

Шафоростова Е.Н., канд. пед. наук, доц.,
Михайлюк Е.А., ст. препод.,
Ковтун Н.И., ст. препод.
Старооскольский технологический институт
СТИ НИТУ «МИСИС»

МОДЕЛЬ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ ВЫСОКОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОЙ ПЕЧАТНОЙ ТЕХНИКИ

shaf-elena@yandex.ru

В данной работе предлагается проект создания информационной системы, позволяющей автоматизировать цикл производства на типографии, а также обеспечить всех ее пользователей необходимой информацией, призванной помочь в принятии обоснованных и объективных решений, направленных на повышение производительности типографии. Составление расписания работы оборудования и получение его оптимальной загрузки в полиграфии является трудоемким процессом. Задача оптимизации работы заключается в определении последовательности запуска материалов в производство. В результате моделирования получена модель расчета оптимальной загрузки оборудования по критерию минимизации производственного цикла обработки единичных материалов согласно приоритетному правилу.

Ключевые слова: расчет стоимости заказа, управление полиграфическим предприятием, алгоритм загрузки оборудования, модель расчета оптимальной загрузки оборудования.

Введение. В настоящее время развитие рынка цифровой печати и информационных технологий дало толчок развитию малого бизнеса в этой сфере и определило появление небольших частных типографий, оснащенных современной, высокопроизводительной печатной техникой. Однако, чтобы выдержать жесткую конкуренцию с полиграфическими компаниями, недостаточно иметь наработанные связи с клиентами, необходимо постоянно внедрять современные методы управления в системе выполнения заказов. Таким образом, важно постоянно подтверждать статус быстроразвивающейся типографии, предлагать новые и качественные виды полиграфической продукции, работать на опережение ситуации на современном рынке, расширять рынки сбыта, ориентируясь на высокий уровень предоставляемых услуг.

Необходимость разработки автоматизированной информационной системы обусловлена несколькими причинами. Это и требования заказчиков к прозрачности производственно-технологической цепочки, и высокая доля материальных затрат в себестоимости и ограничения на допустимые простои оборудования и отходы материалов. Преимущества автоматизированных систем управления высокопроизводительной печатной техникой заключаются в следующем: снижение времени оформления заказа, увеличение количества обрабатываемых заказов, снижение погрешностей при расчете стоимости изготовления заказов, оптимальное управление загрузкой оборудования, снижение производственных затрат, эффективное планирование производства, контроль над соблюдением гра-

фика прохождения заказа на всех этапах выполнения заказа, рост производительности и рентабельности производства.

Методика. В данной статье рассматривается модель создания информационной системы, позволяющей автоматизировать цикл производства на типографии, а также обеспечить всех ее пользователей необходимой информацией, способной оказать помощь в принятии обоснованных и объективных управленческих решений, направленных на повышение производительности типографии [1].

В полиграфическом производстве процесс обработки заявки состоит из приема заказа и непосредственно производства полиграфической продукции. Процесс диалога заказчика с менеджером итеративен: выбираются критерии, наиболее удовлетворяющие будущему заказу. Менеджер подбирает разнообразные варианты выполнения продукции и передает заказчику коммерческое предложение. Цена предложения складывается из существующих расценок на материалы, видов продукции, тиража и других показателей. Заказчик выбирает наиболее приемлемый по соотношению «цена-качество» вариант и размещает заказ в компании.

Следующий этап - это передача заказа в производство. Производство включает в себя основные стадии: технологическая подготовка, обеспечение материалами, производство и контроль исполнения заказа, контроль оплаты, отгрузка готовой продукции заказчику. Поэтому в небольших полиграфических кампаниях в процессе обработки и выполнения заказа можно выделить следующие недостатки:

- медленно и неточно выполняется расчет заказа;
- отсутствует оперативная информация о готовности заказа к производству (оплата, материалы и т.д.);
- высокая трудоемкость процесса планирования затрудняет корректировку планов, особенно в случае непредвиденных ситуаций;
- отсутствует оперативная информация о состоянии заказа в процессе его производства;
- отсутствует оперативная информация об отклонениях производственных процессов от утвержденных планов (по выработке, времени, трудозатратах, расходу материалов) и, соответственно, анализ причин отклонений.

Основная часть. Проектируемая информационная система должна обладать следующими преимуществами:

1. Оперативно осуществлять оформление и регистрацию заказа.
2. Обеспечивать точный расчет стоимости заказа на основе списков операций и ресурсов, необходимых для выполнения заказа.
3. Осуществлять планирование производства – составление технологической карты заказа.
4. Сохранять данные в единой базе данных (все заказы и соответствующие технологические карты).
5. Осуществлять оперативный контроль над загрузкой производственных мощностей.
6. Представлять отчеты по запросу пользователя на основании собранных данных.
7. Использовать только те данные, которые необходимы для оптимизации производительности оборудования.

Проведенный анализ предметной области позволяет отнести полиграфическое производство к единичному типу производства, поскольку нет закрепления материалов заказа по оборудованию и соответственно нет возможности использовать планы и расписания работ из прошлого периода. Разнообразие номенклатуры выпускаемой продукции, повышенные требования к качеству, а также все более сжатые сроки изготовления накладывают строгие ограничения на вероятность использования традиционных методов к построению автоматизированной информационной системы по оперативно-производственному планированию.

Поэтому разработка программы работы оборудования и получение его оптимальной загрузки в полиграфии является достаточно трудоемким процессом. Задача оптимизации данной работы заключается в определении после-

довательности запуска материалов в производство [2].

Целью построения математической модели, является получение оптимальной загрузки оборудования с учетом эвристических правил приоритетов запуска материалов в обработку.

Построим целевую функцию:

$$\min T_u = \sum_1^k \sum_1^i (W_{ik} + P_{ik}) \quad (1)$$

- минимизация длительности производственного цикла (T_u) за счет сокращения времени ожидания материалов в очереди, где i – множество материалов; k – множество типов оборудования; j – множество операций i – материала; W_{ij} - интервал времени между окончанием ($j-1$) и началом j -ой операции i – материала; P_{ij} - длительность выполнения операций;

$$W_i = \sum_1^j W_{ij} \quad (2)$$

W_i - общая длительность ожидания i -го материала (время ожидания в очереди);

$$P_i = \sum_1^j P_{ij} \quad (3)$$

P_i - общая длительность всех операций i -го материала.

Ограничения задачи:

C_i - время окончания обработки i -го материала

$$C_i = P_i + W_i \quad (4)$$

1. $C_{ij} \leq C_{ij+1}$ – следующая операция ($j+1$) i -го материала не может начаться, если не закончена предыдущая j -ая операция; M_i – время начала обработки i -го материала оборудованием k ; d_i - время окончания последней операции i -го материала

2. $M_i \leq (d_i - P_{ij})$ – начало обработки материала не может быть раньше, чем оборудование освободилось от обработки предыдущего материала

L_j – временное смещение операции j

$$L_j = C_i - d_i, \quad (5)$$

если $L_j > 0$ - операция завершается после срока (запаздывание); $L_j < 0$ - операция завершается до срока (опережение)

3. $\sum_1^k \sum_1^j L_{jk} \leq 0$ - условие выполнения всех операций i -го материала без запаздывания в течении всего периода обработки

Q – фонд времени работы оборудования (рабочая смена)

4. $T_{ij} \leq Q$ – длительность производственного цикла по всем заказам не может превосходить фонд времени работы оборудования.

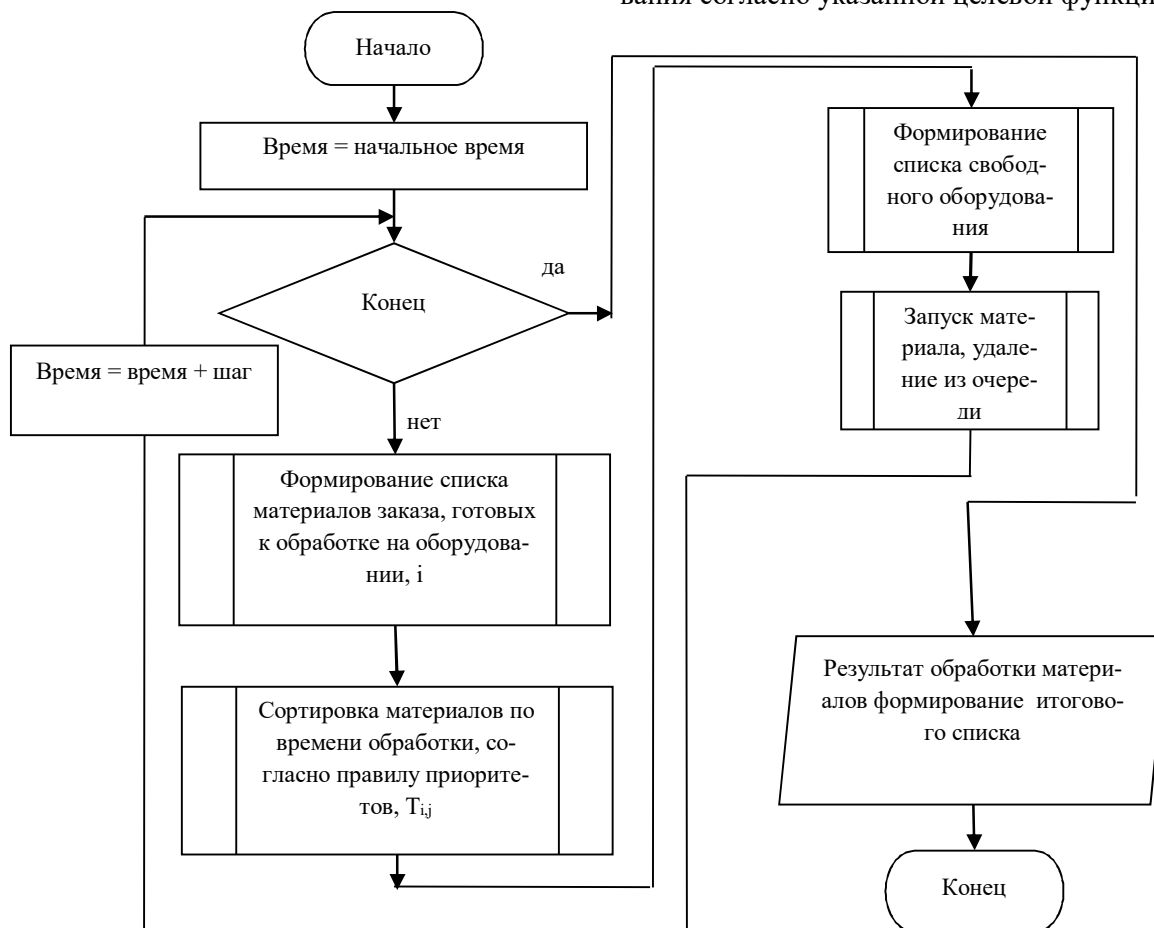


Рис. 1. Алгоритм загрузки оборудования

На рис. 2 приведена даталогическая модель данных, включающая в себя все необходимые сведения по решаемым задачам предметной области.

Исходными данными реализации модели являются: список материалов, входящих в комплект заказа; список операций в технологическом процессе; список выбранного оборудования согласно выполняемым операциям, а так же расчет распределения сроков начала и завершения работ с текущим материалом.

При назначении материалов на оборудование учитывается правило приоритетов – максимальной остаточной трудоёмкости, т.е. в первую очередь включать в операцию материал, у которого время невыполненных операций по обработке максимальное. После полученной последовательности запуска материалов выполняется оптимизация времени производственного цикла целевой функции (1).

На рис. 1 приведен алгоритм загрузки оборудования. Расчет выполняется с учетом времени максимальной операции [3], а результатом расчета является процент загрузки оборудования и последовательность запуска материалов в производство по выбранным единицам оборудования согласно указанной целевой функции (1).

Для временного этапа планирования t определяется порядок расчета производственного цикла работы конкретного оборудования:

$$T_{uk}(t) = T_{uk}(t-1) + \begin{cases} P_{ij}, U = u_1 \\ M_{ki} - C_{(i-1)k} + P_{ij}, U = u_2 \end{cases} \quad (6)$$

где U – условие для расчета производственного цикла: u_1 – если есть j -ая операция i -го материала, которая включает в расписание согласно правилу приоритетов, то к расчетному значению $T_{ok}(t)$ прибавляется длительность выполнения j -ой операции; u_2 – если нет очереди детали на обработку, определяется время простоя оборудования в ожидании обработки следующей детали (к расчетному значению $T_{ok}(t)$ прибавляется время простоя и время обработки следующей детали).

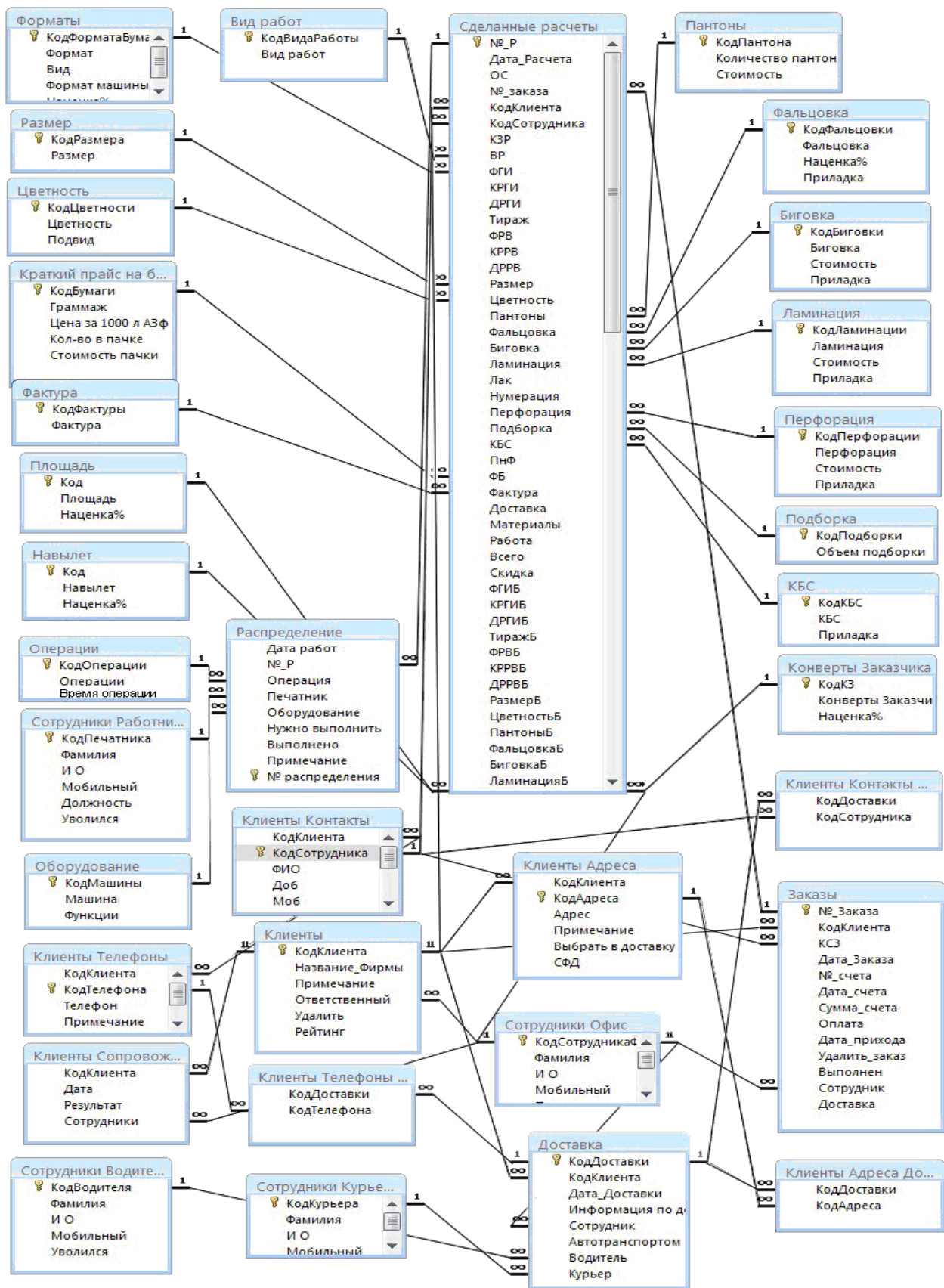


Рис. 2. Дatalogическая модель

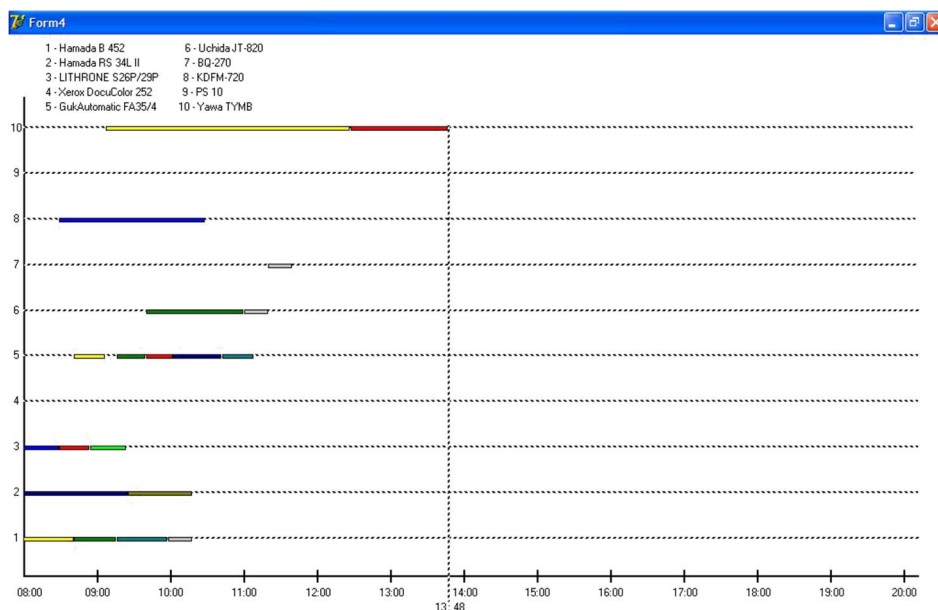


Рис. 3. Диаграмма загрузки оборудования с учетом правил приоритетов

На рис. 3 представлена диаграмма загрузки оборудования с учетом правил приоритетов. Каждый материал выделен своим цветом, что визуально позволяет отследить его маршрут обработки.

Выводы. В результате построения модели расчета оптимальной загрузки оборудования с учетом критерия минимизации производственного цикла обработки материалов, согласно приоритетному правилу, система позволяет сократить простой оборудования, а пользователю визуально отследить ход выполнения работы по заказу, загруженность каждого оборудования и

автоматически получать необходимую документацию работы оборудования в виде технологической карты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мейер М. Информационные системы и технологии. М.: Мир, 2012. 408 с.
2. Дейт К. Введение в информационные системы. М.: Наука, 2011. 400 с.
3. Милсап К., Хольт Д. Oracle. Оптимизация производительности производства. Пер. с англ. СПб: Символ-Плюс, 2013. 464 с.

Shaforostova E.N., Mikhailyuk E.A., Kovtun N.I.

THE MODEL CALCULATES THE OPTIMAL LOADING EQUIPMENT HIGH-PERFORMANCE PRINTING EQUIPMENT

In this paper we propose a project to create information system which automate the cycle of production printing, and to provide all users with necessary information to inform and objective decisions which aimed at improve the production of printing.

Scheduling of equipment and receipt optimum work load in the printing industry is a time-taking process. The aim of work optimization is determine the startup sequence of parts in production. In result of simulation we get the model of equipmet time- loading process by criterion of minimizing production which processing individual items according to the priority rule.

Key words: *quote, manage printing company, the algorithm of loading equipment, the model calculates the optimal loading equipment.*