

УДК 631.152.2:631.153.5:631.173

Щодо науково-методичних засад визначення техніко-експлуатаційних показників машинно-тракторних агрегатів

Кудринський Р. Б., к.т.н., с.н.с., завідувач відділу ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства», e-mail: kudsl@ukr.net

Анотація

Мета. Підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва та зменшення енергозатрат за рахунок гармонізації параметрів технічного забезпечення аграрних підприємств з умовами функціонування технічних засобів у різних системах землеробства.

Методи. Методологічною основою досліджень є базові положення землеробської механіки, науково-методичні розробки вітчизняних і зарубіжних вчених із проблем аграрної інженерії, економічної ефективності виробних процесів у агропромисловому виробництві та комплексів машин для їх реалізації, основні положення системотехніки та системотології, методи статистики та обробки експериментальних даних, теорії масового обслуговування, лінійного програмування, факторного аналізу.

Результати. Розкрито науково-методичні засади визначення техніко-експлуатаційних показників машинно-тракторних агрегатів.

Використання запропонованих математичних моделей з визначення експлуатаційних параметрів технічних засобів під задані обсяги та технології виробництва продукції рослинництва забезпечить раціональне комплектування технологічних комплексів машин і раціональну структуру машинно-тракторного парку господарства та підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва.

Встановлено, що в господарстві з площею посіву озимої пшениці 1000 га в зоні Лісостеп, можливе застосування одного трактора потужністю 298,6 кВт з відповідною дисковою бороною, двох тракторів – 176,5 кВт або шести тракторів –

87,5 кВт, при цьому енергонасиченість операції буде складати, відповідно, 0,299 кВт; 0,353 кВт, 0,525 кВт.

Розроблена концептуальна модель «поле-культура-МТА», яка ґрунтується на принципах та концепції системотехніки, а також положеннях управління змістом та часом за мінливих характеристик проектного середовища, уможливила обґрунтування узагальненого алгоритму визначення системних функціональних показників проектів виконання робіт, що є основою планування роботи машинних агрегатів під час вирощування продукції рільництва.

Висновки

1. Обґрунтування набору техніки та її ефективне використання на сучасному рівні агропромислового виробництва необхідно розглядати окремо для кожного сільськогосподарського підприємства з його особливими природно-кліматичними умовами та наявними ресурсами в єдиному системному взаємозв'язку: посівні площі → система сівозмін → попередник → культура → технологія → механізована технологічна операція → сільськогосподарська машина чи знаряддя → енергетичний засіб → машинний агрегат → комплекс машин → парк машин.

2. Повне використання конструкційної ширини захвату агрегату, раціональне використання середньозмінної швидкості його руху та робочого часу зміни дає можливість підвищити змінну продуктивність тракторних агрегатів.

Ключові слова: технологія, технічний засіб, технологічний комплекс, машинно-тракторний агрегат, модель, чинники, алгоритм.

UDK 631.152.2:631.153.5:631.173

Concerning scientific and methodological principles of determining the technical and operational indices of machine-tractor aggregates

Kudrinetsky R. B., Ph.D., senior scientist, head of the department of NSC "Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture", e-mail: kudsl@ukr.net

Annotation

Purpose. Increasing the efficiency of crop production and reducing energy costs by harmonizing the parameters of technical support of agrarian enterprises with the conditions of functioning of technical means in different agricultural systems.

Methods. The methodological basis of research is the basic provisions of agricultural mechanics, scientific and methodological developments of domestic and foreign scientists on problems of agrarian engineering, economic efficiency of production processes in agro-industrial production and machine complexes for their realization, the main provisions of system engineering and systemology, methods of statistics and the processing of experimental data, the theory of mass servicing, linear programming, factor analysis.

Results. The scientific and methodical principles of determination of technical and operational indices of machine-tractor aggregates are revealed.

Using the proposed mathematical models for determining the operational parameters of technical means for the given volumes and technologies of production of crop production will ensure a rational assembly of technological complexes of machines and a rational structure of the machine-tractor park of the economy and increase the efficiency of production of crop production.

It was established that in an economy with a winter wheat crop area of 1000 hectares in the forest-steppe zone, one tractor with a power output of 298.6 kW with a suitable disc harrow can be used, two

tractors – 176.5 kW or six tractors – 87.5 kW, with this the energy-stability of the operation will accordingly be 0,299 kW; 0,353 kW, 0,525 kW.

A conceptual model «field-culture-MTA», based on the principles and concepts of system engineering, as well as provisions of content and time management for the changing characteristics of the project environment, has been developed, it has been possible to substantiate the generalized algorithm for determining the system functional indicators of the projects of execution of works that are the basis of planning the work of machine aggregates during the growing of arable crops production.

Conclusions

1. The justification of the set of techniques and their effective use at the current level of agro-industrial production should be considered separately for each agricultural enterprise with its special climatic conditions and available resources in a single system interconnection: crop areas → crop rotation system → precursor → culture → technology → mechanized technological operation → agricultural machine or implements → power tool → ma-bus unit → machine complex → park of machine.

2. The full utilization of the structural width of the unit's capture, the rational use of the average speed of its movement and the working time of the changes allows to increase the variable productivity of tractor units.

Keywords: technology, technical means, technological complex, machine-tractor aggregate, model, factors, algorithm.

УДК 631.152.2:631.153.5:631.173

К вопросу научно-методических основ определения технико-эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов

Кудринский Р. Б., к.т.н., с.н.с., заведующий отделом, ННЦ «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства», e-mail: kudsl@ukr.net

Аннотация

Цель. Повышение эффективности производства продукции растениеводства и уменьшения энергозатрат за счет гармонизации параметров технического обеспечения аграрных предприятий с условиями функционирования технических средств в различных системах земледелия.

Методы. Методологической основой исследований являются базовые положения земледельческой механики, научно-методические разработки отечественных и зарубежных ученых по проблемам аграрной инженерии, экономической эффективности поделочных процессов в агропро-

мышленном производстве и комплексов машин для их реализации, основные положения системотехники и системотологии, методы статистики и обработки экспериментальных данных, теории массового обслуживания, линейного программирования, факторного анализа.

Результаты. Раскрыты научно-методические основы определения технико-эксплуатационных показателей машинно-тракторных агрегатов.

Использование предложенных математических моделей по определению эксплуатационных параметров технических средств под заданные объемы и технологии производства продукции растениеводства обеспечит рациональное ком-

плектование технологических комплексов машин и рациональную структуру машинно-тракторного парка хозяйства и повышения эффективности производства продукции растениеводства.

Установлено, что в хозяйстве с площади посева озимой пшеницы 1000 га в зоне Лесостепи, возможно применение одного трактора мощностью 298,6 кВт с соответствующей дисковой бороной, двух тракторов – 176,5 кВт или шести тракторов - 87,5 кВт, при этом энергонасыщенность операции будет составлять, соответственно, 0,299 кВт; 0,353 кВт, 0,525 кВт.

Разработана концептуальная модель «поле-культура-МТА», основанной на принципах и концепции системотехники, а также положениях управления содержанием и тем за меняющихся характеристик проектной среды, сделала обоснование обобщенного алгоритма определения системных функциональных показателей проектов производства работ, является основой планирования работы машинных агрегатов во время выращивания продукции растениеводства.

Выводы

1. Обоснование набора техники и ее эффективное использование на современном уровне агропромышленного производства необходимо рассматривать отдельно для каждого сельскохозяйственного предприятия с его особыми природно-климатическими условиями и имеющимися ресурсами в единой системной взаимосвязи: посевные площади → система севооборотов → предшественник → культура → технология → механизированная технологическая операция → сельскохозяйственная машина или орудие → энергетическое средство → машинный агрегат → комплекс машин → парк машин.

2. Полное использование конструкционной ширины захвата агрегата, рациональное использование среднесменной скорости его движения и рабочего времени смены дает возможность повысить сменную производительность тракторных агрегатов.

Ключевые слова: технология, техническое средство, технологический комплекс, машинно-тракторный агрегат, модель, факторы, алгоритм.

Постановка проблеми. Останніми роками у технології виробництва сільськогосподарської продукції відбуваються кардинальні зміни, інноваційна концепція розвитку агротехнологій полягає у зниженні енерго- та ресурсомісткості технологічних операцій, біологізації землеробства, оптимізації термінів виконання передбаченого комплексу операцій, забезпеченні екологічності виробництва.

Сучасні процеси виробництва сільськогосподарської продукції характеризуються високим рівнем механізації та автоматизації і спрямовуються на створення

сприятливих умов життєдіяльності рослин і ґрунтових мікроорганізмів. Техніка, що використовується для механізації цих процесів, є наукоємною, а її вартість постійно зростає.

Високий рівень технологій виробництва сільськогосподарської продукції, технічна досконалість і висока вартість техніки потребують високого рівня управління використанням технічної бази, зменшення частки матеріальних та енергетичних витрат у собівартості сільськогосподарської продукції.

За наявності великого різноманіття кліматичних та організаційно-економічних умов функціонування аграрних підприємств, високої вартості енергетичних ресурсів та техніки пошук оптимальних для кожного господарюючого суб'єкта рішень з комплектування машинно-тракторного парку є надзвичайно актуальною задачею, розв'язання якої є підставою для створення енергоощадних і конкурентоспроможних виробництв.

У зв'язку з означеним, була висунута робоча гіпотеза, суть якої полягає у тому, що гармонізація експлуатаційних показників технологічних комплексів машин у різних системах землеробства дасть змогу підвищити ефективність комплектування і використання машинних систем.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасні тенденції розвитку технологій передбачають виконання технологічних операцій в чітко визначені агротехнікою терміни, що забезпечує створення сприятливих умов для росту та розвитку рослин і формування врожаю.

За дослідженнями авторів [1], своєчасне виконання всіх робіт у кращі агротехнічні строки та пов'язана з цим урожайність сільськогосподарських культур у великій мірі залежать від забезпечення господарства всіма необхідними машинами. Від складу парку, оснащеності господарства новою технікою залежать також і затрати на виробництво продукції. Тому в усіх господарствах велику увагу приділяють визначенню найбільш раціонального складу парку стосовно до конкретних умов експлуатації техніки.

Пошук раціональних рішень під час планування механізованих робіт у сільськогосподарських підприємствах - одна із найскладніших задач, оскільки під час вирішення необхідно враховувати природні умови, виробничо-економічні чинники, біологічні та агротехнологічні особливості вирощування

сільськогосподарських культур в їх сукупності з іншими культурами сівозміни.

Наявність сучасних електронно-обчислювальних засобів, систем управління базами даних і прикладних програм дала можливість науковцям розробляти та вдосконалювати математичне і програмне забезпечення автоматизованих систем економіко-математичного моделювання сільськогосподарських виробничих процесів, планування механізованих робіт, визначення потреби сільськогосподарських підприємств у техніці та оптимізації машинно-тракторного парку. Цій темі присвячено ряд робіт, виконаних у попередні роки, як в ННЦ «ІМЕСГ», так і в інших наукових установах [1–8].

В основному для розв'язання задачі «планування механізованих робіт і оптимізації МТП» використовують математичну модель, яку розв'язують методом лінійного програмування [9, 10]. Розв'язування такої задачі дозволяє оптимізувати машинно-тракторний парк за критеріями мінімуму питомих експлуатаційних затрат.

Техніко-економічний аналіз як технологія обґрунтування рішень базується на сукупності сучасних методів і прийомів аналізу зав'язків, оцінки ситуації та вибору ефективних напрямків удосконалення виробництва. Найбільш поширені в інженерній практиці методи і прийоми наведені на рисунку 1.



Рис. 1. Види методів і прийомів техніко-експлуатаційного аналізу технологічних систем [11]

Fig. 1. Types of methods and techniques of technical and operational analysis of technological systems [11]

Розглянемо їх суть і можливості застосування у сфері експлуатації сільськогосподарської техніки.

Порівняння дає важливу інформацію для загальної оцінки технічного рівня і показників функціонування систем. Порівняння альтернативних варіантів використовується в задачах вибору раціонального

варіанту. При цьому порівняння проводиться за величиною прийнятого критерію. Наприклад, вибір раціональної робочої передачі трактора при роботі МТА може здійснюватися на основі порівняння величини ступеню використання тягового зусилля на різних передачах у діапазоні агротехнічно допустимих швидкостей.

Важливим прийомом упорядкування та аналізу множини статистичних даних є групування. Цей прийом передбачає виділення якісно однорідних груп даних за характерними ознаками для подальшого виявлення взаємозв'язків між окремими факторами та основними показниками. Наприклад, групування полів за нормоутворюючими факторами (площа, довжина гону, рельєф, наявність перешкод та ін.) дозволяє встановити

вплив польових умов на техніко-економічні показники роботи МТА.

В аграрному виробництві на кінцеві показники впливає сумісна дія багатьох факторів, тому для оцінки ролі окремого фактору широко використовують прийом елімінування.

Елімінування можна здійснити шляхом ланцюгових підстановок. Схема цього прийому для найпростішої двофакторної залежності наведена в таблиці 1 [11].

Таблиця 1. Загальна схема ланцюгових підстановок
Table 1. General scheme of chain substitutions

Підстановка	Фактори		Функція	Вплив фактору
	x_1	x_2	y	
Нульова (базисні дані)	x_{10}	x_{20}	y_0	-
Перша	$x_{1\phi}$	x_{20}	y_1	$y_1 - y_0$
Друга	$x_{1\phi}$	$x_{2\phi}$	y_2	$y_2 - y_1$

Баланс відхилень визначають за формулою [11]:

$$(y_1 - y_0) + (y_2 - y_1) = (y_\phi - y_0),$$

де y_0 і y_ϕ – базисне (планове) і фактичне значення функції, тобто узагальнюючого показника.

Основною умовою застосування цього прийому є наявність прямої чи оберненої пропорційної залежності між величинами, що досліджуються. Число підстановок відповідає числу факторів, що входять у розрахункову формулу.

Спостереження є ефективним прийомом виявлення резервів безпосередньо в ході виробництва. У машиновикористанні широко застосовують хронометражні спостереження, які дозволяють вивчити структуру робочого часу, величину витрат палива, виявити організаційні резерви підвищення ефективності праці.

Графоаналітичні методи передбачають подання інформації у вигляді таблиць, а також графічного зображення аналітичних даних. Особливою формою графічного зображення послідовності виробничих процесів є сіткові графіки, аналіз яких дозволяє виявити напружені періоди робіт, резерви часу, встановити потребу і зайнятість техніки.

Поглиблене вивчення закономірностей виробничого процесу, зв'язків між факторами і узагальнюючими показниками здійснюється з використанням економіко-математичних методів. До цієї групи методів відносять математичне моделювання виробничих процесів, яке базується переважно на детер-

мінованих функціональних моделях, математичне програмування (лінійне, динамічне, стохастичне та ін.), дисперсійний і кореляційно-регресійний аналізи.

Економіко-математична модель задачі обґрунтування раціонального складу МТП містить у собі функцію мети або критерій оптимізації й обмеження, що обумовлені умовами задачі. Серед множини факторів, що впливають на стан складної динамічної системи, яку визначає поставлена задача, за твердженнями різних авторів [6, 13, 14] є: вимоги агротехніки до якості виконання операцій, які задаються умовами агротехніки виробництва відповідного виду продукції та приймаються сталими; календарні та агротехнічні терміни виконання робіт, які залежать від вирощуваної культури, стану поля, погодних умов і є змінними; вартість технічних засобів, яка зумовлює величину експлуатаційних затрат.

Мета. Таким чином, метою є підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва та зменшення енергозатрат за рахунок узгодження параметрів технічного забезпечення аграрних підприємств з умовами функціонування технічних засобів у різних системах землеробства.

Затрати праці, коштів, енергії та ін. на виконання даної технологічної операції можна визначити:

$$R_j^0 = \frac{r_{ij} \cdot \Theta_j}{W_{ij}}, \quad (1)$$

де R_j^0 – затрати на весь обсяг робіт на j -тій операції;

r_{ij} – годинні затрати при роботі i -того агрегату на j -тій операції;

Θ_j – обсяг робіт на j -тій операції, га (т);

W_{ij} – годинна продуктивність i -того агрегату на j -тій операції, га (т).

Обсяг робіт при виконанні j -тої операції дорівнює:

$$\Theta_j = S_k \cdot k_j, \quad (2)$$

де S_k – площа вирощування даної сільськогосподарської культури, га;

k_j – коефіцієнт, який враховує обсяг робіт на одиниці площі.

Встановивши, застосовуючи формулу (2), обсяг робіт Θ_j можна визначити годинні обсяги робіт (ϖ_j):

$$\varpi_j = \frac{S_k \cdot k_j}{T_j}, \quad (3)$$

де T_j – час, який відводиться на виконання j -тої операції.

Техніко-економічні та експлуатаційні характеристики енергетичних засобів, технологічні властивості сільськогосподарських машин й знарядь, а також природно-виробничі умови їх застосування визначають режими роботи i -тих машинних агрегатів на кожній j -тій операції.

Як показав аналіз умов застосування, продуктивність машинних агрегатів значною мірою залежить від множини факторів, обумовлених не тільки параметрами та режимами роботи самого агрегату (потужністю, шириною захвату, швидкістю й ін.), а ще й природно-виробничими умовами – розмірами поля, довжиною гону, кутом нахилу, типом ґрунтів, рівнем організації машиновикористання тощо.

Під час визначення продуктивності машинного агрегату, який працює у більш складних природно-виробничих умовах ніж типові, необхідно врахувати значення показників відповідності, що визначають різницю між реальними умовами господарства й типовими умовами та має градацію за складністю конфігурації полів, нерівномірністю рельєфу,

кам'янистістю й вологістю ґрунту, наявністю перешкод та висотою над рівнем моря.

У формалізованому вигляді коефіцієнт, який характеризує складність умов застосування машинних агрегатів, становитиме [12]:

$$k_{ск.у.} = k_{зв.} \cdot k_{пл.} \cdot k_{кз.} \cdot k_{нр.} \cdot k_{вл.} \cdot k_{вс.}, \quad (4)$$

де $k_{ск.у.}$ – коефіцієнт складності умов;

$k_{зв.}$ – коефіцієнт конфігурації поля;

$k_{пл.}$ – коефіцієнт ландшафту поля;

$k_{кз.}$ – коефіцієнт кам'янистості ґрунту;

$k_{нр.}$ – коефіцієнт наявності перешкод;

$k_{вл.}$ – коефіцієнт вологості ґрунту;

$k_{вс.}$ – коефіцієнт висоти над рівнем моря.

Таким чином знаючи годинні обсяги робіт і продуктивність машинних агрегатів можна визначити необхідну цілочислову кількість машинних агрегатів для виконання кожної технологічної операції:

$$\chi_{ij} = \text{int} \left(\frac{\varpi_j}{W_{ij}} \right) + 1. \quad (5)$$

Оцінку роботи машинних агрегатів проводимо за показниками приведених витрат, затрат робочого часу, витрат палива на гектар обробітку, тощо.

Основним напрямом розвитку науково-методичних засад визначення техніко-експлуатаційних показників агрегатів на основі моделювання є розробка алгоритму орієнтовного обґрунтування потреби сільськогосподарських виробників у техніці (рис. 2).

Даний алгоритм являє собою укрупнену модель, яка складається з 13 основних блоків.

Застосувавши запропоновані математичні моделі обґрунтовано параметри машинних агрегатів у залежності від виробничих проектів і визначено потребу сільськогосподарських виробників у техніці. Результати розрахунків ширини захвату технічних засобів, за якої роботи будуть виконані в допустимі агрономічними терміни на прикладі обробітку ґрунту, а саме: дискування для культури пшениця озима, яка вирощуватиметься в зоні Лісостепу, для різних площ і тривалості роботи агрегату впродовж доби наведено в таблиці 2.

Провівши розрахунку було визначено потужність та кількість енергозасобів, які можуть бути застосовані під час виконання операції дискування в залежності від виробничої програми та з відповідними параметрами дискових борін (рис. 2).

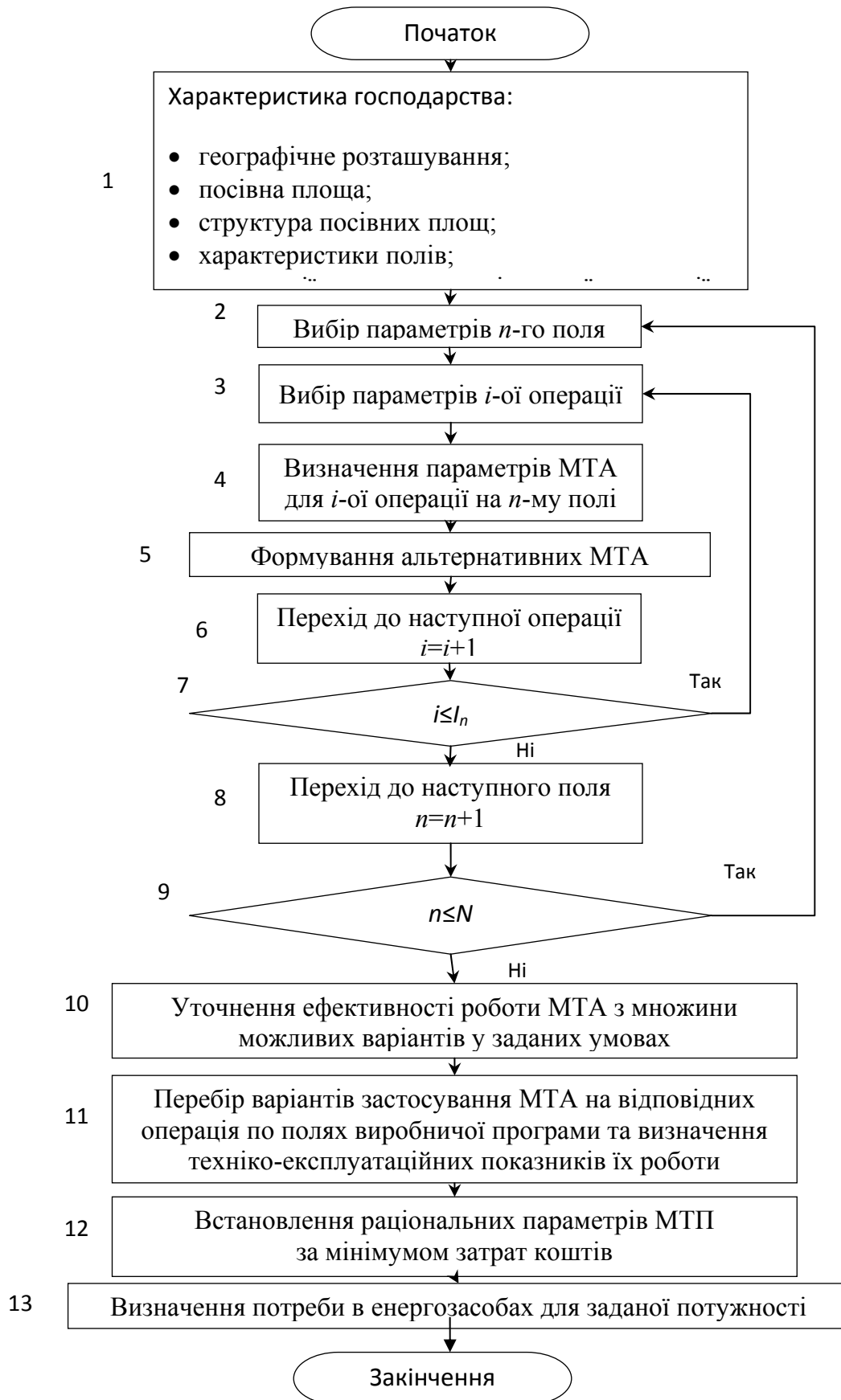


Рис. 2. Алгоритм орієнтовного обґрунтування потреби сільськогосподарських виробників у техніці

Fig. 2. Algorithm of indicative substantiation of the needs of agricultural producers in technics

Таблиця 2. Розрахункова та конструкційна ширина захвату дискового агрегату і їх необхідна кількість для виконання операції обробки ґрунту за різних обсягів робіт
Table 2. Estimated and structural width the disk aggregate capture and their required amount for performing the operation of soil cultivation for different volumes works

Площа поля, га	Розрахункова ширина захвату агрегату, м			Конструкційна ширина захвату машини, м			Кількість агрегатів, од.			Тяговий опір агрегату, кН		
	Кількість змін роботи МТА											
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
50	1,0	0,5	0,3	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0	5,9	5,9	5,9
150	2,9	1,5	1,0	3,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0	5,9	5,9	5,9
250	4,9	2,4	1,6	6,0	3,0	3,0	1,0	1,0	1,0	11,8	5,9	5,9
500	9,8	4,9	3,3	10,0	6,0	6,0	1,0	1,0	1,0	19,6	11,8	11,8
1000	19,6	9,8	6,5	10,0	10,0	8,0	2,0	1,0	1,0	19,6	19,6	15,7
1500	29,4	14,7	9,8	10,0	10,0	10,0	3,0	2,0	1,0	19,6	19,6	19,6
2000	39,2	19,6	13,1	10,0	10,0	10,0	4,0	2,0	2,0	19,6	19,6	19,6
2500	49,0	24,5	16,3	10,0	10,0	10,0	5,0	3,0	2,0	19,6	19,6	19,6
3000	58,7	29,4	19,6	10,0	10,0	10,0	6,0	3,0	2,0	19,6	19,6	19,6

Використовуючи графіки, що подані на рисунку 3, будь-який користувач може визначити, яку мінімально необхідну кількість енергозасобів певної потужності в залежності від площі посіву пшениці озимої на операції дискування йому треба мати, щоб забезпечити вимоги агротехніки до вирощування.

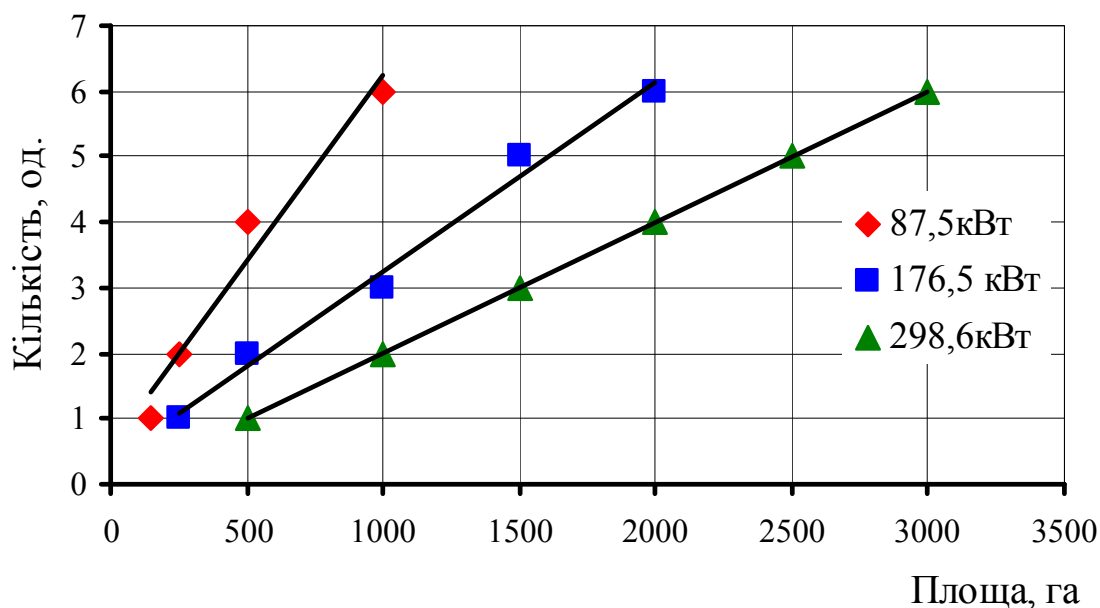


Рис. 3. Залежність кількісного складу енергозасобів за потужністю від площі виробництва озимої пшениці в зоні Лісостеп

Fig. 3. Dependence of the quantitative composition of energy resources on the capacity from the area of production of winter wheat in the forest-steppe zone

Так, наприклад, якщо у господарстві вирощують озиму пшеницю на площі 1000 га, тоді можливе застосування одного трактора потужністю 298,6 кВт з відповідною диско-

вою бороною, двох тракторів – 176,5 кВт та шести тракторів – 87,5 кВт, при цьому енергонасиченість операції буде складати, відповідно, 0,299 кВт; 0,353 кВт, 0,525 кВт.

Висновки

1. Обґрунтування набору техніки та її ефективне використання на сучасному рівні агропромислового виробництва необхідно розглядати окремо для кожного сільськогосподарського підприємства з його особливими природно-кліматичними умовами та наявними ресурсами в єдиному системному взаємозв'язку: посівні площі → система сівозмін → попередник → культура → технологія → механізована технологічна операція → сільськогосподарська машина чи знаряддя → енергетичний засіб → машинний агрегат → комплекс машин → парк машин.

2. Повне використання конструкційної ширини захвату агрегату, раціональне використання середньозмінної швидкості його руху та робочого часу зміни дає можливість підвищити змінну продуктивність тракторних агрегатів.

Бібліографія

1. Губко В. Р., Диденко Н. К., Финн Э. А. Использование системы машин в растениеводстве (на укр. яз.). К.: Урожай, 1977. 320 с.
2. Завалишин Ф. С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве. М.: Колос, 1973. 319 с.
3. Финн Э. А. Обоснования машинно-тракторного парка в хозяйстве. М.: Агропромиздат, 1985. 157 с.
4. Удосконалити детерміновану модель планування механізованих робіт в аграрних підприємствах, що функціонують в різних природно-виробничих умовах України. Виконати перевірку детермінованої моделі планування механізованих робіт на адекватність: звіт (проміжний): 33.01.00.01Ф/НААН. № ДР 0111U006975. / ННЦ «ІМЕСГ»; кер. М. І. Грицишин. Глеваха, 2012. 115 с.
5. Дослідити показники економічної ефективності технологічних комплексів машин для органічного виробництва продукції рослинництва на інноваційній основі в сільськогосподарських підприємствах, що функціонують в різних природно-виробничих умовах України: звіт (проміжний): 33.01.00.01Ф/НААН. № ДР 0111U006975./ ННЦ «ІМЕСГ»; кер. Р. Б. Кудринський. Глеваха, 2013. 92 с.

6. Оптимізація комплексів машин і структури машинно-тракторного парку та планування технічного сервісу / І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій, В. В. Марченко [та ін.]. К.: Видавничий центр НАУ, 2001. С. 5–47.

7. Діденко М. К. Експлуатація машинно-тракторного парку. К.: Вища школа, 1983. 147 с.

8. Ільченко В. Ю., Карасьов П. І., Лімонт А. С. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. К.: Урожай, 1993. 288 с.

9. Рихтер Дж. CLR via C#. Программирование на платформе Microsoft.NET Framework 2.0 на языке C# (2-е издание). М.: «Русская Редакция»; СПб.: Питер, 2006. 656 с.

10. Нортон Тони, Уилдермьюс Шон, Равен Билл. Основы разработки приложений на платформе Microsoft. NET Framework: учебный курс Microsoft (пер. с англ.). М.: «Русская Редакция»; СПб.: Питер, 2007. 864 с

11. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень / Ю. П. Нагірний, І. М. Бендера, С. Ф. Вольвак; за ред. Ю. П. Нагірного. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О. В., 2013. 264 с.

12. Сидорчук О. В., Сенчук С. Р. Інженерний менеджмент: системотехніка виробництва: навчальний посібник. Львів: ЛДАУ, 2006. 127 с.

13. Сидорчук О. В. Інженерія машинних систем: монографія. Львів: Добра справа, 2007. 263 с.

14. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка / Н. Э. Фере, В. З Бубнов, А. В. Еленев, Л. М. Пильщиков. М.: Колос, 1978. 256 с.

Bibliografia

1. Gubko V. R., Didenko N. K., Finn E. A. Ispol'zovaniye sistemy mashin v rasteniyevodstve (na ukr. yaz.). K.: Urozhay, 1977. 320 s.
2. Zavalishin F. S. Osnovy rascheta mekhanizirovannykh protsessov v rasteniyevodstve. M.: Kolos, 1973. 319 s.
3. Finn E. A. Obosnovaniya mashinno-traktornogo parka v khozyay-stve. M.: Agropromizdat, 1985. 157 s.

4. Udoskonalyty determinovanu model' planuvannya mekhanizovanykh robot v ahrarykh pidpryyemstvakh, shcho funktsionuyut' v riznykh pryrodno-vyrobnychyykh umovakh Ukrayiny. Vykonaty perevirku determinovanoyi modeli planuvannya mekhanizovanykh robot na adekvatnist': zvit (promizhnyy): 33.01.00.01F/NAAN. № DR 0111U006975. / NNTS «IMESH»; ker. M. I. Hrytsyshyn. Hlevakha, 2012. 115 s.

5. Doslidyty pokaznyky ekonomichnoyi efektyvnosti tekhnolohichnykh kompleksiv mashyn dlya orhanichnoho vyrobnytstva produktsiyi roslynnystva na innovatsiyiniy osnovi v sil's'kohospodars'kykh pidpryyemstvakh, shcho funktsionuyut' v riznykh pryrodno-vyrobnychyykh umovakh Ukrayiny: zvit (promizhnyy): 33.01.00.01F/NAAN. № DR 0111U006975. / NNTS «IMESH»; ker.: R. B. Kudrynets'kyy. Hlevakha, 2013. 92 s.

6. Optyimizatsiya kompleksiv mashyn i struktury mashynno-traktornoho parku ta planuvannya tekhnichnoho servisu / I. I. Mel'nyk, V. D. Hrechkosiy, V. V. Marchenko [ta in.]. K.: Vydavnychyy tsentr NAU, 2001. S. 5–47.

7. Didenko M. K. Ekspluatatsiya mashynno-traktornoho parku. K.: Vyscha shkola, 1983. 147 s.

8. Il'chenko V. YU., Karas'ov P. I., Limont A. S. Ekspluatatsiya mashynno-traktornoho parku v ahrarynomu vyrobnytstvi. K.: Urozhay, 1993. 288 s.

9. Rikhter Dzh. CLR via C#. Programirovaniye na platforme Microsoft.NET Framework 2.0 na yazyke C# (2-ye izdaniye). M.: «Russkaya Redaktsiya»; SPb.: Piter, 2006. 656 s.

10. Nortop Toni, Uilderm'yus Shon, Raven Bill. Osnovy razrabotki prilozheniy na platforme Microsoft.NET Framework: uchebnyy kurs Microsoft (per. s angl.). M.: «Russkaya Redaktsiya»; SPb.: Piter, 2007. 864 s.

11. Analiz tekhnolohichnykh system i obgruntuvannya rishen' / YU. P. Nahirnyy, I. M. Bendera, S. F. Vol'vak; za red. YU. P. Nahirnoho. Kamyans'k'-Podil's'kyy: FOP Sysyn O. V., 2013. 264 s.

12. Sydoruk O. V., Senchuk S. R. Inzhenernyy menedzhment: systemotekhnika vyrobnytstva: navchal'nyy posibnyk. L'viv: LDAU, 2006. 127 s.

13. Sydoruk O. V. Inzheneriya mashynnykh system: monohrafiya. L'viv: Dobra sprava, 2007. 263 s.

14. Posobiye po ekspluatatsii mashynno-traktornogo parka / N. E. Fere, V. Z. Bubnov, A. V. Yelenev, L. M. Pil'shchikov. M.: Kolos, 1978. 256 s.

Bibliography

1. Gubko V. R., Didenko N. K., Finn E. A. The use of a system of machines in plant growing (in Ukrainian). K.: Harvest, 1977. 320 p.

2. Zavalishin F. S. Fundamentals of the calculation of mechanized processes in plant growing. M.: Kolos, 1973. 319 p.

3. Finn E. A. Justifications of the machine and tractor fleet in the farm. M.: Agropromizdat, 1985. 157 p.

4. To improve the deterministic model of planning of mechanized works in agrarian enterprises operating in different natural and industrial conditions of Ukraine. Perform verification of the deterministic model of mechanization work planning on adequacy: report (intermediate): 33.01.00.01F / NAAS. No. DR 0111U006975. / NSC «IMESG»; manager. M. I. Gritsyshyn. Hlevakha, 2012. 115 p.

5. To study the indicators of economic efficiency of technological complexes of machines for organic production of crop production on an innovative basis in agricultural enterprises operating in different natural and industrial conditions of Ukraine: report (intermediate): 33.01.00.01F / NAAS. No. DR 0111U006975. / NSC «IMESG»; manager R. B. Kudrinetsky. Hlevakha, 2013. 92 p.

6. Optimization of machine complexes and structure of machine-tractor park and technical service planning / I. I. Melnyk, V. D. Grechkosii, V. V. Marchenko [and others]. K.: Publishing Center of NAU, 2001. P. 5–47.

7. Didenko M. K. Operation of a machine-tractor park. K.: Higher school, 1983. 147 p.

8. Ilchenko V. Yu., Karasev P. I., Lymont A. S. Exploitation of machine-tractor park in agricultural production. K.: Harvest, 1993. 288 p.

9. Richter J. CLR via C #. Programming on the Microsoft. NET Framework 2.0 in C #

(2nd edition). M.: "Russian Edition"; St. Petersburg: Peter, 2006. 656 p.

10. Nortop Tony, Wildermewes Sean, Raven Bill. Fundamentals of application development on the platform Microsoft.NET Framework: Microsoft Training Course (trans. with English). Moscow: "Russian Edition"; St. Petersburg: Peter, 2007. 864 p.

11. Analysis of technological systems and the substantiation of decisions / Yu. P. Nagirnyi, I. M. Bender, S. F. Volvac; for ed. Yu. P. Nagir-

ny. Kamyanets-Podilsky: FOP Sysin O. V., 2013. 264 p.

12. Sidorchuk O. V., Sentchuk S. R. Engineering management: system engineering of production: textbook. Lviv: LDAU, 2006. 127 p.

13. Sidorchuk O. V. Engineering of machine systems: monograph. Lviv: Good business, 2007. 263 p.

14. Manual on the operation of the machine-tractor park / N. E. Fere, V. Z. Bubnov, A. V. Elenev, L. M. Pilshchikov. Moscow: Kolos, 1978. 256 p.