

УДК 519.6



## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ФОРМАТА ИЗДАНИЯ

И.В. Гребенник<sup>1</sup>, Д.В. Грицай<sup>2</sup><sup>1</sup> ХНУРЭ, г. Харьков, Украина, grebennik@kture.kharkov.ua<sup>1</sup> ХНУРЭ, г. Харьков, Украина, gdv\_denys@yahoo.com

Предложена математическая модель задачи поиска оптимального формата издания. Критерием оптимизации является минимум отхода материала для обрезного формата издания с учетом ограничений на пропорции и количество страниц. Приводятся и анализируются примеры.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ, ФОРМАТ ИЗДАНИЯ, ПЕЧАТНЫЙ ЛИСТ

### Введение

Производство печатной продукции переживает в настоящее время перерождение, которое проявляется в изменении подходов и способов отображения информации в книге. Рынок уверенным ходом завоевывают электронные варианты книг. Однако среди всех достоинств электронной книги нельзя недооценивать ее существенный недостаток — полное отсутствие привычного тактильного ощущения, которое так важно в развитии детей и которое присутствует в традиционной печатной книге. Но не стоит забывать о том, что печатная продукция имеет преимущество лишь до тех пор, пока стоимость гаджетов для отображения электронных книг не снизится до стоимости, соизмеримой со стоимостью печатной продукции.

Международная выставка во Франкфурте (Германия) FRANKFURTER BUCH MESSE 2010 [1], показала всему миру, что проблемы, которые существовали ранее в производстве книг, а именно качество материалов, печати, идей, уже не стоят перед книгоиздателями. Вместе с тем возникла другая проблема — как, при сравнительно одинаково хорошем исполнении книг, выделиться из общей массы? Как привлечь внимание покупателя? Книгоиздание, являясь мощной отраслью производства, подчинено действующему законодательству и нормативным документам, определяющим само производство [2]. Форматы книг, тип бумаги, количество страниц и даже оформление должны быть выбраны издательством таким образом, чтобы соответствовать возможностям оборудования, на котором будет выполняться печать издания. Может показаться, что стандартизация лишает книгоиздателя возможности в выборе формата издания. Это вовсе не так. В настоящее время именно оригинальный формат издания может позволить привлечь внимание покупателя.

Под форматом печатного издания понимают его размер по ширине и длине в мм, реже в см. Далее формат печатного издания будем называть обрезной. Бумажные листы, на которых производится печать издания, выпускаются в виде отдельных листов бумаги либо в виде рулонов. Размеры пе-

чатных листов регламентируются оборудованием, на котором осуществляется печать, все возможные размеры печатных листов закреплены в ГОСТ 1342-78. Формат печатного листа обозначают произведением ширины на высоту бумажного листа, для рулонов формат листа обозначают только шириной листа, так как рулонная бумага может быть нарезана на любой требуемый формат [3].

Прежде всего, необходимо определиться с целевой аудиторией, с тем, как и где будет использоваться то или иное книжное издание. Маленькие форматы книг чаще всего используются для карманных книг, средние для учебной литературы, большие для эксклюзивных изданий. Преимущества использования тех или иных форматов подробно описаны в [4, 5].

В [5] предлагается оптимальным считать такой формат, который соответствует характеру и объему материала, целевому назначению и экономическим показателям издания.

С другой стороны, чтобы привлечь внимание покупателя, целесообразно выбирать формат издания немного отличающимся от оптимального, делая уступку в пользу нестандартности формы и размеров издания. Появляется новая задача, которая заключается в поиске наиболее подходящего, в смысле минимизации отхода, материала, формата к выбранному размеру издания.

**Целью** авторов данной работы является построение математической модели задачи поиска оптимального формата для различной полиграфической продукции, которая может быть использована в информационных системах издательско-полиграфических производств.

### 1. Задача поиска оптимального формата издания

Задача поиска оптимального формата издания может быть сформулирована таким образом. Имея желаемый обрезной (размер печатного издания) и некоторый допуск на изменение обрезного, необходимо подобрать стандартный формат листа, печать на котором обеспечит минимальный отход материала. При поиске нужного формата листа необходимо сохранить первоначальные пропорции

издания, оценить возможность использования заданного количества страниц. Оценка происходит исходя из доли листа — части печатного листа, которую составляет страница по отношению к формату печатного листа бумаги. Доля листа зависит от количества сгибов при фальцовке. В Украине для обозначения доли листа используют следующую форму записи, например,  $60 \times 90 / 16$ ,  $84 \times 108 / 32$ , где последнее число является долей листа.

Правила размещения изданий на печатные листы описаны в [4, 6]. В данной постановке рассматриваются следующие варианты расположения страниц на печатном листе:

- на один печатный лист размещается одно издание полностью — доля листа равна количеству страниц издания. Например, издание состоит из одной 16-ти страничной тетради, при этом размещается на одном печатном листе, тогда доля листа должна быть равна 16 при печати с одной стороны листа и 8 при печати с двух сторон листа;

- на один печатный лист размещается более одного полного издания — количество страниц кратно доле печатного листа. Например, издание состоит из одной 16-ти страничной тетради, при этом размещается на одном печатном листе, тогда при 16-ой доле и печати с двух сторон листа на один лист помещается две тетради, т. е. одно издание размещается полностью два раза на одном печатном листе;

- одно издание размещается более чем на один печатный лист. Например, издание состоит из четырех 16-ти страничных тетрадей, т. е. состоит из 64 страниц, тогда, при печати в 16 долю на двух сторонах печатного листа, полностью издание будет напечатано на двух целых печатных листах. Если при таких же условиях издание состоит из пяти тетрадей (80 страниц), то печать будет на 2,5 печатных листах, либо на 3-х, если третий лист будет печататься со своим оборотом. Подробное описание процесса формирования спусков полос для вывода изданий различных типов приведены в [6].

Если заданное количество страниц не является кратным доле листа, то необходимо изменить количество страниц до ближайшего количества, кратного доле. Может получиться так, что под заданный обрезной не существует стандартного формата, в котором материал используется полностью. Тогда необходимо либо допустить некоторый отход материала в пределах допустимой для данного издания нормы (связано с экономической целесообразностью), либо предложить изменить исходный размер издания в заданном диапазоне, соблюдая пропорции заданного размера обрезного. С учетом всех ограничений задача может не иметь решения.

Для построения математической модели введем следующие обозначения:

- $W, H$  — заданные ширина и высота страницы для будущего издания соответственно;

$k = \frac{W}{H}$  — коэффициент пропорциональности, характеризующий соотношение размеров страницы издания;

$2\Delta w$  — длина интервала, в пределах которого может изменяться ширина страницы.

Тогда

$$W_i = (W - \Delta w) + (i - 1) \cdot \delta_0, \quad (1)$$

где  $W_i$  — возможные значения ширины страницы;  $\delta_0$  — величина шага изменения размера по ширине страницы,  $i = 1, 2, \dots, N$ ,  $N = \frac{2\Delta w}{\delta_0} + 1$ .

- $2\Delta h = 2\Delta w \cdot k$  — длина интервала, в пределах которого может изменяться высота страницы:

$$H_i = (H - \Delta h) + (i - 1) \cdot \delta_1, \quad (2)$$

где  $H_i$  — возможные значения высоты страницы;  $\delta_1 = \delta_0 \cdot k$  — величина шага изменения размера по высоте страницы.

- $Q$  — планируемое количество страниц издания;

- $P = \{P_j\}, P_j \in R^1, j = 1, 2, \dots, M$  — множество всех возможных долей листа, где  $P_j = c_g \cdot d_e$ , здесь  $c_g, d_e$  — натуральные числа, соответствующие количеству столбцов и строк расположения страниц на печатном листе  $g = 1, 2, \dots, G; e = 1, 2, \dots, E$  (рис. 1).

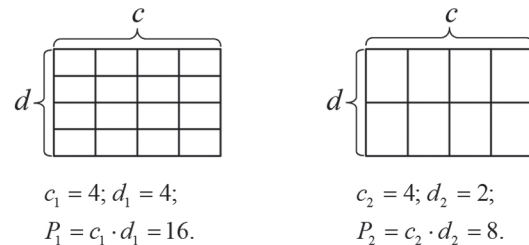


Рис. 1. Доля листа

- $F^r = \{(F^{rz}, F^{r4})\}, z = 1, 2, 3$  — множество всех возможных форматов печатных листов, получаемых с рулонной бумаги.

- $F^{rz}$  — множество значений ширины ( $z = 1, 2, 3$ ) и длины ( $z = 4$ ) рулона бумаги, которые существуют на сегодняшний день согласно ГОСТ 1342-78. В [7] определены следующие размеры бумаги в рулонах:

$$F^{r1} = \{60, 70, 75, 84, 90, 100, 108, 120, 126, 140, 168\};$$

$$F^{r2} = \{36, 42, 64, 82, 105, 150, 180\};$$

$F^{r3} = \{46, 51, 52\}$ , где  $F^{r1}, F^{r2}, F^{r3}$  — ширины рулонной бумаги. При этом рулон может быть нарезан длиной  $F^{r4} = \{36, 37, \dots, 108\}$ .

- $F^{rz} \in F^R; F^R = F^{r1} \cup F^{r2} \cup F^{r3}$  — множество всех возможных ширин рулонов бумаги;

- $F^{r4}$  — множество всех возможных длин печатных листов, на которые могут быть порезаны

рулоны бумаги. При этом длина печатного листа изменяется с шагом  $\delta_2$ . Максимальная и минимальная длины печатных листов с рулонов бумаги обозначим  $L_{\max}, L_{\min}$  соответственно. При этом получаем  $T = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{\delta_2} + 1$  вариантов длин печатных листов, на которые возможно порезать рулоны бумаги.

–  $F^s = F^{s1} \cup F^{s2}$  — множество всех возможных форматов листовой бумаги;

Согласно [6] существуют следующие форматы листовой бумаги:

$$F^{s1} = \{(60, 84), (60, 90), (70, 90), (70, 100), (70, 108), (84, 108)\}.$$

$$F^{s2} = \{(60, 100), (61, 86), (70, 75), (80, 100), (90, 100), (92, 120)\}.$$

Получаем, что все множество форматов печатных листов равно  $F = F^r \cup F^s$ .

–  $F = \{F_k\}$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$  — множество всех используемых форматов бумаги;

$F_k = \{(a_k, b_k) \in R^2\}$ , где  $a_k, b_k$  — соответственно высота и ширина листа  $k$ -го формата.

–  $O = \{o1, o2, o3, o4\}$  — левое и правое, верхнее, нижнее технические поля, используемые для печатного листа.

–  $B = \{b1, b2, b3, b4\}$  — левое, правое (внутреннее), верхнее, нижнее технические поля, используемые для формирования до-обрезного формата.

Площадь области размещения страниц издания формируется по следующему правилу:

$$S_k = [a_k - (o3 + o4)] \times [b_k - (o1 + o2)]. \quad (3)$$

Правила размещения страниц издания на печатном листе регламентируются типом переплета, который используется в издании, и ориентацией страниц в издании (альбомная и портретная ориентации страниц). Рассмотрим наиболее распространенные типы переплетов [7]: переплет, в котором страницы издания собираются в тетради — скоба, клеевой, твердый и т. д., а также переплет, которым издание собирается отдельными страницами — пружина, тесьма и т. п.

#### Потетрадная сборка издания

При потетрадной сборке издания размещение на печатный лист производится разворотами, а, следовательно, площадь размещаемого объекта с учетом ориентации страниц равна:

$$s_{ilp} = w_{ilp} \cdot h_{ilp}, p = 1, 2. \quad (4)$$

Соответственно ширина и высота размещаемого объекта для портретной ориентации следующие:

$$w_{i11} = 2(W_i + b1 + b2); h_{i11} = (H_i + b3 + b4). \quad (5)$$

Для альбомной ориентации:

$$w_{i12} = (H_i + b1 + b2); h_{i12} = 2(W_i + b3 + b4). \quad (6)$$

#### Постраничная сборка издания

При постраничной сборке издания, размещение на печатный лист производится страницами, а, следовательно, площадь размещаемого объекта с учетом ориентации страниц равна:

$$s_{i2p} = w_{i2p} \cdot h_{i2p}, p = 1, 2. \quad (7)$$

Соответственно ширина и высота размещаемого объекта для портретной ориентации следующие:

$$w_{i21} = (W_i + b1 + b2); h_{i21} = (H_i + b3 + b4). \quad (8)$$

Для альбомной ориентации:

$$w_{i22} = (H_i + b1 + b2); h_{i22} = (W_i + b3 + b4). \quad (9)$$

Используя формулы (4–9) с учетом возможных долей листа, рассчитывается полезная площадь, занимаемая страницами издания на одном печатном листе:

$$S_{ij} = s_{ilp} \cdot P_j; l = \{1, 2\}, p = \{1, 2\}, \quad (10)$$

где  $l = 1$  соответствует потетрадной сборке издания, а  $l = 2$  — постраничной.

## 2. Математическая модель

Управляемыми переменными задачи в выбранных обозначениях являются ширина страницы издания  $W_i$  и соответствующая ей высота страницы  $H_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ ; доля печатного листа  $P_j(c_g, d_e)$ ,  $j = 1, 2, \dots, M$ ;  $g = 1, 2, \dots, G$ ;  $e = 1, 2, \dots, E$ ; формат печатного листа  $F_k(a_k, b_k)$ ,  $k = 1, 2, \dots, K$ ; количество страниц издания  $Q$ .

Множество всех значений управляемых переменных формирует область допустимых решений задачи  $\Omega$ , которая имеет следующий вид:

$$\Omega = \{\omega \in \Omega \subset R^7 \mid \omega = (W, H, c, d, a, b, Q)\}, \quad (11)$$

где  $W \in \{W_1, W_2, \dots, W_N\}$  — множество всех значений ширины страницы;  $H \in \{H_1, H_2, \dots, H_N\}$  — множество всех значений высот страницы;  $c, d$  — натуральные числа, представляющие количество столбцов и строк расположения страниц на печатном листе, произведение которых соответствует доле листа;  $a \in \{a_1, a_2, \dots, a_K\}$  — множество высот печатного листа;  $b \in \{b_1, b_2, \dots, b_K\}$  — множество ширин печатного листа;  $Q$  — количество страниц издания.

В качестве критерия оптимизации  $K = K(\omega)$  выберем коэффициент заполнения печатного листа, характеризующий эффективность использования материала, который следует максимизировать. Отметим, что критерий  $K(\omega)$  зависит от параметров  $l$  и  $p$ , характеризующих тип переплета ( $l = 1, 2, 3$ ) и ориентацию страниц ( $p = 1, 2, 3$ ). Таким образом,

$$K = K(\omega, l, p). \quad (12)$$

Коэффициент заполнения печатного листа  $k$ -го формата  $j$ -ой доли  $k_{kj}$  равен:

$$K = K(\omega, l, p) = \frac{S_{ij}}{S_k}, S_{ij} \leq S_k, \quad (13)$$

где  $S_{ij}$  определяется формулой (10), а  $S_k$  — соотношением (3).

Подставив данные соотношения в (13), получим:

$$K = \frac{w_{ip} \cdot h_{ip} \cdot c_g \cdot d_e}{[a_k - (o3 + o4)] \times [b_k - (o1 + o2)]}. \quad (14)$$

Областью допустимых решений можно управлять при помощи параметров задачи, которые отражают издание. Поиск может осуществляться для изданий в различном переплете и различных вариантах ориентации страниц изданий.

Параметр задачи  $l$ , отражающий переплет:  $l = 1$  — для потетрадной сборки;  $l = 2$  — для постраничной сборки;  $l = \{1, 2\}$  — комбинированный поиск (используются оба варианта сборки).

Параметр задачи  $p$ , отражающий ориентацию страниц издания:  $p = 1$  — альбомная ориентация страниц;  $p = 2$  — портретная ориентация страниц;  $p = \{1, 2\}$  — комбинированный поиск (используются обе ориентации для издания).

### 3. Ограничения задачи

1. Количество отхода бумаги не должно превышать допустимой нормы:

$$(k_{ij})_{отх} = \frac{S_k - S_{ij}}{S_k} \leq k_{доп}, \quad (15)$$

где  $k_{доп}$  — допустимый отход бумаги.

2. Ограничение на количество страниц в издании.

Количество страниц регламентирует используемые в вычислениях доли листов. Так, например, 24 страницы издания предполагают использование 6, 8, 12, 24 долей листа, тогда как 32 страницы предполагают доли 8, 16, 32.

Количество страниц должно быть кратно доле листа. Если соотношение не выполняется, то необходимо изменить количество страниц издания к кратности ближайшей доли.

Количество страниц превышает долю листа. Это означает, что печать издания будет происходить в несколько форматных листов:

$$P_j \leq Q: \frac{Q}{P_j} \in \alpha, \alpha = \{1, 1.5, 2, \dots\}. \quad (16)$$

Количество страниц меньше доли листа. Это означает, что на одном печатном листе должно быть напечатано более одного полного издания:

$$P_j > Q: \frac{P_j}{Q} \in \beta, \beta = \{1, 2, \dots\}. \quad (17)$$

Сформулированная задача является оптимизационной вида:

$$K(\omega, l, p) \rightarrow \max_{\omega \in \Omega}. \quad (18)$$

Таким образом, наилучшим форматом печатного листа под заданный обрезной формат будем считать тот, коэффициент заполнения которого с учетом ограничений является максимальным.

### 4. Многокритериальная задача оптимизации определения формата печатного издания

В ряде случаев количество решений, близких по эффективности, полученных при использовании одного критерия оптимизации, является настолько большим, что его нельзя предоставлять эксперту для принятия решения о выборе нужного формата. В связи с этим, для получения приемлемого количества решений возникает необходимость вводить дополнительные критерии оптимизации, использовать больше ограничений. Задача становится многокритериальной, ее решение может быть найдено одним из известных методов.

В качестве дополнительных ограничений можно вводить ограничения на количество используемых форматов, число допустимых долей.

Как дополнительные критерии оптимизации можно принять, например, минимум стоимости печатного листа (что соответствует, как правило, минимуму площади печатного листа), минимум количества печатных листов (что будет целесообразно для изданий с большим количеством страниц), используемых для печати одного издания.

Также для лучшего заполнения печатного листа рационально коэффициент пропорциональности  $k$  представить как дополнительный критерий. Тогда, в зависимости от предпочтений эксперта в отношении критериев оптимизации (максимум заполнения печатного листа и минимальное отклонение от заданного коэффициента пропорциональности) задача может быть сформулирована следующим образом:

1. Найти наименьшее отклонение от заданного коэффициента пропорциональности на максимально заполненных печатных листах.

2. Найти максимальное заполнение печатного листа среди изданий, коэффициент пропорциональности которых отклонен от первоначально заданного коэффициента минимально.

Решение задачи в многокритериальной постановке может быть найдено, например, с помощью последовательной оптимизации критериев.

### 5. Анализ области допустимых решений

Область допустимых решений рассматриваемой задачи формируют следующие переменные и ограничения: количество используемых форматов, количество долей листа, на которые влияет количество заданных страниц, тип переплета (потетрадная либо постраничная сборка), размер страниц издания, который выражается в пропорции сторон и возможности изменения самого размера страниц, т. е. диапазона.

Таким образом, при заданном обрезном формате, имеем  $N$  вариантов страниц издания, которые могут быть размещены на  $M$  вариантах долей печатного листа, которых может быть  $K$ .

Рассмотрим каждую из составляющих области допустимых решений. Количество используемых форматов зависит от количества форматов, используемых на конкретном производстве, и зависит от технического оснащения последнего. В общем случае, согласно ГОСТ 1342-78 установлены размеры для листовой и рулонной бумаги (типографской, офсетной и глубокой печати).

Общее количество форматов равно:

$$K = q_1 + q_2 + (q_3 + q_4 + q_5) \cdot T, \quad (19)$$

где  $q_1$  — количество основных форматов листовой бумаги;  $q_2$  — количество дополнительных форматов листовой бумаги;  $q_3$  — количество основных размеров рулонной бумаги;  $q_4$  — количество дополнительных размеров рулонной бумаги;  $q_5$  — количество размеров рулонной бумаги для глубокой печати;  $T = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{\delta_2} + 1$  — количество вариантов длин печатных листов, на которые возможно порезать рулоны бумаги;  $\delta_2$  — шаг изменения длины печатного листа;  $L_{\max}, L_{\min}$  — максимальная и минимальная длины печатных листов с рулонов бумаги.

Количество возможных долей с учетом обеспечения кратности страниц изданию доле равно:

$$m_j = \frac{m_{\min} - m_{\max}}{P_j} + 1, \quad (20)$$

где  $m_{\min}$  — минимальное число, которое может быть разделено без остатка на долю  $P_j$  из всего множества долей  $P$ ;  $m_{\max}$  — максимальное число, которое может быть разделено без остатка на долю  $P_j$  из всего множества долей  $P$ .

Количество вариантов размеров обрезного формата с учетом заданного диапазона и шага изменения равно:

$$N = \frac{2\Delta w}{\delta_0} + 1, \quad (21)$$

где  $2\Delta w$  — длина интервала, в пределах которого может изменяться ширина страницы;  $\delta_0$  — величина шага изменения размера по ширине страницы.

Таким образом, количество всех возможных вариантов с учетом указанных ограничений равно:

$$\mu = K \cdot N \cdot \sum_{j=1}^M m_j, \quad (22)$$

$$\mu = \left[ q_1 + q_2 + (q_3 + q_4 + q_5) \cdot \left( \frac{L_{\max} - L_{\min}}{\delta_2} + 1 \right) \right] \times \left[ \frac{2\Delta w}{\delta_0} + 1 \right] \cdot \left[ \sum_{j=1}^M \left( \frac{m_{\min} - m_{\max}}{P_j} + 1 \right) \right]. \quad (23)$$

Предположим, что могут использоваться все возможные форматы бумаги, указанные в [7]. Шаг изменения размеров обрезного формата и шаг изменения длины листа рулонной бумаги примем равными единице. Максимальную долю листа для печати примем равной 48, а минимальную — 1. Следовательно, получим всего 48 возможных долей печатного листа. С учетом заданных значений параметров найдем количество допустимых решений:

$$\mu = \left[ 6 + 6 + (11 + 7 + 3) \cdot \left( \frac{108 - 36}{1} + 1 \right) \right] \times \left[ \frac{2 \cdot 5}{1} + 1 \right] \cdot 198 = 3365010 \text{ вариантов.}$$

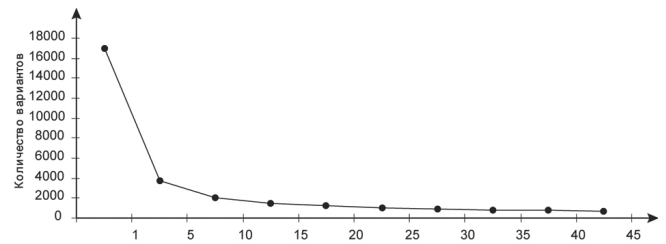


Рис. 2. Зависимость области допустимых решений от шага порезки рулонной бумаги

Очевидно, что на область допустимых решений большое влияние оказывает шаг, с которым будет производиться резка рулонной бумаги. Именно шаг дает возможность достаточно быстро сузить область до размера, при котором становится возможным и даже целесообразным использовать метод полного перебора. Выше, на рис. 2, показана скорость сужения области допустимых решений при изменении шага порезки рулонной бумаги.

## 6. Вычислительные эксперименты

Предложенная математическая модель реализована в программном модуле для издательско-полиграфической системы. С помощью модуля были проведены вычислительные эксперименты, которые проводились в несколько этапов.

1. Задача поиска оптимального формата для листовых форматов.

Условие задачи: использовано 7 типов листового печатного листа, первоначальный размер страницы: 163 мм ширина и 207 мм высота. Размер страницы может изменяться от 158 мм до 168 мм с шагом 1 мм. Поиск производится только для книг в твердом переплете, на скобе либо в клеевом переплете. Ориентация страницы не важна, а, следовательно, может быть книжной или альбомной. Минимальный коэффициент заполнения 95%.

Найденное решение представлено в табл. 1.

Как видно, наилучшим решением является страница с размерами 165 мм на 210 мм. Печать должна производиться с печатного листа  $70 \times 90 / 16$ , где 16 — доля листа. Время поиска меньше секунды.

Таблица 1

Результат поиска

№	Формат	Ширина страницы	Высота страницы	Доля	Значение критерия
2	700 × 900	162	206	4 × 4	0,953655
3	700 × 900	163	207	4 × 4	0,963807
4	700 × 900	164	208	4 × 4	0,974012
5	700 × 900	165	210	4 × 4	0,988764

2. Задача поиска оптимального формата для листовых и ролевых форматов.

Условие задачи: использовано 15160 типов печатных листов (листовые и ролевые), первоначальный размер страницы 163 мм ширина и 207 мм высота. Размер страницы может изменяться от 158 мм до 168 мм с шагом 1 мм. Поиск производится только для книг в твердом переплете, на скобе либо в клеевом переплете, а также для книг на пружине. Ориентация страницы не важна, а, следовательно, может быть книжной или альбомной. Минимальный коэффициент заполнения 98%.

Найденное решение представлено в табл. 2. Всего найдено 3232, удовлетворяющих условию задачи решения.

Таблица 2

Результат поиска

№	Формат	Ширина страницы	Высота страницы	Доля	Значение критерия
2	700 × 360	165	210	2 × 3	0,985075
3	700 × 361	165	210	2 × 3	0,982186
4	700 × 362	166	211	2 × 3	0,989552
...	...	...	...	...	...
3230	700 × 1080	168	213	6 × 3	0,981985
3231	700 × 900	165	210	4 × 4	0,988764
3232	700 × 900	168	213	5 × 3	0,983824

Данное количество вариантов слишком велико для предоставления эксперту. Используя дополнительные критерии, описанные в математической модели, данное количество возможно уменьшить для более наглядного предоставления результата. Время поиска 37 секунд.

3. Задача поиска оптимального формата с использованием стандартной ролевой и листовой бумаги. Многокритериальная оптимизация.

Условие задачи: использовано 15160 типов печатных листов (листовые и ролевые), первоначальный размер страницы: 163 мм ширина и 207 мм высота. Размер страницы может изменяться от 158 мм до 168 мм с шагом 1 мм. Поиск производится только для книг в твердом переплете, на скобе, либо в клеевом переплете, а также для книг на пружине. Ориентация страницы не важна, а, следовательно, может быть книжной или альбомной. Минимальный коэффициент заполнения 98%.

В качестве дополнительного критерия был использован критерий минимума стоимости печат-

ного листа (минимум площади печатного листа). Найденное решение представлено в табл. 3. Всего найдено 1, удовлетворяющее условию задачи решение.

Таблица 3

Результат поиска

№	Формат	Ширина страницы	Высота страницы	Доля	Значение критерия
1330	360 × 448	160	204	2 × 2	1

Наилучшим решением является страница с размерами 160 мм на 204 мм. Печать должна производиться с печатного листа 360 × 448 / 4, где 4 — доля листа. Время поиска 17 секунд.

4. Задача поиска оптимального формата с использованием стандартной ролевой и листовой бумаги.

Условие задачи: использовано 78 типов печатных листов (листовые и ролевые), первоначальный размер страницы 163 мм ширина и 207 мм высота. Размер страницы может изменяться от 158 мм до 168 мм с шагом 1 мм. Поиск производится только для книг в твердом переплете, на скобе, либо в клеевом переплете, а также для книг на пружине. Ориентация страницы не важна, а, следовательно, может быть книжной или альбомной. Минимальный коэффициент заполнения 98%.

Найденное решение представлено в табл. 4. Всего найдено 11 удовлетворяющих условию задачи решений.

Таблица 4

Результат поиска

№	Формат	Ширина страницы	Высота страницы	Доля	Значение критерия
2	700 × 550	166	211	3 × 3	0,985818
3	900 × 530	163	207	3 × 4	0,985963
4	900 × 540	162	206	3 × 4	0,985464
...	...	...	...	...	...
9	700 × 900	168	213	5 × 3	0,983824
10	700 × 1080	159	202	5 × 4	0,984827
11	700 × 1080	160	203	5 × 4	0,995327
12	700 × 1080	168	213	6 × 3	0,981985

Дальнейшее сужение области допустимых решений возможно увеличением значения минимального коэффициента заполнения, выбором доли листа. Время поиска менее секунды.

### Выводы

Построенная в работе математическая модель определения оптимального формата издания, а также программный модуль могут быть использованы в составе математического и программного обеспечения интеллектуальных систем автоматизации издательской деятельности. Вычислительные эксперименты, проведенные в рамках исследования, показали эффективность предлагаемого

подхода при решении задачи поиска оптимального формата в смысле минимизации отхода материала. Разработанное программное средство позволяет быстро находить решение, что позволяет делать оценку возможных форматов для заданного обрезного формата. Данное средство может быть использовано в отделах производства и в редакторских отделах, что сократит время выдачи задания на печать издания.

Дальнейшее развитие предложенной модели может вестись в рамках многокритериальной задачи, которая была описана в пункте 4 настоящей статьи, а также за счет учета большего числа параметров задачи. Другим направлением развития результатов работы является разработка более эффективных алгоритмов решения предложенной задачи.

**Список литературы:** 1. [www.buchmesse.ru](http://www.buchmesse.ru); 2. Энциклопедия книжного дела / Авт. кол.: Ю. Ф. Майсурадзе, А. Э. Мильчин, Э. П. Гаврилов и др. — справ. изд. — М.: Юрист, 1998. — 536 с. 3. Полянский, Н. Н. Технология полиграфического производства. Ч1 — Производство печатных форм [Текст] / Н.Н. Полянский. — М.: Книга, 1980. 4. Пикок, Джон. Издательское дело. / Пер. с англ. 2-е издание, исправленное и дополненное [Текст] / Джон Пикок. — М.: Издательство ЭКОМ, 2002. — 424 с.: ил. 5. Добкин, С. Ф. Оформление книги: редактору и автору [Текст] / С. Ф. Добкин. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Книга, 1985. — 208 с.: ил. 6. Фрэнк, Романо. Принт-медиа

бизнес [Текст] / Фрэнк Романо: Пер. с англ. М. Бредис, В. Вобленко, Н. Друзьева; Под ред. Б. А. Кузьмина. — М.: ПРИНТ-МЕДИА центр, 2006. — 456 с. 7. ГОСТ 1342-78. 8. Стефанов, С. И. Реклама и полиграфия: опыт словаря-справочника [Текст] / С. И. Стефанов. — М.: Гелла-принт, 2004. — 318 с.: ил.

*Поступила в редколлегию 22.02.2011.*

УДК 519.85

**Математична модель задачі визначення оптимального формату видання** / І. В. Гребеннік, Д. В. Грицай // Біоніка інтелекту: наук.-техн. журнал. — 2011. — № 1 (75). — С. 41–47.

Аналізується одна з актуальних проблем поліграфії — задача визначення оптимального формату видання. Для її розв'язання запропонована математична модель. Проведено аналіз області допустимих рішень. Виконані обчислювальні експерименти.

Табл. 4. Іл. 2. Бібліогр.: 8 найм.

UDK 519.85

**A mathematical model of the problem of determining the optimal size of the edition** / I. V. Grebennik, D. V. Grytsay // Bionics of Intelligence: Sci. Mag. — 2011. — № 1 (75). — P. 41–47.

One of the most actual problems in the printing industry — the problem of determining the optimal size of the edition is analyzed. A mathematical model for solving of the problem is offered. The analysis of the feasible region of the problem is implemented. The computational experiments are performed.

Tab. 4. Fig. 2. Ref.: 8 items.