

УДК 658.5:631.171

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАКТОРНОГО ПАРКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ПІДСТАВІ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ

Т. Падука,
Львівська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

Розкрито сутність системного підходу в дослідженні функціональних характеристик тракторного парку з його виробничою програмою на основі ієрархічно представленої структури такої системи у вигляді схеми деревоподібного графу.

Ключові слова: *структура, процес, моделювання, система*

Вступ. Необхідність вдосконалення методів управління у сфері експлуатації техніки диктується поглибленням протиріч економічного, технічного і екологічного характеру. Їх можна вирішити лише на основі системного підходу. Системна єдність техніки, технології і середовища у сільському господарстві глибоко звужена. Порушення цієї єдності – основне джерело негативних відхилень у виробничому процесі [1].

Складні системи, до яких відноситься функціонування тракторного парку (ТП) [2], найбільш ефективно досліджувати зі сторони системного підходу на основі способів і методів теорії системного аналізу, зокрема принципів системотехніки [3,4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Практичні дослідження в сфері системного розгляду механізованих виробничих процесів, зокрема машинних комплексів і машинно-тракторного парку (МТП) проводилися у роботах С.М. Бондара [5], П.М. Луба [6], А.А. Зангієва [7], Л.В. Погорілого та інших. У першій праці визначався ефективний комплекс ґрунтообробних машин окремого сільськогосподарського підприємства із заданою системою сівозміни на основі системи моделей, що розкривають причинно-наслідкові зв'язки в системі «система сівозміни – технологія – комплекс машин». Однак, в цій роботі недостатньо глибоко проаналізовані методи та моделі для обґрунтування функціональних структур підприємств. Зокрема, в другій роботі обґрунтований комплекс ґрунтообробних машин (КГМ) на основі узгодження його параметрів з характеристиками виробничої програми сільськогосподарського підприємства (СП). Проте, системне обґрунтування параметрів проводилося лише щодо одиничного КГМ а не функціонування МТП вцілому. А.А. Зангієвим розроблена структурна схема багаторівневого рішення задач ресурсоощадного використання сільськогосподарських агрегатів. В монографії [3] були розроблені науково-методичні засади

дослідження соціальних агровиробничих систем та їх функціональних структур, що уможливило обґрунтування системної ефективності новітньої техніки та машинних технологій.

Мета роботи – дослідження виробничої системи функціонування парку тракторів (ВСВП) сільськогосподарського підприємства на підставі системного підходу, окреслення вхідних чинників, параметрів, характеристик системи та причинно-наслідкових зв'язків між її елементами.

Виклад основного матеріалу. Системний підхід [3, 6] складається з багатозв'язності процесу рішення на основі розвитку і уточнення початкової моделі за допомогою взаємодії її складових частин.

Розгляд у нерозривній єдності тракторно парку і виробничих умов його використання стосовно вирощування (збирання) тієї чи іншої культури, а також виокремлення деталізованих чинників процесу та виявлення наявності зв'язків між ними уможливорює визначення множини вихідних характеристик виробничої системи використання парку тракторів (ВСВП).

До основних складових ВСВП відносимо: 1) набір сільськогосподарських машин і тракторів; які формують МТА, що входять у технологічні комплекси машин; 2) ТП з обладнанням, майданчиками для технологічного налагодження машин тощо; 3) поля, на яких необхідно виконати технологічні операції; 4) елементи зовнішнього середовища; 5) виробничий колектив працівників; 6) заправні пункти.

За функціональним призначенням складові ВСВП поділяються на технологічну (основний процес) та обслуговуючу підсистеми, транспортно-складську інфраструктури (допоміжні процеси). Параметри допоміжних процесів у роботі не розглядаються (рис. 1)

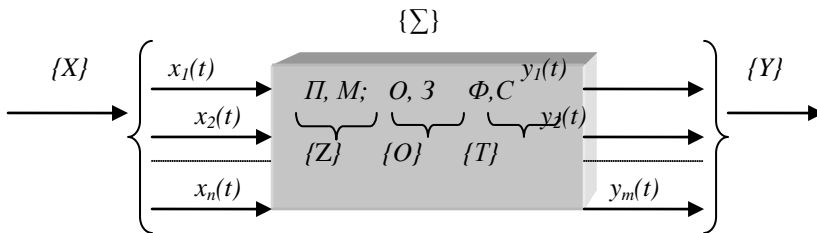


Рисунок 1 – Функціональні складові виробничої системи:

Π, M – поля, трактори, машини; $3, O$ – заправні пункти, засоби технічного обслуговування; Φ, C – транспорт, склади; $\{Z\}, \{O\}, \{T\}$ – множини параметрів виробничої структури, обслуговуючої інфраструктури, транспортно-складської інфраструктури; $\{X\}, \{Y\}$ – множини вхідних впливів та характеристик системи.

До множини вхідних впливів $\{X\}$ ВСВП відносяться ґрунтово-кліматичні (арометерологічні), природно-виробничі (число культур; рельєф,

територіальне розташування і площа полів під окремими культурами; територіальне розташування заправних пунктів і пунктів ТО, складів) умови того чи іншого регіону.

Множина параметрів ВСВП $\{\Sigma\}$ відображає функціонування і структуру її елементів (П, М) під дією вхідних впливів $\{X\}$.

Складові системи, в свою чергу, впливають на вхідні чинники, приймаючи деякий стан – виходи $\{Y\}$ (характеристики системи), тобто функціональні показники ефективності роботи ТП.

Таким чином, в якості методичної основи системного підходу [4] до оцінки показників ефективності роботи ТП з загальними параметрами і параметрами підсистем Π_k ($k=1,2,\dots$) приймемо встановлення цих показників виходячи із множини характеристик вхідних впливів:

$$Y_{x_\Omega}^i(y_1, \dots, y_m) = L_{Y_i}(x_\Omega, \Pi_k) \quad (1)$$

де $Y_{x_\Omega}^i$ – показники ефективності функціонування системи; L_{Y_i} – деякий (в загальному випадку нелінійний) оператор машини; $x_\Omega = \{x_i\}$ – множина характеристик вхідних впливів

Отже, у виробничій системі буде виділятися підсистема «парк тракторів – виробнича програма сільськогосподарського підприємства (ПТВП)». Конретизація і обґрунтування параметрів даної системи за умови заданих характеристик допоміжних процесів – основна задача дослідження. Отже, розглянемо більш детально зміст системного підходу в даному дослідженні.

Системний підхід дає змогу виокремити у виробничій системі досліджувану складову, розглянути її у безпосередньому взаємозв'язку із іншими складовими, окреслити середовище, в якому відбувається функціонування та, на підставі цього, встановити множину інженерних задач для її розвитку, котрі сукупно формують проблему дослідження [6].

Оптимізація структури і складу комплексів машин вимагає врахування цілого комплексу факторів ефективності на основі системної оцінки технологічних, конструкційних, виробничо-екологічних та експлуатаційних показників техніки [8].

В цілому, система показників ефективності складових даної виробничої системи буде мати ієрархічну структуру – показники якості більш вищого рівня (комплекс машин для обробітку ґрунту) функціонально забезпечуються показниками нижнього рівня (МТА – трактор+дискова борона) [8].

Отже, сформулюємо основні техніко-економічні і експлуатаційно-технологічні показники кожної складової взаємозв'язку «трактор – машинно-тракторний агрегат – комплекс машин – парк тракторів – виробнича програма сільськогосподарського підприємства».

Трактор (Тр) – будь-який моторизований транспортний засіб, обладнаний колесами або гусеницями і не менше ніж двома осями, головною функцією якого є створення тягового зусилля і який спеціально призначений для того, щоб буксирувати, штовхати, нести або живити енергією певні знаряддя, машини або причепа, призначені для сільськогосподарського або лісогосподарського використання [9].

Основні техніко-економічні показники тракторів [9]:

- 1) тягові якості – тягова потужність (кВт), тягове зусилля (кН), зчіпні якості рушія та ін.;
- 2) забезпечення агрегування – загальне компонування трактора, тип навісного пристрою а ін.;
- 3) паливна економічність – питома витрата палива трактора (г/кВт год), та ін.;
- 4) амортизаційні витрати – вартість трактора (грн.), термін служби (років), та ін.;
- 5) надійність і довговічність – строк безремонтної служби, (год), фактичний строк служби та ін.;
- 6) ремонтна характеристика – вартість ремонту і ТО, (грн), ремонтпридатість та ін.;
- 7) прохідність – питомий тиск на ґрунт (кг/см²), тип і показники рушія та ін.;
- 8) ергономічні показники – захищеність від шуму, пилу, вихлопних газів, комфортність та ін.;
- 9) показники безпеки роботи – техніка безпеки, стійкість на схилах, безпека агрегування та ін.

Машинно-тракторний агрегат (МТА) – сукупне сполучення робочих машин-знарядь з джерелом енергії (трактором, самохідних шасі тощо), призначене для виконання однієї або одночасно декількох сільськогосподарських операцій [2].

Основні техніко-експлуатаційні показники МТА [ГОСТ 24057-88]:

- 1) показники призначення – продуктивність за 1 год. основного, змінного, експлуатаційного часу, (од. наробітку/год);
- 2) показники надійності – коефіцієнт готовності, коефіцієнт використання змінного часу, час на щоденне технічне обслуговування (год);
- 3) показники якості роботи;
- 4) енергетичні показники – питома витрата пального (кг/од. напрацювання), питомі енерговитрати (кВт год/од. наробітку);
- 5) ергономічні показники – максимальне зусилля опору переміщенню органів керування (Н), кут поперечної статичної стійкості (град.)
- 6) кількість обслуговуючого персоналу (чол).

Комплекс машин (КМ) – сукупність машин, обладнання енергетичних і транспортних засобів, які взаємодіють за основними параметрами і виконують в певній послідовності сільськогосподарські операції з метою

досягнення певного стану технологічного матеріалу, середовища [СОУ 74.3-37-154:2004].

Основні експлуатаційні показники:

- 1) кількість МТА та самохідних енергозасобів у комплексі машин;
- 2) загальна продуктивність комплексу;
- 3) множина виконуваних технологічних операцій;
- 4) сумарний коефіцієнт використання змінного часу комплексом;
- 5) загальна енергоємність комплексу машин.

Парк тракторів (ПТ) – система, яка складається з тракторів, призначених для ефективного виконання всього комплексу робіт у рослинництві, тваринництві та різних робіт у господарстві або сукупності господарств [2].

Основні техніко-експлуатаційні показники тракторного парку [2,8]:

1) показники для оцінювання рівня використання ТП – коефіцієнт використання річного фонду часу, загальний рівень виконання плану тракторних робіт (од. напрацювання/рік), середньорічний виробіток на трактор кожної марки (од. напрацювання/ рік), середньорічний виробіток на еталонний трактор (у. е. га/рік), середньоденний і середньозмінний виробіток на еталонний трактор (у. е. га/змінa); коефіцієнт змінності, витрата пального на 1 га у.е.га);

2) показники ефективності використання ТП – собівартість еталонного гектара (грн/у. е. га), урожайність сільськогосподарських культур (т/га), вихід валової продукції рільництва на балансової вартості ТП, експлуатаційні витрати на гектар еталонної оранки (грн./у.е.га);

Виробнича програма (ВП) – загальна площа ріллі, число культур, їх види та відсоток кожної культури у загальній площі сільськогосподарського підприємства. На підставі цього формується річний обсяг механізованих робіт [3].

Для кращого розуміння і необхідності обліку численних поведінкових (типу вхід-вихід) характеристик складної системи, якою є ПТВП, запропоновано ієрархічний опис системи.

Ієрархічна структура такої системи схематично представлена у вигляді схеми структурного графу (рис. 2). Вершина графу – головні виконавці і управляючі елементи системи, а ребра – різноманітні види взаємодії і взаємозв'язків між елементами системи.

Розгляд системи ПТВП дає змогу виокремити та досліджувати дію предметних, технологічних, технічних, виробничих, кліматичних, організаційних та соціальних груп чинників виробничої системи. Кожна з них характеризується певним числом більш деталізованих чинників [3].

Функціонування системи задається сімейством підмоделей, кожна з яких описує поведінку системи з точки зору різноманітних рівнів абстрагування.

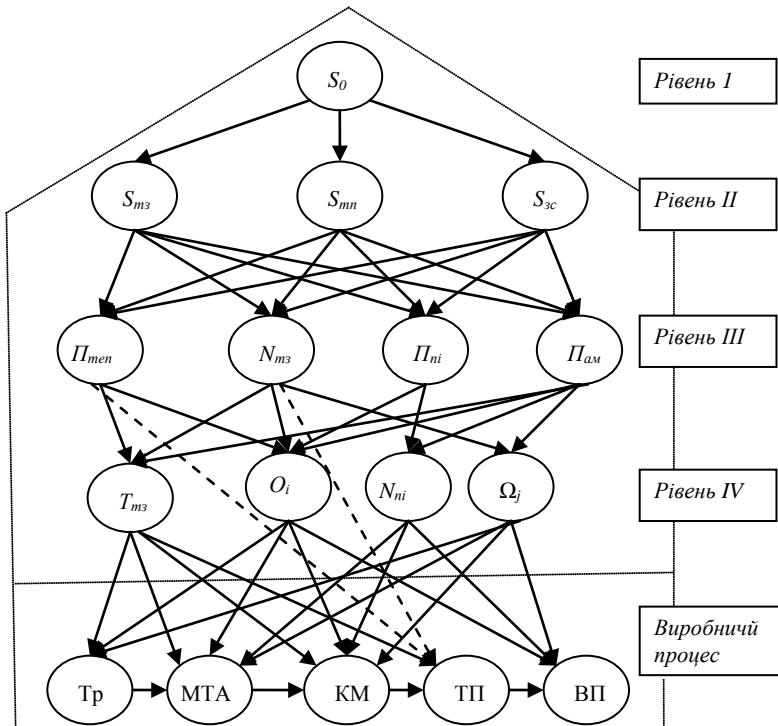


Рисунок 2 – Ієрархічна структура підсистеми «парк тракторів - виробнича програма сільськогосподарського підприємства»:

→ – зв'язок підпорядкування; - -> – зв'язок взаємодії; S_0 – виробнича система процесу використання ТП; S_{mz} – підсистема технічного забезпечення; S_{mn} – підсистема технологічного процесу (річного циклу) робіт у СГП; S_{zc} – зовнішнє середовище; P_{men} – техніко-економічні показники парку; N_{mz} – набір машин (кількісний склад) ТП СГП; P_{ni} – характеристики виробничої програми СГП; P_{am} – агрометеорологічні показники; T_{mz} – технічні характеристики машин; O_i – характеристики i -ї технологічної операції; N_{ni} – природно-рельєфні характеристики полів; Ω_j – характеристики природних умов j -го періоду виконання технологічних операцій; Tr – трактор; MTA – машинно-тракторний агрегат; KM – комплекс машин; TP – тракторний парк; VP – виробнича програма

Відтак, у ієрархічній структурі управління ПТВП розподіляється послідовно на декілька рівнів [10]. У такої системи виокремлюються чотири рівні. Для кожного з них існує ряд характерних особливостей і змінних, законів і принципів, за допомогою яких описується поведінка системи.

Підсистема технічного забезпечення включає в себе кількісний і структурний склад тракторів і сільськогосподарських машин, їх технічні характеристики, тобто досліджує дію предметних та технічних чинників.

До підсистеми технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур входить набір технологічних операцій з відповідними характеристиками i -ї операції на j -й культурі і включає в себе дію предметних, технологічних, виробничих чинників.

Нарешті, зовнішнє середовище, як складова, буде включати в себе агрометеорологічні умови відповідного календарного періоду, конфігурацію і склад полів. Ця підсистема відобразатиме вплив кліматичних і організаційних груп чинників.

У підсистемах другого рівня (рис. 2), у відповідності до функціональної потреби, виділяються скінченні зв'язки підпорядкування і взаємодії, тобто виконуються задачі координації. Задачі координації зводяться до визначення характеру взаємодії на підсистеми різного цільового призначення.

В свою чергу, керівні елементи третього рівня виступають в якості підсистем для елементів другого рівня. Четвертий рівень складають елементарні керівні елементи, що будуть безпосередньо впливати на складові системи ПТВП і виконуватимуть задачі управління. У відповідності із задачами управління, необхідно для заданих елементів знайти спосіб впливу на них, що уможливить відшукання характеристик $\{Y\}$ від множини параметрів $\{Z\}$ і модельного часу T при сталих значеннях зовнішніх впливів [4,6]:

$$Y = f(\{Z\}, T) \text{ за умови } \{X\} \rightarrow const \quad (2)$$

Відтак, теорія синтезу чинників виробничої системи визначає правила моделювання технологічної системи з відповідним технічним забезпеченням (парком тракторів), що зумовлюється особливостями причинно-наслідкових зв'язків між окремими чинниками.

Висновки. Розгляд підсистеми «парк тракторів – виробнича програма сільськогосподарського підприємства», як складової ВСВП на підставі системного підходу уможливило окреслення вхідних чинників, параметрів та характеристик системи ПТВП, відображення причинно-наслідкових зв'язків між якими може бути здійснене на підставі статистичного імітаційного моделювання. Виконання комп'ютерних експериментів із такою моделлю дасть змогу встановити множину системних показників ефективності функціонування технологічної складової, оцінити парк відповідних тракторів, а відтак обґрунтувати його параметри для того чи іншого СГП. Ієрархічне представлення цієї системи дає змогу описати її функціонування на основі трьох рівнів: перший – представлення структури на рівні абстрактних об'єктів (IV і III), другий – дослідження конкретних зв'язків (II), третій – пов'язаний з дослідженням системи на операційному рівні (I).

Література

1. Нагирний Ю.П. Системний підход, цели и критерии в инженерной деятельности / Ю.П. Нагирний // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1989. – № 9 – С. 9–12.
2. Фінн Е.А. Комплектування машинно-тракторного парку господарства / Е.А. Фінн, М. Л. Варшавський, І.Є. Черватюк – К. : Урожай, 1989. – 176 с;
3. Сидорчук О. В. Інженерія машинних систем. Монографія. /О. В. Сидорчук – К. : Добра справа , 2007. – 263 с.;
4. Погорелий Л.В. Применение методов системного анализа при испытаниях сельскохозяйственной техники. Обзоная информация / Л.В. Погорелий, В.В. Брей – М. : ЦНИИТСи В/О «Сельхозтехника», 1976. – 78 с. ;
5. Бондар С.М. Обґрунтування раціонального складу та ефективного використання комплексів машин для основного обробітку ґрунту в умовах зони Полісся України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук. / С.М. Бондар. – К., 2002. – 19 с.;
6. Луб П.М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / П. М. Луб. – Львів., 2006. – 23 с.;
7. Зангиев А.А. Системный подход к решению проблемы ресурсосберегающего использования МТА / А.А. Зангиев // Техника в сельском хозяйстве. –1991. – №1 – С. 45-48;
8. Погорелий Л.В. Повышение эксплуатационно-технологической эффективности сельскохозяйственной техники / Л.В. Погорелий. – К. : Техника, 1990. – 176 с. ;
9. Кравчук В.І. Посібник. Трактори, мобільні навантажувальні машини та причепи / за ред. В.І. Кравчука, О.А. Демидова – Дослідницьке. : УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – 2010. – 176 с. ;
10. Месарович М. Теория иерархических многоуровневых систем / М. Месарович, Д. Мако, И. Такахага – М. : Мир. – 1973. – 344 с.

Аннотація

Раскрыта сущность системного подхода в исследовании функциональных характеристик тракторного парка с его производственной программой на основании иерархической структуры этой системы как схемы структурного графа.

Summary

The essence of a systematic approach to study the functional characteristics of the tractor fleet with its production program based on the hierarchical structure of the system represented by the scheme tree graph is described.