

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КПІ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ІНСТИТУТ КІБЕРНЕТИКИ ІМЕНІ В. М. ГЛУШКОВА НАН УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ЗАСОБІВ НАВЧАННЯ
НАПН УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ПРОГРАМНИХ СИСТЕМ НАН УКРАЇНИ

VI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

Інформаційні технології та взаємодії

20 грудня 2019 року

Матеріали доповідей

Київ 2019

Кургузенкова Л.А., Полос В.О. Технології електронної освіти	378
Мєдведєв В.В., Цололо С.О., Дікова Ю.Л. Автоматизоване формування графіку відпусток на основі задачі про призначення	382
Остапчук В.Я. Програмна система електронних петицій закладів вищої освіти	387
Плескач В.Л., Іванов Д.О., Плескач М.В. Програмна система керування процесом навчальної діяльності кафедри	389
Плескач В.Л., Ходаковський Є.Л. Програмна система веб-аналітики	392
Помазун О.М., Правдивий А.М. Застосування онтологій в навчальному процесі закладів освіти	401
Сергатий А.Г., Плескач В.Л. Огляд методів та інструментальних засобів побудови веб-сайту кафедри адміністративного права	404
Скачко І.О. Цифрові маркетингові технології в фармацевтичній галузі: напрями розвитку і загрози	406
Скорупський К.С., Міронова В.Л. Гібридний застосунок для електронної торгівлі, побудований за допомогою сучасних JavaScript бібліотек	408
Троян О.В., Міронова В.Л. Огляд логічних моделей розробки систем	411
Шаргородська Н.Б., Заліська С.С. Технологія ВЕБ-квест, як один з ефективних засобів сучасної е-освіти	414

УДК 519.82

¹ **Мєдвєдєв В.В.**

Магістрант

² **Цололо С.О.**

К.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії

³ **Дікова Ю.Л.**

К.т.н., доцент кафедри комп'ютерної інженерії

¹⁻³ ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Покровськ

АВТОМАТИЗОВАНЕ ФОРМУВАННЯ ГРАФІКУ ВІДПУСТОК НА ОСНОВІ ЗАДАЧІ ПРО ПРИЗНАЧЕННЯ

Останнім часом спостерігається поширення CRM-систем [1, 2], які є інтегрованими системами управління трудовими ресурсами. Такі системи дозволяють створювати та підтримувати персонал, зберігати повну інформацію про працівників, відображати рух персоналу всередині компанії, підраховувати зарплату тощо. Але, на жаль, вони не дозволяють вирішувати одну з найбільш важливих задач на підприємствах - планування графіку відпусток з урахуванням різноманітних обмежень. Особливістю таких завдань є комбінаторні схеми пошуку рішень, велике число досліджуваних варіантів і допустимість наближених результатів у багатьох практичних ситуаціях. При побудові прийняттого графіку відпусток на великих підприємствах в багатьох випадках витрати часу на складання планів перевищують допустимі межі. Тому виникає необхідність розробки автоматизованих підсистем керування роботою відділу кадрів, які в максимальній мірі враховували б особливості та обмеження, що діють на підприємстві, і дозволяли знаходити оптимальне рішення за прийнятний час. Таким чином, прагнення до досягнення більшої гнучкості підсистеми автоматизованого планування відпусток обумовлює актуальність розробки алгоритмів складання графіків відпусток на підприємствах будь-якого типу.

Постановка задачі: необхідно ефективним чином сформувати графік відпусток персоналу на наступний рік, враховуючі такі обмеження як історія минулих відпусток, поточну посаду працівника, неможливість надання відпустки більш ніж 30% персоналу в підрозділі, неможливість одночасної відпустки більш ніж 30% працівників з однією посадою в підрозділі.

Вирішення таких завдань, як правило, здійснюється в два етапи: отримання оптимального (з точки зору використовуваних критеріїв) варіанта графіку відпусток і можливість його подальшого корегування користувачем (працівником відділу кадрів) з метою максимального врахування неформалізованих факторів. На практиці для рішення описаної задачі використовується Угорський метод [3, 4]. Алгоритм цього методу для пошуку максимуму полягає у наступному:

- у кожному рядку матриці призначення знаходимо максимальний елемент і віднімаємо його з усіх елементів рядка, після чого помножуємо матрицю на -1;
- у кожному стовпці отриманої матриці знаходимо мінімальний елемент і

віднімаємо його з усіх елементів стовпця.

- знаходимо рядок з одним нулем. Цей нуль укладаємо в квадрат і називаємо зазначеним. У стовпці, де стоїть зазначений нуль, все решта нулі закреслюємо і в подальшому не розглядаємо. Цей крок продовжуємо, поки можливо.

- знаходимо стовпець з одним нулем і цей нуль відзначаємо. У рядку, де стоїть зазначений нуль, все решта нулі закреслюється. Цей крок продовжуємо, поки можливо.

- якщо після виконання кроків 3 і 4 ще залишаються невідмічені нулі, то відзначаємо будь-який з них, а в рядку і стовпці, де стоїть зазначений нуль, вся решта нулів закреслюється.

- якщо кожен рядок і кожен стовпець матриці містить рівно один зазначений нуль, то отримано оптимальне рішення. В іншому випадком проводимо мінімальну кількість пересічних вертикальних і горизонтальних прямих через всі нулі. Серед чисел, що не закреслених цими прямими, шукаємо мінімум. Цей мінімум віднімаємо від всіх не закреслених чисел і додаємо до всіх чисел на перетині прямих. До отриманої матриці застосовуємо вищенаведений алгоритм, починаючи з кроку 3.

З огляду на складність існуючих завдань формування графіку відпусток, для виконання перерахованих вимог потрібно зробити ряд додаткових припущень, що спростять задачу, але не виведуть її за рамки поставлених цілей. Спочатку обмежимо періодів тривалості відпустки. Залежно від підприємства відпустка може мати різну тривалість. Для спрощення побудови графіку припустимо, що відпустка триває місяць.

В ідеальному випадку рішення відбувається таким чином, щоб кожний місяць був зайнятий лише одним співробітником, тобто необхідна і достатня умова розв'язання задачі - це її закритий тип. Тобто коли кількість співробітників дорівнює кількості місяців в році ($N = M$). Але, зазвичай на підприємствах у відділках більш ніж 12 працівників. Якщо ж ця умова не виконується, то можна додати вигаданих працівників, або вигадані місяці, для яких значення в матриці будуть нульовими. На вирішення завдання це ніяк не вплине, лише додасть їй той необхідний закритий тип.

Розглянемо застосування обраного методу на прикладі роботи одного підрозділу.

Спочатку виконується заповнення матриці відпусток у поточному році. Введемо коефіцієнт від 1 до 12-ти, що відповідатиме за рейтинг місяця, що формується на основі історії відпусток минулих літ та помножується на коефіцієнт від 1, що відповідає позиції голови підрозділу, до 0,5, що відповідає найменшій посаді у відділку. Таким чином, якщо в минулому році голова відділу ходив, наприклад, в січні у відпустку, то в поточному році у відповідній комірці в матриці значення дорівнюватиме 1, лютий або грудень – 2 і так далі по місяцях. В табл.1 наведено матрицю, що була отримана на основі попередньої статистики відпусток та позицій посад у відділку. При цьому прийmemo кількість працівників такою самою, як і кількість місяців (див. табл. 1).

Таблиця 1. Матриця коефіцієнтів для планованих відпусток

	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень
Кайдаш Д. Є.	8	9	10	5	4	1	2	3	11	12	6	7
Коверсун Д. В.	8,55	9,5	10,45	11,4	5,7	2,85	0,95	1,9	3,8	4,75	6,65	7,6
Колосов О. А.	11,4	10,45	9,5	8,55	7,6	4,75	3,8	0,95	1,9	2,85	5,7	6,65
Коровін Д. А.	4,75	3,8	2,85	0,95	1,9	5,7	6,65	7,6	8,55	9,5	10,45	11,4
Медік Д. Д.	9	9,9	8,1	7,2	3,6	2,7	0,9	1,8	4,5	5,4	6,3	10,8
Попов М. А.	8,1	9	9,9	10,8	5,4	4,5	3,6	0,9	1,8	2,7	6,3	7,2
Рогоза М. С.	7,2	8,1	9	9,9	10,8	5,4	3,6	1,8	0,9	2,7	4,5	6,3
Сікіріна О. Ю.	0,9	1,8	3,6	7,2	8,1	9	9,9	10,8	6,3	5,4	4,5	2,7
Скринник Д. В.	1,8	0,9	2,7	4,5	6,3	9	9,9	10,8	8,1	7,2	5,4	3,6
Бервін М. С.	2,4	1,2	0,6	1,8	3	4,8	6,6	7,2	6	5,4	4,2	3,6
Биков Д. С.	1,2	1,8	3,6	5,4	6	7,2	6,6	4,8	4,2	3	2,4	0,6
Васильєв А. Ю.	4,2	2,4	1,8	0,6	1,2	3	3,6	4,8	6	7,2	6,6	5,4

Наступним кроком (крок 2) в кожному рядку матриці необхідно знайти максимальний елемент, його ж відняти від кожного елемента відповідного рядка і помножити всю матрицю на -1 (рис.1).

12	4	3	2	7	8	11	10	9	1	0	6	5
11,4	2,85	1,9	0,95	0	5,7	8,55	10,45	9,5	7,6	6,65	4,75	3,8
11,4	0	0,95	1,9	2,85	3,8	6,65	7,6	10,45	9,5	8,55	5,7	4,75
11,4	6,65	7,6	8,55	10,45	9,5	5,7	4,75	3,8	2,85	1,9	0,95	0
10,8	1,8	0,9	2,7	3,6	7,2	8,1	9,9	9	6,3	5,4	4,5	0
10,8	2,7	1,8	0,9	0	5,4	6,3	7,2	9,9	9	8,1	4,5	3,6
10,8	3,6	2,7	1,8	0,9	0	5,4	7,2	9	9,9	8,1	6,3	4,5
10,8	9,9	9	7,2	3,6	2,7	1,8	0,9	0	4,5	5,4	6,3	8,1
10,8	9	9,9	8,1	6,3	4,5	1,8	0,9	0	2,7	3,6	5,4	7,2
7,2	4,8	6	6,6	5,4	4,2	2,4	0,6	0	1,2	1,8	3	3,6
7,2	6	5,4	3,6	1,8	1,2	0	0,6	2,4	3	4,2	4,8	6,6
7,2	3	4,8	5,4	6,6	6	4,2	3,6	2,4	1,2	0	0,6	1,8

Рисунок 1 – Матриця після виконання кроку 2

Наступним кроком (крок 3, 4) є редукція матриці по рядкам, тобто необхідно знайти мінімальний елемент та відняти його від всіх елементів. В нашому випадку в кожному рядку присутній 0, то ж матриця не зміниться.

Далі виконаємо редукцію матриці по стовпцях.

Наступним етапом (крок 5) необхідно викреслити рядки та стовпці, що містять нульові елементи. На рисунку 4 жовтим відмічені стовпці та рядки, що було викреслено, червоним позначено комірки для додавання, а білим – комірки, серед значень яких шукатиметься мінімальний елемент для подальшого розрахунку.

Після пошуку мінімального та додавання до красних комірок та відіймання від білих, отримуємо матрицю, в якій чітко відмічено, хто коли піде у відпустку (рис.5).

0	0,9	0,9	0	0	0	0,6	0	1	0	0,6	0
4	2,1	1,1	7	8	11	9,4	9	0	0	5,4	5
2,85	1	0,05	0	5,7	8,55	9,85	9,5	6,6	6,65	4,15	3,8
0	0,05	1	2,85	3,8	6,65	7	10,45	8,5	8,55	5,1	4,75
6,65	6,7	7,65	10,45	9,5	5,7	4,15	3,8	1,85	1,9	0,35	0
1,8	0	1,8	3,6	7,2	8,1	9,3	9	5,3	5,4	3,9	0
2,7	0,9	0	0	5,4	6,3	6,6	9,9	8	8,1	3,9	3,6
3,6	1,8	0,9	0,9	0	5,4	6,6	9	8,9	8,1	5,7	4,5
9,9	8,1	6,3	3,6	2,7	1,8	0,3	0	3,5	5,4	5,7	8,1
9	9	7,2	6,3	4,5	1,8	0,3	0	1,7	3,6	4,8	7,2
4,8	5,1	5,7	5,4	4,2	2,4	0	0	0,2	1,8	2,4	3,6
6	4,5	2,7	1,8	1,2	0	0	2,4	2	4,2	4,2	6,6
3	3,9	4,5	6,6	6	4,2	3	2,4	0,2	0	0	1,8

Рисунок 3 – Матриця після виконання кроків 3 та 4

4	2,1	1,1	7	8	11	9,4	9	0	0	5,4	5
2,85	1	0,05	0	5,7	8,55	9,85	9,5	6,6	6,65	4,15	3,8
0	0,05	1	2,85	3,8	6,65	7	10,45	8,5	8,55	5,1	4,75
6,65	6,7	7,65	10,45	9,5	5,7	4,15	3,8	1,85	1,9	0,35	0
1,8	0	1,8	3,6	7,2	8,1	9,3	9	5,3	5,4	3,9	0
2,7	0,9	0	0	5,4	6,3	6,6	9,9	8	8,1	3,9	3,6
3,6	1,8	0,9	0,9	0	5,4	6,6	9	8,9	8,1	5,7	4,5
9,9	8,1	6,3	3,6	2,7	1,8	0,3	0	3,5	5,4	5,7	8,1
9	9	7,2	6,3	4,5	1,8	0,3	0	1,7	3,6	4,8	7,2
4,8	5,1	5,7	5,4	4,2	2,4	0	0	0,2	1,8	2,4	3,6
6	4,5	2,7	1,8	1,2	0	0	2,4	2	4,2	4,2	6,6
3	3,9	4,5	6,6	6	4,2	3	2,4	0,2	0	0	1,8

Рисунок 4 – Матриця після виконання кроку 5

	Січень	Лютий	Бере-зень	Кві-тень	Тра-зень	Чер-зень	Ли-пень	Сер-пень	Вере-сень	Жов-тень	Листо-пад	Гру-зень
Кайдаш Д. Є.	8	9	10	5	4	1	2	3	11	12	6	7
Коверсун Д. В.	8,55	9,5	10,45	11,4	5,7	2,85	0,95	1,9	3,8	4,75	6,65	7,6
Колосов О. А.	11,4	10,45	9,5	8,55	7,6	4,75	3,8	0,95	1,9	2,85	5,7	6,65
Коровін Д.А.	4,75	3,8	2,85	0,95	1,9	5,7	6,65	7,6	8,55	9,5	10,45	11,4
Медік Д. Д.	9	9,9	8,1	7,2	3,6	2,7	0,9	1,8	4,5	5,4	6,3	10,8
Попов М.А.	8,1	9	9,9	10,8	5,4	4,5	3,6	0,9	1,8	2,7	6,3	7,2
Рогоза М.С.	7,2	8,1	9	9,9	10,8	5,4	3,6	1,8	0,9	2,7	4,5	6,3
Сікіріна О. Ю.	0,9	1,8	3,6	7,2	8,1	9	9,9	10,8	6,3	5,4	4,5	2,7
Скринник Д. В.	1,8	0,9	2,7	4,5	6,3	9	9,9	10,8	8,1	7,2	5,4	3,6
Бервін М.С.	2,4	1,2	0,6	1,8	3	4,8	6,6	7,2	6	5,4	4,2	3,6
Биков Д.С.	1,2	1,8	3,6	5,4	6	7,2	6,6	4,8	4,2	3	2,4	0,6
Васильєв А. Ю.	4,2	2,4	1,8	0,6	1,2	3	3,6	4,8	6	7,2	6,6	5,4

Рисунок 5 – Отриманий результат Угорським методом

З отриманих результатів видно, що не завжди максимальне значення комірки приведе до того, що в результаті роботи алгоритму саме ця комірка для даних стовпця-рядка стане рішенням.

Як видно з виконання кроків алгоритму, чим більше працівників у відділі, тим складніше виконання розрахунку місяця відпустки. Тому виникає необхідність створення програмного забезпечення для швидкого отримання результату.

Для програмної реалізації розглянутого алгоритму на базі платформи Salesforce пропонується використовувати власну платформу штучного інтелекту Salesforce Einstein. Для доступу до API Salesforce Einstein використовується Bulk API, оскільки за допомогою такої веб-служби можлива обробка великих даних, що необхідні для аналізу статистики відпусток за минулі роки [5].

Висновки. В роботі було розглянуто застосування задачі про призначення для рішення проблеми автоматизованого формування графіку відпусток на підприємстві з урахуванням певних обмежень. Результати тестування розробленого програмного забезпечення співпадають з наведеними результатами розрахунків.

В якості подальших розробок пропонується вдосконалення алгоритму для реалізації наступних обмежень:

- складати графік відпусток по днях, а не місяцях (це призведе до використання матриць розміру 365×365);
- передбачити можливість розбиття відпустки на декілька частин;
- передбачити можливість перетину відпусток на кількість днів, схвалену керівництвом;
- передбачити можливість надання відпустки одразу декільком працівникам.

Список використаних джерел:

1. How a CRM Can Improve Your eCommerce Sales Teams' Productivity [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.tenfold.com/crm/crm-can-improve-ecommerce-sales-teams-productivity/>.
2. FORCE.COM – Облачная платформа [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.innglobal.com/products/cplatform>.
3. Мельников О. Н., Шафранский Я. М. Параметрическая задача теории расписаний // Кибернетика. 1979; № 3; С. 53-57.
4. Burke, E.K. Recent Research Directions in Automated Timetabling. Текст. / E.K. Burke, S. Petrovic // EJOR , 2002.
5. Miedviediev, V., Tsololo S., Dikova Y. Automated vacation sheduling subsystem for distributed crm systems / V. Miedviediev, S. Tsololo, Y. Dikova // DYNAMICS OF THE DEVELOPMENT OF WORLD SCIENCE. Abstracts of III International Scientific and Practical Conference. Vancouver, Canada 20-22 November 2019. pp. 460-468.