

МЕТОДОЛОГИЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НА ОПЕРАЦИОННОМ УРОВНЕ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Представлена методология поддержки принятия оптимальных решений на операционном уровне управления машиностроительным предприятием, позволяющая с помощью оптимизационных моделей и типовых инструментов планирования выбрать наилучшее решение с точки зрения заданного критерия оптимальности и определенных ограничений.

Ключевые слова: система поддержки принятия решений, оптимизационные модели, инструменты планирования, операционный уровень управления, машиностроительное предприятие, интегрированная информационная среда.

В настоящее время происходит активное развитие теории управления в социально-экономических системах. Особое внимание в развитии этой теории уделяется ее важному направлению – разработке методологии внутрифирменного управления. Основные задачи управления современным предприятием, кроме задач, связанных с переоснащением, модернизацией производства и повышением качества продукции, лежат в сфере оперативного реагирования и принятия оптимального решения, т. е. наличия адекватной системы управления предприятием [4]. Однако в этом направлении остаются недостаточно исследованными и разработанными вопросы внутрифирменного управления в специфической социально-экономической системе типа машиностроительного предприятия.

На операционном уровне осуществляется управление производственной деятельностью, в которой создается добавочная стоимость, осуществляются основные затраты и скрыты главные источники экономии, а также работают многие другие факторы, определяющие эффективность и рентабельность машиностроительного предприятия. Например, фактором целенаправленного воздействия выступает внешняя среда, влияние которой носит случайный характер, не контролируемый управляющим органом. Подобные воздействия наряду с воздействием управляющей подсистемы влияют на деятельность управляемой подсистемы.

Для того чтобы процесс производства стал контролируемым и управляемым, необходимо совершенствовать систему поддержки принятия управленческих решений. В этом смысле, по мнению А.В.Щепкина, основная задача внутрифирменного управления заключается в том, чтобы для каждого структурного подразделения определить набор показателей, характеризующих результаты его деятельности [5]. Представляется, что данный подход не является универсальным, так как не связан непосредственно с процессом производства, а затрагивает лишь результаты производственной деятельности. Представляется, что совершенствование системы поддержки принятия решений на операционном уровне управления машиностроительным предприятием целесообразно осуществлять на основе оптимизации процесса производства.

Задача оптимизации процесса производства формулируется в виде следующей задачи математического программирования. При выполнении условий $\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j = Q_j$ ($i=1, 2, \dots, m$); $x_j > 0$ ($j=1, 2, \dots, n$) необходимо найти такую совокупность значений параметров улучшаемого производственного процесса $\bar{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, при которой целевая функция принимает максимальное значение: $Z_{\text{нпт}} = \sum_{j=1}^n b_j x_j - c \rightarrow \max$. Данная математическая модель оперативного управления производством является задачей линейного программирования, для решения которой используется симплекс-метод.

В качестве целевой функции в задаче оптимизации выступает плановая величина незавершенного производства ($Z_{нпш}$), которая в каждый момент времени должна стремиться к максимальному значению. Ограничением является плановый фонд времени работы оборудования (Q). Сущность данной оптимизационной модели состоит в задании правильного темпа и направления движения производственного процесса для обеспечения оптимальной величины незавершенного производства и достижения на этой основе стратегических целей предприятия.

Для создания эффективной системы поддержки принятия решений на операционном уровне управления крайне важно, чтобы значения параметров процесса производства точно отражали динамику внешней и внутренней среды предприятия. Это позволит исключить в системе управления элементы неопределенности и создать ситуацию устойчивости. В работе [2] предложены инструменты планирования и планово-учетные единицы, учитывающие динамичность процесса производства и вероятностный характер протекания его в пространстве и времени и задающие точные параметры движения процесса производства.

Модель поддержки принятия оптимальных решений на операционном уровне управления машиностроительным предприятием показана на рис. 1.

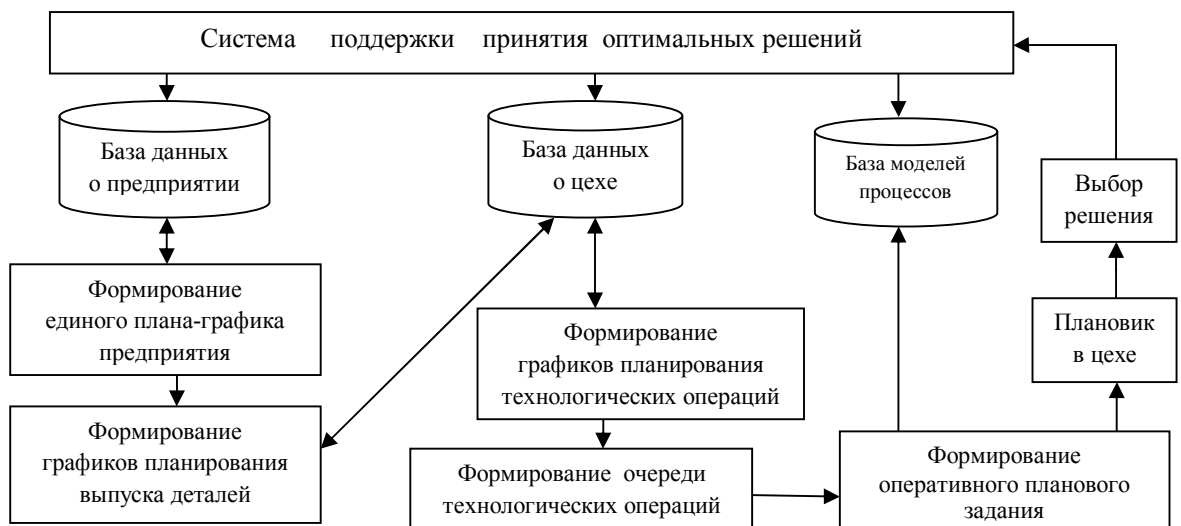


Рис. 1. Модель поддержки принятия оптимальных решений на операционном уровне управления машиностроительным предприятием

В данной модели выбор решения происходит в результате итерационного процесса, в котором участвуют система поддержки принятия решений как вычислительное звено и плановик в цехе как управляющее звено, оценивающее качество оперативного планового задания. Характерной особенностью предлагаемой системы поддержки принятия оптимальных решений является наличие вычислительных процедур, последовательно оптимизирующих принимаемые решения [3]:

1. Формирование единого плана-графика предприятия.
2. Формирование графиков планирования выпуска деталей.
3. Формирование графиков планирования технологических операций.
4. Формирование очереди технологических операций.
5. Формирование оперативного планового задания.

Основным звеном в этих вычислительных процедурах являются графики планирования. Принципиальная схема графика планирования показана на рис. 2. В графике планирования одновременно рассматриваются прошедший, текущий и будущий периоды, что обеспечивает соблюдение принципов целенаправленности, опережающего отражения и непрерывности в планировании всех видов деятельности на машиностроительном пред-

приятии. С помощью графика осуществляется планирование как на краткосрочный период, так и на среднесрочный и долгосрочный периоды и обеспечивается взаимосвязь и сбалансированность целей и показателей их достижения, плановых заданий по содержанию и времени.

Планово-учетными характеристиками в графике планирования являются продолжительность планируемых отрезков времени и дневная потребность производства в деталях, узлах, изделиях, материалах, а нормативом - опережение выпуска деталей, узлов, изделий и обеспечения производства материалами. Параметры, предложенные для построения графика планирования, позволяют учитывать динамичность производственных процессов в пространстве и времени, обусловленную изменением внешней и внутренней среды машиностроительного предприятия.

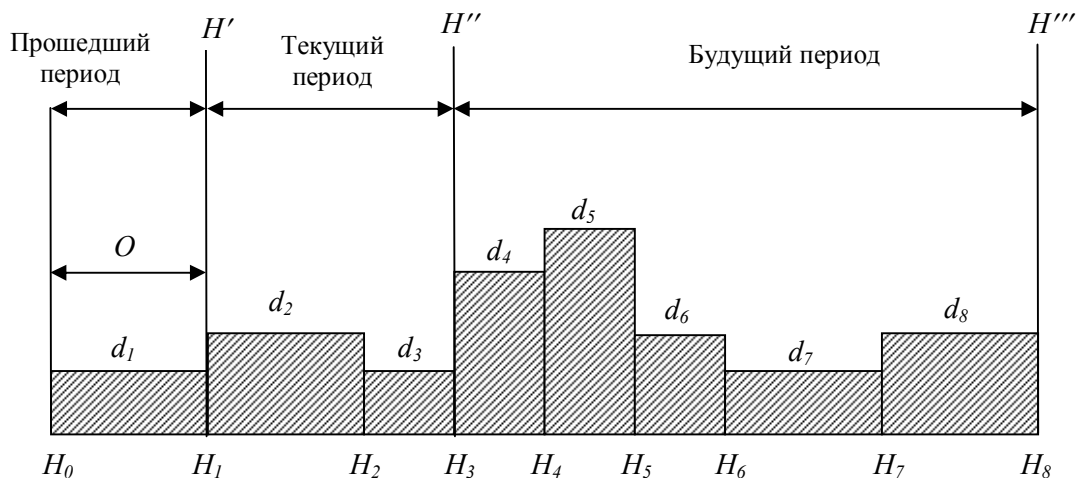


Рис. 2. Принципиальная схема графика планирования: H, H', H'', H''' – окончания планируемых отрезков времени, прошедшего, текущего и будущего периодов; d – дневная потребность; O – норматив опережения

Модель формирования оперативного планового задания в цехе приведена на рис. 3.

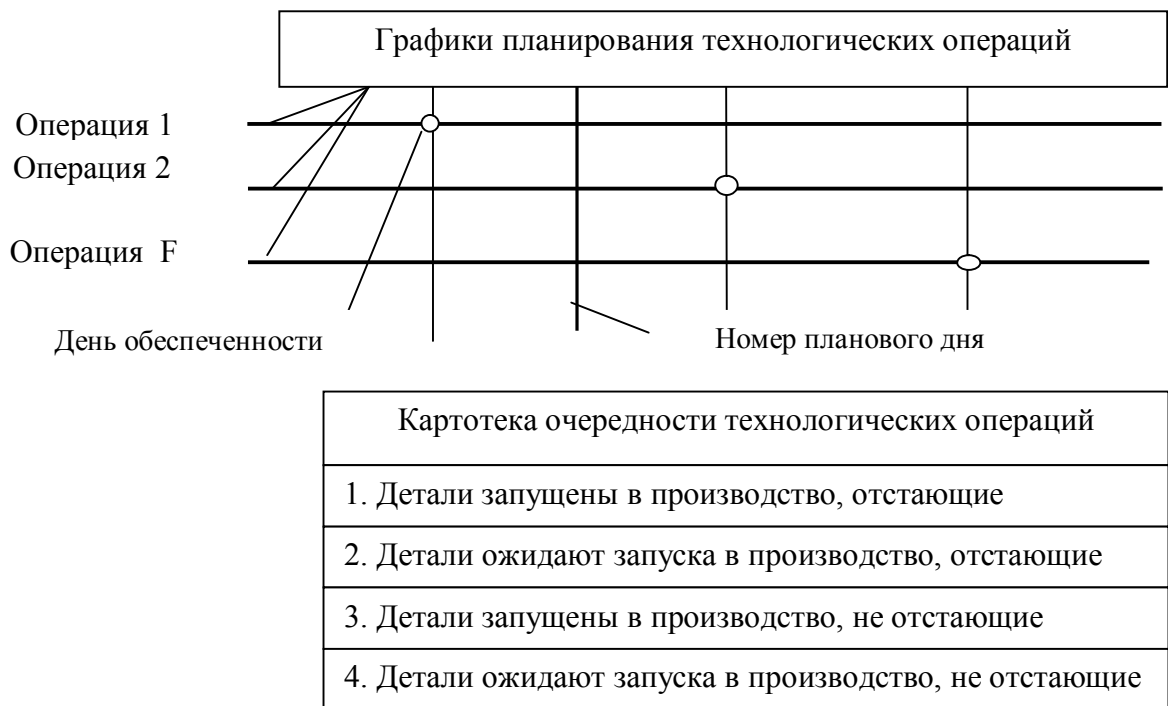


Рис. 3. Модель формирования оперативного планового задания в цехе

Данная модель построена на основе графиков планирования технологических операций и картотеки очередности технологических операций. С помощью графиков планируется процесс производства в цехе, с помощью картотеки - процесс реализации его на производственных участках. Эти базовые инструменты планирования оптимизируют очередь технологических операций с учетом реально сложившейся ситуации в цехе в каждый момент времени. Следует заметить, что в данном подходе к составлению оперативного планового задания не используется расписание выполнения технологических операций, как это предлагается в научной литературе [1;4].

Новый подход к составлению оперативного планового задания в цехе сформировался на основе многолетних исследований и практического внедрения автоматизированной системы управления производством на Брянском машиностроительном заводе. Практика показала, что в условиях многономенклатурного производства и динамичной среды функционирования невозможно использовать расписание технологических операций как инструмент составления оперативного планового задания, так как оно не учитывает влияние многочисленных факторов на процесс производства. В реальных заводских условиях необходимо формировать очередь технологических операций, построенную по дню обеспеченности производства деталями (номеру рабочего дня с начала года) и признакам – запущена деталь в производство или ожидается запуск. Приоритет отдается деталям, запущенным в производство.

В модель системы поддержки принятия оптимальных решений (рис.1) входят три базы данных: база данных о предприятии, база данных о цехе, база моделей процессов производства. На основании информации, хранящейся в базе данных о предприятии, формируются единый план-график предприятия и графики планирования выпуска деталей. Последние поступают в базу данных о цехе и используются в процедуре формирования графиков планирования технологических операций. На основании информации, хранящейся в базе данных о цехе, составляются оперативные плановые задания. База моделей содержит описание моделей и алгоритмов осуществления производственных процессов в различных по специфике цехах предприятия (литейном, заготовительном, обрабатывающем, сборочном и др.).

Важным условием для поддержки принятия оптимальных решений на операционном уровне управления является наличие интегрированной информационной среды. Модель интегрированной информационной среды машиностроительного предприятия приведена на рис. 4.

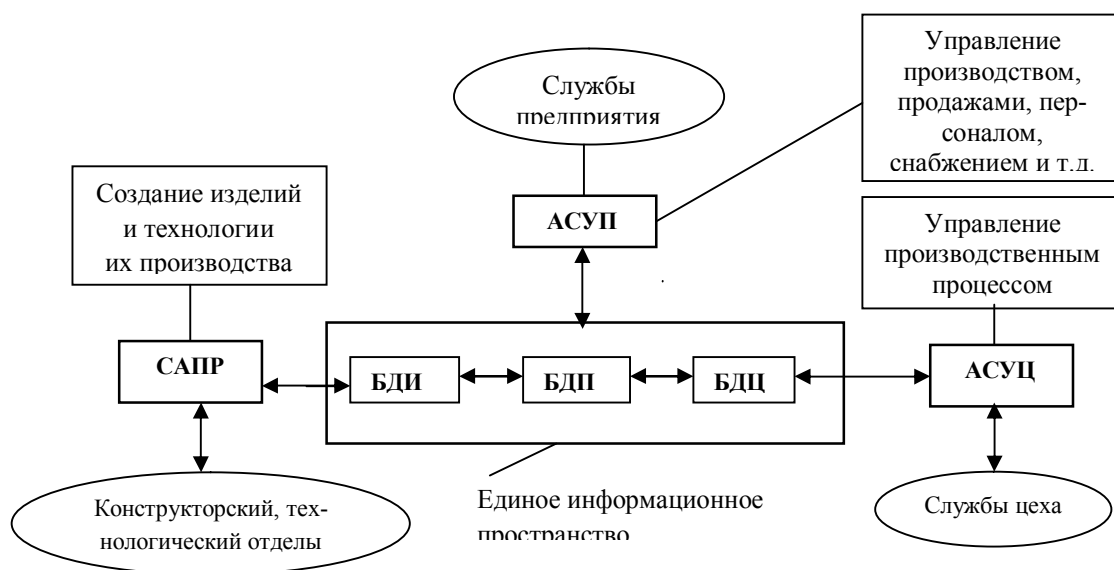


Рис. 4. Модель интегрированной информационной среды машиностроительного предприятия

Модель интегрированной информационной среды предприятия включает в себя следующие три главных компоненты:

1) систему автоматизированного проектирования (САПР), с помощью которой конструкторский и технологический отделы разрабатывают новые изделия и технологию их производства;

2) автоматизированную систему управления предприятием (АСУП), с помощью которой службы предприятия осуществляют управление производством, продажами, персоналом, снабжением и т.д.;

3) автоматизированную систему управления цехом (АСУЦ), с помощью которой руководители и службы цеха управляют производственным процессом в режиме реального времени.

Системная информационная поддержка этих компонентов осуществляется в едином информационном пространстве, представляющем собой совокупность трех распределенных баз данных:

1) базы данных об изделиях (БДИ), содержащей нормативную информацию и справочные документы, используемые при проектировании новых изделий и создании технологии их производства, информацию о технических решениях, признанных типовыми и пригодными для дальнейшего использования, а также сведения об изделиях, находящихся в процессе производства;

2) базы данных о предприятии (БДП), содержащей нормативную, справочную, плановую и учетную информацию, создаваемую и используемую различными службами в процессе их управленческой деятельности;

3) базы данных о цехе (БДЦ), содержащей нормативную, справочную, плановую и учетную информацию, создаваемую и используемую службами цеха в производственной деятельности.

Описание структуры и состава информации в базах данных читатель может найти в работе [3].

Модель оптимизации процесса производства внедрена на Брянском машиностроительном заводе. Внедрение показало, что оптимизационная модель оперативного управления производством обеспечивает оптимальные управленческие решения. Это нашло свое выражение в последовательном росте коэффициента комплектности производства и, как следствие, повышении скорости производства, снижении затрат и росте производительности труда. Карта изменения коэффициента комплектности производства по заготовительному цеху показана в таблице.

Таблица

Карта изменения коэффициента комплектности производства

Номер рабочего дня	H'	1	2	3	4	5	6	7
Коэффициент	0,640	0,643	0,646	0,650	0,654	0,657	0,661	0,664
Номер рабочего дня	8	9	10	11	12	13	14	15
Коэффициент	0,668	0,671	0,675	0,679	0,682	0,685	0,689	0,692
Номер рабочего дня	16	17	18	19	20	21	22	23
Коэффициент	0,696	0,699	0,703	0,706	0,710	0,713	0,716	0,720

В таблице коэффициенты комплектности производства даны на конец прошедшего периода (H') и на каждый рабочий день планируемого месяца. На начало месяца коэффициент комплектности производства был равен 0,64, а затем повышался ежедневно на 0,3–0,4% и в последний день месяца стал равен 0,72. Расчеты показали, что в сложившихся

реальных условиях можно восстановить комплектность производства в цехе до нормативного уровня (коэффициент комплектности равен 1) только в третьем месяце.

В реальных заводских условиях по различным причинам цеха не выполняют установленные им плановые объемы работ на сутки. Поскольку неритмичная работа цехов и некомплектное незавершенное производство приводят к снижению скорости движения производственного процесса, увеличению длительности производственного цикла, росту затрат и увеличению потребности оборотных средств, то в системе управления предприятием должно быть средство оценки не только настоящего, но и будущего результата.

Общая картина ритмичности и комплектности производства, используемая для принятия управленческих решений на операционном уровне управления машиностроительным предприятием, показана на рис. 5, 6.



Рис. 5. График ритмичности производства: 1 – средняя ритмичность; 2 – фактическая ритмичность

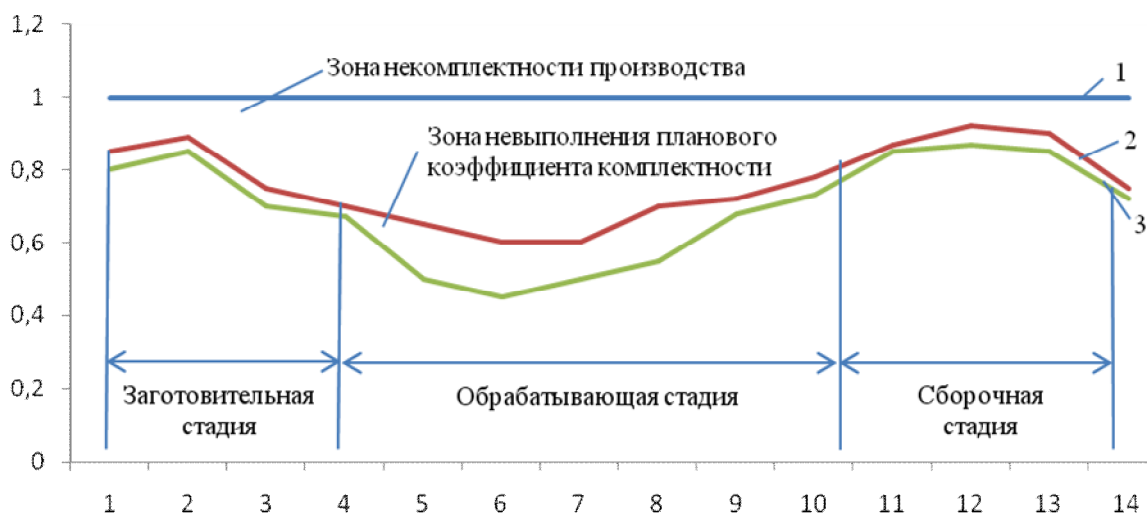


Рис. 6. График комплектности производства: 1, 2, 3 – коэффициенты (нормативные, плановые, фактические)

На рис. 5 видно, что неритмичная работа цехов на заготовительной стадии привела к снижению уровня фактических заделов деталей на обрабатывающей стадии, что является одной из причин неритмичной работы механических цехов. Более высокий уровень ритмичности работы сборочных цехов по сравнению с механическими цехами обеспечивается за счет заделов, созданных в прошлом периоде. Если работа механических цехов не бу-

дет восстановлена в следующие рабочие дни, то через некоторое время и сборочные цеха станут работать неритмично.

На рис. 6 видно, что все цеха имеют значения плановых коэффициентов комплектности незавершенного производства меньше единицы. Такая картина складывается потому, что при неритмичной работе и ограниченном фонде оплаты труда цеха не могут в текущем плановом периоде полностью восстановить незавершенное производство и повысить коэффициент комплектности до номинального значения. Поэтому между графиками нормативных и плановых коэффициентов находится зона некомплектности незавершенного производства. В данном случае важно постепенно восстанавливать и выравнивать комплектность незавершенного производства на предприятии в целом, чтобы не допустить дисбаланса в работе цехов в будущем периоде.

В заключение необходимо отметить, что разработанный комплексный подход к созданию системы поддержки принятия оптимальных решений на операционном уровне управления машиностроительным предприятием является следующим шагом в развитии методологии внутрифирменного управления. Предложенные оптимизационная модель оперативного управления производством и вычислительные процедуры создают оптимизационный механизм управления производственной деятельностью. Изложенный подход является инновационным и может быть полезен руководителям машиностроительных предприятий и специалистам по автоматизированным системам управления производством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заложнев, А.Ю. Оптимизационные методы внутрифирменного управления и оптимизация механизмов функционирования / А.Ю. Заложнев // Управление большими системами. – М.: ИПУ РАН, 2003. – Вып.5.
2. Коновалова, Г.И. Оптимизационная модель управления производством и практический подход к ее реализации / Г.И. Коновалова // Менеджмент в России и за рубежом. – М., 2011. – №1. – С. 100-106.
3. Коновалова, Г.И. Интегрированная информационная среда промышленного предприятия: модель, структура, состав / Г.И. Коновалова // Вестн. Брян. гос. техн. ун-та. - 2013. - №3. - С. 109-116.
4. Соломенцев, Ю.М. Планирование в современных системах управления производством / Ю.М. Соломенцев, Р.Р. Загидуллин, Е.Б. Фролов // Информационные технологии и вычислительные системы. – М., 2010. – №4. – С. 77-87.
5. Щепкин, А.В. Внутрифирменное управление (методы и модели) / А.В. Щепкин. - М.: ИПУ РАН, 2001. – 80 с.

Материал поступил в редколлегию 4.06.14.