чей – 049 ц/га, що значно вище показників урожайності богарних земель.

Оптимальне співвідношення зрошувальних і богарних земель, їх ефективне використання в агрофірмі "Дружба народів" навіть в цих кризових умовах економіки країни дозволяє мати високі виробничі показники, що сприяє рішенню найважливіших соціально-економічних проблем.

Таблиця 2 – Використання земель-"супутників" в агрофірмі "Дружба народів"

Культура	Роки					
	1996			1997		
	площа, га	урожайність, ц/га	валов. збір, ц	площа, га	урожайність, ц/га	валов. збір, ц
Озима пшениця	298	48,5	14453	640	35,0	22400
Озимий ячмінь	-	-	-	229	38,0	8702
Соя	-	-	-	43	20,0	860
Насіння цукрового буряка	-	-	-	20	6,0	120
Багаторічні трави минулих років	-	-	-	154	280	43120
Кукурудза на зелений корм	-	-	-	900	240	216000
Однорічні трави, зелений корм		-	-	382	150	57300
Кукурудза на зерно	63	81,8	5156	-	-	-
Овочі	17	649	11029	-	-	-
Цукрові буряки	15	201	3015	-	-	-

УДК 63:656.025.4

ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПРИ ОБМЕЖЕНІЙ ПРОПУСКНІЙ МОЖЛИВОСТІ МЕРЕЖІ ДОРІГ

Р. Н. ЗАХАРЧЕНКО – асистент, Херсонський ДАУ

Збереження сільськогосподарської продукції залежить від численних факторів об'єктивного і суб'єктивного виду. Таких як: своєчасне збирання, вивіз до пунктів переробки і збереження, умови збереження та ін. Значні втрати продукції сільськогосподарських виробництв відбуваються через не своєчасну і не правильну організацію вивозу. Несвоєчасність вивозу сільськогосподарської продукції пов'язана з нестачею транспорту, відсутністю пального та обмеженою пропускною здатністю мережі шляхів. Розглянемо рішення завдання при одному обмеженні - обмежена пропускна здатність шляхів і визначимо при цьому максимальний потік перевезень вантажу. Досліджений алгоритм перевіримо на модельному прикладі.

Нехай задана мережа G=(N,A). Розіб'ємо кількість вузлів *N* на дві підмножини, що не перетинаються $\overline{N}_C$ i N_C. Ці дві підмножини з'єднані між собою дугами які створюють множину Ac. Множину всіх дуг, які залишились, позначимо через $\overline{A}_C$. Нехай стік t належить підмножині $\overline{N}_C$, а джерело s – підмножині *Nc*. Тоді величина будь-якого потоку з *Nc* в $\overline{N}_C$, протікаючого по дугах з підмножини *Ac*, не може бути більшою, ніж сума пропускних можливостей всіх дуг з Ac, тобто

$$\sum f_{ij} \le \sum u_{ij}$$

$$i \in N_c$$

$$i \in \overline{N}_c$$

Цей «бар'єр для потоку» відокремлюючий множину *Nc* від $\overline{N}_C$, називають розрізом і позначають через (*Nc*, $\overline{N}_C$). Очевидно, що величина максимального потоку, який може протікати з вузла s до вузла t, обмежена зверху величиною цього розрізу. Згідно теореми про максимальний потік і мінімальний розріз величина максимального потоку з вузла s до вузла t дорівнює величині мінімального розрізу, відокремлюючого вузол s від вузла t.

Нехай G=(N, A) орієнтована мережа з одним джерелом s $\in$ N і одним стоком t N, і нехай дуги (i, j) $\in$ A мають обмежену пропускну здібність. Завдання про максимальний потік заключається у пошуці таких потоків по дугах, які належать множині A, що результуючий потік, який протікає з джерела s в стік t є максимальним. Передбачається, що в джерело може поступати необмежений потік і що для кожного проміжного вузла мережі виконуються умови збереження потоку. Ця задача є нетривіальною, коли пропускна здібність Uij кожної дуги представляє собою кінцеву верхню межу потоку fij по цій дузі.

Розглянемо алгоритм даної задачі. Алгоритм починає роботу з деякого припустимого рішення. Потім виконується процедура розташування позначок, розроблених Фордом і Фалкерсоном за допомогою якої визначається другий допустимий потік більшої величини. У даному алгоритмі вузли розглядаються як проміжні пункти передачі потоку, а дуги як розподільні канали. Для формального опису алгоритму необхідно ввести два основних поняття – позначки і аугментальні шляхи потоку.

Позначка вузла використовується для вказівки як величини потоку так і його джерела, викликаючого зміни даної величини потоку по дузі, яка з'єднує це джерело з вузлом, що ми розглядаємо. Якщо qj одиниць потоку надсилається з вузла і до вузла j та викликає збільшення потоку по цій дузі, то вузол j позначається з вузла і символом +qj . У даному випадку вузлу j приписується позначка [+qj, і]. Аналогічно, якщо посилка qj викликає зменшення потоку по дузі, то вузол j позначається з вузла і символом -qj і вузлу j приписується позначка [-qj, і].

Даний потік з вузла і до вузла j збільшується коли qj одиниць додаткового потоку надсилається до вузла j по орієнтованій дузі (i,j) в напрямку, співпадаючому з її орієнтацією. У даному випадку дуга зветься <u>прямою.</u>

Потік з j в і зменшується, коли qj одиниць потоку надсилається до вузла j за орієнтованою дугою (j,i) у напрямку протилежному до її орієнтації. У цьому разі дуга (j,i) називається <u>зворотньою.</u>

Аугментальний шлях потоку з s в t визначається як зв'язкова послідовність прямих та зворотніх дуг, за якими з s в t можна надіслати декілька одиниць потоку.

Потік по кожній прямій дузі збільшується, не перевищуючи при цьому її пропускної можливості, а потік по кожній зворотній дузі зменшується, залишаючись при цьому невідємним. Аугментальний шлях потоку використовується для вибору такого способу зміни потоку, при якому потік у вузлі t збільшується і при цьому для кожного внутрішнього вузла мережі не буде порушена умова збереження потоку.

Для рішення задачі про максимальний потік розглянемо алгоритм пошуку оптимального рішення, який використовує процедуру розстановки позначок.

Нехай (i,j) - орієнтована дуга, яка веде з вузла і у вузел j. Потік можна збільшити на qj одиниць, якщо дуга (i,j) є прямою і вузлу j приписується позначка [+qj, і].

Коли це має місце? Нехай дузі (i,j) вже приписаний потік fij≥0 (fij<=Uij). Величина qj не може переважати залишкової пропускної можливості Uij-fij. У вузол j можна надіслати стільки одиниць потоку, скільки їх додається у вузол i, тобто найбільше qi. Потік по прямій дузі (i,j) можна збільшити на величину qj, де qj = min [qi, Uij-fij]

Саме так можна позначити вузел j, якщо дуга (j,i) є зворотньою. Зменшення потоку по дузі (j,ij можливо, коли fji > 0. Цей потік може бути зменшений на число одиниць потоку, яке можна взяти з вузла i, тобто на величину qi. Потік по зворотній дузі може бути зменшений на величину qj, де qj = min [qi, fij].

Алгоритм розстановки позначок працює наступним чином. Спочатку джерелу приписується позначка [∞, -], яка вказує на те, що з даного вузла може витікати потік нескінченно великої величини. Далі шукають аугментальний шлях потоку від джерела до стоку, який проходить через позначені вузли. Усі вузли, які відрізняються від джерела, в початковий момент не позначені. На шляху до стоку, ми проходимо прямими і зворотними дугами і послідовно позначаємо належні їм вузли. Можливі два випадки:

1. Стоку t приписана позначка [+qt, k]. У цьому разі аугментальний шлях потоку знайдений і потік по кожній дузі цього шляху може бути збільшений або зменшений на величину qt. Після зміни дугових потоків поточні позначки витираються і процедура, приведена вище, виконується знову.

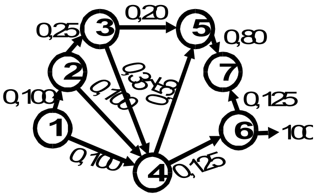
2. Сток t не може бути позначений. А це означає, що аугментальний шлях потоку не може бути знайдений. Тому, побудовані дугові потоки утворюють оптимальне рішення (максимальний потік).

Розглянемо приклад розв’язання такої задачі. Спрощений вид транспортної мережі одного району показаний на рисунку.

Об`єм поставок зерна, виробленого у вузлі 1, повинен відповідати продуктивності обладнання (розташованого у вузлі 7) призначеного для навантаження зерна. Вузли 2, 3, 4, 5 та 6 є сховищами або пунктами перевантаження продукту.

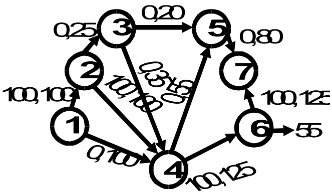
Числа, які приписані дугам мережі, зображених на рисунку, відповідають нульовому потоку, взятому у якості початкового рішення, та максимально припустимим потоком по ланках транспортної мережі.

Кроки на 1 ітерації



1) Приписати вузлу 1 позначку
[∞, -]
2) вузлу 2 [+100, 1]
3) вузлу 4 [+100, 2]
4) вузлу 6 [+100, 4]
5) вузлу 7 [+100, 6]

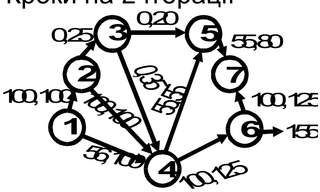
$f_{12}=f_{24}=f_{46}=f_{67}=100$



1) вузлу 1 позн.
[∞, -]
2) вузлу 4 [+100, 1]
3) вузлу 5 [+55, 4]
4) вузлу 7 [+55, 5]

$f_{14}=f_{45}=f_{57}=55$

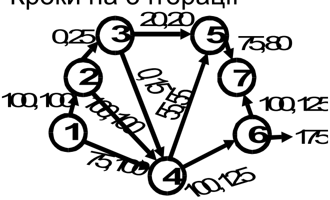
Кроки на 2 ітерації



1) Приписати вузлу 1 позначку
[∞, -]
2) вузлу 4 [+45,1]
3) вузлу 3 [-35,4]
4) вузлу 5 [+20, 3]
5) вузлу 7 [+20, 5]

$f_{14}=f_{43}=f_{35}=f_{57}=20$

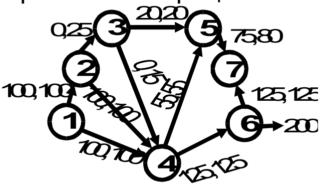
Кроки на 3 ітерації



1) вузлу 1 позн.
[∞, -]
2) вузлу 4 [+25, 1]
3) вузлу 6 [+25, 4]
4) вузлу 7 [+25, 6]

$f_{14}=f_{46}=f_{67}=25$

Кроки на 4 ітерації



1) Приписати вузлу 1 позначку [∞, -]
2) Ні один з вузлів не може бути позначений, тому максимальний потік дорівнює 200.

Алгоритми пошуку максимального потоку є потужним засобом при дослідженні альтернативних варіантів капіталовкладення у транспортну мережу і систему сховищ, особливо у тих випадках, коли покращання окремих компонентів системи може вплинути на всю систему в цілому.

Література:

1. Данциг Дж., Фалкерсон Д.Р., “Теорема про максимальний потік та мінімальний розріз в мережах”. збірник «Линейные неравенства и смежные вопросы». І.Л., -М., 1959 г.

2. Форд Л. Р., Фалкерсон Д.Р., «Потоки в сетях» -М.: Мир, 1966г.

3. Филлипс Д., Гарсиа - Диас А., « Методы анализа сетей». Пер. з англ. -М.: Мир, 1984 г.

УДК 35.073.5

АНАЛІЗ ЧУТЛИВОСТІ МОДЕЛЕЙ ЕКОНОМІЧНОЇ СИСТЕМИ

В.В. МАРАСАНОВ – д.т.н., професор,
С.В. ПОЛЕГЕНЬКО – здобувач,
В.Ю. КОВАЛЬОВ – асистент, Херсонський ДАУ

Для аналізу реальних економічних систем вимагається побудувати модель. Коло понять окремих економічних дисциплін звичайно обмежується специфічними для даної дисципліни моделями систем. Для кількісного осмислення моделі економічної системи її описують за допомогою рівнянь або нерівностей. В цьому випадку, йдеться про застосування моделі не тільки в деякій заданої області. При аналізі економічної системи (об'єкту) може виявитися, що вона задовільно описується, наприклад, системою диференційних рівнянь. При використанні належного алгоритму обчислень та відповідних допоміжних засобів (наприклад, ПЕОМ) математична мо-