

- автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” [Текст] / Я.Й. Панюра. – Львів, 2010. – 20 с.
3. Руководство к своду знаний по управлению проектами (руководство РМВОК) четвертое издание : [пер. з англ.] / Project Management Institute, Inc. Newtown Square, Pennsylvania 19073-3299 USA, 2008. – 496 с.
  4. Саченко В.І. Обґрунтування параметрів та умов роботи багатоопераційної ґрунтообробно-посівної машини до тракторів класу 1,4 : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 „Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” [Текст] / В.І. Саченко. – Львів, 2007. – 20 с.
  5. Сидорчук О. В. Інженерний менеджмент: системотехніка виробництва [Текст] : навч. посіб. / О. В. Сидорчук, С. Р. Сенчук. – Львів : Львів. ДАУ, 2006. – 127 с.
  6. Шарибура А.О. Управління змістом та часом у проектах з технологічним ризиком (стосовно збирання льону-довгунця) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” [Текст] / А.О. Шарибура. – Львів, 2010. – 20 с.
  7. Шолудько П.В. Системно-подієві засади планування проектів захисту рослин обприскуванням : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” [Текст] / П.В. Шолудько. – Львів, 2011. – 20 с.

**Anatolii Tryguba, Assos. Prof., PhD tech. sci., Pavlo Lub, Assos. Prof., PhD tech. sci., Andriy Sharybura, Assos. Prof., PhD tech. sci.**

*Lviv national agrarian university, Dublyany, Ukraine*

#### **The research results of agricultural meteorology risk reasons of agricultural production projects**

The researches results of agricultural meteorology terms influence on the rates of works in the technological systems of agricultural plants growing projects are generalized.

The influence of agricultural meteorology terms on the rates of works implementation in the technological systems of agricultural plants growing projects is marked. Research is executed and their results are generalized in relation to influence of agricultural meteorology terms on the state of the plants. On that case the duration of time intervals is set for which implementation of works in the projects of spring soil-tillage and sowing, chemical defence and harvesting of plants was possible. The statistical descriptions of duration of fine and inclement intervals of time are brought. The theoretical distribution and the differential functions of distribution are presented.

Take into account the system features of projects during the ground of management decisions in relation to the parameters of the corresponding technical rigging is important pre-condition of increase of their efficiency.

**agrometeorological conditions, soil, crops, risks, projects management**

Одержано 09.11.15

**УДК 631.348.45**

**П.В. Шолудько, канд. техн. наук, І.Л. Тригуба, канд. с.-г. наук**

*Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, Україна,  
p.ivankiv@gmail.com*

## **Ситуаційне планування механізованих технологічних операцій у рослинництві**

Розроблена програма та алгоритм оцінки вибору машинних агрегатів за багатьма критеріями методом Паретто, які можуть бути реалізовані в умовах конкретного господарства незалежно від структури земельних угідь, посівних площ, технічної оснащеності. Адекватність розробленої моделі перевірена в умовах реального господарства.

**ситуаційне планування, технологічні операції, рослинництво, машинно-тракторний агрегат, ефективність**

© П.В. Шолудько, І.Л. Тригуба, 2015

**П.В. Шолудько, канд. техн. наук, И.Л. Трыгуба, канд. с.-х. наук**  
*Львовский национальный аграрный университет, г. Дубляны, Украина*

### **Ситуационное планирование механизированных технологических операций в растениеводстве**

Разработана программа и алгоритм оценки выбора машинных агрегатов по многим критериям методом Паретто, которые могут быть реализованы в условиях конкретного хозяйства независимо от структуры земельных угодий, посевных площадей, технической оснащенности. Адекватность разработанной модели проверена в условиях реального хозяйства.

**ситуационное планирование, технологические операции, растениеводство, машинно-тракторный агрегат, эффективность**

**Постановка проблеми.** Питання ситуаційного планування механізованих технологічних операцій у рослинництві, оцінки технологій, технічних засобів, результати вибору агрегатів є досить актуальним на даний час.

Становлення нових виробничих відносин, наростання екологічної напруженості, гострий дефіцит енергетичних і багатьох технічних ресурсів вимагають якісних змін у проектуванні механізованих технологічних операцій, обґрунтуванні вибору технічних засобів для конкретних умов. Потрібно забезпечити системну єдність техніки, технологій та природно-виробничих умов, знизити негативні наслідки машинних технологій, розвивати ресурсощадність технологічних операцій та процесів. При цьому досить часто перед інженерами сільськогосподарських підприємств, що займаються виробництвом рослинницької продукції, виникають задачі ситуаційного планування, які вирішуються інтуїтивно, що призводить до помилкових рішень. Отже, існує потреба розроблення інструментарію для ситуаційного планування механізованих технологічних операцій у рослинництві, що є досить актуальним на даний час.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вибір складу машинно-тракторного агрегату (МТА) є однією із задач ситуаційного планування механізованих технологічних операцій у рослинництві. Враховуючи різноманітність умов і велику кількість технологічних операцій, число комбінацій машинно-тракторних агрегатів може становити значну кількість варіантів. Тому, навіть невеликий ефект від окремих механізованих технологічних операцій у сукупності суттєво впливає на економічні показники виробництва рослинницької продукції.

Системний підхід до ситуаційного планування часто викликає необхідність застосовувати для оцінки альтернативних варіантів використання МТА декількох критеріїв. Це обумовлено тим, що дерево цілей на нижньому рівні може мати ряд підцілей, що не зводяться до однієї (наприклад, підвищити продуктивність МТА і показник екологічності виконання операцій) цілі [1]. Окрім того, кожна ціль може оцінюватись кількома частковими критеріями.

Проблема полягає в тому, що кожен із узагальнених критеріїв досягає свого кращого значення при різних поєднаннях характеристик системи. Можлива також наявність суперечливих критеріїв, коли зміна характеристик системи з метою покращення одного з них викликає погіршення іншого. Побудова єдиної шкали для оцінки всієї сукупності критеріїв, що мають різний фізичний зміст, викликає значні труднощі [1].

**Постановка завдання.** Метою даної роботи є розробка інструментарію для ситуаційного планування механізованих технологічних операцій рослинництва.

**Виклад основного матеріалу.** Кількість альтернативних варіантів складу МТА стосовно машинно-тракторного парку (МТП) конкретного господарства, як правило, невелика. Тому планування складу агрегату доцільно розглядати як задачу вибору раціонального варіанта МТА з кінцевої множини можливих для конкретного парку. У загальному вигляді цю задачу можна сформулювати так: у господарстві із заданими природно-виробничими умовами потрібно виконати певну технологічну операцію. Обґрунтувати раціональний склад МТА, виходячи з наявного парку техніки, який

забезпечить своєчасно виконання заданого обсягу робіт з мінімально можливими експлуатаційними витратами, дотриманням вимог щодо якості, екологічності та безпечності робіт.

Під час вибору оптимального складу техніки для виконання механізованих технологічних операцій потрібно враховувати критерії корисності (продуктивність, якість операцій), затрат ресурсів, рівня шкідливих наслідків від цих операцій. Це означає, що під час ситуаційного планування раціонального складу МТА для виконання технологічної операції ( $S_o$ ) потрібно розв'язувати багатокритеріальну задачу типу [2]:

$$S_o = \langle S, U, H, \varphi \rangle, \quad (1)$$

де  $S_o$  – множина варіантів характеристик системи, що оцінюється;

$U$  – множина критеріїв, за якими оцінюється система;

$H$  – система пріоритетів, які задає особа, що приймає рішення (ОПР) вибору МТА із множини варіантів  $S$ ;

$\varphi$  – сценарій розв'язку, який вибирається із множини варіантів  $S$  із заданою системою пріоритетів  $H$ .

Множина критеріїв  $U$  включає:

– критерії корисності, які для більшості механізованих операцій у рослинництві є функцією продуктивності  $W$  і якості робіт  $Q$ :

$$K = f_1(W, Q); \quad (2)$$

– критерії сукупних затрат:

$$S = f_2(S_i) = \sum_t \sum_i S_{it}, i = 1, \dots, n, t \in T, \quad (3)$$

де  $S_{it}$  –  $i$ -та складова затрат коштів на  $t$ -му етапі життєвого циклу системи;

– критерії шкідливих наслідків:

$$E_{us} = f_3(E_n, E_r, E_c), \quad (4)$$

де  $E_n$  – сукупні витрати непоновлюваної енергії при виконанні технологічної операції;

$E_r, E_c$  – відповідно енергетичний вираз негативних наслідків щодо ґрунту і середовища.

Під час розв'язання задач ситуаційного планування технологічних операцій у рослинництві, критеріями вибору МТА можуть бути: узагальнений показник якості виконання робіт, продуктивність МТА, ресурсомісткість операції, узагальнений показник шкідливих наслідків від виконання операції [4]. Інколи замість ресурсомісткості, як критерій можуть виступати прямі або приведені витрати коштів, які корелюють з ресурсомісткістю.

Розглянемо приклад ситуаційного планування складу МТА для сівби зернових культур за критеріями продуктивності  $W$ , витрати пального  $q$  і шкідливих наслідків – ущільнення ґрунту, що виражається через роботу на утворення колії агрегатів  $A_f$ :

$$A_f = P_f \cdot L_s = \frac{10^4 (\eta_e \cdot f_{mp} \cdot G_{mp} + \sum f_{Mj} \cdot G_{Mj})}{B_p}, \quad (5)$$

де  $A_f$  – робота на утворення колії, Дж/га;

$P_f$  – складова сили опору кочення, що викликає деформацію ґрунту, Н;

$L_s$  – пройдений шлях агрегатом на 1 га, м/га;

$\eta_e$  – коефіцієнт, що враховує внутрішні втрати енергії у ходовій системі тракторів.

Для колісних тракторів його величина залежить від тиску в шинах і є близькою до 1 ( $\eta_{екол} = 0,98$ ), для гусеничних – ( $\eta_{егус} = 0,90 - 0,93$ );

$f_{mp}, f_{mj}$  – відповідно коефіцієнти опору кочення трактора та  $j$ -ї машини в агрегаті (в т. ч. зчіпки);

$G_{mp}, G_{mj}$  – відповідно експлуатаційна вага трактора і  $j$ -ї машини агрегату, Н;

$B_p$  – ширина захвату агрегату, м.

Кількість варіантів виконання технологічних операцій у рослинництві обмежується наявними у господарстві технічними засобами, характеристиками полів, агротехнічними і екологічними вимогами (наприклад, тиском ходових систем на ґрунт). Параметри вихідних варіантів наведені в таблиці 1. З числа можливих варіантів складу МТА потрібно сформуванати вихідну множину, з якої буде зроблений остаточний вибір.

Формування вихідної множини альтернативних варіантів комплектування МТА доцільно здійснювати із використанням методу Паретто [1]. Суть методу полягає в виявленні варіантів, що за прийнятими критеріями домінують над іншими, а також варіантів, над якими немає домінування.

При цьому варіант А домінує над В ( $A \succ B$ ), якщо значення його критеріїв  $U_i^A$  є кращими або еквівалентними у порівнянні з відповідними критеріями  $U_i^B$  ( $U_i^A \succ U_i^B$ ), хоча б за одним критерієм варіант А має чітку перевагу над В, тобто  $U_i^A \succ U_i^B$ . Знак переваги відображає систему пріоритетів. Знак ( $\succ$ ) означає відношення “домінує над”, знак ( $\succ$ ) – відношення “переважає” (рис. 1) [6].

Таблиця 1 – Характеристики варіантів машинно-тракторних агрегатів (МТА)

№ з/п	Варіант складу МТА	W, га	q, кг/га	A <sub>f</sub> , МДж/га
1	К-701 + СП-16 + 4СЗ-3,6	41,1	4,1	28,42
2	Т-150К + СП-11 + 3СЗ-3,6	34,7	3,3	23,61
3	Т-150 + СП-11 + 3СЗ-3,6	38,5	2,9	17,85
4	ДТ-75М + СП-11 + 3СЗ-3,6	32,7	2,6	16,93
5	Т-70С + СП-16* + 2СЗ-3,6	20,0	2,4	18,43
6	МТЗ-80 + СП-16* + 2СЗ-3,6	19,2	2,7	19,85

\* – в даних МТА використовують центральну секцію зчіпки СП-16

Якщо критерій виражений кількісно і покращення варіанту відповідає його збільшенню, то знак переваги відповідає знаку “більше”, якщо зменшенню – то знаку “менше”.

Нами розроблений алгоритм (блок-схему якого подано на рис. 2) та комп’ютерна програма у середовищі Microsoft FoxPro for Windows). За допомогою цієї програми здійснюється вибір із необмеженої кількості вихідних варіантів за незалежними критеріями.

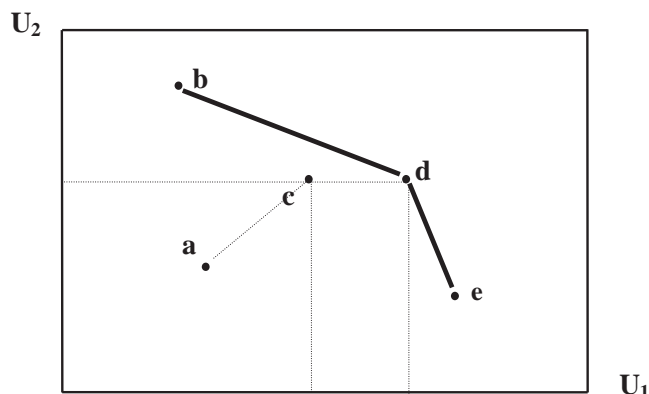


Рисунок 1 – Формування множини Паретто за двома критеріями:  $d \succ c \succ a$ ; над варіантами  $b$  і  $e$  – немає домінуючих варіантів. Множина Паретто –  $\{b, d, e\}$

Джерело: розроблено на підставі [4, с.92-98]

Результати ситуаційного планування механізованих технологічних операцій видаються на дисплей, на друк та існує можливість їх зберегти у файл. У наведеному вище прикладі на друк буде видано наступні результати багатокритеріального вибору МТА (табл. 2).

Таблиця 2 – Результати багатокритеріального вибору МТА за методом Паретто

№ п/п	Варіант складу МТА	W, га	q, кг/га	A <sub>f</sub> , МДж/га
1	T-150K + СП-11 + ЗСЗ-3,6	34,7	3,3	23,61
2	ДТ-75М + СП-11 + ЗСЗ-3,6	32,7	2,6	16,93
3	T-70С + СП-16* + 2СЗ-3,6	20,0	2,4	18,43

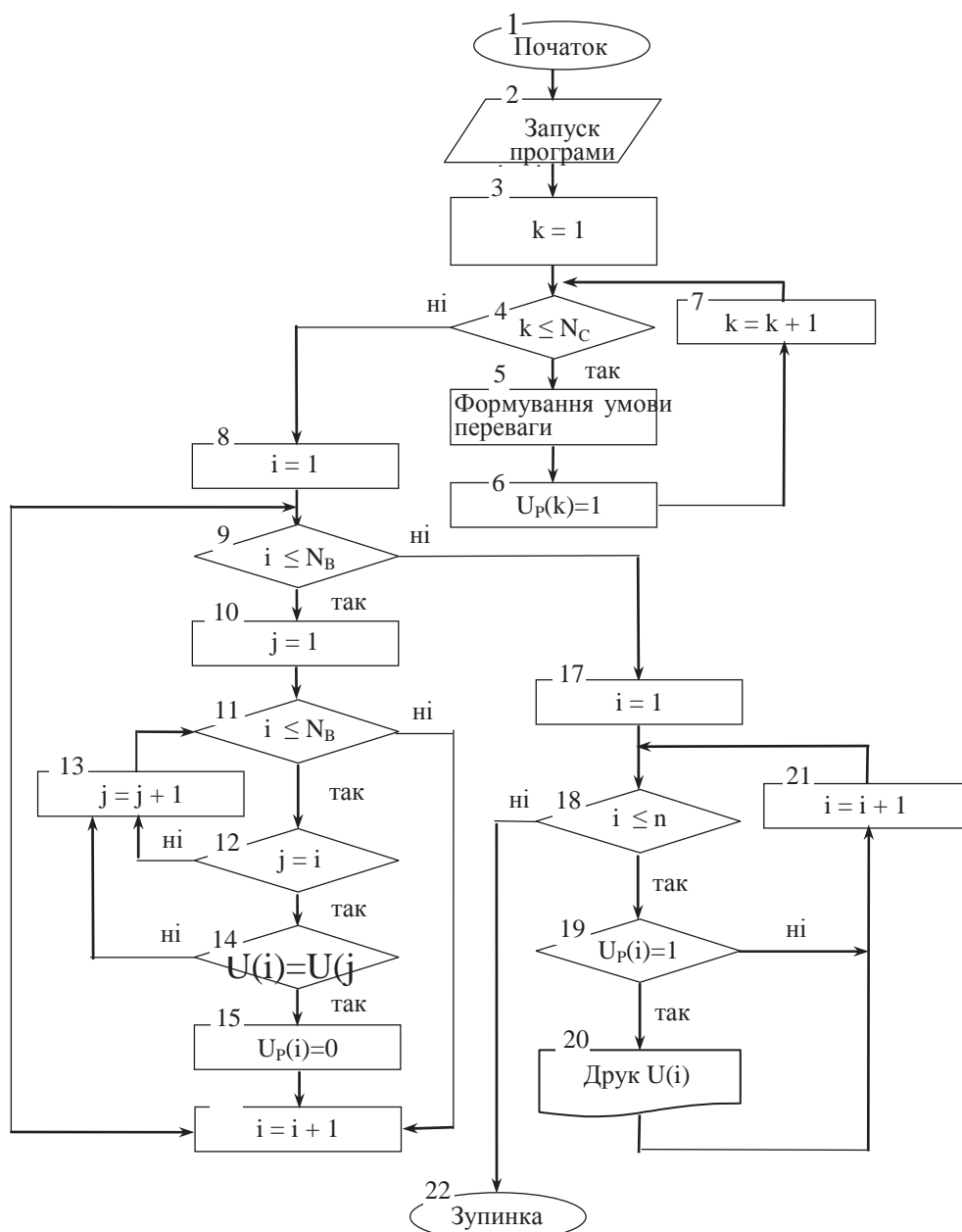


Рисунок 2 – Блок-схема алгоритму ситуаційного планування;  $i, k, j$  – лічильники циклів;  $N_B, N_C$  – відповідно число варіантів та критеріїв;  $U, U_P$  – відповідно вихідна множина та множина Паретто

Джерело: розроблено автором

**Висновки.** Виконаний аналіз наукових праць стосовно ситуаційного планування та вибору ефективних машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій у рослинництві свідчить про те, що вони мають низку недоліків і не враховуються можливості використання декількох критеріїв. Запропонований підхід до ситуаційного планування механізованих технологічних операцій у рослинництві базується на методі Паретто і дає можливість здійснити багатокритеріальний вибір машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій. Встановлено, що критеріями вибору машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій є узагальнений показник якості виконання робіт, їх продуктивність, ресурсомісткість операції, узагальнений показник шкідливих наслідків від виконання операції. Розроблені алгоритм та програмне забезпечення ситуаційного планування механізованих технологічних операцій у рослинництві забезпечать можливість безпомилкового прийняття управлінських рішень стосовно вибору машинно-тракторних агрегатів для виконання технологічних операцій незалежно від природно-кліматичних умов господарств та наявного у них складу машинно-тракторного парку.

## Список літератури

1. Нагірний Ю. П. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень [Текст] / Ю. П. Нагірний, І. М. Бендера, С. Ф. Вольвак // За ред. Ю. П. Нагірного. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2013. – 264 с.
2. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень. Практикум [Текст] : навч. посіб. / [Ю. П. Нагірний, І. М. Бендера, С. Ф. Вольвак та ін.]. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2013. – 240 с.
3. Павліський В. М. Проектування технологічних систем рослинництва [Текст] : навч. посіб. / Павліський В. М., Ю. П. Нагірний, Мельник І. І. – Тернопіль : Збруч, 2003. – 264 с.
4. Типові задачі машиновикористання в землеробстві [Текст] : навч. посіб. / [Ю. П. Нагірний, Б. І. Затхей, П. В. Шолудько та ін.] За ред. Ю. П. Нагірного. – Львів : ЛДАУ, 2001. – 180 с.
5. Нагірний Ю. П. Обґрунтування інженерних рішень [Текст] / Ю. П. Нагірний – К. : Урожай, 1994. – 216 с.

**Petro Sholudko, PhD tech. sci., Inna Tryhuba, PhD agric. sci.**

*Lviv National Agrarian University, Dublyany, Ukraine*

### **Situational planning of mechanized technological operations in crop production**

The article reveals analysis of scientific works as to situational planning and choice of effective machine-tractor units for fulfilment of technological operations in crop production. The work argues need to develop instruments for situational planning of mechanized technological operations in crop production.

The research proposes an approach as to situational planning of mechanized technological operations in crop production, which is based on Pareto method and enables making of multi-criteria choice of machine-tractor units for fulfilment of technological operations. The authors have analyzed criteria of the choice of machine-tractors units for fulfilment of technological operations. It is proposed to make choice of machine-tractor units for fulfilment of technological operations in crop production according to overall index of quality of work fulfilment, productivity of the units, resource consumption of the operations, and composite index of harmful effects from the operations fulfilment.

The authors have developed an algorithm and content solution of situational planning of mechanized technological operations in crop production, which are based on the proposed approach and make ground for correct managerial decisions as to choice of machine-tractor units for fulfilment of technological operations regardless of natural-climatic conditions of farms and their machine-tractor park.

**situational planning, technological operation, crop production, machine-tractor unit, efficiency**

Одержано 02.11.15