существующего и предполагаемого оборудования).

Далее просчитаем количество станков, которое мы использовали для производства конкретного вида продукции, и поделим их на произведение *Кп* х *Кс*. Получим потребное количество станков с заданной величиной производительностей. Более подробно методика изложена в статье[4].

Первоначальную оценку потребности в оборудовании при освоении новой продукции можно вести по методике, учитывающей объём снятого металла и производительность станка.

В любом случае будем считать, что количество и номенклатура оборудования, необходимого для ввода в эксплуатацию, определены и детали распределены по станкам.

Первую часть работы завершим составлением таблицы, которая поможет оценить фактическую эффективность проделанной работы. Экономические службы наложат на этот перечень ценовые ограничения, и мы получим нормальный план технического перевооружения.

Назовем проделанную работу стратегической частью проекта и перейдем к основной тактической задаче − минимизации затрат. В литературе приведено

[4] Големенцев Б.В. Управление производством в современных условиях// ИТО. 2002. №7.

достаточно много методик расчета окупаемости, а мы рассмотрим простой случай самых малых потерь.

Текущее и перспективное распределение деталей по типам станков

Наименование детали	Перечень используемого оборудования	Трудоёмкость по переделам	Перечень устанавливаемого оборудования	Трудоёмкость по переделам	Эффективность мероприятий
	Было		Будет		

Мы взяли со своего счета в банке деньги и перевели их в качестве аванса за приобретаемое оборудование. Если бы деньги лежали на счете, мы каждый день получали бы прирост, равный проценту по депозиту, а за период технического перевооружения сумма равнялась бы этому проценту, умноженному на количество дней в этом периоде. Таким образом определяется реальный момент начала технического перевооружения.

Далее события будут развиваться по двум направлениям: завод-изготовитель за наш аванс начнет делать нам станок, и повлиять на этот процесс мы не имеем возможности; процесс материальной и документальной подготовки к скорейшему вводу в эксплуатацию оборудования проходит по нашему плану и под нашим контролем.

Задача состоит в том, чтобы между моментами доставки станка и началом его работы на "план" стояло только время монтажа и пусконаладки. Объём работ, который необходимо выполнить в подготовительный период, определяет план работ по техническому перевооружению предприятия. Практически необходимо решить задачу сетевого планирования. Отягощается данное обстоятельство тем, что эти работы предприятие проводит достаточно редко, а ошибки в них будут чувствоваться долгие годы.

Для разработки плана – графика (ПГ) технического перевооружения производства можно использовать пакет MS Project, предназначенный для сетевого планирования. Как всякий организующий документ, ПГ должен объединить объёмы, сроки и исполнителей работ.

В соответствии с логикой событий ПГ целесообразно разбить на две части: в первую часть включаются все вопросы, связанные с приобретением и пуском оборудования в эксплуатацию; во вторую часть включаются все вопросы, связанные с подготовкой производства на этом оборудовании.

Идеальным признаем ситуацию, когда эти два процесса имеют единый срок окончания. Составление первой части начнем с разработки планировки размещения оборудования.

На первый взгляд, это банальная работа, которая может вам в дальнейшем облегчить жизнь или создать непреодолимые в определенном аспекте трудности. А рассуждения эти касаются вопроса многостаночного обслуживания. Путь рабочего от пульта до пульта должен быть минимальным, обзор с каждой точки − хорошим, да ещё не грех к станку с длительным циклом изготовления детали подставить станок с коротким циклом.

Стратегическая разработка размещения не зависит от числа оборудования, приобретаемого в первую очередь, а зависит от общего плана технического перевооружения географически оформленной территории. Далее пойдут пункты плана, которые не требуют каких-либо комментариев, поэтому представим их просто в виде пакета проектов (рис. 2).

План график		ПГ участка Т	Длительность
3		выпуск КД фундаменты	25 дней?
4		строительство фундамента	40 дней
5		выдача ТЗ на энергоснабжение	35 дней?
6		выпуск КД на энергоснабжение	30 дней?
7		монтаж системы энергоснабжения	25 дней?
8		монтаж оборудования	15 дней?
9		пуско- наладочные работы	10 дней?
10		общее время подготовки	118 дней

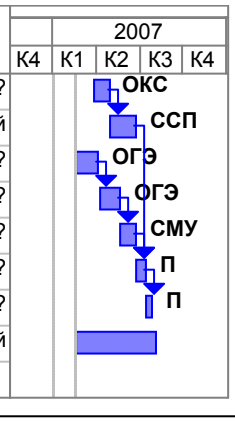

Рис. 2. Перечень работ начального этапа технического перевооружения

Расшифруем название исполнителя, хотя они и приведены для примера: ОГТ – отдел главного технолога; ОГМ – отдел главного механика; ОКС – отдел капитального строительства; ССП – специализированное строительное подразделение (предприятие); ОГЭ – отдел главного энергетика; СМУ – специальное монтажное управление; П – поставщик.

Мы рассмотрели частный случай установки оборудования в подготовленное помещение. Случай практически идеальный. Реально пунктов плана будет существенно больше, однако время проведения подготовительных работ под монтаж оборудования не должно превышать времени изготовления и поставки оборудования.

Задача совместить момент окончания пуско-наладочных работ с моментом начала практического освоения изготовления деталей требует разработки ещё одного плана–графика подготовки производства (рис. 3). Воспользуемся тем же пакетом и проделаем эту работу, учитывая что перечень изготавливаемых деталей определен в таблице. В приведенном примере оба графика имеют единую продолжительность − 118 дней. Только такое совпадение сроков позволит избежать финансовых потерь.

Мы составили график подготовки производства одной детали, однако мало вероятно, что при сегодняшних объёмах станок изо дня в день будет делать одну деталь. Это скорее исключение из правил, а правилом является изготовление на одном станке нескольких номенклатур. В этом случае аналогичные графики придется делать и по другим деталям таблицы.

После определения номенклатуры деталей, подготовка производства которых ведется на первый месяц эксплуатации, устанавливается величина партии и, умножив на трудоёмкость изготовления, получим величину трудозатрат на одну номенклатуру. При этом крайне желательно расчетную трудоёмкость изготовления первой детали увеличить в три, а второй − в два раза. Это чисто

опытное соотношение компенсирует неизбежные потери времени при освоении производства детали.

План график	Технологическая подготовка детали 1к8	Длительность	Начало
1	разработка технологии 1 этап	20 дней?	Пн 18.09.06
2	выпуск технологических процессов	118 дней	Пн 18.09.06
3	выдача задания на проектирование оснастки	20 дней	Пн 16.10.06
4	проектировани оснастки	20 дней	Пн 16.10.06
5	выдача задения на приобретение инструмента	35 дней	Пн 13.11.06
6	изготовление оснастки	55 дней	Пн 13.11.06
7	приобретение инструмента	118 дней	Пн 18.09.06
8	общее время подготовки	118 дней?	Пн 18.09.06
9		1 день?	Пн 18.09.06

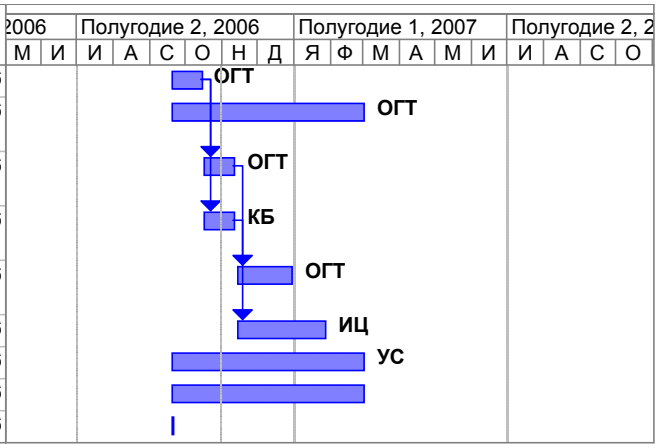

Рис. 3. План–график подготовки производства

Дальше ещё проще: вычислим оставшийся лимит рабочего времени станка, учитывая число рабочих часов в месяц, и при возможности перейдем к следующим деталям.

Рассмотрим порядок действия в случае поставки фирмой оборудования «под ключ». Основной момент этой стратегии: заключая контракт на поставку оборудования, в перечень необходимых услуг включается перечень деталей, по которым необходимо провести полную технологическую подготовку. Тогда уже поставщик составляет план – график и выполняет все работы, а вы только принимаете продукт труда.

Каковы недостатки и преимущества этого подхода? Прежде всего придется заплатить за дополнительную услугу. Второй видимый недостаток – лишая своих технологов творческой работы, вы неизбежно понижаете уровень их квалификации.

А что в преимуществах? На этапе выбора типа оборудования вы фактически перекладываете ответственность за правильность решения на поставщика, поскольку представили ему список деталей, а он под них выбрал оборудование и, следовательно, несет ответственность за принципиальную возможность изготовления детали и за заявленное время изготовления.

Проблемы трудовых ресурсов также придется решать ему, а не вам. При залповом проведении технического перевооружения, когда покупается несколько станков, технологические службы физически не имеют возможности провести документальную подготовку производства в требуемые сроки, что неизбежно ведет к финансовым потерям. Конечно, можно нанять ещё людей и выполнить эту работу, но, во-первых, где взять высококвалифицированных специалистов, а во-вторых, что с ними делать, когда техническое перевооружение проведено, а до будущего неизвестно сколько времени?

Видимо, лучше остановиться на варианте, когда технологическую подготовку производства проводит фирма-поставщик оборудования или подготовка проводится совместными усилиями поставщика и заказчика.