

*Секция 8: Стратегии, модели и управление развитием банковской кооперации*

**Ковалева Е. А., к.т.н., доцент**

*Харьковский национальный экономический университет*

*имени Семена Кузнеця*

*г. Харьков, Украина*

**Мисюра Е. Ю., к.т.н., доцент**

*Харьковский национальный экономический университет*

*имени Семена Кузнеця*

*г. Харьков, Украина*

## **ЖАДНОЕ ПОСТРОЕНИЕ РАСПИСАНИЯ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ MATLAB**

В течение 2015-2016 годов в Украине открыли 56 новых заводов, в том числе, солнечные электростанции [1]. Это повлекло за собой необходимость срочного решения ряда проблем управления, одной из которых является задача расписания рабочих смен заводов. Составление расписания заводских смен является одной из важнейших задач управления рабочим процессом завода [2]. В связи с этим проблема автоматизации составления расписания на заводах по-прежнему остается одной из актуальных проблем организации рабочего процесса. Действительно, от того насколько "удачно" составлено расписание зависит: а) качество изготавливаемой продукции; б) экономическая эффективность работы завода; в) комфортность работы трудового коллектива и т.д.

Программная реализация процедуры составления заводского расписания рабочих схем позволяет: а) учесть множество требований и

условий, предъявляемых к расписанию; б) строго формализовать процедуру получения лучшего, в определенном смысле, расписания; в) реализовать оптимизационный подход к составлению расписания; г) существенно уменьшить временные затраты на составление расписания.

Исходя из вышесказанного авторы работы на примере задачи о расписании заводских смен хлебозавода компании "Хлебные инвестиции" приводят подробный алгоритм программной реализации вышеуказанной задачи в среде *MALAB*.

*Формулировка задачи расписания* приведена в табл. 1.

Таблица 1

Формулировка задачи расписания хлебозавода компании "Хлебные инвестиции"

| Смены завода  | Количество работников смены в соответствии с днями недели | Дополнительные условия  |
|---|---|---|
| Ночная смена 00:00-08:00<br>Дневная смена 08:00-16:00<br>Вечерняя смена 16:00-00:00 | См. табл. 2   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 смена/день;</li> <li>• Фиксированное расписание</li> <li>• Смена фиксирована в течение 4-х дней</li> </ul> |

Таблица 2

Количество работников смены (не менее указанного числа в таблице)

|       | Пн | Вт | Ср | Чт | Пт | Сб | Вс |
|-------|----|----|----|----|----|----|----|
| Ночь  | 5  | 3  | 2  | 4  | 3  | 2  | 2  |
| День  | 7  | 8  | 9  | 5  | 7  | 2  | 5  |
| Вечер | 9  | 10 | 10 | 7  | 11 | 2  | 2  |

Требуется для указанных в табл. 2 требований для каждой из смен:  
 1) минимизировать затраты на работников; 2) учесть дополнительные условия табл. 1.

Формализация вышеприведенной задачи описывается соотношениями (1) – (2) (в работе авторы приводят математическую модель задачи для ночной смены, для остальных двух формализация задачи осуществляется аналогично).

$$\left\{ \begin{array}{l} x_1 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 5 \\ x_1 + x_2 + x_6 + x_7 \geq 3 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_7 \geq 2 \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \geq 4 \\ \quad + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 \geq 3 \\ \quad \quad + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 \geq 2 \\ \quad \quad \quad + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 \geq 2 \end{array} \right. \quad (1)$$

Или в матричной форме:

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \end{pmatrix} \geq \begin{pmatrix} 5 \\ 3 \\ 2 \\ 4 \\ 3 \\ 2 \\ 2 \end{pmatrix}, \quad (2)$$

где  $x_j$  – количество работников, заступающих в текущую смену на 4 ближайших смены.

Для решения задачи о расписании авторы работы используют функцию GA - Genetic Algorithm программной среды *MATLAB* [3]. Для заданной функции необходимо задать входные параметры (m-файл, содержащий исходные данные):

```

c = ones(1,21);
miniA = diag(ones(7,1)) + diag(ones(6,1),-1) + diag(ones(5,1),-2) +
diag(ones(4,1),-3) + diag(1,6) + diag([1;1],5) + diag(ones(3,1),4);
A = -blkdiag(miniA, miniA, miniA);
b = -[5;3;2;4;3;2;2;7;8;9;5;7;2;5;9;10;10;7;11;2;2];
lb = zeros(1,21);
ub = 11*ones(1,21);
shift_fitness1 = @(x) c*x' + 20*sum(A*x' > b)

```

А так же создать собственную функцию создания (m-функция, на вход принимающая длину генома, фитнес функцию и функцию опций):

```

function Population = shift_create(GenomeLength, FitnessFcn, options)
totalpopulation = sum(options.PopulationSize);
range = options.PopInitRange;
lower = range(1,:);
span = range(2,:) - lower;
Population =
repmat(lower,totalpopulation,1)+round(repmat(span,totalpopulation,1).*rand(
totalpopulation,GenomeLength));

```

На рис. 1. изображено диалоговое окно функции GA - Genetic Algorithm с рекомендуемыми авторами настроенными параметрами (остальные параметры для данной задачи принимаются по умолчанию).

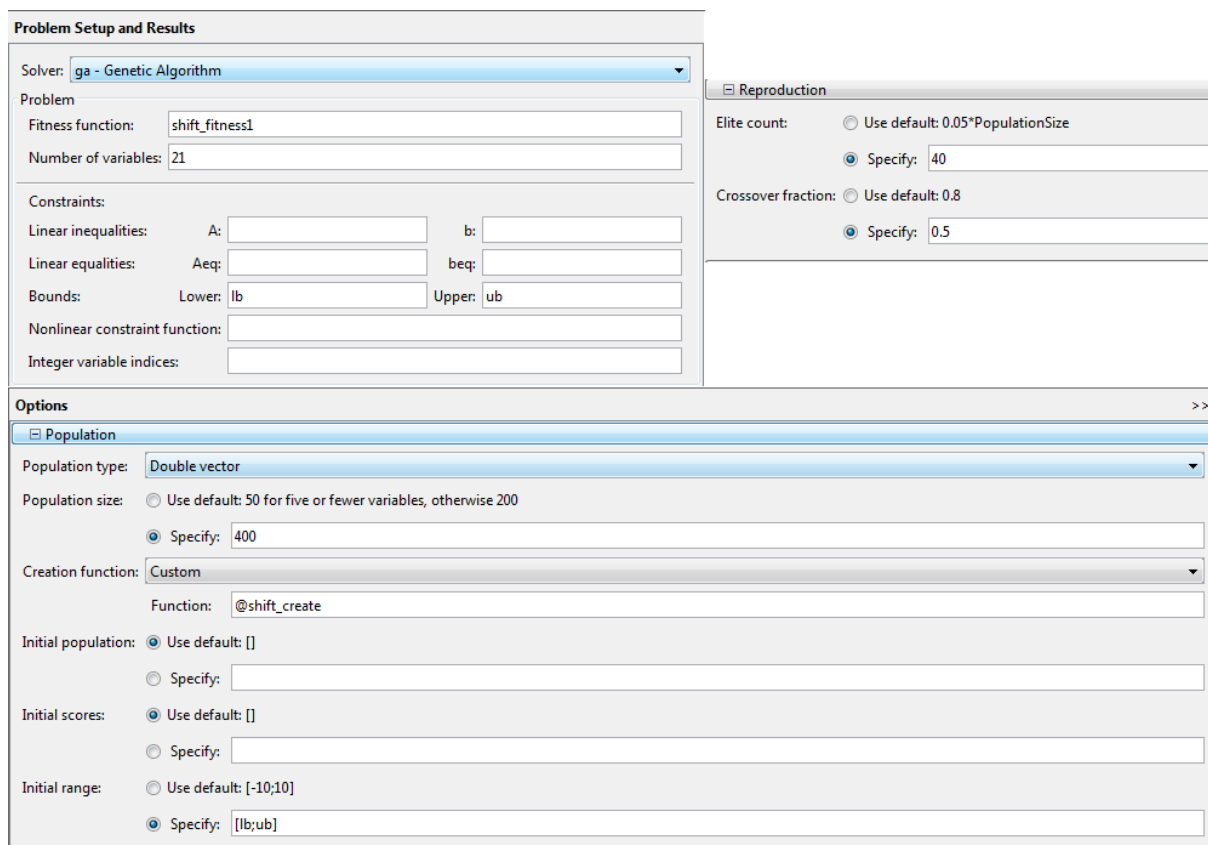


Рис. 1. Диалоговое окно функции GA - Genetic Algorithm

После экспортирования выходного вектора в рабочую область было получено расписание, удовлетворяющее условиям табл. 1 и табл. 2, приведенное на рис. 2.

|   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 6 | 5 |
| 2 | 0 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 3 | 0 | 0 | 4 | 3 | 2 | 0 | 1 |

Рис. 2. Оптимальное по количеству работников расписание с учетом дополнительных условий таблицы 1

Таким образом, в статье решена задача расписания, показано практическое применение программной среды *MATLAB* для решения бытовых задач заводов, предприятий и/или ВУЗов. В работе так же

приведен современный подход к решению задач расписания, возникающих в рамках современной тенденции развития отечественных заводов и предприятий.

### **Литература:**

1. Часть из новых предприятий – это солнечные электростанции [Электронный ресурс]. – Режим доступа \www/ URL: <https://ru.tsn.ua/groshi/za-dva-poslednih-goda-v-ukraine-otkryli-56-novyh-zavodov-karta-predpriyatiy-806085.html>

2. Жук С. Н. О построении расписаний выполнения параллельных задач на группах кластеров с различной производительностью // Труды ИСП РАН. 2012. №. С.447-454.

3. Genetic Algorithm [Электронный ресурс]. – Режим доступа \www/ URL: <https://www.mathworks.com/discovery/genetic-algorithm.html>