

УДК 655.527(073)

**Д. М. Медяк**

Белорусский государственный технологический университет

**РАЗРАБОТКА МИНИМАЛЬНОГО ЗАЩИТНОГО КОМПЛЕКСА  
ПОЛИГРАФИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

В статье показано, что для защиты ценной полиграфической продукции необходимо создавать комплекс, состоящий из ряда защитных технологий. При этом необходимо учитывать, что применение любой защитной технологии приводит к удорожанию конечного продукта. Поэтому надлежащая надежность защиты продукта должна быть обеспечена минимальными затратами. Кроме того, применяемые защитные технологии должны быть сбалансированы по видам контроля. Для создания защитного комплекса, соответствующего данным требованиям, использовался метод математического моделирования линейное программирование. В качестве целевой функции была взята функция, описывающая удорожание ценного полиграфического продукта. Данная функция стремилась к минимуму. Также на задачу был наложен ряд ограничений, которые описывали количество видов контроля, суммарное количество баллов надежности и др. В результате решения задачи было получено нецелочисленное и ряд целочисленных решений. Из целочисленных решений были выбраны варианты защитных комплексов, имеющие минимальное удорожание. Они содержали различные сочетания защитных технологий: ультрафиолетовые краски, вспучивающиеся краски, микрографику, локальную химзащиту, ирисную печать, бумагу с двухуровневым водяным знаком, нумерацию с контрольным разрядом, нумерацию защитными красками, бар-кодирование, окисляющиеся краски. Разработанные комплексы можно использовать для защиты ценной полиграфической продукции групп Г, Д и Е с учетом возможностей конкретной полиграфической базы, назначения продукции и условий ее обращения.

**Ключевые слова:** защитные технологии, защитный комплекс, индекс защищенности, полиграфическая продукция, линейное программирование.

**D. M. Medyak**

Belarusian State Technological University

**DEVELOPMENT OF MINIMAL PROTECTION COMPLEX  
FOR PRINTING PRODUCTS**

The article shows that in order to protect valuable printing products, it is necessary to create a complex consisting of a number of protective technologies. It should be taken into account that the use of any protective technology leads to an increase in the cost of the final product. Therefore, the proper reliability of product protection should be ensured at a minimal cost. In addition, the applied protective technologies should be balanced by types of control. To create a protective complex that meets these requirements, the method of mathematical modeling linear programming was used. As the objective function, a function describing the rise in price of a valuable printing product was used. This function tends to a minimum. Also, a number of restrictions were imposed on the task, which described the number of control types, the total number of reliability points, and others. As a result of solving the problem, a non-integer and a number of integer solutions were obtained. From integer solutions, variants of protective complexes were chosen that have a minimum price increase. They contained various combinations of such protective technologies: ultraviolet inks, intumescent inks, micrographics, local chemical protection, iris printing, paper with a two-level watermark, numbering with a control discharge, numbering with protective inks, bar coding, oxidizing inks. The developed protective complexes can be used to protect valuable printing products of groups G, D and E, taking into account the capabilities of a specific printing base, the purpose of products and the conditions for its circulation.

**Key words:** protective technologies, protective complex, index of security, printing products, linear programming.

**Введение.** Необходимость защиты полиграфической продукции от фальсификации возникла одновременно с ее появлением и остается актуальной до настоящего времени. Кроме того, развитие цифровой техники и печатных технологий ставит перед специалистами

полиграфического производства новые задачи по созданию комплексов, обеспечивающих защиту производимой продукции, особенно специальных и ценных документов.

Задача защиты полиграфической продукции состоит в том, чтобы обеспечить условия неце-

лесообразности подделки. То есть стоимость возможной подделки должна превышать экономический эффект от ее применения, что заведомо делает подделку нерентабельной [1]. Однако при выборе форм и видов защиты для конкретного полиграфического изделия нельзя отдавать предпочтение какой-либо одной форме. Успех защиты заключается в оптимальном использовании комбинации различных форм защиты, т. е. создании целого комплекса защит. Только тогда изделие может считаться полноценно защищенным от злоупотреблений. Кроме того, надежность защитного комплекса обеспечивается не совершенством отдельно взятой защиты, а сбалансированным набором всесторонних защит, учитывающим специфику, предназначение и условия обращения продукта. Такой набор определяет максимальную эффективность защитного комплекса. Также следует учесть, что защитный комплекс, состоящий из защит, обладающих высокими стоимостными индексами, может оказаться не эффективнее сбалансированного комплекса защит, обладающих низким стоимостным индексом [2].

Таким образом, при выборе защитного комплекса следует руководствоваться следующей формулой: максимальная надежность + максимальная эффективность + максимальная дешевизна защитного комплекса. Однако два первых требования, как правило, вступают в противоречие с третьим. Поэтому выбор комплекса защит находится в компетенции специалистов высокого профессионального уровня.

Для оценки эффективности выбранного защитного комплекса служит индекс защищенности изделия, который отражает уровень надежности комплекса, степень использования защит различных технологических рядов и видов контроля [2]. По уровню надежности может быть создан комплекс с минимальным, достаточным или высшим индексом защищенности. Под минимальным индексом защищенности изделия понимается суммарный показатель баллов надежности, не менее 24, обязательно включающий в себя хотя бы одну защиту из каждого технологического ряда, причем таким образом, чтобы в защитном комплексе присутствовали визуально контролируемые (не менее 7 баллов), сенсорно (не менее 7 баллов), приборно (не менее 8 баллов) и лабораторно (не менее 2 баллов) контролируемые защиты [2].

Защитный комплекс с минимальным индексом создается для продукции с субъективной экономической целесообразностью фальсификации, приоритетом контролируемых условий обращения, одноступенчатой структурой и коротким периодом обращения продукта [2].

К такой продукции, выпускаемой на территории Республики Беларусь, могут относиться документы групп Г, Д, Е. Группу Г составляют документы, подтверждающие те или иные права, правоотношения или знания, группу Д — первичные учетные документы и иные бланки строгой отчетности, служащие основанием приема и выдачи денег, товаров, материальных и других ценностей, подтверждающие подлинность товаров, продукции, услуг, их производства и реализации и т. д., в группу Е входят документы, подтверждающие почтовую оплату, документы с изображением Государственного герба Республики Беларусь, документы на зрелищные мероприятия и другие [3].

При создании защитного комплекса также необходимо учитывать, что каждый вид защитной технологии обеспечивает ту или иную степень надежности защиты и может быть проконтролирован одним или несколькими способами контроля (В — визуальный контроль, П — приборный контроль, Л — лабораторный контроль, С — сенсорный контроль), а также обладает различной стоимостью в зависимости от технических и технологических возможностей производителя продукции или сырья [1].

Для сравнения стоимости защитных технологий и материалов используется показатель «удорожание», который отражает увеличение стоимости продукции по отношению к базовой продукции без защитных элементов [1].

Спецификация защитных технологий по степени эффективности, видам контроля и стоимостным показателям представлена в виде таблицы.

**Основная часть.** Цель данной работы состоит в определении таких защитных комплексов (т. е. сочетаний видов защиты полиграфической продукции), которые обеспечивают выполнение минимального индекса защищенности при минимальном удорожании исходного продукта. Для достижения поставленной цели используется метод математического моделирования — линейное программирование.

Линейное программирование — это задача нахождения экстремума функции при определенных ограничениях на условия решения, которая используется для практических задач по оптимизации производства. Целевая функция и ограничения в этом методе задаются линейными выражениями.

Под целевой функцией понимается показатель производственной деятельности, для которого требуется достижение максимума или минимума. Практически задача может решаться только при наличии определенных ограничений. Возможны следующие виды ограничений. Ограничение сверху может быть обусловлено огра-

ниченным запасом материалов, фонда времени работы оборудования и другими факторами.

Ограничение снизу подразумевает, например, минимальный тираж, ограничение типа равенства означает, что расход должен быть строго равен запасам. Условие неотрицательно-

сти переменных вводится в практических задачах, так как отрицательные переменные на практике, как правило, не имеют смысла. Система выражений из целевой функции и ограничений определяет математическую модель задачи линейного программирования [4].

#### Спецификация видов защит

Наименование защиты	Удорожание, %	Надежность, баллы	Способ контроля	Технологический ряд
1. УФ-красители	5	2	П Л	В
2. ИК-красители	5	2	П Л	В
3. Токопроводящие краски	5	2	П Л	В
4. Термочувствительные красители	30	3	В П Л	В
5. Флуоресцентные краски	5	2	В П Л	В
6. Светочувствительные краски	30	3	В П Л	В
7. Вспучивающиеся краски	50	3	В П С Л	В
8. Металлизованные краски	5	1	В Л	В
9. Цветопеременные краски	100	3	В Л	В
10. Окисляющиеся краски	30	3	П Л	В
11. Искусственный водяной знак	30	3	В П Л	В
12. Химический водяной знак	30	2	В П Л	В
13. Микрографика	5	2	В П Л	А
14. Гильошные элементы	30	2	В П Л	А
15. Скрытое изображение	30	3	В П Л	А
16. Тангирные сетки	5	1	В П Л	А
17. Void pantograph	30	3	В Л	А
18. Copy ban+	30	4	В Л	А
19. Химический Void	50	4	В Л	Е
20. Механический Void	100	4	В Л	Е
21. Локальная химзащита	100	3	В П Л	Е
22. Ирисная печать	30	2	В Л	Ф
23. Орловская печать	100	4	В П	Ф
24. Металлографская печать	200	5	В П	Ф
25. Бумага с 1-уровневым водяным знаком	200	3	В	С
26. Бумага с 2-уровневым водяным знаком	300	5	В	С
27. Бумага с полутоновым водяным знаком	400	6	В	С
28. Комплексное химическое покрытие	100	4	В П	С
29. Нить в бумажной массе	200	4	В	С
30. Стежковая нить в бумажной массе	400	5	В Л	С
31. Металлические волокна	30	3	П	С
32. УФ-волокна	30	3	В П	С
33. Термочувствительные волокна	50	4	В П	С
34. Псевдоголографические конфетти	100	4	В	С
35. Тонирование бумажной массы	5	1	В	С
36. Нумерация	30	2	В Л	Д
37. Нумерация с контрольным разрядом	50	3	В П С Л	Д
38. Нумерация защитными красками	5	3	В П С Л	Д
39. Бар-кодирование	100	2	В П С	Д
40. OCR-код	100	2	В П С	Д
41. MICR-код	100	3	В П С	Д
42. Конгревное тиснение	100	2	В Л	Д
43. Припрессовка фольги	200	3	В Л	Д
44. Голограммы	400	5	В П Л	Д
45. Фигурная высека	50	1	В Л	Д

При решении некоторых практических задач линейного программирования возникает необходимость в получении целочисленного решения. Задачи целочисленного линейного программирования решаются с помощью различных методов, в частности метод ветвей и границ.

В данной работе ставится задача определить, какие виды защит необходимо включить в защитный комплекс полиграфической продукции, чтобы он давал минимальное удорожание исходного продукта, но в тоже время обеспечивал минимальный индекс защищенности 24 балла.

В данной задаче целевая функция описывает суммарное удорожание исходного продукта в результате дополнительных расходов на реализацию различных защитных технологий и стремится к минимуму. Целевую функцию можно представить в векторной форме:

$$Q(x) = x \cdot c \rightarrow \min, \quad (1)$$

где  $Q$  — суммарное удорожание исходного продукта, %;  $x$  — вектор количества защит каждого вида, необходимых для создания комплекса;  $c$  — вектор удорожания стоимости исходного продукта от одного применения каждого конкретного вида защиты, %.

Далее на задачу налагается ряд ограничений. Ограничение сверху:

$$x \leq 1 \quad (2)$$

предполагает использование каждой защитной технологии в комплексе не более одного раза.

Ограничение снизу включает в себя ряд выражений:

$$b \cdot x \geq 24, \quad (3)$$

где  $b$  — степень надежности одного вида защиты, баллы.

Ограничение (3) означает, что суммарная надежность всех видов защиты в комплексе должна составить не менее 24 баллов.

Ограничения, приведенные в выражениях (4), свидетельствуют о том, что в защитном комплексе должны быть использованы защиты всех технологических рядов А, В, С, D, E, F.

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{12} x_i \geq 1, \quad \sum_{i=13}^{18} x_i \geq 1, \quad \sum_{i=19}^{21} x_i \geq 1, \\ \sum_{i=22}^{24} x_i \geq 1, \quad \sum_{i=25}^{35} x_i \geq 1, \quad \sum_{i=36}^{45} x_i \geq 1. \end{aligned} \quad (4)$$

Ограничение (5) показывает, что визуально контролируемые защиты должны составлять в сумме не менее 7 баллов.

$$b \cdot x - \sum_{i=1}^3 (b_i \cdot x_i) - b_{10} \cdot x_{10} - b_{31} \cdot x_{31} \geq 7. \quad (5)$$

В выражении (6) учтено, что сенсорно контролируемые защиты должны в сумме составить не менее 7 баллов.

$$\left[ \sum_{i=37}^{41} (b_i \cdot x_i) \right] + b_7 \cdot x_7 \geq 7. \quad (6)$$

Ограничение (7) свидетельствует о том, что приборно-контролируемые защиты должны давать не менее 8 баллов в защитном комплексе.

$$\begin{aligned} \left[ \sum_{i=1}^7 (b_i \cdot x_i) \right] + \left[ \sum_{i=10}^{16} (b_i \cdot x_i) \right] + \left[ \sum_{i=23}^{24} (b_i \cdot x_i) \right] + \\ + \left[ \sum_{i=31}^{33} (b_i \cdot x_i) \right] + \left[ \sum_{i=37}^{41} (b_i \cdot x_i) \right] + \\ + b_{21} \cdot x_{21} + b_{28} \cdot x_{28} + b_{44} \cdot x_{44} \geq 8. \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \left[ \sum_{i=1}^{22} (b_i \cdot x_i) \right] + \left[ \sum_{i=36}^{38} (b_i \cdot x_i) \right] + \left[ \sum_{i=42}^{45} (b_i \cdot x_i) \right] + \\ + b_{30} \cdot x_{30} \geq 2. \end{aligned} \quad (8)$$

Выражение (8) учитывает, что лабораторно-контролируемые защиты должны быть представлены не менее чем 2 баллами.

Кроме того, в задачу вводится условие неотрицательности переменных вида  $x \geq 0$ .

Совокупность выражений (1)–(8) представляет собой математическую модель поставленной задачи. Решение выполнялось средствами программы Mathcad 13.

Задача целочисленного линейного программирования решается в два этапа. На первом этапе решается задача линейного программирования без учета условия целочисленности, на втором этапе по шагам выполняется ряд задач линейного программирования, в которых нецелочисленные переменные заменяются целочисленными с помощью дополнительных ограничений типа равенства. Перебор вариантов решений связан с построением дерева решений [4].

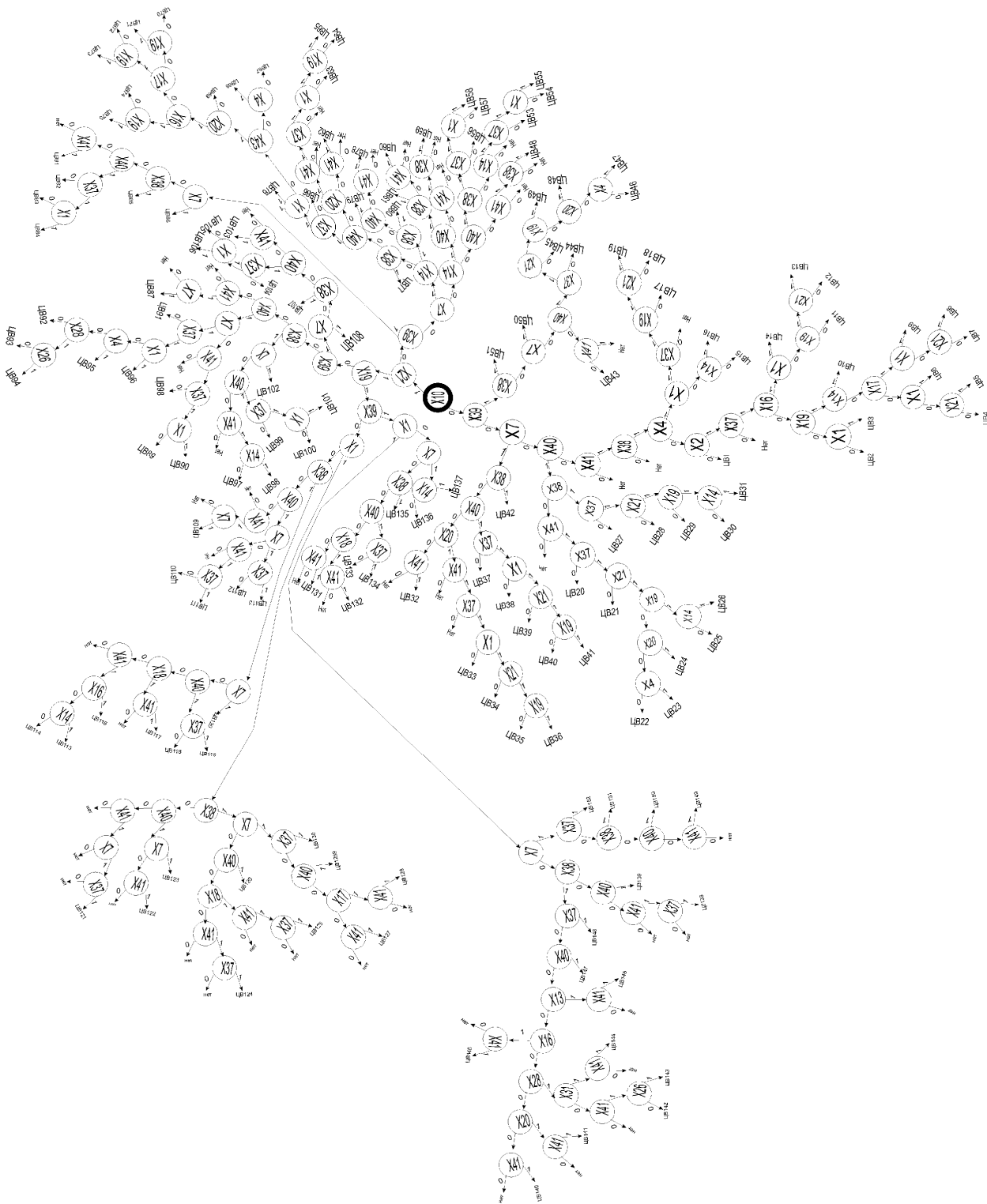
На первом этапе было получено решение задачи без условия целочисленности. Значение целевой функции (т. е. удорожание) при этом составило 137,5%. Также в результате решения задачи было получено 35 нулевых значений переменной  $X$ , 8 целых значений, равных 1, и 2 нецелочисленных значения.

Дальнейшее решение было связано с заменой нецелочисленных решений целочисленными. Осуществлялся последовательный перебор вариантов замены переменных. При этом каждый раз решалась исходная задача линейного программирования. Для упорядочения перебо-

ра было построено дерево решений [5]. Дерево решений, полученное в данной работе, представлено на рисунке.

Началом дерева решений являлось начальное нецелочисленное решение  $x_{10} = 0,5$ . Это исходное состояние — корень дерева. Данная нецелочисленная переменная заменялась целочисленным значением. Для этого на древе

решений строился узел, из которого исходили две ветви. Первая ветвь соответствовала меньшему целочисленному значению  $x_{10} = 0$ , вторая — большему  $x_{10} = 1$ . Для ветви с меньшим значением решалась задача линейного программирования, т. е. выполнялась исходная задача с дополнительным ограничением типа равенства  $x_{10} = 0$ .



Дерево решений

В результате решения задачи было получено новое решение с нецелочисленной переменной  $x_{39} = 0,667$ . Далее выполнялись аналогичные операции, пока не были построены все ветви и найдены все целочисленные решения либо получены варианты «нет решения».

В результате было получено 152 целочисленных решения. Из них выбраны варианты с оптимальным (минимальным) значением целевой функции  $Q = 145\%$ , т. е. 12 вариантов защитного комплекса. Для создания каждого комплекса потребовалось использование 9 видов защит. При этом индекс защищенности составил 24 балла. Варианты целочисленных решений и виды защит, используемых для создания комплексов, представлены ниже.

1. УФ-красители, вспучивающиеся краски, микрографика, химический Void, локальная химзащита, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками.

2. УФ-красители, вспучивающиеся краски, микрографика, химический Void, локальная химзащита, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, бар-кодирование.

3. УФ-красители, микрографика, химический Void, локальная химзащита, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками, бар-кодирование.

4. УФ-красители, вспучивающиеся краски, окисляющиеся краски, микрографика, химический Void, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками.

5. УФ-красители, окисляющиеся краски, микрографика, химический Void, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками, бар-кодирование.

6. УФ-красители, вспучивающиеся краски, окисляющиеся краски, микрографика, химический Void, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, бар-кодирование.

7. УФ-красители, вспучивающиеся краски, окисляющиеся краски, микрографика, химический Void, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками.

8. УФ-красители, окисляющиеся краски, микрографика, химический Void, локальная химзащита, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками.

9. УФ-красители, вспучивающиеся краски, окисляющиеся краски, микрографика, локальная

химзащита, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками.

10. Вспучивающиеся краски, окисляющиеся краски, микрографика, химический Void, локальная химзащита, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками.

11. Окисляющиеся краски, микрографика, химический Void, локальная химзащита, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками, бар-кодирование.

12. Вспучивающиеся краски, окисляющиеся краски, микрографика, химический Void, локальная химзащита, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, бар-кодирование.

Анализируя разработанные комплексы, можно отметить, что минимальное удорожание достигается при использовании определенного набора защитных технологий в различных сочетаниях, при этом во все двенадцать комплексов входят такие защиты, как: микрографика, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом.

Однако следует учесть, что данное решение получено исключительно математическим методом и подлежит анализу с технологической и практической точек зрения, так как каждая защита имеет свои ограничения по применению или особенности. Например, использование химического Void связано с изменением тона бумажного полотна в зоне его применения, поэтому рекомендуется тонировать зоны применения данной защиты цветными тангирными сетками [2].

Кроме того, локальная химзащита и химический Void похожи по принципу действия и защите. Также возможны определенные сложности с использованием окисляющихся красителей, так как они предназначены в основном для продукции одноразового обращения, когда проверка подлинности совпадает с погашением продукции (например, в билетах моментальной лотереи) [2].

Остальные виды защит представляют собой достаточно согласованный и гармоничный комплекс, полноценное использование которого зависит от возможностей конкретной типографии, назначения заказа и пожеланий заказчика.

Кроме того, следует принимать во внимание, что данная задача решена с условием однократного использования каждой защитной технологии в защитном комплексе. Однако, согласно требованиям, предъявляемым к уровню защищенности бланков строгой отчетности [3], документы групп А, Б, В должны содержать по 2–3, иногда 5–7, видов защитных технологий

одного наименования [6], например 3 вида защитного волокна.

Также на сегодняшний день достаточно остро стоит вопрос защиты от подделки упаковочной продукции, особенно это касается парфюмерно-косметической [7], медицинской и пищевой продукции [8]. В данном случае для упаковки необходим минимальный защитный комплекс с наименьшим удорожанием, так как стоимость упаковки не должна превышать стоимость упаковываемого товара. Однако учитывая специфику обращения упаковочной продукции, не все рассмотренные защитные технологии могут быть включены в защитный комплекс. И в тоже время в упаковке можно реализовать в большей мере конструкционные защиты, которые не доступны для листовой ценной полиграфической продукции.

Поэтому данная работа может быть продолжена с получением других решений задачи.

**Заключение.** В работе показано, что для выбора защитного комплекса полиграфической продукции можно использовать математические методы моделирования, в частности метод линейного программирования. С помощью дан-

ного метода из 45 наиболее применимых на сегодняшний день видов защит составлено 152 защитных комплекса, отвечающих требованию минимального индекса защищенности и отличающихся степенью удорожания исходного продукта. Из них выбраны 12 защитных комплексов, имеющих минимальное удорожание, составляющее 145%. Каждый из двенадцати комплексов содержит по 9 защитных технологий.

Анализ данных комплексов показывает, что среди них в различных сочетаниях представлены следующие защиты: УФ-красители, вспучивающиеся краски, микрографика, химический Void, локальная химзащита, ирисная печать, бумага с двухуровневым водяным знаком, нумерация с контрольным разрядом, нумерация защитными красками, бар-кодирование, окисляющиеся краски.

Следовательно, данные защиты являются наиболее оптимальными с точки зрения защитных свойств и экономической эффективности и их можно использовать при создании защитных комплексов полиграфической продукции с учетом технологических ограничений, налагаемых этими способами.

### Литература

1. Медяк Д. М., Кулак М. И. Защита полиграфической продукции. Минск: БГТУ, 2013. 86 с.
2. Коншин А. А. Защита полиграфической продукции от фальсификации. М.: Синус, 2000. 160 с.
3. Об утверждении Положения об основных требованиях, предъявляемых к уровню защищенности бланков строгой отчетности, а также специальным материалам для защиты их от подделки: постановление М-ва финансов Респ. Беларусь, 1 марта 2002 г., № 29 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2002. № 8/7851.
4. Юдин Д. Б., Гольштейн Е. Г. Линейное программирование. М.: Физматгиз, 1963. 720 с.
5. О документировании населения Республики Беларусь: Указ Президента Респ. Беларусь, 3 июня 2008 г., № 294 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. 2008. № 135, 1/9740.
6. Климов В. А., Медяк Д. М. Решение задачи о выборе защитного комплекса с минимально возможным индексом защищенности // 61-я науч.-техн. конф. студентов и магистрантов: сб. науч. работ, Минск, 19–25 апр. 2010 г.: в 4 ч. / Белорус. гос. технол. ун-т. Минск, 2010. Ч. 4. С. 126–127.
7. Кривова А. Ю., Паронян В. Х. Технология производства парфюмерно-косметических продуктов. М.: ДеЛи принт, 2009. 667 с.
8. Голуб О. В., Васильева С. В. Упаковка и хранение пищевых продуктов. Кемерово: Кемеров. технол. ин-т пищевой пром-сти, 2005. 148 с.

### References

1. Medyak D. M., Kulak M. I. *Zashchita poligraficheskoy produktsii* [Protection of polygraphic products]. Minsk, BGTU Publ., 2013. 86 p.
2. Konshin A. A. *Zashchita poligraficheskoy produktsii ot fal'sifikatsii* [Protection of printed products from falsification]. Moscow, Sinus Publ., 2000. 160 p.
3. On the approval of the Regulation on the basic requirements for the level of security of strict reporting forms, as well as special materials to protect them from forgery: Resolution of the Ministry of Finance of the Republic of Belarus, March 1, 2002, no. 29. *Natsional'nyy reestr pravovyykh aktov Respubliki Belarus'* [National Register of Legal Acts of the Republic of Belarus], 2002, no. 8/7851.
4. Yudin D. B., Gol'shteyn Ye. G. *Lineynoye programmirovaniye* [Linear Programming]. Moscow, Fizmatgiz Publ., 1963. 720 p.

5. On documenting the population of the Republic of Belarus: Decree of the President of the Republic of Belarus. Belarus, June, 3, 2008, no. 294. *Natsional'nyy reestr pravovykh aktov Respubliki Belarus'* [National Register of Legal Acts of the Republic of Belarus]. 2008, no. 135, 1/9740.

6. Klimko V. A., Medyak D. M. The solution of the problem of choosing a protective complex with the lowest possible index of security. *Sbornik nauchnykh rabot 61-y nauchno-tekhnicheskoy konferentsii studentov i magistrantov: v 4 ch.* [61st scientific and technical conference of students and undergraduates: a collection of scientific papers: in 4 parts]. Minsk, 2010, part 4, pp. 126–127 (In Russian).

7. Krivova A. Yu., Paronyan V. Kh. *Tekhnologiya proizvodstva parfyumerno-kosmeticheskikh produktov* [Technology of production of perfumery and cosmetic products]. Moscow, DeLi print Publ., 2009. 667 p.

8. Golub O. V., Vasil'yeva S. V. *Upakovka i khraneniye pishchevykh produktov* [Packing and storage of food products]. Kemerovo: Kemerovskiy tekhnologicheskii institut pishchevoy promyshlennosti Publ., 2005. 148 p.

#### **Информация об авторах**

**Медяк Диана Михайловна** — кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры полиграфических производств. Белорусский государственный технологический университет (220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а, Республика Беларусь). E-mail: medyak@belstu.by

#### **Information about the authors**

**Medyak Diana Mikhaylovna** — PhD (Engineering), Associate Professor, Assistant Professor, the Department of Printing Production. Belarusian State Technological University (13a, Sverdlova str., 220006, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: medyak@belstu.by

*Поступила 17.06.2017*