



УДК 630*36.004:658.588.8.001.8: 518.5

А.В.Воронин

Воронин Анатолий Викторович родился в 1959 г., окончил в 1983 г. Петрозаводский государственный университет, кандидат технических наук, доцент, первый проректор, заведующий кафедрой прикладной математики и кибернетики ПетрГУ. Имеет более 70 печатных работ в области математического моделирования систем управления, автоматизации и управления в лесном комплексе, информационных систем и систем поддержки принятия решений.



ОПТИМИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ РЕМОНТНО-МЕХАНИЧЕСКИМИ ПРОИЗВОДСТВАМИ КОМПЛЕКСНЫХ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Предложены модели и методы повышения эффективности управления ремонтно-механическими производствами крупных лесопромышленных предприятий, подходы к решению задачи планирования ремонтных работ, структура программного комплекса управления ремонтным производством ЦБК.

лесопромышленное предприятие, ремонтно-механическое производство, автоматизированная система управления, математические модели.

За последние годы в лесопромышленном комплексе России произошли серьезные структурные изменения, связанные с интеграцией предприятий, созданием концернов и холдингов. В качестве примеров можно привести лесопромышленный холдинг «Илим Палп Энтерпрайз», группу компаний «Титан», ОАО «Сыктывкарский лесопромышленный комплекс» и «Сегежский ЦБК», группу на основе ЗАО «Северо-Западная лесопромышленная компания» и др.

В связи с тенденцией создания вертикально и горизонтально ориентированных структур на базе целлюлозно-бумажных, деревообрабатывающих и лесозаготовительных предприятий можно ожидать в достаточно близкой перспективе дальнейшее укрупнение лесопромышленных предприятий, повышение комплексности переработки ими древесного сырья и выпуска различных видов продукции, которые для одних производств будут являться конечной продукцией, для других – сырьем [2]. Характерно, что наиболее крупные холдинги обязательно включают один или несколько ЦБК.

В данной работе используется термин «комплексное лесопромышленное предприятие» [4], который пока не получил широкого распространения, тогда как все еще используется термин «комплексное лесозаготовительное предприятие». Ниже под комплексным лесопромышленным предприятием (КЛПП) будем понимать группу предприятий разных отраслей: ЦБП, деревообрабатывающих, лесозаготовительных, вырабатывающих комплекс разнообразных видов лесопродукции.

Понятно, что современное КЛПП представляет собой сложный организационно-экономический, технический и технологический комплекс, части (предпри-

ятия) которого могут быть удалены друг от друга на сотни и тысячи километров, а численность персонала варьирует в пределах тысяч и десятков тысяч человек. В этих условиях значительно возрастает необходимость согласованных действий и оперативного принятия решений, повышения эффективности планирования и управления на уровне комплекса и отдельных предприятий. Ввиду сложности решаемых задач, управление современным КЛПП немислимо без использования разнообразных методов анализа и моделирования, информационных технологий, разработки компьютерных систем поддержки принятия решений.

*Функции и структура управления
ремонтно-механическими производствами КЛПП*

Хотя главное внимание в руководстве предприятием традиционно уделяется основному производству, оптимизация планирования и управления вспомогательными производствами также может дать значительный экономический и организационный эффекты. Важнейшими вспомогательными подразделениями КЛПП являются ремонтно-механические производства (РМП), заводы (РМЗ), мастерские (РММ). От их работы в условиях высокой степени износа оборудования, агрегатов, транспортных средств зависит устойчивый характер работы основных производств.

Особенности и непрерывный режим работы оборудования вынуждают тратить значительные средства на проведение ремонтных и профилактических работ. На крупных ЦБК затраты на ремонт составляют до 6 % стоимости основных фондов, а ремонт в РМП и цехах предприятия могут быть заняты до 30 % всех рабочих [3]. Повышение эффективности организации ремонтных работ с учетом изложенных обстоятельств является одной из важнейших предпосылок повышения эффективности работы КЛПП.

В связи с развитием деятельности КЛПП следует соответственно ожидать укрупнения и взаимосогласованной работы РМП этих предприятий и повышения их роли в обеспечении производственных процессов. ЦБК, выполняющие роль «ядра» КЛПП, должны взять на себя функции планирования ремонтных работ всех предприятий КЛПП, взаимодействия с машиностроительными и ремонтными предприятиями, создания «страхового» склада запчастей и оборудования для ЦБП, лесозаготовительных и лесообрабатывающих производств и оборудования. Наши многолетние исследования показали, что ремонтным производствам не везде уделяется достаточное внимание, что не может не сказаться на результатах работы КЛПП при растущем усложнении технических систем. Эффективность РМП крупных КЛПП может быть достигнута только при использовании в планировании и управлении современных методов экономико-математического моделирования и информационных технологий.

РМП крупных и средних КЛПП обычно включают в себя несколько десятков производственных подразделений и обычно требуют значительного количества рабочих. Например, только в РМП ОАО «Архангельский ЦБК» в 2001 г. работало около 400 человек, из них более 80 % персонала занято непосредственно на производстве.

РМП оказывают широкий спектр ремонтных услуг, так как в процессе работы постоянно возникает необходимость в ремонте, восстановлении и замене деталей, узлов и агрегатов машин и оборудования. Большинство таких материальных ресурсов изготавливается на производственных мощностях РМП, часть приобретается у внешних поставщиков или изготовителей. Номенклатура изготавливаемого и ремонтируемого оборудования крупных КЛПП насчитывает более 20 тыс. видов

изделий. Изменение и добавление новых видов номенклатуры происходит по мере появления в КЛПП новых видов машин и оборудования.

Каждое подразделение (цех) РМП, в свою очередь, разбивается на бригады и участки. За каждой бригадой и участком закреплен определенный вид деятельности, набор оборудования, инструментов и принадлежностей. Кроме того, на производстве существует несколько складов и площадок хранения различного назначения и вспомогательных служб. Вследствие этого РМП КЛПП имеют довольно сложную структуру и территориально размещаются в нескольких зданиях, иногда значительно удаленных друг от друга.

К числу основных проблем, возникающих в управлении работой РМП КЛПП и приводящих к увеличению экономических потерь, можно отнести:

1) проблемы оперативного учета и контроля за ресурсами РМП. Это связано с мелкосерийностью заказываемых партий, обширной номенклатурой деталей, заготовок, инструмента и сложностью слежения за приходом, расходом и наличием материалов и инструмента на складах. Указанное обстоятельство приводит к перепроизводству отдельных видов литейных материалов, перерасходу заготовок, материалов и инструмента, а также к несвоевременной подаче заявок на недостающие материалы и инструмент;

2) проблемы планирования работы РМП. Планирование работы РМП в целом и его подразделений должно проводиться с учетом сбалансированности месячного плана по различным видам ресурсов (станочный парк, персонал, обеспеченность инструментом, заготовками и другими материалами). В обычных условиях, без использования информационных технологий, экономико-математических моделей и методов, трудно добиться эффективного планирования.

Другой круг проблем связан с необходимостью выполнения срочных (внеплановых) заявок из-за частых поломок оборудования, возникновения аварийных ситуаций и т. п. Согласно статистике, в РМП ОАО «Архангельский ЦБК» доля таких заявок колеблется от 7 до 12 %, в зависимости от месяца. Отсутствие возможности оперативно скорректировать месячный план работы (с учетом появления срочных заявок) делает невозможным полную загрузку станков, что приводит к уменьшению объема выпускаемой продукции;

3) проблемы организации ремонтных работ. Сложность оперативного контроля за поэтапным выполнением заявок в различных подразделениях РМП приводит к неоправданной задержке выполнения отдельных заказов;

4) организация работы ИТР и управленческого персонала. Необходимость неоднократного составления маршрутно-технологических карт на отдельные, часто повторяемые виды изделий приводит к конфликтам из-за ошибок в нормировании и увеличивает непродуктивно затрачиваемое время технолога и нормировщика.

ИТР и работники управления РМП проводят много рутинных расчетов и перерасчетов при оформлении отчетной документации. У них практически не остается времени для анализа и перспективного планирования работы;

5) проблемы позаказного учета. Требования бухгалтерского учета приводят к необходимости калькуляции реальных затрат на выполнение отдельного заказа. При решении этой задачи в целях получения объективных затрат на отдельный заказ (в условиях, когда ряд статей затрат на изготовление данного заказа определен, ряд агрегирован с некоторыми другими заказами, а остальные можно вычленишь только в рамках общецеховых затрат) требуется детально определить места возникновения затрат и четкие правила их распределения.

Решение указанных проблем представляется весьма проблематичным без использования экономико-математических моделей и создания интегрированной системы управления РМП.

*Применение экономико-математических моделей
в планировании работы РМП*

В данном разделе формулируются основные этапы планирования работы РМП, представлены экономико-математические модели и кратко описаны подходы к их решению в ОАО «Архангельский ЦБК» (более подробно – см. [1, 2]).

К числу основных этапов планирования работы РМП относятся:

- 1) подготовка к планированию;
- 2) решение задачи объемного планирования;
- 3) решение задачи объемно-календарного планирования;
- 4) диспетчеризация выполнения ремонтных работ.

Подготовка к планированию. Подготовка месячного плана работы РМП предполагает проведение по каждому подразделению следующих работ:

- сбор и обработка заявок от подразделений и внешних заказчиков;
- нормирование заказов на изготовление (ремонт) деталей и оборудования, включающее расчет требуемого количества, стоимости материалов и инструмента, затрат станочного времени, стоимости выполнения операций и т. п.;
- калькуляция плановой себестоимости выполнения работ;
- определение незавершенных работ прошлого месяца;
- формирование месячного «портфеля» заказов на выполнение ремонтных работ с учетом планируемого проведения ППР, текущего и капитального ремонта;
- анализ имеющихся ресурсов:
 - обеспеченность материалами и инструментом;
 - возможности станочного парка по взаимозаменяемым группам станков;
 - загрузка рабочего персонала и др.

Задача объемного планирования. Наиболее «узким местом» в технологии ремонтного производства является цех механической обработки (ЦМО), принимающий в месяц несколько сотен заявок разной срочности на изготовление мелких партий или отдельных деталей. При изготовлении или ремонте детали, как правило, требуется выполнить несколько операций на различных станках одного или нескольких цехов. ЦМО, как и прочие подразделения ремонтного производства, не всегда в состоянии выполнить все имеющиеся заявки, поэтому составляется месячный план с учетом срочности заявок и незавершенных работ прошедшего месяца.

Предложенный нами подход [1, 2] к решению задачи планирования работы ЦМО был реализован в несколько этапов путем постепенного усложнения рассматриваемых моделей:

- разработка экономико-математической модели и расчет месячного плана средствами линейного программирования без учета размеров станков и заготовок;
- расчет месячного плана с учетом размеров станков и заготовок, но без учета состояния склада материалов;
- расчет месячного плана работы ЦМО в полном объеме.

Уже на первом этапе выяснилось, что план, полученный на основе линейной модели, предпочтительнее традиционного подхода (основанного на квотах подразделений) по целевой функции и более точен по ресурсам станочного времени, но не обеспечивает соответствия размеров заготовок и назначенных для их обработки

станков. Размеры станка для выполнения одной и той же операции (чаще всего длина и ширина рабочего стола) в зависимости от типа различаются в десятки раз, и деталь невозможно обработать на станке, размеры стола которого меньше линейных размеров детали. Технологически оптимальной считается обработка детали на наименьшем пригодном по размерам станке, однако допустимо использование и больших станков.

Дальнейшее усовершенствование модели было связано с учетом одного размера (тогда множество типов станков упорядочено линейно) или нескольких размеров планируемых заготовок. В последнем случае существенно усложняется определение станка, следующего по величине после данного. С учетом размеров заготовок и, соответственно, типоразмеров станков одной операции (и тем более заказу) соответствует множество различных технологий изготовления. Ситуация усложняется условием технологии производства: операция со всеми деталями заявки должна выполняться на одном станке.

Следующий шаг – учет состояния складов инструментов и материалов. Особенность данной ситуации заключается в том, что материалы или инструменты могут быть закуплены и поступить в течение срока планирования, что не отображается в текущем состоянии запасов на складе. Кроме того, материалы могут быть частично взаимозаменяемы, причем принять решение о возможности или невозможности замены может лишь технолог. Действительно, при отсутствии металла круглого сечения нужного диаметра его можно заменить другим с большим диаметром и выполнить дополнительную операцию приведения к нужному диаметру, деталь больших размеров можно изготовить по частям. Запасы инструмента учитываются аналогично.

В качестве критериев оптимизации рассматривались следующие варианты используемой целевой функции:

минимизация взвешенного суммарного времени простоя оборудования;
максимизация приоритетов (в зависимости от срочности выполнения) заказов;

максимизация прибыли ЦМО.

Построенная модель [2] соответствует задаче целочисленного линейного программирования большой размерности (сотни тысяч переменных и тысячи ограничений) с четко выраженной блочной структурой матрицы ограничений. Относительно «редкая» заполненность матрицы ограничений и ее блочная структура позволяют успешно использовать при ее решении декомпозиционные схемы. Высокая размерность является благоприятным фактором для замены решения задачи ЦЛП задачей ЛП с последующим округлением компонент решения до ближайшего целого.

Задача планирования работы литейного цеха и других подразделений РМП отличается от планирования ЦМО лишь меньшей размерностью оптимизационной задачи и другой номенклатурой ресурсов.

Решение задачи объемно-календарного планирования. Составление объемного производственного плана позволяет более рационально распределить ресурсы подразделений, сконцентрировать усилия в наиболее важных направлениях работы, составить пакет заявок, наиболее плотно использующий ресурсы станочного времени, распределить работы между группами типоразмеров станков. Попутно решается не менее важная задача расчета объективно обусловленных оценок ресурсов: станочного парка, материала и инструмента. Однако этот план не дает ответа на конкретный вопрос: когда и в какой очередности не-

обходимо выполнять заявки, каковы ранние сроки завершения выполнения заказов производств и участка ремонта оборудования, каким образом добиться на данных заявках максимальной плотности загрузки оборудования производства. Ответ можно получить при составлении объемно-календарного плана работы ремонтно-механического производства.

Основные цели решения задачи формирования объемно-календарного плана ремонтного производства можно сформулировать как:

- определение очередности запуска и выполнения заказов;
- распределение работ между бригадами, участками, рабочими, назначение типоразмера и номера станка для выполнения каждой конкретной операции;
- составление расписания работы оборудования, уточненный расчет плановой загрузки станочного парка и сроков возможных простоев;
- составление графиков пооперационной обработки деталей;
- график выполнения операций, необходимых для обработки деталей;
- календарные графики загрузки станков (групп станков, персонала, бригад);
- график завершения работ и сдачи деталей заказчику;
- календарные графики и итоговые реестры потребности в инструменте, заготовках и вспомогательных материалах;
- уточненный график приема – сдачи работ смежным производствам (литейное, гальваническое и пр.);

график резервов и возможных простоев оборудования и персонала (в том числе для планирования профилактических работ, отгулов и выходных персонала).

Перейдем к описанию математической модели, лежащей в основе составления объемно-календарного плана работы РМП.

Периодом планирования определим отрезок времени $[0, T]$.

Обозначим через M множество различных исполнителей операций РМП. Исполнителем удобно считать рабочего или управляемый им станок (некоторые рабочие обслуживают сразу несколько станков). Имеются операции, для которых невозможно указать рабочего или станок, в их числе нестандартные (разметка, сборка) и внешние (литейные, кузнечно-прессовые и пр.) операции. Чтобы не рассматривать особые случаи, введем фиктивного рабочего с номером 0, фиктивный станок неограниченной производительности и будем считать, что индексу $i \in M$ соответствует пара станок – рабочий.

Тогда i -й исполнитель характеризуется:

- 1) q_i – квалификацией;
- 2) L_i^1 и L_i^2 – длиной и шириной (размерами стола) станка;
- 3) $\tau_i \subset [0, T]$ – незанятым рабочим временем;
- 4) K_i – множеством выполняемых операций.

Пусть K – множество различных операций. Для конкретной операции $k \in K$ определим $M_k \subset M$ – множество возможных ее исполнителей. Установить связь между операциями и исполнителями можно также, указывая множества $K_i \subset K$ операций исполнителей. Эти множества связаны соотношениями $i \in M_k \Leftrightarrow k \in K_i$.

Пусть N – множество нераспределенных заказов, каждый из которых обозначен индексом $j \in N$ и характеризуется следующими параметрами:

- 1) c_j – срочностью;
- 2) W_j – числом деталей в партии;
- 3) l_j^1 и l_j^2 – размерами заготовки;

- 4) t_j, T_j, Θ_j – ранним моментом начала, поздним моментом завершения и суммой продолжительностей операций заказа;
 5) r_j – числом операций;
 6) $\langle t_s^j, q_s^j \rangle_{s=1}^{r_j}$ – описанием каждой операции: номером, требуемым временем работы и квалификацией исполнителя.

Основными неизвестными задачи x_s^j, X_s^j являются: сроки начала и завершения операции с номером s при обработке детали j , а также Y_s^j – исполнитель этой операции.

Чтобы увязать объекты задачи, параметры и неизвестные, введем ряд предположений, на которых основана модель.

1. В любой момент времени исполнитель выполняет только одну операцию.
2. Любую операцию выполняет только один исполнитель. Указанное условие исключает параллельное (для части заготовок) или последовательное (с делением на подоперации) выполнение одной операции двумя или большим количеством исполнителей.
3. Операции выполняются в строго указанном порядке, последующая операция не может быть начата ранее завершения предшествующей.
4. Любая операция завершается контролем ОТК, который выполняется в течение времени τ_c , зависящего от срочности заказа c .
5. Операция может выполняться на станке, размеры стола которого не меньше размеров заготовки, при этом желательно не использовать слишком большие станки.
6. Квалификация исполнителя операции не должна быть ниже указанной, нежелательно существенно превышать этот показатель.

7. Операции с заготовкой $j \in N$ нельзя начинать ранее момента t_j .

Первые три предположения определяют дисциплину обслуживания заказов, последующие – приоритеты выбора исполнителя.

Для построения математической модели введем обозначение меры пересечения $V([t_1 : t_2] \cap \tau_i)$ отрезка $[t_1 : t_2]$ ($0 \leq t_1 < t_2 \leq T$) и подмножества $\tau_i \subset [0, T]$, состоящего из конечного множества отрезков. Составление объемно-календарного плана, к сожалению, требует многократного расчета этого значения, что является одной из самых трудоемких операций.

Теперь можно сформулировать ограничения математической модели.

Предположение 1 означает, что выполняется соотношение:

$$\text{если } Y_{s1}^{j1} = Y_{s2}^{j2}, \text{ то } V(\langle X_{s1}^{j1} \rangle \cap \langle X_{s2}^{j2} \rangle) = 0.$$

Предположение 2:

$$V(\langle X_s^j \rangle \cap \tau_i) \geq t_s^j, \quad j \in N, s \in S$$

автоматически означает:

$$X_s^j - x_s^j \geq t_s^j, \quad j \in N, s \in S.$$

Предположения 3 и 4 приводят к соотношению:

$$x_s^j - X_{s-1}^{j-1} \geq \tau_{j_s}, \quad j \in N, s > 1.$$

Предположения 5 и 6 – условия выбора Y_s^j означают, что

$$L_{Y_s^j}^1 \geq l_j^1, L_{Y_s^j}^2 \geq l_j^2, Q_{Y_s^j} \geq q_j, \quad j \in N, s \in S.$$

Последнее предположение:

$$x_j^j \geq t_j, \quad j \in N.$$

Среди возможных критериев оптимальности отметим два наиболее интересных с точки зрения задачи планирования работы РМП:

1) минимизация числа заказов, не выполненных в срок. Этому критерию соответствует функционал

$$\left| \left\{ j \mid x_j^j > T_j \right\} \right| \rightarrow \min .$$

Допустимы варианты этого критерия эффективности, такие как минимизация числа не выполненных вовремя срочных заказов или суммарного времени отклонения фактических сроков завершения работ от директивных и пр. Такие целевые функции в теории расписаний называют регулярными;

2) максимизация плотности загрузки оборудования. В этом случае целевая функция

$$\sum_{j \in N} \sum_{s \in r_j} (x_s^j - x_s^j) \rightarrow \max .$$

Задача является многоцелевой, при ее решении приходится учитывать разные критерии эффективности, а фактическая размерность задачи (сотни заявок и станков, тысячи операций) делает невозможным ее точное решение. Поэтому предлагается использовать довольно эффективный приближенный алгоритм [4], состоящий из трех этапов:

упорядочение множества заказов N , расчет приоритетов;

последовательный просмотр множества N и включение в план заказа в установленном на первом этапе порядке. Выбор очередного исполнителя осуществляется с использованием приоритетов;

локальная оптимизация полученного плана.

На первом этапе выполняется статистическое исследование потока заказа, определяются наиболее напряженные, а также предшествующие им операции. Решается транспортная задача, в которой мощности пунктов производства – ресурсы станочного времени, пунктов потребления – трудоемкости заказа, дуги связывают исполнителей с выполняемыми ими операциями. Таким образом устанавливается предварительное соответствие между операциями и исполнителями, а двойственные переменные используются в качестве «оценок напряженности» графика работы оборудования и станочных операций.

Далее диспетчер выбирает вектор β_p весовых коэффициентов критериев (1 : 7), и система выполняет расчет коэффициента заказа k_j по формуле

$$k_j = \sum_{p=1}^7 \beta_p z_p^j .$$

Численные значения z_p^j , в свою очередь, определяются признаками: срочностью заказа; количеством деталей; числом операций в составе заказа; соотношением числа выполненных и невыполненных операций для частично выполненного заказа; суммами напряженностей операций в маршрутной карте заказа; числом операций, предшествующих наиболее напряженной; отношением продолжительности выполнения всех операций к разности сроков позднего завершения и раннего начала работ.

Диспетчер может выбрать один из имеющихся векторов весовых коэффициентов β_p или создать новый, массив заказов упорядочивается по убыванию полученных значений k_j .

Второй этап выполняется в автоматическом или ручном режиме. В первом случае заказы последовательно включаются в план в установленном на первом этапе порядке. Во втором оператор сам выбирает заказы из списка, их очередность носит рекомендательный характер. Для каждой операции, включаемой в план заказа, автоматически подбирается наиболее подходящий по квалификации, типу, размерам станка и ресурсам свободного времени исполнитель. Если расчет выполняется в ручном режиме, оператор может согласиться с назначением исполнителей или изменить его по своему усмотрению. При этом система укажет список всех возможных исполнителей данной операции, ранние моменты ее начала, сроки и рекомендуемых исполнителей последующих операций. Ресурсы свободного времени пересчитываются по мере назначения исполнителей. Ручной режим может быть продолжен автоматическим, а полученный план отредактирован.

В настоящее время дорабатывается третий этап алгоритма – «локальная оптимизация», т. е. «уплотнение» полученного плана посредством незначительных сдвигов сроков работ или перестановок исполнителей.

Следует отметить исключительную гибкость процедуры выбора заказов и назначения исполнителей на основе механизма оценок и приоритетов, которая позволяет учесть при составлении плана множество дополнительных условий и предпочтений.

Рассматриваемый алгоритм можно использовать для планирования не только ремонтного производства предприятия ЦБП или КЛПП, но и любого мелкосерийного механического производства.

Диспетчеризация выполнения ремонтных работ. Следует отметить, что последовательная реализация решения задач планирования в РМП привела к необходимости (подробнее см. [4]) создания нового подразделения – планово-диспетчерской службы (ПДС) РМП.

Основная цель ПДС – расчет календарного плана работы ремонтного производства с пооперационным учетом выполнения заявок, контролем их перемещения по участкам и цехам РМП в соответствии с технологической картой, начиная с приема заявки и заканчивая передачей заказчику деталей со склада готовой продукции. Кроме этого, ПДС должна выполнять функции информационно-статистического анализа деятельности РМП – предоставление необходимой справочной информации, составление отчетов, ведение архивов и статистический анализ производственной информации.

ПДС взаимодействует практически со всеми службами и подразделениями РМП. Службу возглавляет главный диспетчер, который несет ответственность за распределение и учет выполнения производственных заданий. Попутно формируются заявки обеспечивающим подразделениям для подготовки необходимых инструментов, материалов и комплектующих изделий, сведения о загрузке оборудования, необходимые для составления графика планово-профилактических работ, и расписание работ отдела технического контроля.

Составляя календарный план работы на месяц, следует учесть, что его точное выполнение невозможно из-за целого ряда обстоятельств, среди которых: отклонения в графике работы персонала и оборудования, появление срочных (аварийных) заказов, брак, отсутствие необходимых заготовок, материалов, инструмента и т. п. Эти обстоятельства накапливаются постепенно, почти незаметны первые

3-4 дня и, как правило, корректируются мастером участка, но в дальнейшем могут разрушить график работ, несмотря на резерв времени, связанный с контролем операций ОТК.

В связи с изложенным принимается следующая схема планирования. Основной графика прохождения заказов является первоначально составленный план на месяц, а станочники получают план только на предстоящую неделю. По мере нарастания отклонений (один-два раза в неделю) производится процедура перепланирования на ближайшую неделю, в рамках которой выполняется: включение в план новых срочных заявок, поступивших в течение последних дней и пока не распределенных; оперативный учет задержек в выполнении операций и досрочно выполненных работ; корректировка календарного графика выполнения работ; корректировка сроков выполнения заказов; модификация плана работы ОТК на срок до конца недели.

Структура и основные функции АСУ РМП

Автоматизированная система управления РМП ОАО «Архангельский ЦБК» (АСУ РМП) разрабатывалась сотрудниками кафедры прикладной математики и кибернетики Петрозаводского государственного университета с 1988 г. Первая версия системы была разработана на языке Фортран и реализована на ЭВМ СМ-1210. В целях совершенствования в 1992–1995 гг. модули системы были переведены в среду Сіrrег. АСУ РМП в настоящее время включает следующие подсистемы.

1. Заказ: формирование месячных «портфелей заявок» на выполнение ремонтных работ; учет фактического выполнения заказов, формирование массива незавершенных работ; накопление и обработка архивных данных; печать отчетных документов; статистический анализ данных о выполнении работ за месяц, квартал, год, несколько лет.

2. Планирование ремонтных работ: учет станочного парка; расчет оптимального месячного плана работ ремонтного производства с учетом существующего парка станков и наличия материалов; печать отчетных документов; определение планируемой загрузки станков деталями и распределение заявок подразделений на изготовление деталей по станкам.

3. Объемно-календарное планирование РМП: определение очередности запуска и выполнения заказов; распределение работ между бригадами, участками, рабочими; назначение типоразмера и номера станка для выполнения конкретной операции; составление расписания работы оборудования, уточненный расчет плановой загрузки станочного парка, сроков возможных простоев; составление графиков пооперационной обработки деталей; графиков выполнения операций, необходимых для обработки деталей; календарных графиков загрузки станков (групп станков, персонала, бригад); графика завершения работ и сдачи деталей заказчику; уточненного графика приема – сдачи работ смежным производствам; графика резервов и возможных простоев оборудования и персонала (в т. ч. и для планирования профилактических работ, отгулов и выходных персонала).

4. Диспетчер: пооперационный ввод данных о фактическом выполнении заявок на изготовление деталей; определение местонахождения детали в технологическом маршруте; определение загрузки работников РМП на текущий момент.

5. Склады: моделей, заготовок, инструмента, готовой продукции, литья.

6. Калькуляция плановой и фактической себестоимости ремонтных работ и ряд вспомогательных модулей.

В настоящее время комплекс программ реализован в локальной сети РМП, насчитывающей 24 персональных компьютера. Создание локальной сети позволило отказаться от дублирования справочной информации и ускорить передачу данных между различными подразделениями РМП.

К достоинствам разработанного комплекса следует, на наш взгляд, отнести: 1) его замкнутость, так как автоматизированы все основные участки, службы и практически все делопроизводство, документооборот; 2) существенное сокращение сроков обработки заказов, уменьшение количества ошибок; налаживание детального учета ресурсов РМП; 3) формирование оптимальных месячных планов с учетом различных критериев оптимизации и наличия ресурсов; 4) повышение уровня организации управления; 5) освобождение инженерно-технических работников от множества рутинных операций; 6) появление возможностей анализа, планирования и прогнозирования результатов работы, поиска эффективных решений; 7) накопление архива информации о работе РМП.

По оценкам специалистов, в ОАО «Архангельский ЦБК» за счет использования автоматизированной системы управления производительность труда повысилась в среднем на 5 ... 7 %. Отдельные модули системы внедрены в ОАО «Кондопога», ОАО «Сегежский ЦБК».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булатов А.Ф. и др. Оптимизация в планировании и управлении предприятиями регионального лесопромышленного комплекса / А.Ф.Булатов, А.В.Воронин, В.А.Кузнецов и др. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. – 228 с.

2. Воронин А.В., Кузнецов В.А. Математические модели и методы в планировании и управлении предприятием ЦБП. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2000. – 256 с.

3. Соминский В.С. и др. Организация и оперативное управление предприятиями целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности / В.С. Соминский, С.И. Мугандин, А.П. Иванов, А.Н. Алексеева. – М.: Лесн. пром-сть, 1989. – 368 с.

4. Шегельман И.Р. Лесная промышленность и лесное хозяйство: Словарь. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2000. – 304 с.

Петрозаводский государственный
университет

Поступила 17.04.02

A.V. Voronin

Optimization and Management of Mechanical-repair Plants at Integrated Forest-industrial Enterprises

Models and methods of increasing management efficiency of mechanical-repair plants at big forest-industrial enterprises are suggested; the approach to planning repair operations and structure of automated management system of repair plant at PPM are described.
