

ТЕМА 10. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И РЕАЛИЗАЦИИ ПРОДУКЦИИ

- 10.1. Содержание и задачи оперативно-производственного планирования.
- 10.2. Агрегатное планирование.
- 10.3. Планирование единичного производства.
- 10.4. Оперативно-производственное планирование серийного производства.
- 10.5. Процесс разработка Плана производства с учетом планирования производственной мощности и реализации продукции.

10.1. Содержание и задачи оперативно-производственного планирования

Успешное выполнение годового плана предприятия (объединения) обеспечивается не только оперативным планированием, но и целенаправленной деятельностью аппарата управления по каждой функции производства. Например, отдел главного конструктора разрабатывает планы-графики выполнения работ по соответствующим разработкам, отдел материально-технического снабжения составляет поквартальные, месячные и сменно-суточные планы завоза материалов, отдел главного технолога составляет аналогичные планы разработки технологических процессов, изготовления и восстановления оснастки, отделы главного энергетика и главного механика составляют и реализуют квартальные, месячные и подекадные планы планово-предупредительного ремонта оборудования и т.д.

В настоящем параграфе темы рассматриваются только системы оперативного планирования основного производства по выполнению им плана производства и реализации продукции.

Оперативно-производственное планирование представляет собой завершающий этап внутрипроизводственного планирования. Оно органически связано с технико-экономическим планированием, являясь его продолжением, осуществляемым в ходе выполнения годового плана. Особенность оперативно-производственного планирования состоит в том, что разработка плановых заданий производственным подразделением сочетается с организацией их выполнения. Главная задача планирования состоит в организации слаженной работы всех подразделений предприятия (объединения) для обеспечения равномерного, ритмичного выпуска продукции в установленных объеме и номенклатуре при полном использовании производственных ресурсов.

В процессе оперативно-производственного планирования разрабатываются календарно-плановые нормативы, план выпуска продукции предприятием по месяцам года; оперативно-календарные планы выпуска и графики производства узлов, деталей цехами, участками по месяцам, неделям, суткам, сменам (а иногда и часовым графикам); выполняются объемные расчеты загрузки оборудования и площадей; организуются сменно-суточное планирование, оперативный учет хода производства, контроль и регулирование его (диспетчирование).

Оперативное планирование должно базироваться на прогрессивных календарно-плановых нормативах, обеспечивать сопряженность в работе подразделений, способствовать лучшему использованию фондов, обладать гибкостью.

Оперативное планирование складывается из календарного планирования и оперативного регулирования хода производства — диспетчирования. *Календарное планирование* — это детализация годового плана производства продукции предприятия по срокам запуска — выпуска каждого вида продукции и своевременное доведение этих показателей до каждого основного цеха, а внутри его — до каждого производственного участка и рабочего места. Оно включает также и оперативный учет (ручной или автоматизированный) выполнения сменно-суточных заданий и месячной производственной программы рабочими, бригадами, коллективами участка и основного цеха.

Оперативное управление и регулирование хода производства осуществляются диспетчированием путем систематического учета и контроля за выполнением сменно-

суточных заданий и применения профилактических мероприятий, устраняющих причины, нарушающие ритмичный ход производства и срывы выполнения планов.

Оперативное планирование по месту его выполнения подразделяется на межцеховое и внутрицеховое.

Межцеховое планирование направлено на поддержание слаженной, ритмичной работы основных цехов, обеспечение их бесперебойного снабжения и обслуживания вспомогательными цехами и службами. Исходными данными межцехового планирования являются сводный план реализации продукции и портфель заказов. Межцеховое планирование осуществляется производственно-диспетчерским отделом (ПДО) предприятия. В функции этого отдела входят: разработка оперативно-календарных нормативов, взаимная увязка содержания и сроков календарных графиков работы цехов основного и вспомогательного производств и обслуживающих служб, составление и выдача основным цехам квартальных и месячных календарных планов производства продукции, оперативный учет и диспетчирование выполнения календарного плана цехами.

Внутрицеховое планирование направлено на ритмичное выполнение участками и их рабочими местами заданной месячной программы. Внутрицеховое планирование и управление выполняется в цехе производственно-диспетчерским бюро (ПДБ), а на участке — мастером с помощью ПДБ.

10.2. Агрегатное планирование

Агрегатный план производства и продаж конечной продукции представляет второй уровень иерархии планов, разрабатываемых на предприятии. Он позволяет сопоставить данные маркетинговых исследований рынка и возможностей производства в среднесрочном периоде, четко определяет в терминах продуктовых групп и семейств изделий, что должно быть изготовлено и реализовано для того, чтобы был выполнен бизнес-план предприятия. Агрегатный план производства и продаж относится к среднесрочным планам. Горизонт планирования здесь должен быть достаточен для того, чтобы осуществлять планирование ключевых ресурсов, необходимых для его выполнения. Обычно это срок от 3 до 8 месяцев. Отметим, что для планирования многих ресурсов естественен годичный цикл. Это персонал предприятия, закупки сельскохозяйственной продукции, добыча ресурсов и др. Поэтому горизонт планирования для плана производства и продаж тоже тяготеет обычно к одному году.

Как правило, ежемесячно отделы маркетинга и продаж детализируют общий план продаж, а службы производственного планирования — общий план производства (т. е. обе составные части плана производства и продаж), опираясь на наличные ресурсы и преодолевая «узкие места» производства. Балансировка возможностей и потребностей производится в укрупненном виде. Термин «*агрегирование*» означает здесь укрупнение соответствующих показателей планов и ресурсов в общие, объединяющие отдельные позиции, показатели. Укрупненные данные прогнозируемого спроса и наличных ресурсов, таких, как производственные мощности, запасы, численность рабочих и пр., используются разработчиками плана для определения темпа выпуска предприятием продукции в течение планового периода в разрезе укрупненных позиций.

Применительно к организации, ориентированной на сервис, которая обеспечивает обучение менеджеров работе на компьютерах, можно рассмотреть следующий пример. Фирма предлагает обучение работе с несколькими компьютерными языками и нанимает на работу нужное число преподавателей, чтобы удовлетворить спрос на обучение. Спрос имеет тенденцию к снижению в праздничные дни и летом, когда начинаются отпуска. Отреагировать на изменения спроса фирма может увольнением преподавателей, проведением рекламных кампаний с целью увеличения спроса в «затишающие» сезоны, снижением цены или, наоборот, наймом дополнительных работников, заключением подрядов на работу с другими обучающими агентствами во время пиковых периодов. В то же время снижение цены ведет к потере части доходов, а подряды могут «открыть дверь»

конкурентам и усилят риск потерять клиентов. Отметим, что в любом случае планирующий процесс менеджер принимает решение в терминах среднесрочной мощности/пропускной способности, не входя в детали конкретных изучаемых компьютерных языков или состава учащихся.

Совместное рассмотрение и обсуждение плана производства и плана реализации верхним эшелоном руководителей предприятия позволяет выработать тактику ведения бизнеса. Очевидно, что это достаточно сложный и неформальный процесс, требующий многократного обсуждения и согласования с различными службами и отделами управления предприятия. Согласованный план производства утверждается руководством предприятия, после чего он вступает в законную силу. Тем самым подтверждается, что он соответствует маркетинговой политике предприятия, доступным объемам финансирования, целям оптимального использования производственных возможностей и разработанных инженерных решений и в конечном счете - бизнес-плану предприятия.

План производства показывает, сколько изделий каждой группы должно быть изготовлено для того, чтобы удовлетворить спрос, поддерживать плановый уровень запасов с учетом поступивших и незакрытых заказов. Решающим действием на этом уровне является определение тех ключевых ресурсов, которые, возможно, будут ограничивать выполнение плана производства. Для определения объемов и сроков их приобретения должен составляться перечень ресурсов, необходимых для изготовления каждой группы изделий, и выполняться расчет потребности на основе нормативов расхода на одно усредненное изделие группы. Показатели плана производства и продаж должны постоянно сопоставляться и сравниваться с *бизнес-планом*. С другой стороны, после утверждения они рассматриваются как задание для следующего уровня планирования — разработки *главного плана-графика производства*, т. е. для определения того, сколько единиц специфицированной конечной продукции и когда должно быть сделано.

Таким образом, разрабатывая агрегатный план, менеджеры верхнего уровня пытаются выбрать наилучший способ удовлетворения прогнозируемого спроса путем увязки его с наличными ресурсами. Главной целью является минимизация затрат в течение всего среднесрочного периода, а методами балансировки - регулирование темпов производства и уровня использования трудовых ресурсов, уровня запасов и привлечения субподрядных организаций, а также ряда других поддающихся контролю параметров. Агрегатное планирование является частью общей системы производственного планирования. Поэтому для занимающихся им менеджеров важно понимать интерфейс (связи) между планами разных уровней, характер влияния на планы многих внутренних и внешних факторов. Рассмотрим подробнее сущность решений в агрегатном планировании.

Стратегии агрегатного планирования

Существует несколько вопросов, на которые менеджер должен ответить, когда он приступает к разработке агрегатного плана: 1) должны ли использоваться запасы (заделы), чтобы отреагировать на изменения спроса в течение планового периода? 2) должны ли изменения спроса сопровождаться изменениями в численности работников путем их приема и увольнения? 3) должны ли применяться сверхурочные работы либо, наоборот, в период снижения спроса допустимы простои? 4) должны ли использоваться субподрядчики в период пика спроса с тем, чтобы сохранить без изменений основную численность работников? 5) должны ли меняться цены или применяться другие способы стимулирования спроса?

Все эти стратегии планирования доступны для менеджмента. Они включают манипулирование запасами (заделами), темпом производства, уровнем использования труда, производственными мощностями и другими управляющими параметрами. Когда во времени изменяется только один параметр, имеет место так называемая *чистая стратегия*. Обычно используется комбинация стратегий для того, чтобы достичь лучших результатов планирования. Тогда речь идет о *смешанной стратегии*. Рассмотрим подробнее восемь чистых стратегий. Первые пять из них называются *пассивными стратегиями*, так как они не предусматривают воздействия на спрос, а только реагируют на его изменения, управляя

внутренними ресурсами предприятия. Последние три являются *активными стратегиями* прибегая к которым предприятия пытаются воздействовать на характер спроса на протяжении планового периода.

Чистые стратегии

1. *Управление уровнем запасов (заделов)*. Можно увеличивать незавершенное производство и запасы готовой продукции в периоды снижения спроса, чтобы встретить ими высокий спрос в будущие периоды. Если принять эту чистую стратегию, то придется смириться с тем, что затраты на хранение и страхование продукции, потери от ее старения и порчи, а также капитальные вложения в складские объекты увеличатся. С другой стороны, когда предприятие входит в период высокого спроса, нехватка продукции на складах приведет к потере объема продаж и потенциальных покупателей в будущем.

2. *Варьирование численности работников путем их найма или увольнения*. Один из путей отслеживания спроса — это найм или увольнение производственных рабочих для выравнивания темпа производства в соответствии с изменением спроса. Но часто новые рабочие нуждаются в обучении, требуется время для овладения навыками работы, поэтому средняя производительность временно падает. Ожидаемые увольнения снижают моральный дух рабочих и могут также привести к снижению производительности труда. Кроме того, высокая текучесть кадров не способствует развитию корпоративной культуры, что в целом отрицательно влияет на организацию.

3. *Варьирование темпов производства путем использования сверхурочного времени или времени простоев*. Иногда оказывается возможным сохранять постоянную численность рабочих, изменяя продолжительность рабочего времени. Этот способ удобен, но имеет ограниченное применение, особенно в тех случаях, когда спрос возрастает быстро и значительно. К тому же затраты на оплату сверхурочной работы увеличиваются, а длительные сверхурочные работы утомляют рабочих, что в итоге проявляется в снижении производительности труда. Сверхурочная работа связана также с необходимостью содержать производственное оборудование в постоянной готовности, что приводит к дополнительным затратам.

4. *Субподряд*. Предприятие может временно «приобретать» дополнительные производственные мощности, заключая субподряд на выполнение отдельных работ в пиковые периоды спроса. Субподряд, однако, имеет несколько негативных моментов. Во-первых, это недешево, во-вторых, это риск «открыть дверь» конкуренту и потерять клиентов и, в-третьих, трудно найти совершенную подрядную организацию, выполняющую работы качественно и точно в срок.

5. *Использование временно нанимаемых рабочих*. Временные рабочие особенно в секторе обслуживания могут закрыть лишь потребность в неквалифицированном труде. Это очевидно для ресторанов быстрого обслуживания, хранилищ розничных товаров и супермаркетов.

6. *Воздействие на спрос*. Когда спрос низкий, предприятие может попробовать воздействовать на него, прибегая к рекламе, приемам продвижения товаров на рынок (в частности, увеличивая персональные продажи и снижая цены). Авиакомпании и отели объявляют о снижении цен на длительный отдых и постоянным клиентам, проводят сезонные снижения цен; телефонные компании снижают тарифы на ночные переговоры; кондиционеры не так дороги зимой, как летом, и т. д. Однако эти приемы не всегда способны установить баланс между спросом и имеющейся производственной мощностью предприятия.

7. *Задержка выполнения заказа в период высокого спроса*. Задержанные заказы — это заказы на товары или услуги, которые принимаются фирмой, но не могут быть (с какой-либо целью или случайно) выполнены в установленный срок. Если покупатели согласны ждать, не изменяя своего мнения о фирме и не снимая заказа, задержка заказов является вполне приемлемой стратегией. Но это не всегда так. Поэтому данный прием малоприменим для производителей большинства товаров.

8. *Производство разносезонных изделий*. Стратегия, широко используемая,

позволяющая сгладить резкие колебания результатов производственно-хозяйственной деятельности предприятий. Примерами могут служить предприятия, которые изготавливают одновременно обогревающие печи и кондиционеры или лодочные моторы, легкие мопеды и снегоходы. Такие компании подвергаются только одной опасности: если, следуя этой стратегии, они приступят к оказанию услуг или производству товаров, находящихся далеко за пределами их профессиональной компетенции и поэтому несоответствующих требованиям рынка.

Смешанные стратегии

Выбор смешанной стратегии будет иным для сервисных фирм, так как они не могут создавать запасы. Субконтракт, как отмечалось, может привести к усилению позицией конкурентов. Поэтому сервисные фирмы обычно строят агрегатные планы, основанные на изменении численности и/или расстановки персонала. Они осуществляют это с помощью перекрестного многопрофильного обучения и ротации персонала, изменяя рабочее расписание, а также используя временный персонал.

Планирование уровня производственных мощностей является одной из важных смешанных стратегий. В соответствии с ней предприятия ориентируются на агрегатные планы, в которых дневные мощности из месяца в месяц одинаковы. В результате производственные системы поддерживаются на одинаковых нормативных уровнях, а товарные запасы меняются, выравнивая разницу в месячном спросе и объеме производства. В то же время частичный баланс достигается за счет частых и оперативных перемещений работников по рабочим местам внутри предприятия. Философия этих предприятий такова: постоянная занятость обеспечивает требуемое качество продукции, уменьшает число невыходов на работу, текучесть кадров, а также вовлекает большее число работающих в сотрудничество с фирмой для достижения общего выигрыша. Планирование уровня производственных мощностей обеспечивает снижение затрат на производство в большей степени, чем другие стратегии: отмечается прямая связь этого подхода с повышением квалификации рабочих, снижаются затраты на прием и увольнение, оплата сверхурочных работ. Общая концепция этой стратегии используется в системе Toyota. В частности, она находит отражение в процедуре «выравнивания» на ее первом среднесрочном этапе.

Методы агрегатного планирования

Рассмотрим несколько методов, которыми пользуются менеджеры при агрегатном планировании. Это интуитивный метод, графический и табличный методы, математические методы (линейного программирования, линейных правил принятия решений, управляющих коэффициентов, компьютерное моделирование).

Интуитивный метод. Это, пожалуй, самый привычный и удобный для менеджера не количественный, а качественный подход к планированию. Он основан на опыте и интуиции принимающего решения и позволяет ему учесть множество факторов, чего практически невозможно достичь при использовании какого-либо количественного метода. В то же время обоснованность результатов при этом подходе обычно вызывает сомнения. Как правило, любая организация «пронизана» множеством факторов, большинство которых противоречивы по своему действию. Конфликты среди различных подразделений в большой организации не так уж редки. Например, производственные менеджеры мечтают иметь систему поточных линий, используя которые можно производить большое количество однородной дешевой продукции, а в периоды колебания спроса продавать ее со складов, обеспечивая, тем самым, высокий уровень покупательского сервиса. Финансовые менеджеры предпочитают минимизировать складские запасы (заделы), чтобы снизить вложения в оборотные фонды предприятия. Маркетологи, заботящиеся об удовлетворении меняющегося покупательского спроса, знают, что огромные запасы одинаковой продукции на складе могут никогда не востребоваться. Зная о различиях целей отдельных служб, можно предвидеть, что полученные с помощью интуитивного подхода планы окажутся в значительной степени субъективными и далеко не оптимальными. Многие предприятия, которые не пользуются формализацией процесса агрегатного планирования, используют

один и тот же план из года в год, внося в него поправки, увеличивающие или уменьшающие объем производства по отдельным укрупненным позициям номенклатуры, достаточные на их взгляд, чтобы отреагировать на изменения спроса. Если старый план был неоптимален, фирма обрекает себя на принятие множества расточительных распорядительских решений, чтобы выйти из постоянно возникающих при исполнении такого плана осложнений, но часто не имеет в этом успеха.

Графический и табличный методы. Графический и табличный подходы популярны потому, что они наглядны, легки для понимания и использования. В их основе - рассмотрение в динамике нескольких переменных одновременно, что позволяет менеджеру сравнивать планируемую мощность с существующей. В основе здесь лежит метод «проб и ошибок». Он не гарантирует получения оптимального плана, но прост в использовании и позволяет за ограниченное число шагов получить приемлемые результаты.

Графический метод обычно включает *пять шагов*: 1) определение спроса для каждого планового периода; 2) формирование перечня альтернативных путей, обеспечивающих необходимую в каждом периоде производственную мощность (например, за счет рабочего времени, использования сверхурочных работ, заключения субподряда и т. д.); 3) определение соответствующих затрат на оплату труда, прием и увольнение кадров, хранение запасов; 4) составление альтернативных планов, включая анализ всех изменяемых параметров. Расчет затрат, обусловленных принятием каждого из альтернативных вариантов; 5) сравнение альтернатив и выбор лучшего варианта по критерию минимума затрат.

Возможность невыхода в результате этой процедуры на оптимальный план объясняется просто: нельзя учесть и формализовать действие всех факторов и сложно рассмотреть все возможные альтернативы. Работу этого алгоритма проиллюстрируем на примере.

Математические методы. Рассмотрим подходы, относящиеся к группе экономико-математических методов и используемые в агрегатном планировании.

Транспортный метод линейного программирования. Когда агрегатное планирование рассматривается как задача оперативного размещения производственной мощности для обеспечения прогнозируемого спроса, то такая задача может быть сформулирована в терминах линейного программирования. Транспортный метод линейного программирования не является методом проб и ошибок, каким считается графический метод. Он позволяет найти оптимальный план, обеспечивающий минимизацию затрат. Он также обладает гибкостью и позволяет определять время планового периода количество продукта, производимого как в условиях обычной работы, так и за счет сверхурочного времени; количество единиц, производимых по субконтракту, в дополнительные смены; запасы, переходящие из периода в период. В следующем примере рассмотрена динамика производственных заделов, а также выпуск продукции за счет основного рабочего времени, сверхурочного времени и субконтракта.

Результат агрегатного планирования обычно представлен производственным планом изготовления семейства групп изделий. Он содержит сведения о том, например, сколько необходимо собрать автомобилей, но не о том, сколько должно быть собрано автомобилей двухдверной или четырехдверной версии, красной или зеленой расцветки. Такой план указывает производителю стали, сколько тонн стали нужно произвести, но не устанавливает, какой именно марки. Процесс перехода от агрегатного плана к более детальному называется *дезагрегированном*. Деагрегирование производится на основе более детального изучения спроса на коротком горизонте планирования, что дает более точную и подробную информацию для менеджера, разрабатывающего главный план-график производства.

Классический эвристический подход представлен *методом управляющих коэффициентов Боумана*. Этот уникальный подход создает формализованную модель принятия решений на основе опыта и интуиции менеджера. Теоретически принимается, что прошлые представления менеджера достаточно адекватны, и они могут быть использованы как базис для будущих решений. Проводится регрессионный анализ решений прошлого периода, принятых менеджером, и прогнозируется будущее решение. Линия регрессии

обеспечивает связь между переменными (скажем, спросом и трудом) для будущих периодов.

Компьютерное моделирование. Компьютерная модель, называемая моделированием планирования, была разработана Р. Вирджином в 1966 г. Этот подход основан на моделировании процедуры поиска комбинации переменных, соответствующих минимуму затрат.

Правила поиска решения. Эти правила, разработанные В. Н. Таубергом, позволяют минимизировать затраты, соответствующие комбинации переменных. Компьютер необходим, чтобы совершить тысячи поисковых шагов по точкам, характеризующимся снижением затрат. Правила такого поиска прямо не ведут к оптимальному решению, но гибкость метода достаточна, чтобы использовать его с любым типом функции затрат.

Хотя математические методы агрегатного планирования пригодны для использования во многих условиях, только линейное программирование нашло некоторое применение в промышленности. Возможно, это отражает распространенную позицию менеджеров по отношению к чрезвычайно сложным моделям. Люди стремятся к пониманию того, как работают модели, на которых они основывают работу. Это позволяет объяснить, почему наиболее простые и понятные графический и табличный методы применяются особенно часто.

Результат агрегатного планирования обычно представлен производственным планом изготовления семейства групп изделий. Он содержит сведения о том, например, сколько необходимо собрать автомобилей, но не о том, сколько должно быть собрано автомобилей двухдверной или четырехдверной версии, красной или зеленой расцветки. Такой план указывает производителю стали, сколько тонн стали нужно произвести, но не устанавливает, какой именно марки. Процесс перехода от агрегатного плана к более детальному называется *дезагрегированном*. Деагрегирование производится на основе более детального изучения спроса на коротком горизонте планирования, что дает более точную и подробную информацию для менеджера, разрабатывающего главный план-график производства.

10.3. Планирование единичного производства

Единичное производство характеризуется большим количеством заказов на изготовление разнообразной продукции единицами и реже малыми, не повторяющимися партиями. При этом в одних изделиях преобладают литейные работы, в других кузнечные, в третьих, механические и т. д. Следовательно, оперативное планирование должно так сгруппировать заказы для запуска, чтобы обеспечить наилучшее сочетание сроков изготовления заказов с равномерной загрузкой основных цехов.

Это важнейшее условие должно учитываться при составлении календарной производственной программы единичного производства на каждый месяц планируемого периода. Чтобы такое условие выдержать, на многих предприятиях при приеме заказа от заказчика и заключении с ним договора, прежде чем указывать срок выполнения заказа, делают предварительный расчет производственного цикла изготовления заказа. Следующей отличительной особенностью планирования единичного производства является включение в цикл изготовления заказа всех стадий подготовки производства и изготовления изделия, а именно: разработка конструкции изделия (если на изделие нет от заказчика готовой технической документации), разработка технологии изготовления изделия, нормирование затрат труда, проектирование и изготовление необходимой оснастки, изготовление, испытание и доводка изделия. В единичном производстве планируемой единицей является заказ на изделие, а для сложных многодетальных изделий — сборочное соединение.

Оперативное планирование в единичном производстве включает: расчет производственного цикла выполнения заказа и построение объемно-календарного графика выполнения отдельных заказов и сводного по всем заказам; расчет календарных сроков опережений в работе цехов; расчет загрузки оборудования и производственных площадей в планируемом периоде; ежесменный учет выполнения заказов.

Расчет производственного цикла по каждому заказу начинается с распределения трудоемкости заказа по видам работ и расчета потребного числа рабочих мест $C_{рм}$ (оборудования) по ф. 10.1:

$$C_{рм} = \tau_3 / F_{до}, \quad T = \tau_3 / (C_{рм} F_{до}),$$

где T , - трудоемкость данного вида работ по заказу; $F_{до}$ - действительный фонд времени работы оборудования.

На основе таких расчетов и с учетом возможного межоперационного пролеживания деталей формируют по каждому заказу объемно-календарный график выполнения заказа (рис.10.1).

Группы рабочих мест	Объем, норма - ч	Число рабочих мест	Сменность	Календарное распределение общего объема загрузки заказа 1657			
				Февраль	Март	Апрель	Май
Кузнечный 1	840	3	2	■	■		
Литейный 1	1200	2	2	■	■		
Литейный 2	2100	4 (2)	2	■	■		
Механический 1	910	2	2		■		
Механический 2	840	2	2		■		
Механический 3	1760	3	2		■		
Механический 4	420	1	2		■		
Механический 5	1540	2	2		■		
Механический 6	820	3	2		■		
Механический 7	770	2	2		■		
Механический 8	665	2	2		■		
Механический 9	320	1	2		■		
Механический 10	320	1	2		■		
Механический 11	380	1	2		■		
Сборка	2660	4	1			■	■

Рис. 10.1. Объемно-календарный график выполнения заказа

График строят в порядке, обратном ходу технологического процесса, начиная с испытательного или сборочного цеха. По графику определяют общий цикл изготовления заказа, который сопоставляют с заданным сроком. Для заказов с коротким производственным циклом (менее месяца) и незначительным числом цехов-исполнителей (один, два) объемно-календарный график не составляют.

Расчет календарных сроков опережения в работе цехов необходим для их согласованной бесперебойной работы и для того, чтобы все детали, входящие в данное изделие, поступали на сборку к заданному сроку. Поэтому детали, имеющие более длительный цикл изготовления, запускают в производство раньше, чем другие детали.

Сводный объемно-календарный график выполнения всех заказов необходим для взаимной увязки работ по заказам во времени и для более полного использования оборудования и площадей (рис.10.2).

При построении сводного объемно-календарного графика может случиться, что сроки выполнения одинаковых работ по разным заказам на одном и том же оборудовании совпадут, и оно оказывается перегруженным, или сроки окончания работ по одному заказу и начала работ по другому на одном и том же оборудовании не совпадут, и это оборудование оказывается недогруженным. В обоих случаях необходимо откорректировать сроки выполнения работ, предусмотренные графиками выполнения отдельных заказов. При этом нужно определить мероприятия по ликвидации узких мест и догрузить недогруженное оборудование. Чтобы сводный объемно-календарный график отвечал перечисленным

требованиям, ПДО и ПДБ основных цехов рассчитывают загрузку оборудования и использования производственных площадей, находя оптимальный вариант использования имеющихся мощностей.

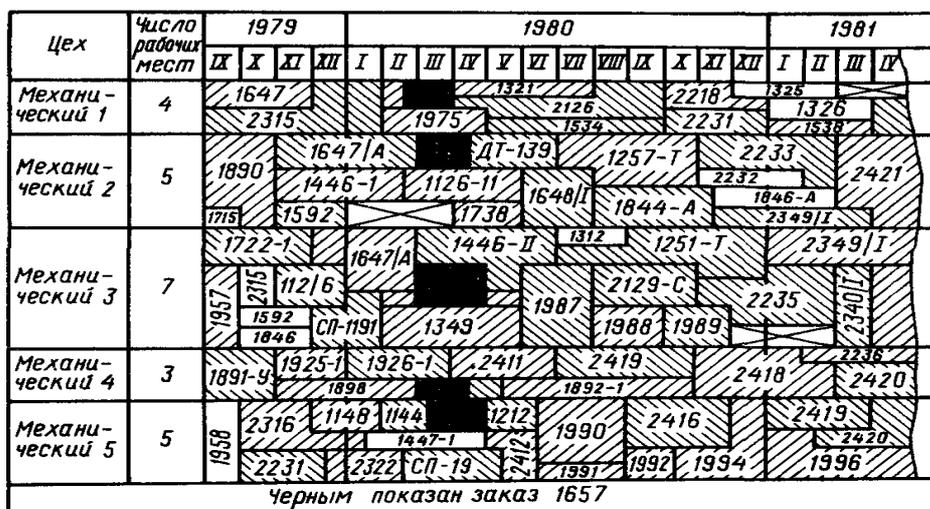


Рис. 10.2. Сводный объемно-календарный график выполнения заказов

Сводный объемно-календарный график ежемесячно корректируют с учетом данных о выполнении месячной программы основными цехами, о состоянии незавершенного производства по заказам, о новых заказах, принятых предприятием. Одновременно уточняются номенклатура и объем работ по включенным ранее заказам. С учетом этих особенностей окончательно уточняется сводный объемно-календарный график заказов и на основании его ПДО выдает каждому цеху месячную производственную программу работ, в которой указаны объем работ по каждому заказу и сроки их выполнения (табл. 10.1, Форма 8).

Таблица 10.1

Форма 8 (пример)

Программа производства и выпуска продукции цеха № 1 на январь 2016г.

№ по пор.	№ заказа	№ детали, узла	Количество	Ср< запуска	Сроки выпуска	Трудоемкость детали, нормо-ч	Объем работы, нормо-ч
1	43120	431561233	2	5,1	30,1	25	50
2	44444	241739875	1	10,1	25,1	30	30

Планово-диспетчерское бюро основного цеха, получив из ПДО месячную производственную программу, распределяет предусмотренные в ней работы по производственным участкам, производит объемные расчеты для правильного использования мощностей и устранения диспропорций в загрузке оборудования участков на основе Графика оперативной загрузки станков (рис. 10.3).

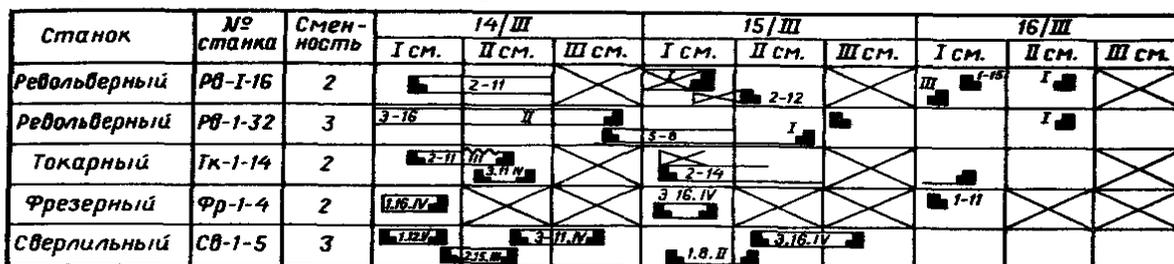


Рис. 10.3. График оперативной загрузки станков

Иногда в дополнение к месячной программе ПДБ цеха до начала планируемого

периода выдает мастерам уточненные графики распределения работ по более коротким плановым периодам (декаде, неделе). При определении сроков запуска и выполнения отдельных работ руководствуются длительностью циклов, текущими потребностями и состоянием незавершенного производства. Выполнение месячных заданий (графиков) должно быть полностью обеспечено комплектами рабочих чертежей и другой технической документацией, материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, инструментом, производственной документацией и др.

Основой плано-распределительской работы на смену является *сменно-суточный план*, в котором задания конкретизируются на каждые сутки и смену для каждого рабочего. Реальность сменных заданий должна обеспечиваться заблаговременной и тщательной оперативной подготовкой производства. В сменные задания включаются только такие работы, для которых подготовлены технологическая документация, оснастка, материалы и заготовки.

На каждую работу, указанную в сменном задании, рабочий получает или наряд, или макетированную перфокарту (в зависимости от степени механизации учетных работ). По выполнении работы и принятии ее контролером БЦК наряд рабочего закрывается, а в сменном задании мастер делает отметку о принятии работы.

Для распределения работ существуют различного рода приспособления. Так, применяется распределительная картотека, в ячейки которой закладывается рабочая документация. По расположению последней можно судить о состоянии данной работы: назначена ли она к выполнению, подготовлена ли она к выполнению или рабочий уже получил задание на ее выполнение. Оперативный учет выполнения программы основными цехами в единичном производстве осуществляется по данным выполнения сменно-суточного задания каждым участком. Объектами оперативного учета служат выработка рабочих, движение деталей по операциям, поступление заготовок, простои рабочих, брак, сдача готовой продукции. Учет осуществляется на основе первичной документации; выработка рабочих - по рабочим нарядам, движение деталей в производстве по маршрутным картам, поступление заготовок и сдача готовой продукции — по накладным и т. д. На основании данных выполнения сменно-суточных заданий и накладных на сданную продукцию мастер делает отметку в графике участка о ходе выполнения месячной программы по каждой сдаточной позиции.

10.4. Оперативно-производственное планирование серийного производства

В перерабатывающих отраслях (в частности – в машиностроении) преобладают предприятия с серийным типом производства, для которого характерно изготовление одного изделия разных модификаций или нескольких видов изделий сериями различной величины. Под *серией* понимается число изделий, одинаковых по конструкции и технической характеристике. Для серийного производства характерна обработка деталей и сборочных единиц партиями. Под *партией* понимается планируемое и учитываемое число одинаковых деталей или сборочных единиц, одновременно запускаемых в производство и обрабатываемых с однократной затратой подготовительно-заключительного времени.

В зависимости от номенклатуры изготавливаемых изделий и степени устойчивости элементов конструкции в оперативном планировании применяют две системы: *комплектную и поддетальную*.

Межцеховое планирование в серийном производстве характеризуется следующими особенностями: движение производства во времени определяется календарно-плановыми нормативами, на основе которых разрабатываются оперативные планы; закрепление номенклатуры деталей и узлов за цехами и рабочими местами приобретает постоянный характер в соответствии с их специализацией; номенклатура цеховых программ строится комплектно (на изделие, узел, группу); количественные задания определяются по комплектовочным номерам; календарное распределение заданий осуществляется в виде назначения сроков запуска и выпуска партий деталей.

Внутрицеховое планирование серийного производства характеризуется тем, что при комплектной системе количественные задания участкам определяются в поддетальных номенклатурно-количественных позициях, устанавливаемых расчленением комплектов, предусмотренных планом цеха; в программе на месяц устанавливаются сроки запуска и выпуска соответствующих партий деталей. При поддетальной системе ПДО выдает цехам программу на месяц по каждой детали.

В основе планирования серийного производства лежат *календарно-плановые нормативы*. Они включают размер партии изготовления изделия; нормативный размер партий и периодичность их запуска; производственный цикл; опережение запуска — выпуска партий деталей, узлов и изделий; нормальный уровень заделов и общего незавершенного производства. Используя эти нормативы, строят календарные графики работы производственных бригад и участков.

С точки зрения производительности труда целесообразна работа большими партиями, ибо при этом рабочие достигают более высокой производительности, так как уменьшается подготовительно-заключительное время $t_{пз}$, приходящееся на одну деталь. Однако увеличение партий деталей ведет к увеличению производственного цикла и росту незавершенного производства. Поэтому нахождение выгодной (оптимальной) величины партии сводится к установлению такого числа деталей, при котором минимальны затраты на одну деталь. Такой расчет сложен, поэтому на заводах пользуются упрощенным методом, определяя размер партии по формуле:

$$n = t_{пз} / (t_{ш} \alpha),$$

где $t_{ш}$ — норма времени на операцию.

Коэффициент допустимых потерь времени на переналадку, α , принимают в пределах от 0,03 для крупносерийного до 0,1 для мелкосерийного производства. Полученный таким расчетом размер партии деталей затем уточняют по условиям планирования и производства, как правило, в сторону увеличения расчетного размера партии.

В многономенклатурном производстве установление для каждой детали индивидуального размера партии усложняет календарное планирование. Поэтому всю номенклатуру деталей изделия распределяют по равным периодам запуска партий в производство (один раз в 3 мес., в 2 мес. и т. д.).

В оперативном планировании нормативы производственных циклов изготовления деталей используются как нормативы опережений при расчете календарных сроков запуска — выпуска партий и при расчете объема незавершенного производства. Учитывая, что в каждом цехе могут иметь место отклонения от запланированных сроков выпуска партий, между цехами-изготовителями и цехами-потребителями создают резервные (страховые) запасы, увеличивающие опережение. *Временем опережения в работе цехов* и производственных участков называется период, который отделяет более ранние сроки начала или окончания работы заготовительных и обрабатывающих цехов от окончательного срока выпуска изделий.

Как показано на рис.10.4, опережение выпуска заготовительного цеха по отношению к сборочному равно сумме производственных циклов сборочного цеха и тех промежуточных цехов, которые участвуют в обработке деталей или узлов (кроме данного цеха, поставляющего заготовку) плюс время резервного опережения.

Расчеты опережений необходимы для того, чтобы своевременно и комплектно обеспечивать цехи заготовками, деталями.

Опережение может быть выражено в днях или комплектах.

Объем незавершенного производства рассчитывают с учетом времени опережений. Бесперебойный ход производства может быть осуществлен только в случае, если все рабочие места будут обеспечены необходимым количеством заготовок, полуфабрикатов, деталей и узлов, т. е. при условии, что в производстве постоянно имеются необходимые заделы.

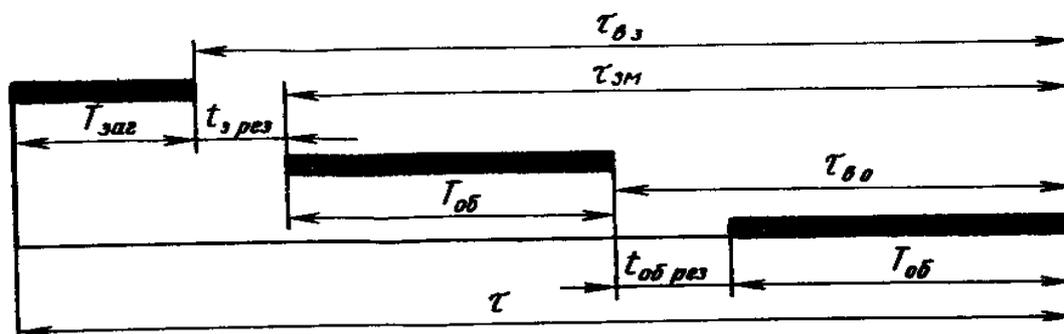


Рис. 10.4. Схема производственного цикла и опережений

t — время опережения запуска; $T_{заг}$ — цикл заготовительных работ; $T_{об}$ — цикл обработки; $T_{зм}$ — цикл сборки; $T_{вз}$ — время опережения выпуска заготовки; $T_{об. рез}$ — время опережения запуска в механическую обработку; $T_{во}$ — время опережения выпуска из механической обработки; (рез — резервное (страховое) время и узлами и, в конечном итоге, бесперебойный выпуск изделий в сроки, заданные графиком.

При планировании серийного производства ограничиваются определением общего уровня заделов, достаточного для нормального протекания производственного процесса. Общий уровень задела Z зависит от суточного выпуска изделия Nc и величины опережения T :

$$Z = NcT$$

На системе опережений разработан *машино-комплектный метод планирования*. Сущность его заключается в том, что задания цехам устанавливаются в комплектах деталей на изделие. В программе по каждому изделию указывают порядковые номера, подлежащие укомплектованию деталями каждого цеха в течение планируемого периода. Сборочному цеху указывают последний номер каждого готового изделия, которое должно быть выпущено в планируемом периоде. Остальным цехам задание устанавливают с учетом нормативной величины опережений.

Ведущие инженеры ПДО, осуществляющие планирование производства в цехах основного производства, ежемесячно рассчитывают программу выпуска товарной продукции по номенклатуре и ежеквартально по запуску деталей в производство (форма 9). Программу основных цехов рассчитывают в порядке, обратном ходу технологического процесса, по схеме: *план-форма 9* (табл. 10.2).

Таблица 10.2

План производства продукции цеха № 8 на месяц (форма 9) (пример)

Заказ	Изделие	Номер детали, узла	Наименование детали, узла	Количество деталей в не-завершенном производстве	Запуск на квартал	Наличие готовых деталей на складе	Выпуск	
							в текущем месяце	за квартал
14100	41	41023567	Створка	245	625	42	750	
14100	41	410426127	Корпус	369	570	57	660	

Для нормального протекания процесса в заделе на разных стадиях процесса в сборочном цехе должно находиться 40 машин ($4 \cdot 10$). Если при определении общего цикла и соответственно опережений установлено резервное время между сборкой и обработкой в механическом цехе, равное 6 дням, это значит, что на комплектующем складе перед сборкой должно находиться 24 комплекта деталей ($4 \cdot 6$). Если цикл обработки определен в 12 дней, то в производстве механического цеха должно быть 48 комплектов деталей ($4 \cdot 12$) и т. д. Следовательно, опережение может быть выражено не только во времени, но и количеством машин и комплектов деталей на машину, что и используется в оперативно-

плановой работе.

Программа цехам составляется в несколько этапов. На первом этапе на основании технической спецификации и расцеховки изделий для каждого цеха определяют список узлов, комплектов или деталей, подлежащих изготовлению в планируемом месяце, и рассчитывают их количество. Основанием для составления количественного задания по каждой позиции номенклатуры служит потребность в этих изделиях для выполнения задания цехом-потребителем. При этом учитывают данные о наличии указанных деталей на промежуточных складах, а также сведения об ожидаемом выполнении заданий цехами на 1-е число планируемого месяца. В тех случаях, когда задел деталей узлов и комплектов недостаточен для выполнения программы планируемого месяца детали, узлы, комплекты включают в программу в таком количестве, которое обеспечивает и текущие потребности цехов-потребителей в течение планируемого месяца, и доведение заделов до нормального уровня (см. форму 9).

На втором этапе, на основании норм времени на детали, комплекты или узлы рассчитывают общую трудоемкость программы и сопоставляют ее с пропускной способностью цехов. Если загрузка оказывается больше пропускной способности, разрабатывают организационно-технические мероприятия, обеспечивающие выполнение программы.

При необходимости может быть увеличено число смен работы оборудования; в крайнем случае, предусматривается ввод дополнительного оборудования.

При расчете программ заготовительным цехам важной задачей ПДО является своевременный расчет программы запуска продукции, чтобы в соответствии с ней отдел материально-технического снабжения и отдел комплектации успели своевременно поставить основным цехам материалы, полуфабрикаты и покупные изделия. Программа производства продукции, разработанная ПДО для каждого основного цеха, передается ему за несколько дней до начала планируемого месяца для оперативной подготовки предстоящих работ.

Оперативно-плановая работа в цехе заключается в распределении заданной цеху программы по отдельным производственным участкам, а на участках — по рабочим местам; в оперативной подготовке к выполнению заданий; в учете хода производства; в оперативном регулировании хода производственного процесса. Программу цеха распределяют по его участкам с учетом их специализации. При технологической специализации участка ПДО формирует его программу, исходя из более полной загрузки оборудования, минимального межоперационного пролеживания партий деталей и соблюдения сроков их поставок участкам или цехам-потребителям.

При наличии предметных участков распределение программы облегчается благодаря закреплению определенной номенклатуры деталей за каждым участком. Это создает объективные предпосылки для ритмичной работы. По номенклатуре деталей или сборочных единиц, закрепленных за участком, ПДО выдает мастеру участка календарный график запуска — выпуска партий в каждую декаду (неделю) планируемого месяца. В зависимости от обеспеченности и подготовки рабочих мест мастер с плановиком устанавливают очередность запуска партий по дням каждой декады (недели). В крупносерийном производстве оперативное планирование осуществляется на основе стандарт-плана.

Стандарт-план предусматривает изготовление деталей в определенной и постоянной последовательности с запуском и выпуском постоянного их количества в строго определенных сроки внутри планового периода, с равномерной по дням этого периода загрузкой рабочих мест.

Основными предпосылками для составления стандарт-плана являются: постоянство номенклатуры деталей; стабильность технологического процесса; закрепление деталей за определенными участками, а в последних — за рабочими местами; постоянный размер партий деталей и равная или кратная периодичность их выпуска в производство.

Оперативная подготовка производства заключается в том, что работники планово-диспетчерского бюро: проверяют фактическое состояние заделов деталей и узлов,

находящихся в производстве получают со склада отдела снабжения необходимые материалы, полуфабрикаты, а для сборочных участков и цехов — готовые детали и комплектующие изделия; проверяют в инструментально-раздаточных кладовых наличие оснастки, необходимой для выполнения задания; проверяют наличие технической документации (чертежей, технологических карт) и выписывают всю планово-учетную документацию (рабочие наряды, маршрутные карты).

Текущее оперативное планирование осуществляется на основе систематического учета фактического хода производства, сравнения его с предварительно намеченными календарными сроками. Испытанной формой такой постоянной оперативно-плановой работы является *сменно-суточное планирование*. Оно позволяет в текущем порядке регулировать ход выполнения месячного плана.

Основанием для составления сменно-суточного плана являются месячный план производственного участка и календарные графики запуска — выпуска партий; данные оперативного учета о фактическом выполнении плана; сведения о наличии материала, заготовок, оснастки, технической документации. Пользуясь этими данными, в сменно-суточный план включают в первую очередь те детали, отсутствие которых задерживает последующие этапы производственного процесса; во вторую очередь — детали, выпуск которых намечен планом на данные смену-сутки. В этот план включают только те детали, которые обеспечены всем необходимым для их выполнения: материалом, оснасткой, документацией, что заставляет плановиков перед составлением плана проверить эту обеспеченность. Сменно-суточный план составляют в трех экземплярах: один остается на участке, второй передается в материальную и третий в инструментально-раздаточную кладовые, в которых материал и инструмент комплектуются на смену.

В ПДБ на основании данных о выполнении сменно-суточного плана ведется учет хода производства продукции, а сам сменно-суточный план становится основным документом для ежедневного диспетчерского совещания у начальника цеха.

При оперативно-календарном планировании работ бригад, работающих по единому наряду, производственная программа участка расшифровывается с указанием машино-комплектов, закрепленных за каждой бригадой. Машино-комплект содержит определенный перечень входящих в него деталей и узлов, которые подбираются исходя из их конструктивно-технологической однородности^{ТМ} или комплектной подачи на определенную стадию сборки. В месячном календарном плане-графике указывается номенклатура и число машино-комплектов, подлежащих сдаче в каждую декаду или неделю. Месячный план не позднее, чем за 5 суток до начала планируемого месяца доводится до сведения бригадира. Это необходимо для своевременной подготовки к выполнению задания.

На основании месячного плана — графика и итогов его выполнения за каждую декаду (неделю), сутки для каждой бригады на смену составляют сменное задание, в котором по каждому машине-комплекту указывают детали, подлежащие запуску - выпуску, и количество машино-комплектов, подлежащих сдаче. После согласования бригадир распределяет работы сменного задания между членами бригады, регулирует ход его выполнения, учитывает в бригадном наряде объем и качество работы, выполненной каждым членом бригады, обсуждает на собрании бригады итоги работы за смену и намечает распределение работ между членами бригады на предстоящую смену.

Оперативный учет осуществляется на основе первичных документов и охватывает сдачу готовой продукции, межцеховые передачи, ход производственного процесса по цехам и участкам. Учет обеспеченности цеха ведется в цеховых складах на основе картотеки прихода—расхода материалов, полуфабрикатов, покупных готовых изделий, а в ПДБ цеха - на основе графиков обеспеченности сборки. Поступление и выдача материалов оформляется лимитно-заборной картой, приходно-расходными накладными или комплектовочной ведомостью. Незавершенное производство на участках учитывают путем периодической инвентаризации.

С применением ЭВМ появилась возможность широко использовать в серийном

производстве подетальную систему планирования. При этой системе программа цехам испытательному и окончательной сборки изделия составляется ежемесячно в разрезе номенклатуры товарной продукции по запуску и выпуску каждого ее вида.

При подетальной системе межцехового планирования готовая продукция цехов сдается на центральный склад готовых деталей (ЦСГД), расположенный в цехе окончательной сборки, а заготовки из заготовительных цехов — на центральный склад заготовок, расположенный перед блоком механических цехов. Исключение составляют крупногабаритные заготовки, детали и сборочные соединения, которые транспортируют непосредственно цеху-потребителю.

Работники ПДБ цехов ежедневно на основании выполнения сменно-суточных заданий оформляют рапорт на сдачу готовых деталей и сборочных единиц и направляют его ведущему инженеру ПДО, который в графике ежедневной сдачи делает отметки по каждой позиции. На передовых предприятиях в одном документе совмещают сменное задание и рапорт о выработке за смену.

Детали из ЦСГД на окончательную сборку передают по комплектовочным ведомостям, что позволяет более отчетливо представить комплектность подачи деталей на сборку.

ПДБ цеха в соответствии с размерами партий, их циклами и графиками выпуска сборочных соединений ПДО определяет сроки запуска — выпуска деталей, входящих в сборочное соединение, и составляет для каждого участка месячное задание (форма 10, табл. 10.3). На каждую партию, запускаемую в производство, ПДБ цеха оформляет наряд, который сопровождает партию до сдачи ее на ЦСГД.

Таблица 10.3

Форма 10 «Задание участку № 3 на июль 2015г.» (пример)

Наименование детали	Количество деталей на комплект, шт.	Марка и размер материала	Наличие на 1-ое число	Показатель	Месячный план, шт.	Рабочие дни месяца					
						1	2	3	4	5	
Замок	2	Сталь 35ХГСЛ Ø60	75	Запуск	450	—	—	150	—	—	
				Выпуск	План	490	—	—	—	—	150
					Факт						
					Брак						

На основании планового задания ПДБ цеха сменный мастер или распорядитель участка составляет сменное задание каждому рабочему с учетом его квалификации, производительности и т. д. (форма 11, табл. 10.4). Важно выдавать сменные задания рабочему на несколько смен вперед, чтобы дать возможность заблаговременно обдумать работу и к ней тщательно подготовиться. Правильно составленное сменное задание, обеспеченное всем необходимым, позволяет избегать штурмовщины.

Таблица 10.4

Форма 11 «Сменное задание на 6 июля 2011» по участку № 3 (пример)

Фамилия рабочего	№ детали	№ операции	Количество	Норма времени на 1 шт, мин	Трудоемкость, мин	Количество годных	Брак	Причина невыполнения
Иванов Родин	156137110	075	80	6,5	520	80	—	—
	126931217	05	95	4,3	412	93	2	—

С помощью сменных заданий ПДБ цеха и мастер участка ведут текущую корректировку загрузки рабочих мест и выполнения подекадных и месячных заданий. По окончании смены сменный мастер или распорядитель работ оформляет рапорт о выполнении сменного задания.

10.5. Процесс разработка Плана производства с учетом планирования производственной мощности и реализации продукции

Годовой план производства определяет генеральное направление перспективного роста всех подразделений фирм и организаций, основной профиль плановой, организационной и управленческой деятельности предприятия, а также главные цели и задачи текущего планирования, организации и управления производством и т.п. Поэтому разработка годового плана производства в современных условиях играет большую роль.

При планировании годовой производственной деятельности для обеспечения свободного выбора продукции предприятия должны иметь широкий перспективный портфель заказов, то есть началом составления плана производства является определение спроса на продукцию или формирование заказов на ее производство. При определении спроса могут применяться различные методы. Чаще всего используются методы прогнозирования, например построение тренда, или экспертные методы.

После определения спроса на продукцию составляется подробная годовая производственная программа.

Производственная программа предприятия представляет собой развернутый или комплексный годовой план производства и продажи продукции, характеризующий годовой объем, номенклатуру, качество и сроки выпуска требуемых рынком товаров и услуг. В ней намечаются уровни производства, которые должны быть достигнуты в определенные периоды времени. Для создания такой программы следует подробно рассмотреть различные производственные стадии проводимых мероприятий и график их осуществления.

При разработке производственных программ на предприятиях должны быть обоснованы объемы и сроки выпуска по стадиям и циклам производства. С этой целью производственные планы отдельных подразделений составляются так называемым *цепным методом* в порядке, обратном ходу технологических процессов, по схеме:

план реализации → цех окончательной сборки → механосборочные цехи → обрабатывающие цехи → заготовительные цехи → материальные склады.

Такой порядок определен строгой обязательностью выполнения плана предприятия по выпуску готовой продукции.

Разработка производственной программы осуществляется на большинстве промышленных предприятий в три этапа:

- 1) составление годового производственного плана для всего предприятия;
- 2) определение или уточнение на основе производственной программы приоритетных целей на плановый период;
- 3) распределение годового плана производства по отдельным структурным подразделениям предприятия или исполнителям.

Годовая производственная программа составляется, как правило, на основе долгосрочного (или стратегического) плана. Во взаимодействии годового и долгосрочного планирования наиболее сложными плановыми проблемами считаются трудности прогнозирования будущего состояния рынка и внутренней среды самого предприятия. Это объясняется тем, что долгосрочные допущения о возможном росте потребностей покупателей и соответствующие планы развития производственного потенциала предприятия часто оказываются недостаточно обоснованными на предстоящий период.

На предприятиях могут применяться различные методы составления производственной программы:

- уровневое прогнозирование;
- последовательное принятие плановых решений;
- создание ситуационных планов;
- линейное программирование;
- диверсификация продуктов и рынков;
- повышение конкурентоспособности продукции и др.

Планируемая производственная программа на каждом предприятии должна соответствовать имеющимся производственным возможностям или производственной мощности, то есть следующим этапом разработки годового плана производства является планирование производственной мощности на соответствующий период.

Под производственной мощностью понимается максимально возможный годовой объем выпуска продукции, работ и услуг в запланированной номенклатуре при полном использовании всех имеющихся экономических ресурсов на основе применения прогрессивной технологии, передовых форм и методов организации труда и производства.

Производственная мощность определяет уровень производства продукции, товаров и услуг, степень сдерживания объема выпуска или верхний предел продаж продукции. В конечном итоге производственная мощность означает способность предприятия производить свою продукцию в течение заданного периода рабочего времени. Производственная мощность может быть выражена в единицах продукции, массы товаров, линейных величинах, рублях, человеко-часах и других показателях.

Производственная мощность устанавливается на начало планового периода (входная) и конец этого срока (выходная). *Входная мощность* определяется с учетом имеющихся на начало года производственных фондов, рабочей силы и других ресурсов, *выходная* — на конец года с последующей корректировкой при соответствующем изменении техники и технологии.

В плановых расчетах применяется показатель среднегодовой мощности, определяемый по формуле:

$$M_{cp} = M_{нз} + M_{вв} \times n_1 / 12 - M_{выб} \times n_2 / 12 + \Delta M \times n_3 / 12,$$

где M_{cp} — среднегодовая мощность, шт./год;

$M_{нз}$ — мощность объектов (оборудования), имеющихся на начало года;

$M_{вв}$ — мощность вводимых объектов;

n_1 — количество полных месяцев эксплуатации с момента ввода оборудования до конца планируемого года;

$M_{выб}$ — мощность выбывающих объектов;

n_2 — количество полных месяцев, оставшихся после выбытия оборудования до конца года;

ΔM — прирост мощности по организационно-техническим мероприятиям;

n_3 — количество полных месяцев работы.

По этой формуле можно определить баланс мощности, если снять характеристики, связанные со сроками ввода или выбытия объектов. В частности, среднегодовая мощность на конец года может быть определена по формуле:

$$M_{cp} = M_{нз} + M_{вв} - M_{выб} + \Delta M.$$

В общем виде годовая величина производственной мощности (M_c) предприятия или его подразделения определяется отношением соответствующего фонда времени работы оборудования к трудоемкости единицы продукции:

$$M_c = \Phi / T \text{ или } M_c = П \times \Phi \times В,$$

где Φ — максимально возможный годовой полезный фонд времени работы оборудования, ч;

T — средневзвешенная прогрессивная норма трудоемкости изделия, ч;

$П$ — парк оборудования, шт.;

$В$ — часовая выработка, шт.

После выбора мощности и производственной программы определяется потребность в материальных ресурсах и рабочей силе. Такие расчеты производятся с учетом эффективности использования материальных ресурсов, источников финансирования и возможных источников их приобретения, то есть определяются потребности материальных и финансовых средств на:

- основные материалы;
- вспомогательные материалы;
- основные вспомогательные средства;
- рабочую силу.

После учета внешних факторов производства на основе установленной мощности предприятия необходимо определить соответствующие технологические процессы, виды и количество требуемого оборудования и машин, издержки на технологию и оборудование, то есть составить технико-экономическое обоснование.

Основные показатели годового плана производства продукции

Планирование производства продукции предусматривает систему взаимодействия комплекса экономических ресурсов и внутрифирменных факторов, направляемых на достижение выработанной стратегии и поставленных задач на основе полного использования технических, организационных и иных имеющихся на предприятии резервов.

Производственная деятельность характеризуется *системой показателей*. Важнейшими из них в условиях свободных рыночных отношений являются:

- спрос на продукцию и объем производства;
- величина предложения и производственная мощность предприятия;
- издержки и цены на продукцию;
- потребность в ресурсах и инвестициях;
- объем продаж и общий доход и др.

Спрос показывает количество товаров, которые потребители готовы и в состоянии приобрести по действующим рыночным ценам в течение определенного периода времени. Для предприятия спрос определяет объем продукции, который оно может продать на рынке в данное время и, следовательно, должно произвести в планируемом периоде. Чтобы величины спроса имели существенное экономическое значение в ходе планирования, они должны относиться к определенному отрезку времени — дню, неделе, месяцу, кварталу, году и т. д. Поэтому следует различать годовые, квартальные, месячные и другие показатели спроса, необходимые для планирования соответствующих объемов производства продукции.

Основное свойство спроса заключается в том, что чем выше цена товара, тем меньше предлагаемых по этой цене изделий могут приобрести покупатели. Зависимость между ценой товара и спросом на него описывается кривой спроса, которая показывает обратно пропорциональную зависимость между ценой товара и спросом на него. Если при росте цен кривая спроса падает, то кривая предложения, наоборот, возрастает. Это объясняется тем, что повышение цены заинтересовывает производителей в увеличении объемов продаж.

Предложение можно определить как шкалу, показывающую разные количества продукта, которые производитель желает и способен произвести и предложить к продаже на рынке по каждой конкретной цене в течение определенного периода времени. Предложение показывает, какие объемы или количества товаров будут предъявлены к продаже на рынке по разным ценам, когда все прочие факторы остаются неизменными. С повышением цен возрастает и размер предложения, а сокращение цен приводит к соответствующему уменьшению предложения.

Цена, при которой спрос и предложение равны, называется равновесной ценой. Это именно та цена, по которой товар будет продан. В действительности соотношение спроса и предложения постоянно меняется в результате воздействия на них различных факторов. Для количественного измерения колебаний спроса и предложения под воздействием различных факторов используется понятие эластичности. Эластичность дает представление о том, в какой степени изменение цены воздействует на уровень спроса. Степень эластичности измеряется на основе *коэффициента эластичности* (K_s):

$$K_s = \frac{C_2 - C_1}{C_1 + C_2} \cdot \frac{C_2 - C_1}{C_1 + C_2},$$

где C_1, C_2 — величина спроса при старых и новых ценах;
 C_1, C_2 — соответственно старая и новая цена.

Спрос на различные товары может быть как эластичным, так и неэластичным. При эластичном спросе (незначительном изменении цены и значительном изменении спроса) значение коэффициента эластичности больше 1. К товарам неэластичного спроса относятся, например, товары повседневного спроса, относительно недорогие товары. Кроме

эластичного и неэластичного спроса существует частный случай, когда процентное колебание цены приводит к точно такому же изменению продаж и общая выручка остается неизменной ($K_3 = 1$).

При определении объемов выпуска конкретной продукции и включении ее в годовой план производства необходимо учитывать также величину существующего спроса, темпы его роста, уровень рыночных цен, размеры получаемой прибыли, степень риска, влияние конкуренции, издержки производства, возможность снижения себестоимости единицы товарной продукции и другие факторы и условия производства и сбыта изделий.

Планируемая номенклатура выпускаемой продукции должна в целом обеспечивать равновесие спроса и предложения, а также сбалансированность годового объема выпуска с производственной мощностью соответствующего подразделения или всего предприятия. Поэтому в процессе составления производственного плана необходимо правильно выбрать используемые в расчетах измерители объема выпуска продукции — натуральные, трудовые, стоимостные или их разновидности.

Натуральные измерители выражают физический объем конкретных видов выпускаемой продукции в таких единицах, как штуки, тонны, метры (погонные, квадратные, кубические), и служат основой для установления трудовых и стоимостных измерителей. Однако на практике диапазон их применения ограничен расчетами объемов выпуска только однородной продукции.

Трудовые измерители являются универсальными и наиболее распространены на производстве. Они характеризуют объем выпущенной продукции в нормо-часах (человеко-часах, станко-часах), нормо-рублях и других нормируемых показателях затрат труда или рабочего времени. Эти измерители являются базой технико-экономического, социально-трудового, оперативно-производственного и многих других видов внутрифирменного планирования.

На основе этих измерителей можно создать в дальнейшем, по мере стабилизации рыночных цен, систему стоимостных нормативов, пригодную для последующего применения в рыночной экономике. Такие нормативы могут стать основой управления издержками производства на предприятиях.

Стоимостные нормативы характеризуют объем производства продукции в денежном измерении. Они позволяют на единой ценовой основе сопоставлять, анализировать и суммировать объем выпуска разнородной продукции. Однако при этом надо учитывать существующий уровень изменения рыночных цен при планировании и измерении объемов выпущенной в разное время продукции. Поэтому в настоящее время в ходе планирования производства продукции предприятию предпочтительнее применять натуральные и трудовые нормативы, от которых легко перейти к стоимостному измерению объема продукции, планируемой или выпущенной в соответствующем периоде времени.

В процессе разработки годового плана производства продукции все объемные расчеты ведутся по каждой *номенклатурной позиции*, под которой понимается перечень или состав выпускаемой продукции по видам, типам, сортам, размерам и иным признакам.

Вся производимая на предприятиях продукция по видам или назначению классифицируется на основные изделия, комплектующие и запасные части, полуфабрикаты, работы, услуги и т. п.

По стадиям производства и обращения продукцию делят на незавершенную, готовую, или товарную, реализованную, или проданную, валовую и др.

По экономическому содержанию различают чистую, условно-чистую и нормативно-чистую продукцию.

Объем продукции в стоимостном выражении определяется следующими показателями:

- *товарная продукция* — это стоимость продукции, предназначенной для реализации (готовой продукции, полуфабрикатов, работ и услуг производственного характера);
- *валовая продукция* — это сумма стоимости всех видов продукции, выработанной организацией. Кроме элементов, входящих в состав товарной продукции, включает

изменение остатков незавершенного производства на протяжении расчетного периода, стоимость сырья и материалов заказчика и некоторые другие элементы;

- *чистая продукция* характеризует вновь созданную стоимость в результате промышленно-производственной деятельности организации за определенный период. Она определяется вычитанием из объема валовой продукции материальных затрат и суммы амортизационных отчислений;

- *реализованная продукция* — это стоимость отпущенной на сторону продукции, оплаченной покупателем.

Валовая продукция (ВП) характеризует весь объем работы, выполненной организацией за определенный период времени (месяц, квартал, год), и определяется по формуле:

$$ВП = ТП + НЗП_{кп} - НЗП_{нп},$$

где ТП — товарная продукция;

НЗП_{кп}, НЗП_{нп} — незавершенное производство на начало и конец периода соответственно.

Объем реализуемой продукции (РП) по плану можно определить следующим образом:

$$РП = ТП + НП_{нп} - НП_{кп},$$

где НП_{нп}, НП_{кп} — остатки нерезализованной продукции на начало и конец планового периода соответственно.

Чистая продукция — это вновь созданная стоимость в организации. В нее входят оплата труда, выплаченная в виде заработной платы и не выплаченная, но вошедшая в стоимость товара в виде налогов и различных начислений, а также прибыль. В чистую продукцию не входит перенесенная стоимость, созданная в других организациях (оплата сырья, материалов, энергии, топлива и амортизационные отчисления).

Объем чистой продукции (ЧП) может быть определен по формуле:

$$ЧП = ТП - МЗ - А,$$

где МЗ — материальные затраты;

А — амортизация.

В ходе внутрифирменного планирования принято определять валовой (общий) и внутрихозяйственный оборот продукции. *Валовой оборот* представляет собой суммарный объем производства продукции, выполнения работ и оказания рыночных услуг, планируемых цехам и службам предприятия в стоимостном измерении. *Внутрифирменный оборот* характеризует часть суммарного объема производства предприятия, обращающуюся между его цехами и подразделениями. Валовая продукция (ВП) определяется как разность между валовым (ВО) и внутрифирменным оборотом (ВНО):

$$ВП = ВО - ВНО.$$

Ниже приведен Пример разработки годового плана производства продукции конкретного предприятия «Х»

Объем реализации основных видов промышленной продукции «Х» за последние 7 лет представлен в табл. 1.

Вид продукции	Единица измерения	В натуральном выражении						
		2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Изделие А	шт.	15	16	17	17	18	21	23
Изделие Б	шт.	362	390	405	425	450	475	600
Изделие В	шт.	250	290	320	360	400	440	550
Изделие Г	шт.	432	450	475	487	510	520	535

Для прогнозирования воспользуемся Microsoft Excel (см. рисунок).



Рис. пример: Динамика объемов производства изделия А в 2005–2011 гг., шт.

Как видно из рисунка, объем производства изделия А изменяется следующим образом: $y = 1,25x + 13,143$.

Так как $R^2 = 0,8955$, а это близко к единице, то данное уравнение адекватно описывает изменение спроса на изделие А. Следовательно, планируемый объем производства изделия А в 2012 г. может составить 24 шт. Таким образом, прогнозируется увеличение объемов производства изделия А.

Аналогичным образом производится расчет и по другим изделиям. Результаты расчета представим в виде табл. 2.

Показатель	Объем продаж, шт.			
	Изделие А	Изделие Б	Изделие В	Изделие Г
Объем продаж	24	655	560	556

Таким образом, годовой план производства продукции на 2012 г. может выглядеть следующим образом (табл. 3).

Продукция	Единица измерения	Объем производства в натуральном выражении
Изделие А	шт.	24
Изделие Б	шт.	655
Изделие В	шт.	560
Изделие Г	шт.	556

После этого можно переходить к расчету необходимых для производства продукции ресурсов.

Итак, для производства продукции необходимы различные ресурсы. При планировании производства продукции первоначально необходимо оценить и спланировать объемы материальных ресурсов. Подробный расчет проведем на примере изделия Г. Затраты на основные материалы определим исходя из норм расхода и цены единицы материала за вычетом отходов (табл. 4).

Основные материалы	Затраты материалов на одно изделие, руб.	Всего затраты на весь выпуск, руб.
Черные металлы	144,25	80 203
Цветные металлы	1,24	683,88
Кабели, провода, шнуры	3,09	1718,04
Пластмассы и прессматериалы	3,12	1734,72
Резиновые и кожевенные материалы	12,08	6716,48
Бумажные и текстильные материалы	6,09	3386,04
Клеи	0,01	5,56
Лаки, краски, химикаты и т. п.	33,13	18 420,28
Прочие	42,47	23 613,32
Всего затрат на весь выпуск	136 481,32	
Затраты материалов на одно изделие	245,48	

Аналогичным образом можно произвести расчеты по другим изделиям (табл. 5).

Продукция	Затраты материалов на одно изделие, руб.	Объем производства, шт.	Бюджет закупок на весь выпуск, руб.
Изделие А	433 108	24	10 394 592
Изделие Б	347	655	227 285
Изделие В	185	560	103 600
Изделие Г	245,48	556	136 481,32
Итого			10 861 958,32

Таким образом, на 2012 г. необходимо закупить материальных ресурсов на сумму 10 861 958,32 руб.

Далее определим затраты на полуфабрикаты. Они рассчитываются исходя из номенклатуры, количества и цены единицы полуфабриката.

В нашем случае для изготовления одного изделия Г требуется один полуфабрикат (клапан) по цене 51,89 руб. Транспортно-заготовительные расходы составляют 6 %, или 3,11 руб. ($51,89 \times 0,06$).

Все затраты на полуфабрикаты на одно изделие составят 55 руб. ($51,89 + 3,11$); на весь выпуск — 30 580 руб. (55×556).

Аналогично были произведены расчеты по остальным изделиям (табл. 6).

Продукция	Затраты на покупку комплектующих на одно изделие, руб.	Объем производства	Бюджет закупок на весь выпуск, руб.
Изделие А	0	24	0
Изделие Б	1385	655	907 175
Изделие В	730	560	408 800
Изделие Г	55	556	30 580
Итого			1 346 555

Таким образом, на весь выпуск продукции в 2012 г. требуется 1 346 555 руб. на закупку комплектующих и полуфабрикатов.

Помимо материальных ресурсов на «Х» для производства также необходимы трудовые ресурсы. Поэтому определим затраты на основную заработную плату основных производственных рабочих. Эти затраты определяются исходя из расценок и часовых тарифных ставок и норм времени по всем операциям технологического процесса изготовления изделия (на примере изделия Г).

Например, затраты на штамповку составят 25,02 руб. ($3 \times 1,3 \times 27,9 / 60 \times 13,8$), на шлифовку — 26,4 руб. ($3 \times 1,3 \times 32,2 / 60 \times 12,6$).

Расчеты затрат на основную заработную плату основных производственных рабочих представлены в табл. 7.

Операция	Разряд работы	Количество рабочих	Штучное время, мин.	Часовая тарифная ставка, руб.	Затраты на основную заработную плату, руб.
Штамповка	4	3	13,8	27,9	25,02
Шлифовка	5	3	12,6	32,2	26,4
Резка	4	2	0,702	15,20	18,8
Пробивка, вырубка	4	1	1,326	12,12	14,0
Контроль	5	1	3,62	11,54	11,0
Сборка	5	2	2,58	13,63	12,28
Клепка	4	1	0,8	12,12	15,76
Отрезная	4	1	0,2	11,02	13,0
Специальная токарная	5	2	0,43	15,20	4,64
Токарная с ЧПУ	5	1	2,16	16,97	6,06
Токарно-револьверная	5	1	1,04	15,20	31,66
Комплектование	4	1	1,5	11,02	15,9
Сборка	3	2	10,2	34,6	15,42
Всего затрат на одно изделие		210			
Всего затрат на весь выпуск		116 760			(210×556)

Таким образом, при производстве изделия Г необходим 21 человек. Их заработная плата на одно изделие составляет 210 руб.

Аналогичным образом рассчитаны все затраты на заработную плату основных рабочих по остальным изделиям (табл. 8).

Продукция	Затраты на заработную плату основных рабочих на одно изделие, руб.	Объем производства, штук	Зарботная плата производственных рабочих, руб.
Изделие А	189 339	24	4 544 136
Изделие Б	750	655	491 250
Изделие В	856	560	479 360
Изделие Г	210	556	116 760
Итого			5 631 506

Итак, на выполнение годового плана производства необходимы основные рабочие, заработная плата которых на весь выпуск составляет 5 631 506 руб.

Дополнительная заработная плата основных производственных рабочих определяется в процентах к основной заработной плате. Процент принимается по данным текущего года либо исчисляется как отношение годового размера дополнительной заработной платы к годовому размеру основной заработной платы в планируемом году. В нашем случае это 12,13 %. Таким образом, дополнительная заработная плата основных производственных рабочих будет составлять:

- для изделия А:
- на одно изделие — 22 910 руб. ($189\,339 \times 0,1213$);
- на весь выпуск за месяц — 549 840 руб. ($22\,910 \times 24$);
- для изделия Б:
- на одно изделие — 91 руб. ($750 \times 0,1213$);
- на весь выпуск за месяц — 59 605 руб. (91×655);
- для изделия В:
- на одно изделие — 104 руб. ($856 \times 0,1213$);
- на весь выпуск за месяц — 89 024 руб. (104×560);
- для изделия Г:
- на одно изделие — 25,41 руб. ($210 \times 0,1213$);
- на весь выпуск за месяц — 14 163 руб. ($25,41 \times 556$).

Соответственно, на весь выпуск дополнительная заработная плата составит 712 632 руб., в целом затраты на заработную плату — 6 344 138 руб.

Далее определим размер страховых взносов в государственные внебюджетные фонды (на 2012 г. максимальный тариф — 30 %), а также накладные расходы (45,0 %) и себестоимость продукции (табл. 9).

Статья затрат	Плановая себестоимость, руб.			
	Изделие А	Изделие Б	Изделие В	Изделие Г
Материалы	433 108	347	158	245,48
Покупные комплектующие		1385	730	55
Зарботная плата производственных рабочих	189 339	750	856	210
Дополнительная заработная плата	22 966,8	91	103,8	25,5
Страховые взносы	63 691,7	252,3	287,9	70,6
Накладные расходы	852 025,5	3375	3852	945
Итого производственная себестоимость	1 561 131	6200	6015	1552

В результате расчетов определена производственная себестоимость по изделиям:

- изделие А — 1 561 131 руб., следовательно, на выпуск 24 комплектов затраты составят 37 467 146 руб.;
- изделие Б — 6200 руб., следовательно, на 655 шт. — 4 061 175 руб.;
- изделие В — 6015 руб., следовательно, на 560 шт. — 3 368 278 руб.;
- изделие Г — 1552 руб., на 556 шт. — 862 686,8 руб.

Таким образом, в целом на весь выпуск себестоимость продукции составит 45 759 286 руб.

Также определим цену на продукцию.

Будем применять метод расчета цены по издержкам и в результате полученных данных составим годовой план производства «Х» на 2012 г. (табл. 10).

Таблица 10. Фрагмент плана производства «Х» на 2012 г.					
Продукция	Производственная себестоимость на единицу продукции, руб.	Прибыль (ставка 25 %), руб.	Плановая цена на единицу продукции, руб.	Объем производства, шт.	Объем производства в стоимостном выражении, руб.
	1	2 = гр. 1 × 0,25	3 = гр. 1 + гр. 2	4	5 = гр. 3 × гр. 4
Изделие А	1 561 131	390 283	1 951 414	24	46 833 930
Изделие Б	6200	1550	7750	655	5 076 250
Изделие В	6015	1504	7519	560	4 210 500
Изделие Г	1552	388	1940	556	1 078 640
Итого					57 199 320

Согласно табл. 10 объем производства в стоимостном выражении на весь выпуск продукции составит 57 199 320 руб.; планируется получить прибыль (валовую) в размере 11 440 034 руб.

В заключение следует отметить, что важным свойством всей системы планирования на предприятии должна являться возможность создания нескольких представлений одного и того же плана для удобства работы с ним различных специалистов-менеджеров с учетом требуемой глубины детализации. Формирование планов следует выполнять в произвольной структуре временных периодов, в том числе нестандартной, то есть не совпадающей с календарной разбивкой года.

Алтухов М.В. Разработка годового плана производства продукции / М.В. Алтухов // Справочник экономиста. – 2012. - № 4 http://www.profiz.ru/se/4_2012/godovoj_plan/