

УДК 638.562:51.65.012

КРИТЕРИИ ОПТИМИЗАЦИИ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ СРЕДСТВАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

© И. В. Левыкин, к.т.н., доцент, Е. В. Логвиненко,
аспирант, ХНУРЭ, Харьков, Украина

Досліджується проблема вирішення задачі оптимізації виробничих процесів в поліграфічній галузі. Особливістю задачі планування на поліграфічних підприємствах є необхідність перебору великої кількості варіантів для вибору оптимального. Також складним є отримання оптимізаційних параметрів. Розглядаються можливості засобів імітаційного моделювання для отримання параметрів оптимізації поліграфічного виробництва.

The problem of decision of optimization task of productive processes in printing industry is investigated. The feature of planning task on printeries is a necessity of surplus of plenty variants for a choice. Also difficult is a receipt of optimization parameters. Possibilities of facilities of imitation design are examined for the receipt of parameters of optimization of printing production enterprise.

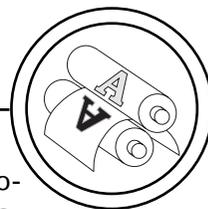
Постановка проблемы

В условиях полиграфического производства возможны различные варианты постановки задачи оптимизации. Одни из них предусматривают достижение максимального конечного результата при заданных ресурсах, а другие — заданного конечного результата при минимальных затратах производственных ресурсов [1].

Особенность технологических процессов полиграфического производства, состоит в повторяемости технологических маршрутов движения заказов, а также в партионном перемещении предметов труда по операциям производственного процесса. С учетом специфики полиграфического производства

было определено, что удобным инструментальным средством получения информации, необходимой для последующего планирования запуска/выпуска изданий в производстве, являются средства имитационного моделирования [1].

Эффективным средством, предназначенным для объективно-ориентированного (имитационного) моделирования, позволяющим моделировать, визуализировать и контролировать различные динамические процессы является Enterprise Dynamics (ED). С помощью ED можно получить данные о параметрах оптимизации технологического процесса ещё до выполнения заказа.



Одной из проблем при решении задач оптимизации производственных процессов в полиграфической отрасли, помимо собственно постановки задачи оптимизации, построения математической модели, и последующего решения, является необходимость получения параметров оптимизации, которые зачастую становятся известными только по окончании производственных циклов [2].

Анализ предыдущих исследований

На сегодняшний день существующие автоматизированные системы управления полиграфическим предприятием, как зарубежные, так и отечественные, не позволяют получить параметры оптимизации производственных процессов, перечисленных выше, до их фактического выполнения. Для решения поставленной проблемы в областях промышленности со схожими типами производства используются имитационные модели, созданные с помощью пакетов имитационного моделирования GPSS, MATLAB, Simulink и др.

К недостаткам их использования можно отнести необходимость специальной подготовки и навыков программирования; отсутствие наглядного представления результатов; значительные материальные затраты, необходимые для внедрения и эксплуатации подобных программных продуктов.

Цель исследования

Задачей проведенного исследования является оптимиза-

ция процесса производства полиграфической продукции с использованием инструментального средства Enterprise Dynamics.

Исследование включало в себя следующие этапы:

1. Описание характеристик заказов;
2. Создание динамической модели процесса изготовления каждого заказа с использованием ED;
3. Получения параметров оптимизации технологического процесса при помощи ED для наиболее распространенных оптимизационных задач:
 - 3.1. Задача минимизации времени выполнения портфеля заказов;
 - 3.2. Задача минимизации времени простоя оборудования;
 - 3.3. Задача минимизации времени пролеживания деталей;
4. Решение задачи оптимизации времени выполнения портфеля заказов.

Результаты проведенных исследований

Описание характеристик заказов

Для получения параметров оптимизации при помощи Enterprise Dynamics необходимо построить технологические процессы выпуска заказов. Для этого определим характеристики заказов.

Характеристики заказов представлены в табл. 1.

В соответствии с представленными характеристиками, для каждого издания были составлены три технологические кар-



Таблица 1

Характеристики изданий

№ п/п	Технические показатели издания	Проектируемое издание		
		Книга «Дивовижна Україна»	Книга «Бойцовский клуб» Чак Паланик	Книга «Сочинения» Эмилио Сальгари
1	Вид издания	Книга «Дивовижна Україна»	Книга «Бойцовский клуб» Чак Паланик	Книга «Сочинения» Эмилио Сальгари
2	Тип издания	Худ. литература	Худ. литература	Худ. литература
3	Формат издания и доля листа	60×84/8	84×108/32	60×90/16
4	Тираж (тыс. экз.)	5	10	8
5	Объем издания в физ. печ. листах	24	11	26
6	Красочность текста	4+4	1+1	1+1
7	Обложка для издания:			
7.1	вид крытья	Внакидку	Внакидку	Внакидку
7.2	способ печати	офсетный	офсетный	офсетный
7.3	красочность	4+0	4+0	4+0

ты с использованием трёх различных линий оборудования [2, 3].

Создание динамической модели процесса изготовления каждого заказа в Enterprise Dynamics

На основании составленных технологических карт с помощью инструментального средства Enterprise Dynamics были

созданы динамические модели для каждого заказа.

Элементы технологического процесса представлены в модели с помощью компонентов [3]:

- Source — генерация продуктов труда, подлежащих обработке;
- Reservoir — буфер;
- Server — оборудование, на котором выполняются технологические операции;

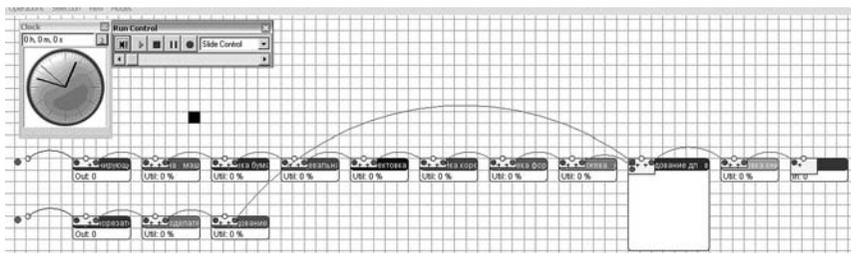


Рис. 1. Динамическая модель изготовления издания книги «Дивовижна Україна» на 1 линии оборудования

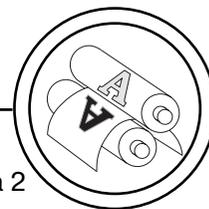


Таблица 2

Время выполнения заказов на разных линиях

	«Дивовижна Україна»	«Бойцовский клуб» Чак Паланик	«Сочинения» Эмилио Сальгари
Линия оборудования I	90	85	56
Линия оборудования II	95	91	63
Линия оборудования III	101	95	68

— Assembler — оборудованіе для крыття книжного блока обложкой и конвейеры;

— Sink — склад готовой продукции.

Каждому компоненту были заданы такие параметры, как время приладки и время обработки 1-го продукта.

Динамическая модель издания «Книга «Дивовижна Україна» на 1 линии оборудования представлена на рис. 1.

По аналогии были разработаны динамические модели изготовления изданий «Бойцовский клуб» и «Сочинения».

Получение параметров оптимизации при помощи Enterprise

Dynamics для задачи определения времени выполнения портфеля заказов

Рассмотрим задачу получения параметров оптимизации для решения задачи минимизации времени выполнения портфеля заказов.

Процедура проверки количества готовой продукции на складе, накопления необходимого их количества и остановки процесса моделирования представлена выражением вида [3]:

if(=(Input(c),5000), Stop);

После окончания моделирования время изготовления издания можно получить при помощи инструмента «Clock».

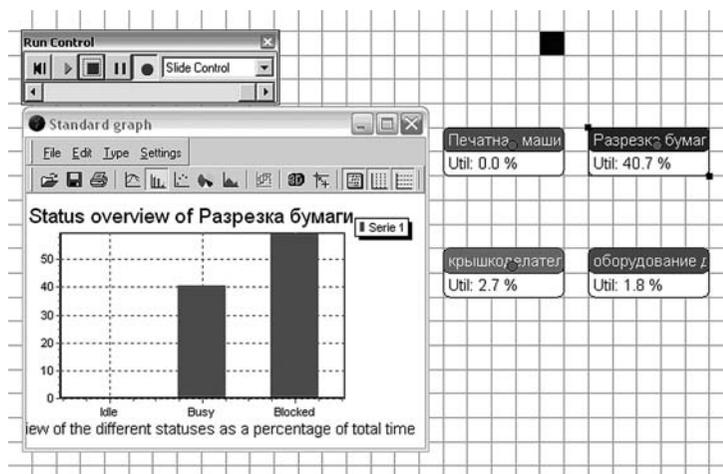


Рис. 2. Использование инструмента «Graphs»



Таблица 3

Время простоя оборудования

	«Дивовижна Україна»	«Бойцовский клуб» Чак Паланик	«Сочинения» Эмилио Сальгари
Линия оборудования I	19	15	9
Линия оборудования II	24	14	12
Линия оборудования III	27	21	11

В табл. 2 приведено время выполнения заказов на разных линиях оборудования.

Получение параметров оптимизации при помощи Enterprise Dynamics для задачи определения времени простоя оборудования

Для определения времени простоя оборудования при решении задачи минимизации простоя оборудования, был применён инструмент Graphs. Этот инструмент позволяет строить различные графики изменения

параметров компонентов модели во время моделирования (рис. 2).

Общее время простоя для каждого заказа показано в табл. 3.

Получение параметров оптимизации при помощи Enterprise Dynamics для задачи определения времени пролеживания деталей

Для того, чтобы определить время пролеживания деталей для решения третьей задачи оптимизации, необходимо вос-

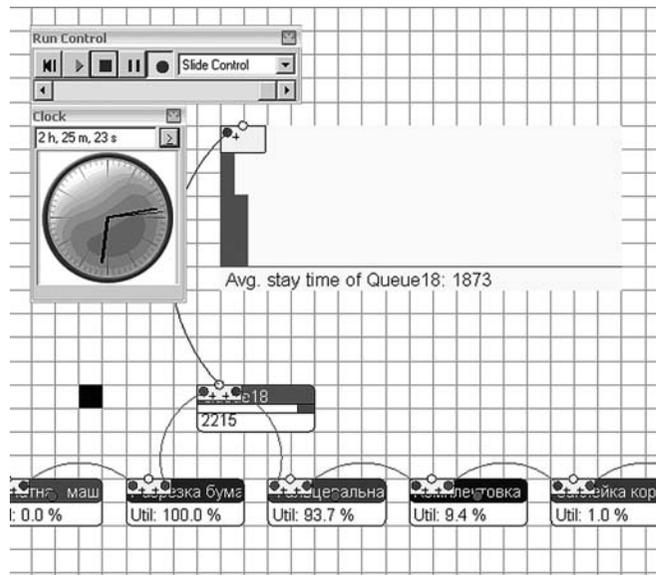
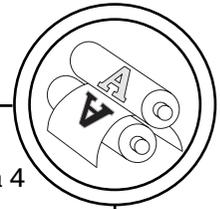


Рис. 3. Использование компонентов Queue и Monitor



Таблиця 4

Время пролеживания деталей

	«Дивовижна Україна»	«Бойцовский клуб» Чак Паланик	«Сочинения» Эмилио Сальгари
Линия оборудования I	23	18	11
Линия оборудования II	29	22	17
Линия оборудования III	35	19	13

пользоваться компонентами Queue и Monitor[3]. Использование этих компонентов показано на рис. 3.

Время пролеживания деталей для каждого издания указано в табл. 4.

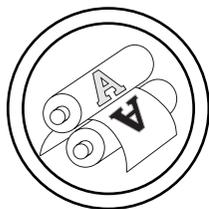
Решение задачи минимизации времени выполнения портфеля заказов

В ходе проведения исследования в качестве примера с помощью ED была решена следующая задача: на полиграфическом предприятии имеется три

различных набора оборудования (линии) каждый из которых позволяет выполнить любой заказ, но с разной прибылью. Необходимо составить такой оптимальный план выпуска продукции, при котором все заказы должны быть выполнены, все оборудование загружено и выполняло только один заказ, а суммарное время выполнения всех заказов должно быть минимальным. Данные для оптимизации были взяты из таблицы 2 полученные ранее с помощью Enterprise Dynamics.

	« Дивовижна Україна»	"Бойцовский клуб» Чак Паланик	"Сочинения" Эмилио Сальгари
Линия оборудования I	90	85	56
Линия оборудования II	95	91	63
Линия оборудования III	101	95	68
		Общее время	249
	« Дивовижна Україна»	"Бойцовский клуб» Чак Паланик	"Сочинения" Эмилио Сальгари
Линия оборудования I	0	1	0
Линия оборудования II	0	0	1
Линия оборудования III	1	0	0

Рис. 4. Решение задачи средствами MS Excel



Данная задача оптимизации относится к задачам линейного программирования и имеет следующую математическую запись [4, 5]:

Целевая функция:

$$T = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M x_{ij} \times t_{ij} \rightarrow \min,$$

Ограничения:

$$\sum_{j=1}^M x_{ij} = 1, \quad j \in [1, M] \quad M = 3,$$

$$\sum_{i=1}^N x_{ij} = 1, \quad i \in [1, N], \quad N = 3,$$

где x_{ij} — количество машин типа i занятых выпуском продук-

ции вида j ; t_{ij} — время выполнения j заказа на i оборудовании.

Решение поставленной задачи проводилось в программе MS Excel при помощи процедуры «Поиск решения» (рис. 4).

Выводы

Таким образом, проведенное исследование показывает, что динамическое моделирование позволяет получить производственные показатели в любой момент времени, что позволяет упростить этап проведения технологических расчетов, а также получить информацию, необходимую для проведения календарного планирования производственных процессов полиграфического предприятия.

1. Организация полиграфического производства [Текст] : учебное пособие для вузов / М-во образования РФ, МГУП; Миронова Г. В., Ершов А. К., Осипова Г. И., Сперанская Н. М., Кондрусь Е. А. — М. : МГУП, 2002. — 352 с. 2. Полянский, Н. Н. Технология полиграфического производства. [Текст] Ч 2. Печатное и брошюровочно-переплетное производство. — М. : Книга, 1982. — 199 с. 3. Enterprise Dynamics — Incontrol Simulation Solutions [Электронный ресурс] / Incontrol. — Режим доступа : [www/ URL: http://www.incontrolsim.com/index.php/enterprise-dynamicsr.html](http://www.incontrolsim.com/index.php/enterprise-dynamicsr.html) — 21.01.2010 г. — Загл. с экрана. 4. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория. [Текст] / Интрилигатор М. — Айрис-Пресс, 2002. — 553 с. 5. Аттетков А. В. Методы оптимизации. [Текст] / Аттетков А. В., Галкин С. В., Зарубин В. С. — М. : Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. — 441 с.

Рецензент — В. А. Філатов, д.т.н.,
професор, ХНУРЕ

Надійшла до редакції 09.11.10