

УДК 631.31:631.331:631.1+631.17

ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОМПОНОВКИ ҐРУНТООБРОБНО-ПОСІВНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР ЗА РЕСУРСООЩАДНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

Сербій В. К., канд. техн. наук, с.н.с., старший науковий співробітник ННЦ «ІМЕСГ»

Анотація

Мета. Технічне забезпечення енергоощадних технологій з вирощування зернових культур ресурсоефективними рішеннями шляхом обґрунтуванням компоновки ґрунтообробно-посівного комплексу.

Методи. Теоретичні дослідження проведені з використанням основних положень аналітичної математики, теоретичної механіки та дисципліни з експлуатації машинно-тракторного парку. Для написання програмного коду автоматизованої системи з оцінки ефективності схем компоновок ґрунтообробно-посівних комплексів використана мова програмування Visual Basic for Application та теоретичні положення про реляційні бази даних.

Результати. Складено схеми різних варіантів компоновок ґрунтообробно-посівних комп-

лексів. Отримано залежності тягового опору комплексу від положення центрів мас відповідних конструкційних елементів для приведених варіантів схем компоновок. Розраховані значення ефективності для різних схем ґрунтообробно-посівних комплексів за критерієм найменших приведених витрат енергії.

Висновки. Найбільш енергоефективним варіантом компоновки ґрунтообробно-посівного комплексу є варіант з розміщенням зернового бункеру на рамі енергозасобу, що забезпечую покращення його тягово-зчіпних властивостей.

Ключові слова: компоновка, ґрунтообробка, посів, комплекс, моделювання, ресурсозбереження, удобрення.

UDC 631.31:631.331:631.1+631.17

JUSTIFY THE RATIONAL LAYOUT-TILLAGE SOWING COMPLEX FOR GROWING CROPS FOR RESOURCE SAVING TECHNOLOGIES

Serbiy V. K., PhD, senior researcher NSC «IEAA»

Annotation

Purpose. Technical support for energy-saving technologies for growing crops through the justification resource-efficient solutions layout-tillage sowing complex.

Method. Theoretical studies conducted using the main provisions of analytical mathematics, theoretical mechanics and discipline operating tractor fleet. For coding automated system to assess the effectiveness of schemes configurations-tillage sowing complexes used programming language Visual Basic for Application and theoretical principles of relational databases.

Results. Compiled circuit configurations of different options tillage, sowing complexes. The dependencies traction resistance of complex provisions of the centers of mass of relevant structural components for reduced variants of configurations. Estimated value of efficiency for different schemes tillage, sowing complexes the criterion of least reduced energy costs.

Conclusions. The most energy efficient option for layout-tillage sowing complex is the option of placing the grain hopper on the frame power means that it provides improved traction and grip properties.

Keywords: assembly, soil cultivation, crop, complex modeling, resource, fertilizers.

УДК 631.31:631.331:631.1+631.17

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ КОМПОНОВКИ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ЗА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Сербий В. К., канд. техн. наук, с.н.с., старший научный сотрудник ННЦ «ІМЕСХ»

Аннотация

Цель. Техническое обеспечение энерго-сберегающих технологий по выращиванию зерновых культур ресурсоэффективными решениями путем обоснования компоновки почвообрабатывающей-посевного комплекса.

Методы. Теоретические исследования проведены с использованием основных положений аналитической математики, теоретической механики и дисциплины по эксплуатации машинно-тракторного парка. Для написания программного кода автоматизированной системы по оценке эффективности схем компоновок почвообрабатывающе-посевных комплексов использован язык программирования Visual Basic for Application и теоретические положения по реляционным базам данных.

Результаты. Составлены схемы различных

Постановка проблеми. Дедалі більшого поширення набувають ресурсозберігаючі технології вирощування зернових культур, засновані на застосуванні ґрунтообробно-посівних комплексів, як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва.

Резерви з підвищення ефективності виробництва зернової продукції, пов'язані з організацією і технологією, різноманітні.

Перш за все, це обґрунтований вибір оптимального варіанта посівних комплексів для вирощування зернових культур за ресурсоощадними технологіями, що дозволяє досягнути найбільшого знімання продукції вищої якості при найменших затратах праці, енергії і матеріальних засобів [1-10].

В той самий час одним з потенціалів підвищення ефективності посівних комплексів на стадії їх проектування є обґрунтування раціонального варіанту їх компоновки.

Аналіз літературних джерел. Над проблемами підвищення ефективності функціонування МТА працювали такі вчені, як П. М. Василенко, В. В. Адамчук, О. В. Сидорчук, М. І. Грицишин, А. Т. Лебедев, Л. В. Погорілий, А. С. Кушнар'єв, В. Т. Надикто, Н. Е. Фере, Ю. К. Кіртбая, С. А. Юфінов, А. В. Краснош'єков, А. А. Зангієв,

варіантів компоновок почвообрабатывающе-посевных комплексов. Получены зависимости тягового сопротивления комплекса от положения центров масс соответствующих конструкционных элементов для приведенных вариантов схем компоновок. Рассчитанные значения эффективности для различных схем почвообрабатывающе-посевных комплексов по критерию наименьших приведенных затрат энергии.

Выводы. Наиболее энергоэффективным вариантом компоновки почвообрабатывающей-посевного комплекса является вариант с размещением зернового бункера на раме энергосредства, что обеспечивает улучшение его тягово-сцепных свойств.

Ключевые слова: компоновка, почво-обработка, посев, комплекс, моделирование, ресурсосбережение, удобрение.

В. І. Пастухов, Л. В. Аніскевич, М. П. Артьомов.

Вагомий внесок у визначення раціональної схеми компоновок агрегатів зробили В. С. Красовских, Н. Н. Бережнов, Л. Е. Агеєв, В. І. Беляєв.

Особливістю функціонування агрегатів є робота у змінних умовах, яка відображається на значенні буксування енергосасобу та його тягово-енергетичній характеристиці [11-16].

В роботах вказаних дослідників не зроблено акцент в розрахункових моделях з врахування впливу геометричних параметрів посівних комплексів різних схем компоновок на ефективність їх функціонування, в тому числі, від форми та площі поля.

Тому доцільно уточнити імітаційну модель для розрахунку ефективності функціонування ґрунтообробно-посівних комплексів з різними схемами компоновок з врахуванням геометричних, масових та тягово-енергетичних параметрів багатофункціонального агрегату. Та представити розширене представлення різних схем компоновок для проведення теоретичних досліджень.

Результати досліджень. Приведемо алгоритм з визначення ефективності ком-

поновок ґрунтообробно-посівного комплексу за різними схемами.

Баланс номінальної потужності енергозасобу в агрегаті з ґрунтообробно-посівним комплексом (без врахувань системних чинників зниження тягової сили) виглядає таким чином:

$$P_{e.з} \cdot \dot{x} - N_{\delta} = P_{пер} \cdot \dot{x} + P_{кр} \cdot \dot{x} + P_{\bar{o}} \cdot \dot{x} + N_{BOM}.$$

де $P_{e.з} \cdot \dot{x}$ – номінальна потужність енергозасобу, необхідна для виконання технологічного процесу, кВт;

$P_{пер} \cdot \dot{x}$ – потужність необхідна для подолання опору самоперекочування енергозасобу, кВт;

$P_{кр} \cdot \dot{x}$ – потужність необхідна для подолання тягового опору ґрунтообробно-посівної секції, кВт;

$P_{\bar{o}} \cdot \dot{x}$ – потужність необхідна для подолання опору переміщенню бункеру з насінням та добривом, кВт;

N_{BOM} – потужність на валу відбору потужності, кВт;

N_{δ} – втрати потужності на буксування енергозасобу, кВт;

\dot{x} – швидкість агрегату, м/с.

Розберемо приведений вище вираз балансу потужності по складових в силовому вигляді

$$P_{пер} = f(G_m, f_m, L_{кр}),$$

де $P_{пер}$ – сила опору кочення енергозасобу, Н;

G_m – вага енергозасобу, Н;

$L_{кр}$ – масово-геометричні характеристики ґрунтообробно-посівного комплексу;

f_m – коефіцієнт опору кочення енергозасобу, (для фону стерня $f_m = 0,1$) [17].

$$P_{кр} = f(x_1 \dots x_n),$$

де $P_{кр}$ – сила опору ґрунтообробно-посівної секції комплексу (рис. 1), Н;

x_1, x_n – перелік факторів від 1 до n, які впливають на тяговий опір комплексу.

$$P_{\bar{o}} = f(G_{\bar{o}}, f_{\bar{o}}, L_{кр}).$$

де $P_{\bar{o}}$ – сила опору переміщенню бункера, Н;

$G_{\bar{o}}$ – вага бункеру з матеріалом, Н;

$f_{\bar{o}}$ – коефіцієнт опору кочення бункеру.

та знайдемо залежності усіх складових для різних схем компоновок ґрунтообробно-посівного комплексу.

В найпростішому вигляді опір с.-г. машини розраховується за відомим виразом [17]:

$$P_{кр0} = B \cdot P_{y\bar{o}}, \quad (1)$$

де B – робоча ширина с.-г. машини, м, ($B \leq 20$ м);

$P_{y\bar{o}}$ – питоме тягове зусилля с.-г. машини, Н/м, ($P_{y\bar{o}} = 3100$ Н/м для посівного комплексу) [20].

Швидкість агрегату розраховується за такою залежністю [17]:

$$\vartheta_{P_0} = \frac{N_n \cdot \eta_{им}}{P_{кр0}}, \quad (2)$$

де N_n – номінальна потужність, кВт;

$\eta_{им} = 0,9$ – коефіцієнт використання номінальної потужності [17].

Якщо проводити попередні розрахунки за виразами (1) та (2) з визначення тягових та швидкісних параметрів агрегату у результатах буде міститись не відповідність тягового зусилля на гаку до швидкості агрегату та потужності енергозасобу [20]. Тому у подальших розрахунках потрібно уточнювати розрахункові дані.

Для цього скоригуємо значення тягового опору $P_{крi}$ за отриманою швидкістю. На рис. 1 зображені різні варіанти компоновок з приведеними відповідними залежностями тягового опору на крію енергозасобу для робочого та холостого ходу.

Відомий вираз тягового опору на гаку с.-г. машини з врахуванням швидкості агрегату має вигляд:

$$P_{крi} = B \cdot \left(P_{y\bar{o}} + \varepsilon \cdot \rho \cdot S \cdot \left(\vartheta_{Pi}^2 - \vartheta_0^2 \right) \right), \quad (3)$$

де ϑ_0 – прийнята швидкість агрегату, за якої не відбувається збільшення тягового опору с.-г. машини, м/с, ($\vartheta_0 = 0,56$ м/с);

ε – коефіцієнт, який враховує долю необробленого ґрунту та частинок, яким передається швидкість ϑ_{Pi} ;

ρ – щільність ґрунту, кг/м³;

S – площа поперечного перетину шару ґрунту, який обробляється робочим органом, m^2 .

У залежностях з визначення опору на гаку, приведених на рис. 1, врахування динаміки зменшення ваги матеріалу в бункері у процесі роботи можливе за формулою:

$$G_{\bar{6}} = g \cdot (M_{30} - K \cdot F + M_{\bar{6}}), \quad (4)$$

де M_{30} – початкова маса зерна, кг;

K – норма висіву, кг/га;

F – площа, що обробляється, га;

g – прискорення вільного падіння, m/s^2 ;

$M_{\bar{6}}$ – маса бункера, кг.

За отриманим тяговим опором $P_{крі}$ з рівнянь, приведених на рис.1, визначаємо значення коефіцієнта буксування δ_i енергосабору, підставляючи в рівняння значення тягового опору комплексу $P_{крі}$ [18]:

$$\delta_i = f(P_{крі}, G_{ци}) \quad (5)$$

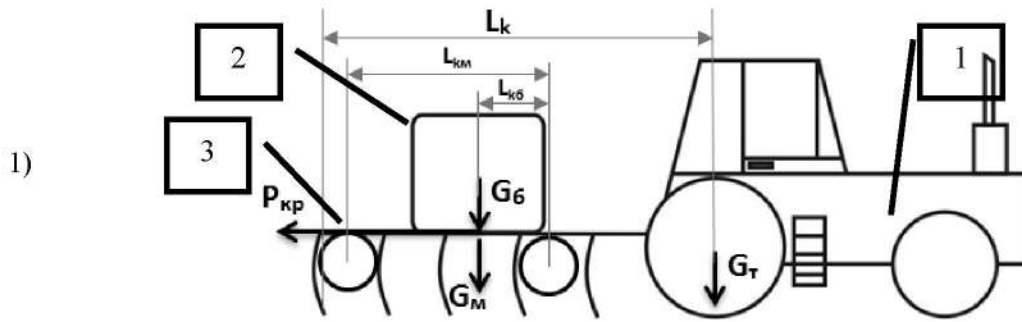
де $G_{ци}$ – вага трактора разом з бункером, який переносить свою вагу на трактор повністю, частково $K_{\bar{6}}$ або відсутнє додаткове навантаження), кН.

Маючи значення тягового опору та швидкості агрегату, розраховані відповідно за виразами (3) та (2), визначаємо i -у гакову потужність енергосабору:

$$N_{крі} = P_{крі} \cdot v_{pi} \quad (6)$$

Далі перевіряємо на виконання умови відповідності потужності на крюку, розрахованої за формулою (6), з заданою крюковою потужністю, що скорегована значенням буксування, отриманим за функціональною залежністю (5):

$$(N_n - N_{BOM}) \cdot (1 - \delta_i) \equiv N_{крі} \quad (7)$$

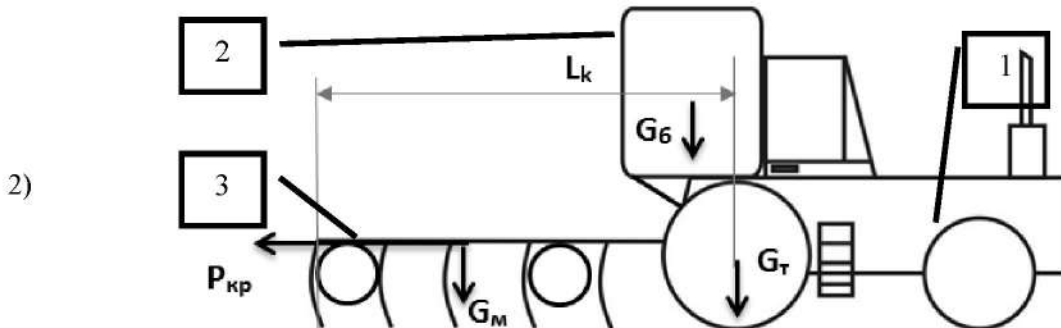


$$P_p - G_m \cdot f_m = P_{крі} = B \cdot \left(P_{y\delta} + \varepsilon \cdot \rho \cdot S \cdot (\vartheta_{pi}^2 - \vartheta_0^2) \right) +$$

$$+ G_{\bar{6}} \cdot \left(\left(1 - \frac{L_{кб}}{L_{км}} \right) \cdot f_{m,n} + \frac{L_{кб}}{L_{км}} \cdot f_{m,z} \right) + P_{BOM},$$

$$P_p - G_m \cdot f_m = P_x = (G_{\bar{6}} + G_m) \cdot f_m,$$

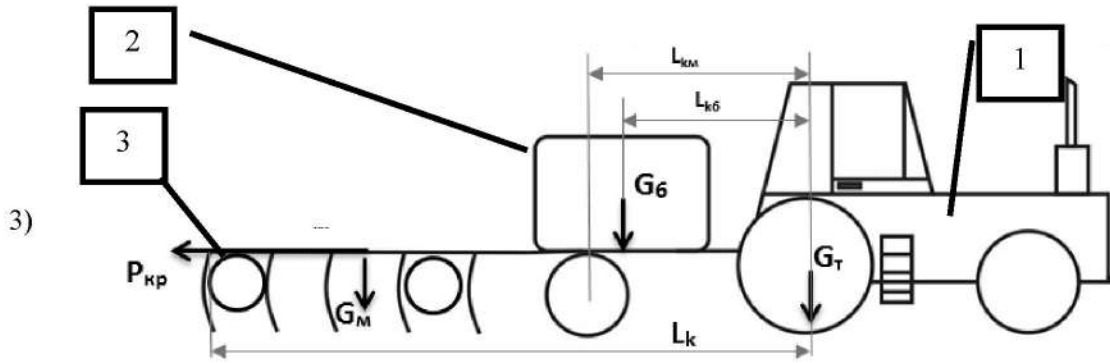
$$G_{ци} = G_m.$$



$$P_p - G_m \cdot f_m = P_{крі} = B \cdot \left(P_{y\delta} + \varepsilon \cdot \rho \cdot S \cdot (\vartheta_{pi}^2 - \vartheta_0^2) \right) + G_{\bar{6}} \cdot f_m + P_{BOM},$$

$$P_p - G_m \cdot f_m = P_x = G_{\bar{6}} \cdot f_m + G_m \cdot f_m,$$

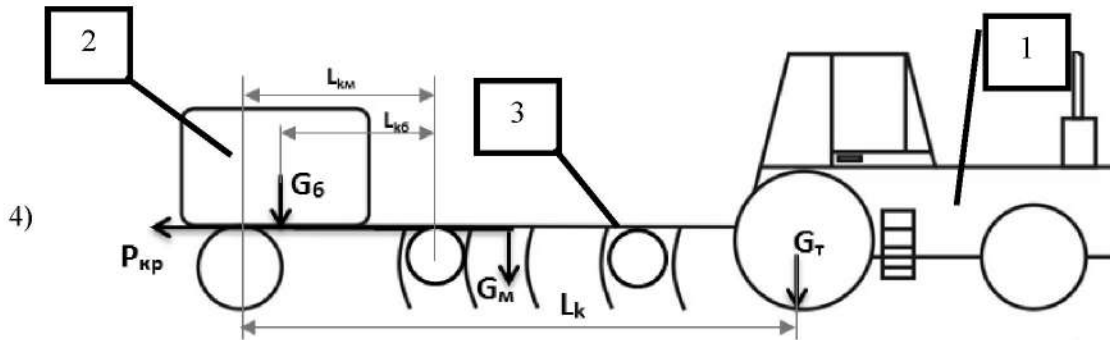
$$G_{ци} = G_m + G_{\bar{6}}.$$



$$P_p - \left(\left(1 - \frac{L_{к\delta}}{L_{км}} \right) \cdot G_{\delta} + G_m \right) \cdot f_m = P_{кpi} = B \cdot \left(P_{y\delta} + \varepsilon \cdot \rho \cdot S \cdot \left(\vartheta_{pi}^2 - \vartheta_0^2 \right) \right) + \frac{L_{к\delta}}{L_{км}} \cdot G_{\delta} \cdot \dot{f}_{\delta} + P_{BOM},$$

$$P_p - \left(\left(1 - \frac{L_{к\delta}}{L_{км}} \right) \cdot G_{\delta} + G_m \right) \cdot f_m = P_x = \frac{L_{к\delta}}{L_{км}} \cdot G_{\delta} \cdot \dot{f}_{\delta} + G_m \cdot f_m,$$

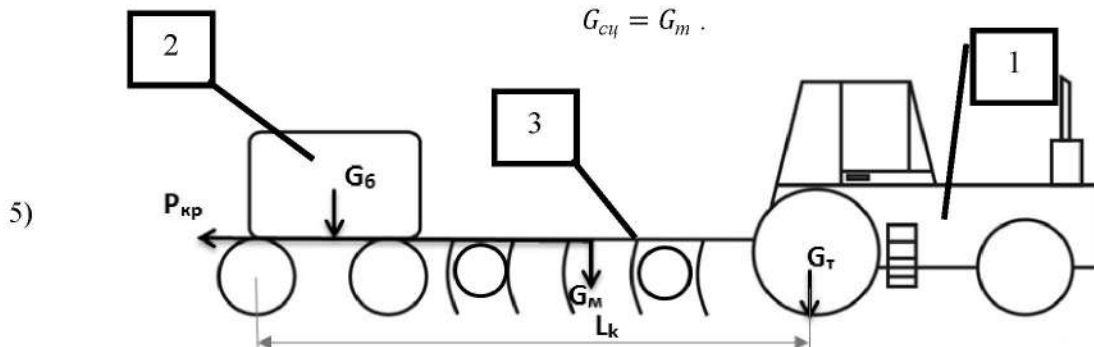
$$G_{cш} = G_m + \left(1 - \frac{L_{к\delta}}{L_{км}} \right) \cdot G_{\delta}.$$



$$P_p - G_m \cdot f_m = P_{кpi} = B \cdot \left(P_{y\delta} + \varepsilon \cdot \rho \cdot S \cdot \left(\vartheta_{pi}^2 - \vartheta_0^2 \right) \right) + G_{\delta} \cdot \left(\left(1 - \frac{L_{к\delta}}{L_{км}} \right) \cdot f_{m,з} + \frac{L_{к\delta}}{L_{км}} \cdot \dot{f}_{\delta} \right) + P_{BOM},$$

$$P_p - G_m \cdot f_m = P_x = G_{\delta} \cdot \left(\left(1 - \frac{L_{к\delta}}{L_{км}} \right) \cdot f_{m,з} + \frac{L_{к\delta}}{L_{км}} \cdot \dot{f}_{\delta} \right) + G_m \cdot f_m,$$

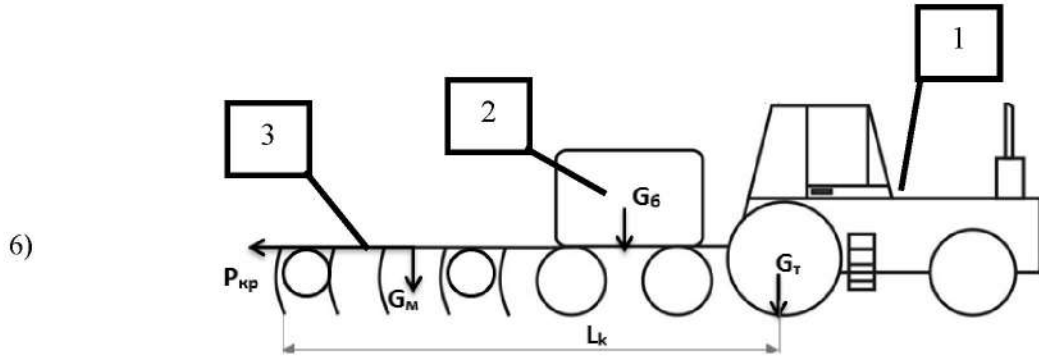
$$G_{cш} = G_m.$$



$$P_p - G_m \cdot f_m = P_{кpi} = B \cdot \left(P_{y\delta} + \varepsilon \cdot \rho \cdot S \cdot \left(\vartheta_{pi}^2 - \vartheta_0^2 \right) \right) + G_{\delta} \cdot \dot{f}_{\delta} + P_{BOM},$$

$$P_p - G_m \cdot f_m = P_x = G_{\delta} \cdot \dot{f}_{\delta} + G_m \cdot f_m,$$

$$G_{cш} = G_m.$$



$$P_p - G_m \cdot f_m = P_{кр_i} = B \cdot \left(P_{y\partial} + \varepsilon \cdot \rho \cdot S \cdot (\vartheta_{p_i}^2 - \vartheta_0^2) \right) + G_6 \cdot f_6 + P_{BOM},$$

$$P_p - G_m \cdot f_m = P_x = G_6 \cdot f_6 + G_m \cdot f_m,$$

$$G_{cy} = G_m.$$

Рис. 1. Схеми компоновок посівного комплексу та залежності з визначення тягового опору: 1 – енергозасіб; 2 – бункер з технологічним матеріалом (об’єм бункеру однаковий для всіх варіантів компоновок); 3 – ґрунтообробно-удобрювально-посівна секція

Fig. 1. Schemes configurations seed complex and depends on the definition of traction resistance (volume hopper same for all versions): 1 - power means; 2 - hopper with technological material (volume hopper same for all versions); 3 - tillage, fertilizing, seeding section

Якщо рівняння (7) не тотожне, тоді проводимо зменшення швидкості на величину $\Delta\vartheta$:

$$\vartheta_{p_{i+1}} = \vartheta_{p_i} - \Delta\vartheta. \quad (8)$$

$\Delta\vartheta$ – декремент швидкості агрегату, м/с, $\Delta\vartheta = 0,01 \dots 0,1$ м/с.

Та переходимо до перерахунку за формулами (3-6), поки умова (7) не буде виконана. Інакше, при задоволенні умови (7) швидкість агрегату становитиме $\vartheta_p = \vartheta_{p_i}$.

Далі розраховуємо затрачуваний час на експлуатацію агрегату T_u :

$$T_u = T_p + T_x, \quad (9)$$

де T_p – затрачений час на робочі ходи, год;

T_x – затрачений час на холості ходи, год.

$$T_p = \frac{L_p \cdot n_p}{10^3 \cdot \vartheta_p}, \quad (10)$$

$$T_x = \frac{L_x \cdot n_x}{10^3 \cdot \vartheta_x}, \quad (11)$$

де L_p – довжина гону, м, (прийmemo $L_p = const \approx 500$ м);

ϑ_x – швидкість агрегату на холостому ході, м/с (прийmemo $\vartheta_x = 3,5$ км/ч);

n_p – кількість робочих ходів, шт.;

n_x – кількість холостих ходів, шт., $n_x = n_p - 1$;

L_x – довжина холостого ходу, м (рис. 2).

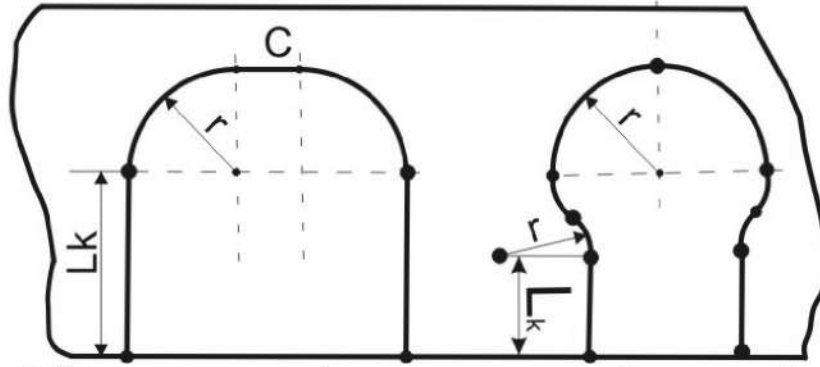


Рис. 2. Схема виконання напівкруглого та грушоподібного способу руху в зоні розворотів поліси [19]

Fig. 2. Chart performance semicircular and pear-way traffic in the area topping band [19]

Схема з визначення довжини холостого ходу для різних способів руху приведена на рис. 2. Умова та формули з визначення параметрів для напівкруглого та грушоподібного способів руху агрегату приведені в табл. 1.

Таблиця. 1. Визначення умов вибору способу руху агрегату на холостому ході та його параметрів

Table. 1. Determining the conditions of the unit selection method idling and its parameters

Спосіб руху	Умова виконання	Проміжні параметри траєкторії руху	Довжина траєкторії руху
1	2	3	4
Напівкруглий	при $2 \cdot r \leq B$	$2 \cdot r = B \rightarrow C = 0$ $2 \cdot r < B \rightarrow C = B - 2 \cdot r$	$L_x = 2 \cdot L_k + 2 \cdot r + C$ (12)
Грушоподібний	при $2 \cdot r > B$	-	$L_x = 2 \cdot L_k + 2 \cdot r + 4 \cdot \frac{\pi \cdot r \cdot \arccos\left(1 - \frac{2r-B}{4r}\right)}{180}$ (13)

Визначивши рівняння (9-11), далі розрахуємо коефіцієнт робочого часу:

$$\tau = \frac{T_p}{T_p + T_x} = \frac{1}{1 + \frac{T_x}{T_p}}, \quad (14)$$

та продуктивність посівного комплексу:

$$W_{cm} = 0.1 \cdot B \cdot \vartheta_p \cdot 3,6 \cdot \tau. \quad (15)$$

Ефективність роботи посівного комплексу визначаємо за критерієм найменших приведених витрат енергії Q , МДж/га:

$$Q \rightarrow \min, \quad (16)$$

$$Q_i = \frac{N_n \cdot T_p + N_x \cdot T_x}{W_{cm} \cdot (T_p + T_x)}, \quad (17)$$

де N_n – номінальна потужність енергозасобу, Вт.

$$N_n = \frac{N_{кпл}}{1 - \delta_i} + N_{BOM}. \quad (18)$$

З метою автоматизації процесу оцінки складено блок-схему алгоритму рис. 3 з розрахунку ефективності компонок посівних комплексів.

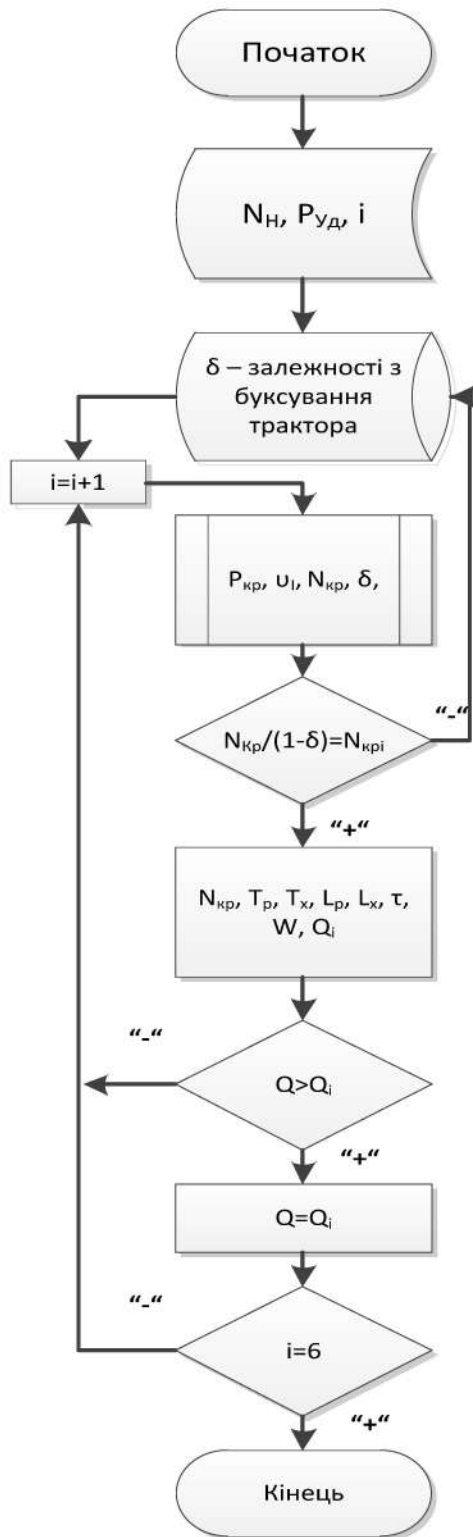


Рис. 3. Блок-схема алгоритму з розрахунку ефективності функціонування посівних комплексів за різними схемами компоновок

Fig. 3. Block diagram of the algorithm of calculating the efficiency of drill configurations on different paths

Компоновка БФА

Потужність енергозасобу, кВт	<input type="text" value="200"/>
Ширина БФА, м	<input type="text" value="6"/>
Варіант компоновки 1...6	<input type="text" value="4"/>
Агрофон 1-2	<input type="text" value="2"/>
Тип ходової системи 1...3	<input type="text" value="1"/>

Результати

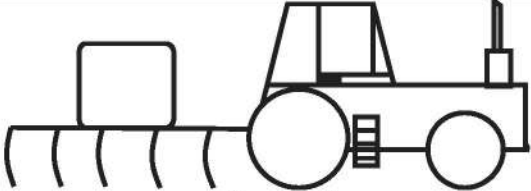
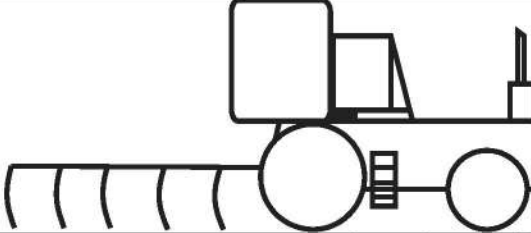
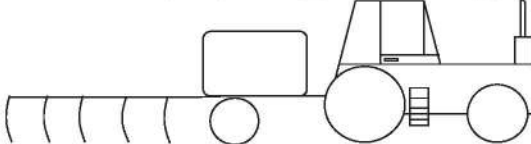

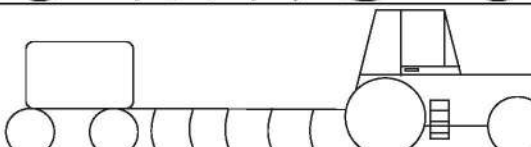
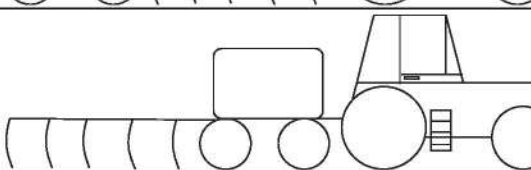
Q= 272627.693339953 Nкр= 176.419782994221
 Pкр= 44859.8452957345 V= 3.93268817204316
 fi= .114342748264342 X= .373832044131121

Рис.4. Скріншот програми з розрахунку ефективності компонованих рішень ґрунтообробно-посівних комплексів

Fig. 4. Screenshot of the program on the basis of efficiency layout decision-tillage sowing complexes

Та розроблено програму на мові програмування VBA рис. 4. і отримано наступні результати (табл. 2).

Таблиця. 2. Результати моделювання функціонування ґрунтообробно-посівного комплексу
Table. 2. Results of the simulation operation Ground-seed complex

№, п/п	Варіант компоновки	Приведені витрати енергії, Q, МДж/га	Відхилення від базового варіанту, %
1		290	0
2		275	-5,2
3		278	-4,1
4		306	+5,5
5		297	+2,4
6		286	+1,4

Висновок. Як бачимо з табл. 2, за енергоефективністю переваги у варіантів компоновки, коли технологічна ємність максимально наближена до трактора, або розміщується на ньому (275 і 278МДж/га, варіанти 2,3). Ця обставина була врахована при складанні структурно функціональних схем агрегатів, що мають розроблятися.

Після ранжування результатів було отримано рейтингові місця для різних варіантів схем компоновок ґрунтообробно-посівного комплексу: 1 місце – 2-й варіант з розташуванням бункеру на енергозасобі (275

МДж/га), 2 місце – 3-й варіант з розташуванням бункеру зразу за енергозасобом та частковим перенесенням ваги на нього (278 МДж/га), 3 місце – 1-й варіант з розташуванням бункеру на ґрунтообробно-удобрювально-посівній секції (290 МДж/га), 4 місце – 6-й варіант з розташуванням бункеру поза енергозасобом без часткового перенесення ваги на нього (286 МДж/га), 5 місце – 5-й варіант з розташуванням бункеру поза ґрунтообробно-удобрювально-посівною секцією без часткового перенесення ваги на неї (297 МДж/га), 6 місце – 4-й варіант з

розташуванням бункеру поза ґрунтообробно-удобрювально-посівною секцією та частковим перенесенням ваги на неї (306 МДж/га).

Бібліографія

1. Завора В. А. К вопросу обоснования рационального варианта почвообрабатывающего посевного комплекса агропредприятия / В. А. Завора, С. Б. Выставкин // Технологии и средства механизации сельского хозяйства – Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – №2.–2010. – С.66-69.

2. Сидорчук О. В. Методика формування державних цільових програм розвитку сільськогосподарського виробництва / О. В. Сидорчук, А. М. Тригуба // Міжвід. темат. наук.зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». Випуск 99, Том 2. – Глеваха, 2014. – С.452-462.

3. Адамчук В. В Матеріально-технічна база галузі рослинництва України: стан та перспективи розвитку / В. В. Адамчук, М. І. Грицишин, Н. М. Перепелиця // Механізація і електрифікація сільського господарства : [загальнодержавний збірник]. – Глеваха, 2016. – Вип. №2(101). – С. 246-254.

4. Сидорчук О. В. Обґрунтування структури процесу визначення концептуального плану програм (портфелів) проектів / О. В. Сидорчук, А. М. Тригуба, Л. Л. Сидорчук, В. В. Бондаренко // Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – 2013. – №17. – С.3-10.

5. Сидорчук О.В. Концептуальні засади розвитку ринку технічного сервісу сільськогосподарського виробництва / О. В. Сидорчук // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 8. – С. 48–52.

6. Сидорчук А. Проектно-технологические предпосылки управления аграрным производством на основе ИТ-технологий / А. Сидорчук // MOTROL Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin-Rzeszow, Vol.18, №3. - 2016. – С. 31-40.

7. Адамчук В. В. Системно-проектные основания управления парком машин сельскохозяйственных товаропроизводителей / В. В. Адамчук, А.В. Сидорчук, В.Г. Мироненко // Вісник аграрної науки. – 2014. – № 11. – С. 33 – 39.

8. Адамчук В. В. Планування проектів вирощування культур на основі статистичного імітаційного моделювання / В.В. Адамчук, О.В. Сидорчук, П.М. Луб [та ін.]. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2014. – 224 с.

9. Грицишин М.І. Техніко-економічна оцінка технологічних комплексів машин для органічного виробництва продукції рослинництва / М. І. Грицишин, Р. Б. Кудринський, М. Г. Цибуля, Н. М. Коньок, І.О. Недвига // Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 99, Т.1 – Глеваха, 2014. – С. 140-150.

В подальшому розрахункова модель буде уточнена за повною структурою витрат для різних типорозмірів фермерських господарств.

10. Грицишин М. І. До техніко-економічного аналізу показників енергонасиченої техніки / М. І. Грицишин, Р. Б. Кудринський, М. Г. Цибуля // Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 99, Т.2 – Глеваха, 2014. – С. 124-133.

11. Кудринський Р. Б. Обґрунтування технологічної потреби і наявності зернозбиральної техніки в умовах Донецької області / Р. Б. Кудринський, С. П. Степаненко, М. І. Уваров, І. І. Махмудов // Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 97, Т.1 – Глеваха, 2013. – С. 489-495.

12. Кудринський Р. Б. Обґрунтування ефективних технологічних комплексів машин для виробництва продукції рослинництва в сільськогосподарських підприємствах / Р. Б. Кудринський, М. І. Грицишин // Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]. – 2015. – Випуск №1(100) [ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, 2015. – С. 250-259.

13. Грицишин М. І. Методологічні основи комплектування МТП аграрних підприємств в умовах обмеженого ресурсного забезпечення / М. І. Грицишин // Наук. зб. Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. 99 Том 2. Глеваха, 2014. – С. 392-400.

14. Сидорчук О. В. Оптимальне управління розвитком машинно-тракторного парку / О. В. Сидорчук, І. В. Головач, В. В. Яременко, Я. Новак, Є. Красовський // Механізація та електрифікація сільського господарства / ННЦ «ІМЕСГ». – Глеваха, 2012. – Вип. 96. – С. 362-368.

15. Сидорчук О. В. Техніко-технологічні основи інженерії рільництва / О. В. Сидорчук // Механізація і електрифікація сільського господарства : [загальнодержавний збірник]. – Глеваха, 2015. – Вип. №1(100). – С. 21-30.

16. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В. В. Адамчука, М. І. Грицишина. – К.: Аграр. наука, 2012. – 416 с.

17. Красовских В. С. Безразмерная эксплуатационная потенциальная характеристика комбинированного почвообрабатывающего посевного агрегата /В. С. Красовских, В. В. Щербинин, В. В. Лакшинский// Технологии и средства механизации сельского хозяйства – Вестник Алтайского государственного аграрного университета.– №1.–2015.– С.132-139.

18. Кутьков Г. М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства – М.: Колос. – 2004. — 504с.:ил.

19. Сербій В. К. Підвищення ефективності функціонування машинно-тракторних агрегатів з

розробкою геоінформаційних моделей полів: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11. – Харків, 2011. – 182с.

20. Фортуна В. И. Эксплуатация машинно-тракторного парка / В. И. Фортуна. – М.: Колос. – 1979. – 375 с.

Reference

1. Zavora V. A. K voprosu obosnovaniya racional'nogo varianta pochvoobrabatyvayushchego posevnogo kompleksa agropredpriyatiya / V. A. Zavora, S. B. Vystavkin // Tekhnologii i sredstva mekhanizatsii sel'skogo hozyajstva – Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – №2.–2010.– S.66-69.

2. Sidorchuk O. V. Metodika formuvannya derzhavnih cilovih program rozvitku silskogospodarskogo virobництва / O. V. Sidorchuk, A. M. Triguba // Mizhvid. temat. nauk.zb. «Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva». Vipusk 99, Tom 2. – Hlevakha, 2014. – S.452-462.

3. Adamchuk V. V Materialno-tekhnichna baza galuzi roslinnictva Ukraïni: stan ta perspektivi rozvitku / V. V. Adamchuk, M. I. Gricishin, N. M. Perepelicya // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya silskogo gospodarstva : [zagalnoderzhavnij zbirnik]. – Hlevakha, 2016. – Vip. №2(101). – S. 246-254.

4. Sidorchuk O. V. Obruntuvannya strukturi procesu viznachennya konceptual'nogo planu program (portfeliv) proektiv / O. V. Sidorchuk, A. M. Triguba, L. L. Sidorchuk, V. V. Bondarenko // Visnik Lvivskogo derzhavnogo agrarnogo universitetu: Agrozhenerni doslidzhennya. – 2013. – №17. – S.3-10.

5. Sidorchuk O.V. Konceptualni zasadi rozvitku rinku tekhnichnogo servisu silskogospodarskogo virobництва / O. V. Sidorchuk // Visnik agrarnoy nauki. – 2014. – № 8. – S. 48–52.

6. Sidorchuk A. Proektno-tekhnologicheskie predposylki upravleniya agrarnim proizvodstvom na osnove IT-tekhnologij / A. Sidorchuk // MOTROL Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin-Rzeszow, Vol.18, №3. - 2016. – S. 31-40.

7. Adamchuk V. V. Sistemno-proektnye osnovaniya upravleniya parkom mashin selskohozyajstvennyh tovaroproizvoditelej / V. V. Adamchuk, A. V. Sidorchuk, V. G. Mironenko // Visnik agrarnoy nauki. – 2014. – № 11. – S. 33 – 39.

8. Adamchuk V. V. Planuvannya proektiv viroshchuvannya kultur na osnovi statistichnogo imitacijnogo modelyuvannya / V. V. Adamchuk, O. V. Sidorchuk, P. M. Lub [ta in.]. – Nizhin: Vidavec. PP: Lisenko M. M., 2014. – 224 s.

9. Gricishin M. I. Tekhniko-ekonomichna ocinka tekhnologichnih kompleksiv mashin dlya organichnogo virobництва produktsii roslinnictva / M. I. Gricishin, R. B. Kudrineckij, M. G. Cibulya, N. M. Konok, I. O. Nedviga // Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vipusk 99. T.1 – Hlevakha, 2014. – S. 140-150.

10. Gricishin M. I. Do tekhniko-ekonomichnogo analizu pokaznikov energonasichenoy tekhniki /

M. I. Gricishin, R. B. Kudrineckij, M. G. Cibulya // Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vipusk 99. T.2 – Hlevakha, 2014. – S. 124-133.

11. Kudrineckij R. B. Obruntuvannya tekhnologichnoi potrebi i nayavnosti zernozbirnoy tekhniki v umovah Doneckoi oblasti / R. B. Kudrineckij, S. P. Stepanenko, M. I. Uvarov, I. I. Mahmudov // Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vipusk 97. T.1 – Hlevakha, 2013. – S. 489-495.

12. Kudrineckij R. B. Obruntuvannya effektivnih tekhnologichnih kompleksiv mashin dlya virobництва produktsii roslinnictva v silskogospodars'kih pidpriemstvakh / R. B. Kudrineckij, M. I. Gricishin // Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva: [zagalnoderzhavnij zbirnik]. – 2015. – Vipusk №1 (100) [NNC «IMESG»]. – Hlevakha, 2015. – S. 250-259.

13. Gricishin M. I. Metodologichni osnovi komplektuvannya MTP agrarnih pidpriemstv v umovah obmezhenogo resursnogo zabezpechennya / M. I. Gricishin // Nauk. zb. Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vip. 99 Tom 2. Hlevakha, 2014. – S. 392-400.

14. Sidorchuk O. V. Optimalne upravlinnya rozvitkom mashinno-traktornogo parku / O. V. Sidorchuk, I. V. Golovach, V. V. Yaremenko, Y. A. Novak, E. Krasovskij // Mekhanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva / NNC «IMESG». – Hlevakha, 2012. – Vip. 96. – S. 362-368.

15. Sidorchuk O. V. Tekhniko-tekhnologichni osnovi inzhenerii rilnictva / O. V. Sidorchuk // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya silskogo gospodarstva : [zagalnoderzhavnij zbirnik]. – Hlevakha, 2015. – Vip. №1(100). – S. 21-30.

16. Sistema tekhniko-tekhnologichnogo zabezpechennya virobництва produktsii roslinnictva / za red. V. V. Adamchuka, M. I. Gricishina. – K.: Agrar. nauka, 2012. – 416 s.

17. Krasovskih V. S. Bezrazmernaya ekspluatatsionnaya potencialnaya harakteristika kombinirovannogo pochvoobrabatyvayushchego posevnogo agregata /V. S. Krasovskih, V. V. ShchHerbinin, V. V. Lakshinskij// Tekhnologii i sredstva mekhanizatsii sel'skogo hozyajstva – Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.– №1.–2015.– S.132-139.

18. Kutkov G. M. Traktory i avtomobili. Teoriya i tekhnologicheskie svoystva – M.: Kolos. – 2004. — 504 s.:il.

19. Serbiy V. K. Pidvishchennya effektivnosti funkcionuvannya mashinno-traktornih agregativ z rozrobkoyu geoinformacijnih modelej poliv: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.05.11. – Harkiv, 2011. – 182 s.

20. Fortuna V. I. Ekhsplyuatsiya mashinno-traktornogo parka / V. I. Fortuna. – M.: Kolos. – 1979. – 375 s.

Reference

1. Zavora V. A. On the question of justification of a rational variant tillage seeding machine agribusinesses / V. A. Zavora, S. B. Vystavkin // Technologies and means of mechanization of agriculture - Bulletin of the Altai State Agrarian universitet. - №2.-2010.- pp.66-69.
2. Sydorчук O. V. Methods of forming state programs of agricultural production / O. V. Sydorчук, A. M. Trigub // Interdepartmental theme science collection. "Mechanization and electrification of agriculture." Issue 99, Volume 2 - Hlevakha, 2014 - pp.452-462.
3. Adamchuk V. V. Material base crop Ukraine: state and prospects of development / V. V. Adamchuk, M. I. Grytsyshyn, N. M. Perepe-lytsya // Mechanization and electrification of agriculture [nationwide collection]. - Hlevaha, 2016 - Vol. №2 (101). - pp. 246-254.
4. Sydorчук A. V. Justification structure determination process conceptual plan programs (portfolios) projects / A. V. Sydorчук, A. M. Triguba, L. L. Sydorчук, V. Bondarenko // Bulletin of Lviv State Agrarian University: Ag Engineering studies. - 2013. - №17. - pp.3-10.
5. Sydorчук A. V. Conceptual bases of development of the agricultural technical service / O. V. Sydorчук // Bulletin of Agricultural Science. - 2014. -№8. - pp. 48-52.
6. Sydorчук A. Design and technological conditions of agricultural production management based on IT technology / A. Sydorчук // MOTROL Commission of motorization and energetics in agriculture. - Lublin-Rzeszow, Vol.18, №3. - 2016. - pp. 31-40.
7. Adamchuk V. V. System-design base fleet management machinery agricultural producers / V. V. Adamchuk, A. V. Sydorчук, V. G. Mironenko // News of Agrarian Sciences. - 2014. - № 11. - pp. 33 - 39.
8. Adamchuk V. V. Planning projects cultivation based on the statistical simulation modeling / V. V. Adamchuk, O. V. Sydorчук, P.M. Lub [et al.]. - Nizhin: Publisher PE Lysenko M., 2014. - 224 p.
9. Grytsyshyn M. I. Techno-economic assessment of technological systems of machines for organic crop production / M. I. Grytsyshyn, R. B. Kudrynetskyy, M. G. Cibulja, N. M. Konek, I. A. Nedviga // Mechanization and electrification of agriculture. Vol.1 Issue 99 - Hlevakha, 2014. - pp. 140-150.
10. Grytsyshyn M. I. To feasibility analysis of indicators of energy-technology / M. I. Grytsyshyn, R. B. Kudrynetskyy, M. G. Cibulja // Mechanization and electrification of agriculture. Vol.2 Issue 99 - Hlevakha, 2014. - pp. 124-133.
11. Kudrynetskyy R. B. Justification technological needs and availability of harvesting technology in terms Donetsk region / R. B. Kudrynetskyy, S. P. Stepanenko, M. I. Uvarov, I. Makhmudov // Mechanization and electrification of agriculture. Vol.1 Issue 97 - Hlevakha, 2013. - pp. 489-495.
12. Kudrynetskyy R. B. Justification effective technological machinery for crop production in agricultural enterprises / R. B. Kudrynetskyy, M. I. Grytsyshyn // Mechanization and electrification of agriculture [nationwide collection]. - 2015. - Issue №1 (100) [NSC "IEAA"]. - Hlevakha, 2015. - pp. 250-259.
13. Gritsishin M. I. Basics of Metodologichni komplektuvannya ICC agrarian minds of companies in obmezhеного resource zabezpechennya / M. I. Gritsishin // Science. ST. Mehanizatsiya that elektrifikatsiya silskogo Gospodarstva. Vip. 99 Volume 2, Hlevakha, 2014. - pp. 392-400.
14. Sydorчук A. V. Optimum development management tractor fleet / O. V. Sydorчук, I. V. Golovach, V. V. Yaremenko, J. Novak, E. Krasovsky // Mechanization and electrification of agriculture / NSC "IEAA." - Hlevakha, 2012. - Vol. 96. - pp. 362-368.
15. Sydorчук A. V. Technical and technological bases of engineering Farming / A. V. Sydorчук // Mechanization and electrification of agriculture [nationwide collection]. - Hlevakha, 2015. - Vol. №1 (100). - pp. 21-30.
16. The system of technical and technological support crop production / Ed. V. Adamchuk, M. I. Grytsyshyn. - K. : Agrar. Science, 2012. - 416 p.
17. Krasouskayas V. S. Dimensionless potential operational characteristics of the combined tillage sowing unit / B. S. Krasovsky, V. V. Shcherbinin, V. V. Lakshinsky // Technologies and means of mechanization of agriculture - Bulletin of the Altai State Agrarian universiteta.- №1.-2015.- pp.132-139.
18. Kutkov G. M. Cars and tractors. Theory and technological properties. - M. : Kolos. - 2004. . - 504 p: il.
19. Serbs V. K. Improving the efficiency of machine and tractor units with developing GIS models fields: Dis. ... Candidate. Sc. Sciences: 05.05.11. - Kharkiv, 2011. - 182 p.
20. Fortune V. I. Operation tractor fleet / V. I. Fortuna. - M. : Kolos. - 1979. - 375 p.