

8. Мажайский Ю.А. Обоснование режимов комплексных мелиораций в условиях техногенного загрязнения агроландшафта: диссертация доктора сельскохозяйственных наук: 06.01.02 – Мелиорация, рекультивация и охрана земель // ГНУ «ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова». – Москва, 2002. – 456 с.

9. Методические рекомендации по мероприятиям для предотвращения и ликвидации загрязнения агроландшафтов тяжелыми металлами. М., ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии 2005. – 72 с.

10. Система ведения агропромышленного производства Рязанской области на 1998-2010 г.г. / Под ред. С.В. Сальникова, Г.М. Туникова, С.Я. Полянского. – Рязань, 1999. – 258 с.

11. Соколов О.А., Черников В.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 1. Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды. – Пущино, ОНТИ ПНЦ РАН, 1999. – 164 с.

12. Черников В.А., Алексахин Р.М., Голубев А.В. и др. Агроэкология. – М.: Колос, 2000. – 536 с.

УДК 627.841; 628.15; 626.82

## ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ УПРАВЛЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ

DOI: [10.31618/ESU.2413-9335.2020.6.71.610](https://doi.org/10.31618/ESU.2413-9335.2020.6.71.610)

*Искендеров Алескер Алекпер оглы*

*д-р техн. наук, проф.*

*Керимова Хавер Фазиль кызы*

*диссертант.*

*Сумгaitский государственный университет,*

*г. Сумгайт, Азербайджан*

## DEVELOPMENT OF THE OPTIMAL STRUCTURE OF INFORMATION RELATIONS BETWEEN THE UNITS OF THE WATER MANAGEMENT SYSTEM

*Iskenderov Alesker Alekper oglu*

*Dr. Tech. Sciences, Prof.*

*Kerimov Haver Fazil Kyzy*

*thesis.*

*Sumgait State University, Sumgait, Azerbaijan*

### АННОТАЦИЯ

Рассмотрена задача оптимизации структуры информационного обеспечения объектов водоснабжения. Составлена задача уменьшения количества и трудоемкости работ по разработке и передачи информации, циркулирующих между объектами водоснабжения, путем устранения ненужных и повторяющихся показателей в различных документах системы управления. Приводится математическая постановка задачи и ее решение с помощью метода линейного целочисленного программирования Гомори.

### ABSTRACT

The system of information support of the territory water supply facility is considered. The task is to reduce the number and complexity of work on the development of information circulating between management units, by reducing unnecessary and repetitive indicators in the documents. The problem is posed and solved as a linear integer programming problem and solved using the MATLAB methods of mathematical programming.

**Ключевые слова:** автоматизированная система водоснабжения, оптимизация, электронный документооборот, коэффициент ценности, коэффициент неповторяемости, линейное целочисленное программирование, критерия оптимальности.

**Keywords:** automated control system, water supply system, optimization, electronic document flow, coefficient of value, coefficient of uniqueness, integer programming, optimality criteria.

### 1. Введение

Многие населенные пункты, промышленные и сельскохозяйственные объекты, а также орошаемые сельскохозяйственные территории нуждаются в развитой системе водоснабжения. Эти системы состоят из источников воды, водозаборных сооружений, складов для резервирования воды, магистральных и разветвленных каналов или трубопроводов для доставки воды к пунктам водопотребления, а также сооружений для передачи воды к пунктам водопотребления. Управление такими системами

производится на основе многочисленных информаций, циркулирующих между объектами самой системы и другими организациями, которые имеют информационные связи с ними.

Эти информации можно разделить на: *входящие*, – поступающие в систему из других организаций; *внутренние*, – создающиеся в самой системе и использующиеся в его работе; *внешние*, – направляющиеся к другим организациям. Для управления системой, эти информации двигаются по определенным маршрутам. Такое движение осуществляется с помощью непосредственной

связи работников самой системы, курьерами, почтой, факсом, телефоном или электронной (интернетной) связи. Процесс создания и движения информации между сотрудниками и подразделениями системы называется *документооборотом* или *делопроизводством*, а информационная связь, осуществляемая с помощью интернета называется *электронным документооборотом*.

Имеются множество работ по описанию документооборота и электронного документооборота. Рассмотрим некоторые из них.

В [1] излагается основная программа профессионального обучения по профессии «Делопроизводитель». Цель программы – сформировать навыки, необходимые в профессиональной деятельности делопроизводителя. Задачи программы – сформировать общие и профессиональные компетентности.

В [2] излагается что, всякий раз, когда заходит разговор об обмене информацией в электронной форме, будь это платежи через Интернет, почта или переписка в Скайпе, рано или поздно возникает тема безопасности информации. Если же мы говорим об электронном документообороте, то есть о движении электронных документов, совместной работе с ними, принятии решений на их основе, набор вопросов существенно возрастает.

В [3] рассказывается о деятельности отдела кадров предприятия. Приведены основные аспекты работы кадровой службы, рассмотрены вопросы надзора, а также работы по законодательству о труде. В пособии подробно описан порядок оформления документов при приеме на работу и увольнении сотрудника, а также даны, правила заключения и расторжения трудовых договоров, правила взаимодействия с инспекцией по труду. Акцент в пособии сделан на составлении личных документов, таких, как резюме, заявлений, просьб. Целевая аудитория пособия — руководители предприятий, руководители и специалисты кадровых служб.

В [4] дается вопросы организации делопроизводства в бухгалтерии, управление бухгалтерской документацией, график документооборота в бухгалтерии, документирование деятельности бухгалтерии и т.д.

В [5] приводятся отдельные иллюстрации по различным темам электронного документооборота. Имеются также описания к этим иллюстрациям.

В вышеуказанных и других подобных работах рассматриваются различные аспекты делопроизводства, документооборота, а также некоторые принципы их оптимизации.

В частности, для усовершенствования документооборота системы водообеспечения в Азербайджане создана и используется электронный «Документооборот Азерсу», которая считается совершенной системой.

Для получения полной информативности документооборота, в составе входящих, внутренних и внешних документов,

циркулирующих в электронной системе документооборота Азерсу должны быть указаны следующие показатели:

- *Статус* – который автоматическидается самой системой электронного документооборота;

- *Номер и дата поступления документа* – эти данные вносятся в документ автоматически или ручным способом;

- *Время и дата создания документа* – эти данные в документе отмечаются во время его создания;

- *Классификация* – выбираются заголовок и подзаголовки документа;

- *Контроль* – этот параметр выбирается при входе документа в систему с контролем;

- *Номенклатура* – указывается форма документа, в соответствии с государственным стандартом;

- *Вид документа* – заявление, жалоба, предложение и т.д.;

- *Шаблонный маршрут* – в зависимости от заголовка документа выбирается маршрут его движения. Возможно создание нового маршрута или вносить изменения к существующему;

- *Кому* – указывается адрес личности, которому направлен документ;

- *Форма доставки* – персонально, курьером, телефоном, факсом, э-маилом и т.д.;

- *Краткое содержание* – кратко и ясно излагается содержание документа. В этом показателе должна быть в ясном виде приведена назначение документа. При оптимизации структуры документооборота этот показатель оценивается особенно высоко.

- *Примечание* – при необходимости, указывается специальные примечания к документу.

Основная цель усовершенствования структуры документооборота является достижение минимальной трудности составления документов, путем сокращения повторяемости показателей в документах, упрощения их движения по маршрутам решения управленческих функций предприятия.

Для достижения поставленной цели авторами настоящей работы рассмотрена задача оптимизации структуры документооборота, путем сокращения количества показателей находящихся в составе документов.

## **2. Постановка задачи оптимизации структуры документооборота**

Пуст исследуется система документооборота организации водоснабжения. Требуется составить и решить задачу оптимизации структуры документооборота. В этой задаче основными характеристиками критерии эффективности являются *повышение ценности* и *уменьшение повторяемости* показателей в документах. С этой целью вводятся новые характеристики: *коэффициент ценности* и *коэффициент не повторяемости* показателей.

*Коэффициент ценности* показателя определяется на основе наличия объема информации в его составе, сложности содержания

документа и его необходимости, а коэффициент не повторяемости показателя определяется обратным значением количества его наличия в различных документах. Эти коэффициенты определяются опытными специалистами – экспертами и составляются в виде таблицы.

На основе вышеуказанных коэффициентов составляется постановка задачи оптимизации, решением которого определяются необходимые параметры документооборота.

Таким образом предположим, что в системе документооборота предприятия имеется  $N$  количество документов. В составе каждого  $n$ -го документа предварительно находятся  $I_n$  количество различных показателей. Обозначим коэффициент ценности каждого  $i$ -го показателя  $n$ -го документа  $c_{n,i}$ , коэффициент его не повторяемости  $p_{n,i}$ , а параметр наличия этого показателя в составе документа  $x_{n,i}$ . Если наличие  $i$ -го показателя в  $n$ -м документе считается обязательным, то принимается  $x_{n,i} \geq 1$ , в противном случае  $x_{n,i} \leq 0$ . При этом, степень ценности и не повторяемости будем считать выражение  $(c_{n,i} + p_{n,i})x_{n,i}$ .

В качестве критерий эффективности принимаем сумму степеней ценности и не повторяемости:

$$C = \sum_{n=0}^N \sum_{i=1}^{I_n} (c_{n,i} + p_{n,i})x_{n,i} \quad (1).$$

Таким образом, поставленная задача оптимизации структуры документов системы документооборота предприятия заключается в нахождении значений параметров

$x_{n,i}, n = \overline{1, N}, i = \overline{1, I_n}$ , максимизирующих значение целевой функции (1):

$$C = \sum_{n=0}^N \sum_{i=1}^{I_n} (c_{n,i} + p_{n,i})x_{n,i} \rightarrow \max \quad (2)$$

и удовлетворяющих следующей системе ограничений:

- ограничения на количество показателей каждого документа

$$1 \leq \sum_{i=1}^{I_n} x_{n,i} \leq I_n, n = \overline{1, N}; \quad (3)$$

- ограничения на общую сумму степеней ценности и не повторяемости показателей в системе документооборота

$$s_n = \min \sum_{i=1}^{I_n} (c_{n,i} + p_{n,i})x_{n,i} \quad (4)$$

- условия не отрицательности показателей:

$$x_{n,i} \geq 0, n = \overline{1, N}, i = \overline{1, I_n} \quad (5)$$

- условия целостности показателей:

$x_{n,i}, n = \overline{1, N}, i = \overline{1, I_n}$  могут получить целые значения. (6)

Здесь  $I_n$  – общее количество наличия показателей в  $n$ -м документе;  $s_n^{\min}$  и  $s_n^{\max}$  – минимальная и максимальная степень ценности и не повторяемости этих показателей в документе.

Произведем упрощение задачи путем перехода к переменным с одним индексом.

Примем  $I_0=0$  и введем новые номера счета  $J$  и  $j$  таким образом:  $J = \sum_{n=1}^N I_n$ ,  $j = \sum_{l=0}^{n-1} I_l + i$ ;  $n = \overline{1, N}, i = \overline{1, I_n}$ . С учетом этой индексации примем  $\alpha_j = c_{n,i} + p_{n,i}$  и,  $y_j = x_{n,i}$ ,  $j = \overline{1, J}$ .

При этом задачу (1) – (5) можно переписать в следующем виде:

$$C = \sum_{j=1}^J \alpha_j y_j \rightarrow \max; \quad (7)$$

$$1 \leq \sum_{j=J_{n-1}+1}^{J_n} y_j \leq I_n, n = \overline{1, N}; \quad (8)$$

$$\min \sum_{j=J_{n-1}+1}^{J_n} \alpha_j y_j \quad ; \quad (9)$$

$$y_j \geq 0, j = \overline{1, J}; \quad (10)$$

показатели  $y_j, j = \overline{1, J}$  могут получить целые значения. (11)

Для решения задачи (7) – (11) используется метод целочисленного линейного программирования. В результате решения задачи определяются значения обязательных показателей всех документов системы документооборота и, путем сокращения показателей со значениями  $y_{n,i} < 1$ , минимизируется расходы делопроизводства на управление системой документооборота организаций водоснабжения.

### 3. Пример решения поставленной задачи оптимального управления

Рассмотрим решение задачи (7) – (11) на примере конкретного объекта управления водоснабжением.

Пусть требуется составить задачу оптимизации структуры документооборота, состоящего из 4 документов, в которых соответственно имеются 3, 4, 5, 6 показателей. Исходные данные для постановки задачи приведены в табл. 1.

Табл.1.

## Состав показателей документов организации водоснабжения.

n	1			2				3					4					
i	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	6
j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$c_{n,i}$	0.1 5	0.1 1	0.1 2	0.1 5	0.1 1	0.1 2	0.1 3	1.1 5	1.1 3	0.1 3	1.0 5	0.0 4	0.1 4	0.1 4	0.1 2	0.1 1	0.1 0	
$p_{n,i}$	0.3 3	0.2 5	0.2	0.3 3	0.2 5	0.2	0.1 2	0.3 3	0.2 5	0.2	0.2	0.5	0.2	0.3 3	0.2 5	0.5 3	0.3 3	0.2
$\alpha_j$	0.4 8	0.3 6	0.3 2	0.4 8	0.4 6	0.3 2	0.2 5	0.4 8	0.3 8	0.3 3	0.3 3	0.5 5	0.2 4	0.4 7	0.3 9	0.6 2	0.4 4	0.3 0
$I_n$	3			4				5					6					
$s_n^{min}$	0.3			0.2				0.3					0.2					
$s_n^{max}$	1.5			2.5				3.5					4.5					

В таблице 1 имеются следующие обозначения данных:  $n$  – номер документа,  $i$  – номер показателя в документе,  $j$  – порядковый номер показателя в документах,  $c_{n,i}$  – коэффициент ценности показателя в документе,  $p_{n,i}$  – коэффициент не повторяемости показателя в документе,  $\alpha_j$  - степень ценности и не повторяемости показателя с порядковым номером,  $I_n$  – количество показателей в документе,  $s_n^{min}$  и

$s_n^{max}$  – минимальные и максимальные значения суммы степеней ценности и не повторяемости показателей в документе.

Исходя из описания общей постановки задачи (7)-(11) с учетом значений таб. 1, постановка примерной задачи оптимизации будет в виде (12) – (16):

$$\begin{aligned} C = & 0.48y_1 + 0.36y_2 + 0.32y_3 + 0.32y_4 + 0.48y_5 + 0.46y_6 + 0.32y_7 + 0.25y_8 + 0.38y_9 + 0.33y_{10} + \\ & + 0.33y_{11} + 0.55y_{12} + 0.24y_{13} + 0.47y_{14} + 0.39y_{15} + 0.62y_{16} + 0.44y_{17} + 0.30y_{18} \rightarrow max \quad (12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \leq y_1 + y_2 + y_3 \leq 3; \\ 1 \leq y_4 + y_5 + y_6 + y_7 \leq 4; \\ 1 \leq y_8 + y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{12} \leq 5; \\ 1 \leq y_{13} + y_{14} + y_{15} + y_{16} + y_{17} + y_{18} \leq 6; \quad (13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_1 \geq 0, y_2 \geq 0, y_3 \geq 0, y_4 \geq 0, y_5 \geq 0, y_6 \geq 0, y_7 \geq 0, y_8 \geq 0, y_9 \geq 0, \\ y_{10} \geq 0, y_{11} \geq 0, y_{12} \geq 0, y_{13} \geq 0, y_{14} \geq 0, y_{15} \geq 0, y_{16} \geq 0, y_{17} \geq 0, y_{18} \geq 0; \quad (15) \end{aligned}$$

Показатели  $y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7, y_8, y_9, y_{10}, y_{11}, y_{12}, y_{13}, y_{14}, y_{15}, y_{16}, y_{17}, y_{18}$

могут получать целые значения  $y_i \geq 1$  или  $y_j < 1$ . (16)

Для решения задачи оптимизации в системе Matlab, исходные матрицы должны иметь следующие значения:

```
>> f=[0.48; 0.36; 0.32; 0.32; 0.48; 0.46; 0.32; 0.25; 0.48; 0.38; 0.33; 0.33; 0.55; 0.24; 0.47; 0.39; 0.62; 0.44; 0.30];
>> A=[.48 .36 .32 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 .48 .46 .32 .25 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 .48 .38 .33 .55 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1
.48 .36 .32 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 .48 .46 .32 .25 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 .48 .38 .33 .55 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
-1 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 -1 -1 -1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 -1 -1 -1 -1 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1 -1 -1 -1 -1];
>> b=[0.3; 0.2; 0.3; 0.2; 1; 1; 1; 1; 1.5; 2.5; 3.5; 4.5; 3; 4; 5; 6];
>> A=-A;
>> b=-b;
>> [y, p]=linprog(f,A,b,[],[],lb,ub)
```

В результате решения задачи (12)-(16) с помощью системы Матлаб для переменных  $y$  и  $p$  получены следующие значения [6]:

$$\begin{aligned} y = & 3.1391 \ 2.9333 \ 2.7412 \ 3.9704 \ 4.0145 \ 2.0910 \ 1.6232 \ 5.6976 \ 0.5864 \ 0.3825 \\ & 0.3825 \ 7.2622 \ 0.0010 \ 7.3911 \ 0.0000 \ 7.3913 \ 2.2492 \ 0.0004 \\ p = & 24.5181. \end{aligned} \quad (17)$$

По результатам видно, что почти все компоненты целевой функции имеют нецелевые значения, а оптимальное значение целевой функции достаточно большое. Для получения целых значений компонентов, на основе ограничений с нецелыми показателями составляются новые дополнительные ограничения и задача линейного программирования решается заново. Продолжая таким образом, через нескольких этапов получаем целые значения всех показателей  $y$ :

$$y = 3 \ 2 \ 2 \ 3 \ 4 \ 2 \ 1 \ 5 \ 0 \ 0 \ 0 \ 7 \ 0 \ 7 \ 0 \ 7 \ 2 \ 0$$

При этом, максимальная эффективность суммы ценности и не повторяемости документов будет:  $p = 5,5401$ .

Сопоставляя переменные  $y$  с переменными  $x$ , для соответствующих показателей получаем следующие целые значения:  $x_{1,1}=3$ ;  $x_{1,2}=2$ ;  $x_{1,3}=2$ ;  $x_{2,1}=3$ ;  $x_{2,2}=4$ ;  $x_{2,3}=2$ ;  $x_{2,4}=1$ ;  $x_{3,1}=5$ ;  $x_{3,2}=0$ ;  $x_{3,3}=0$ ;  $x_{3,4}=0$ ;  $x_{3,5}=7$ ;  $x_{4,1}=0$ ;  $x_{4,2}=7$ ;  $x_{4,3}=0$ ;  $x_{4,4}=7$ ;  $x_{4,5}=2$ ;  $x_{4,6}=0$ .

Таким образом, для документов системы документооборота, состоящего из 4 документа важными показателями являются:  $x_{1,1}$ ;  $x_{1,2}$ ;  $x_{1,3}$ ;  $x_{2,1}$ ;  $x_{2,2}$ ;  $x_{2,3}$ ;  $x_{2,4}$ ;  $x_{3,1}$ ;  $x_{3,5}$ ;  $x_{4,2}$ ;  $x_{4,4}$ ;  $x_{4,5}$ .

#### 4. Заключение.

Рассмотренная задача оптимальности позволяет сократить число неважных и повторяющихся показателей в документах системы документооборота предприятия, в результате которого минимизируется трудоемкость

составления и оформления документов в системе. Например, в рассмотренной задаче, число важных показателей в 4-м документе уменьшилось от 18 до 12, т.е. на 33,4%. Исходя из этого, путем решения задачи для предприятия с многочисленными документами, можно определить состав показателей в системе документооборота и сократить трудоемкость управления деопроизводства до 30-35%.

#### Литература.

1. Андреева, В.И. Делопроизводство. Требования к документообороту фирмы (на основе ГОСТов РФ) / В.И. Андреева. - М.: Бизнес-школа Интел-Синтез; Издание 2-е, перераб. и доп., 2016. - 222 с.
2. Даниленко, А. Ю. Безопасность систем электронного документооборота. Технология защиты электронных документов / А.Ю. Даниленко. - М.: Ленанд, 2015. - 232 с.
3. Захаркина, О. И. Кадровая служба предприятия. Делопроизводство, документооборот и нормативная база / О.И. Захаркина, Д.Е. Гусятникова. - М.: Омега-Л, 2010. - 264 с.
4. Рогожин, М. Ю. Делопроизводство и документооборот в бухгалтерии / М.Ю. Рогожин. - М.: ГроссМедиа, РОСБУХ, 2011. - 248 с.
5. Прохоренко, Д. М. Электронный документооборот в программе Microsoft Outlook 2007 / Д.М. Прохоренко. - М.: РИВШ, 2010. - 518 с.
- 1.6. Ануфриев, И.Е. Самоучитель Матлаб 5.3/6x. / Санкт Петербург, «БХВ – Петербург», 2004 г, 736 с.