УДК 631.31 **https://doi.org/10.37700/enm.2021.1(19).75 - 85**

Аналіз методик проектування сільськогосподарських машин

Р.В. Зінько [1], М.Л. Шуляк [2], Ю.Ю. Скварок [3], М.В. Глобчак [4]

[1, 4] Національний університет «Львівська політехніка» (м. Львів, Україна)
[2] Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка (м. Харків, Україна)
[3] Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка (м. Дрогобич, Україна)
email: [1] Roman.v.zinko@lpnu.ua; [2] m.l.shulyak@khntusg.info; [3] y.skvarok@gmail.com; [4] mykhailo.v.hlobchak@lpnu.ua
ORCID: [1] 0000-0002-3275-8188; [2] 0000-0001-7286-6602; [4] 0000-0002-5742-9479

Проектування машин, які б забезпечували ефективну виконання технологічних процесів в малих фермерських господарствах, дасть змогу реалізувати потрібні механізовані процеси з мінімальними капіталовкладеннями, що важливо при високій вартості сільськогосподарської техніки і малих площах фермерських господарств. Зараз відсутні методології створення сільськогосподарських машин з урахуванням широкої низки чинників функціонування в реальних умовах експлуатації.

При проектуванні машин слід враховувати технологічні процеси, в яких задіяні машини, та умови експлуатації на основі критеріїв якості з використанням методів системного проектування на різних стадіях створення машин.

Зміна способу реалізації операції машиною може привести до зміни і самого технологічного процесу. Тобто критична величина зміни структури машини як технічної системи призводить до якісної зміни в технологічних процесах. Як і навпаки: якісні зміни в формуванні технологічних процесів ведуть до змін в машинах, які задіяні в них. Оцінкою величини і якості змін слугують критерії, що формуються на основі потреб технологічного процесу або суспільних потреб.

Використання методів системного проектування на різних стадіях створення машин дозволило б пропонувати якісно нові підходи до конструкції машин, намічати нові шляхи їх реалізації.

Для реалізації цих методів доцільно скористатися методом почленної диз'юнкції для вибору структури машини за заданим критерієм.

Наведено приклад вибору типу копача бурякозбирального комбайна на основі заданого критерію ефективності з використанням механізму почленної диз'юнкції.

Ключові слова: *Проектування сільськогосподарських машин, механізм почленної диз'юнкції, структури машини.*

Вступ. Сьогодні на Україні налічується біля 10 тис. фермерських господарств, площа земельних угідь яких складає від 1 до 10 га і понад 22 тис. господарств з площею угідь від 20 до 100 га. Середній розмір фермерських господарств в Україні дорівнює 62 га, в тому числі ріллі – 58 га [1]. Створення машин, які б забезпечували ефективну реалізацію технологічних процесів в малих фермерських господарствах, дасть змогу виконувати потрібні механізовані процеси з мінімальними капіталовкладеннями, що важливо при високій вартості сільськогосподарської техніки і малих площах фермерських господарств. Зараз відсутні методики створення сільськогосподарських машин в цілому з урахуванням широкої низки чинників функціонування в конкретних умовах експлуатації. Створення таких методик синтезу машин, компоновка і конструкція яких враховує конкретні умови експлуатації (площа оброблюваної ділянки, час обробки, умови транспортування тощо) є перспективним і економічно доцільним.

Аналіз останніх досліджень. Створення машин в сільському господарстві відбувається в двох напрямках. Перший напрямок – розробка багатоопераційних універсальних машин з набором змінних робочих органів і другий напрямок – створення комплексів машин для забезпечення відповідних технологічних процесів.

Багатофункціональні, універсальні комбіновані машини здатні адаптуватися до змінних умов виробництва сільськогосподарської продукції, підвищити ефективність механізованих робіт завдяки швидкій заміні робочих органів в усіх зонах України [1]. Для забезпечення виконання технологічного процесу обробки ґрунту згідно з агротехнічними вимогами при мінімальних затратах енергії та мінімальному негативному впливі на ґрунт пропонується диференціювання складу комбінованих знарядь та їх робочих органів на стадії проектування з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов використання [2]. В роботі [3] обґрунтовано критерії та принципи формування

комплексів ґрунтообробних знарядь для різних класів тракторів.

Автори досліджень на основі наявного технологічного процесу пропонують ту чи іншу конструкцію машин за прийнятим критерієм, який вважають основним.

В роботі [4] досліджено технології, схеми машиновикористання, комплекси машин у залежності від виробничого навантаження, визначено оптимальні обсяги площ. Обґрунтовано формування комплексу машин для основного обробітку ґрунту в системі сівозміни. У дисертаційній роботі [5] пропонується система критеріїв оцінки комплексів машин, які охоплюють витрати ресурсів під час виконання технологічного процесу, реалізацію біологічного потенціалу рослин та показники впливу функціонування сільськогосподарської техніки на довкілля. Узгодження характеристики виробничої програми сільськогосподарського підприємства з параметрами одиничного комплексу ґрунтообробних машин на підставі обґрунтування показників системної ефективності процесу механізованого обробітку ґрунту весняного та літньо-осіннього періодів [6] дає можливість вибрати ефективні параметри одиничного комплексу ґрунтообробних машин за різних значень його потужності. Розглядається сукупна дія на ефективність процесу обробітку агрокосмічних, агрометеорологічних, предметних (агрофонових та природно-рельєфних), технічних, технологічних та організаційних (тактичних і стратегічних) груп чинників, їх причинно-наслідкових зв’язків.

Автори досліджень розглядають проблему формування комплексу у вузьких межах технологічного процесу вирощування конкретної культури і не ставлять за мету узагальнення отриманих результатів для сільськогосподарських машин в цілому.

Мета статті. На основі узагальнення існуючих методик проектування сільськогосподарських машин запропонувати розширену, яка б дозволила вдосконалювати конструкції машин і прогнозувати їх ефективність вже на початкових стадіях проектування.

Основний матеріал. Машиною в більш розширеному сучасному визначенні, що з'явилося з розвитком електроніки, є технічний об’єкт, що складається з взаємозв'язаних функціональних частин (деталей, вузлів, пристроїв, механізмів і ін.), використовує енергію для виконання покладених на нього функцій. Машини використовуються для виконання певних дій з метою зменшення навантаження на людину або повної заміни людини при виконанні конкретного завдання [7]. Можна стверджувати, що машина покликана реалізувати процес (явище), в якому вона задіяна. Досконалість машини визначається її здатністю якнайточніше відтворювати процес (рис.1).

Якщо технологічний процес складається з операцій, то в найпростішому випадку машина створюється для реалізації такої операції. Відповідно, і проектування машин полягає в синтезі таких конструкцій, функціонування яких якнайбільше співпадало б з операцією процесу, для реалізації якого була створена машина. Структурне вдосконалення машини може якісно змінити відповідність функціонування машини при забезпеченні операції процесу. Оптимізація параметрів машини дає можливість кількісно покращити ефективність машини відносно критеріїв досконалості. Спроба врахування кількох критеріїв досконалості машини суттєво ускладнює задачу знаходження оптимуму, а деяких випадках ця задача може не мати розв’язку.

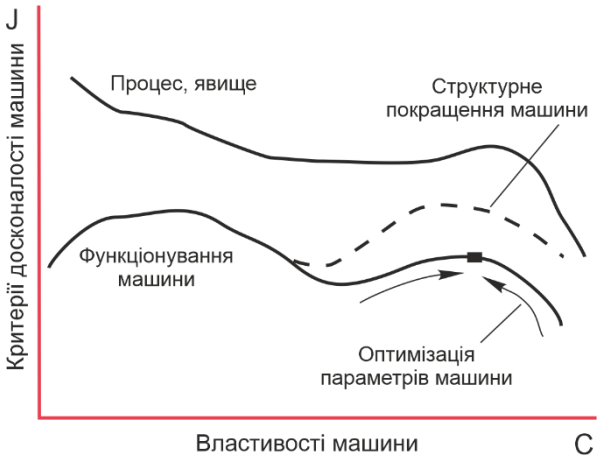

Рис. 1. Суть вдосконалення машин

Створення кінцевого продукту вимагає поєднання низки процесів або використання їх варіантів – деякі етапи створення можуть мати альтернативні шляхи їх реалізації (рис.2). Відповідно, машини будуть утворювати угрупування або комплекси залежно від вибраного шляху створення кінцевого продукту. Можлива також поява багатоопераційних машин, в яких подібні елементи виконуються спільно для спеціальних робочих органів (корпус, станина, приводи, джерела енергії тощо). У випадку, якщо такі машини можуть забезпечувати альтернативні варіанти технологічних процесів говорять про універсальні машини. Останнім часом спостерігається тенденція створення універсальних машин модульним способом, коли окремі модулі дозволяють змінювати не тільки структуру, але і функціональне призначення машини.

Зміна способу реалізації операції машиною може привести до зміни і самого технологічного процесу. Тобто критична величина зміни структури машини як технічної системи призводить до якісної зміни в технологічних процесах [8].

© Р.В. Зінько, М.Л. Шуляк, Ю.Ю. Скварок, М.В. Глобчак, 2021
© R.V. Zinko, M.L. Shuljak, Yu.J. Skvarok, M.V. Hlobchak, 2021

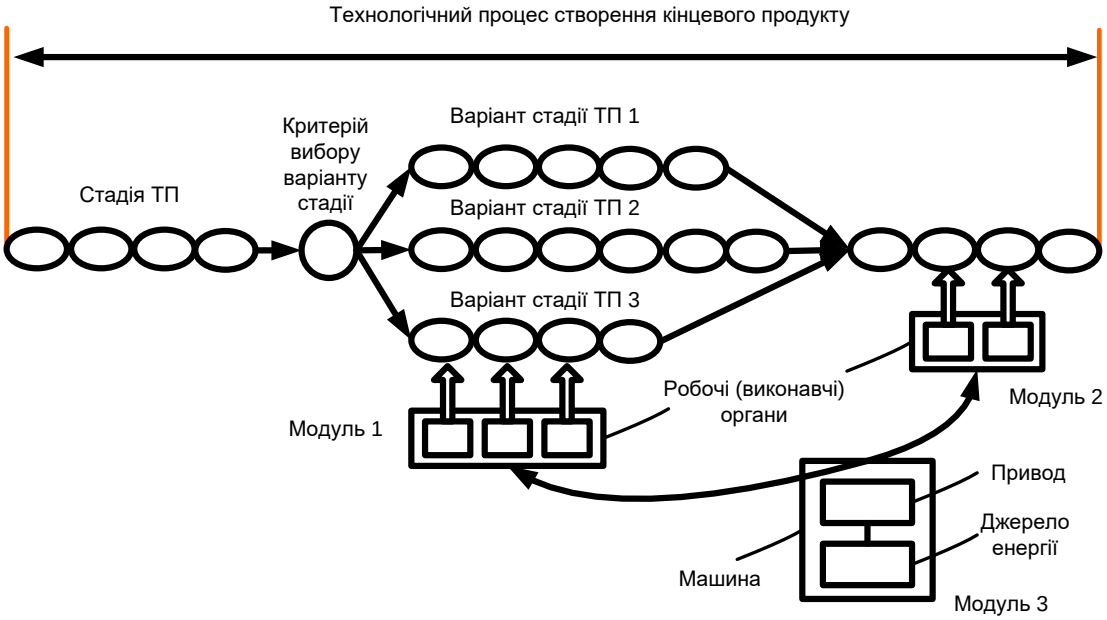

Рис. 2. Забезпечення машинами технологічного процесу

Як і навпаки: якісні зміни в формуванні технологічних процесів ведуть до змін в машинах, які задіяні в них. Оцінкою величини і якості змін слугують критерії, що формуються на основі потреб технологічного процесу або суспільних потреб (табл.1).

Питання синтезу структури одноопераційної чи багатоопераційної машини також залежить від критеріїв забезпечення нею найкращої функціональності у технологічному процесі і при цьому врахування чинників, пов'язаних з умовами виготовлення, експлуатації, утилізації (тобто життєвого циклу машини) (рис.3).

Розглянемо на прикладі процесу збирання буряка формування альтернативних структур машин, задіяних у відповідних операціях (рис.4).

Загальновідомий технологічний процес збирання цукрового буряка, який містить операції: зрізання гички коренеплодів, доочищення головок від незрізаних решток, переміщення (транспортування) в транспортний засіб або з рядів з розкидуванням по полю. Далі – викопування коренеплодів, їх очищення, транспортування в накопичувач (бункер) або в транспортний засіб. Цей технологічний процес реалізують одно- або двофазним методами.

У випадку двофазного збирання, на стадії підготовки коренеплодів до процесу збирання, формуються два типи машин: гичкозрізувальні і гичкозбиральні, які відрізняються між собою за особливостями реалізації операції транспортування – для гичкозбиральних машин це транспортування гички в транспортний засіб, в гичкозрізувальних – усунення гички з рядів і розкидування.

Таблиця 1. Критерії оцінки ефективності функціонування машин

1	Функціональні (призначення), експлуатаційні	Продуктивність, Точність (якість), Надійність (безвідмовність, довговічність, ремонтопридатність), Спеціальні, прохідність, маневреність, динаміка функціонування, Придатність до сервісного обслуговування
2	Технологічні	Трудоємкість виготовлення та експлуатації, можливість розчленування елементів, неперервність технологічного циклу
3	Часові	Час технологічного циклу, час елементів циклу, суміщення елементів циклу, час допоміжних операцій
4	Економічні	Затрати матеріалів, енергії, на конструювання, зменшення габаритних розмірів, ощадність, вартість виготовлення та експлуатації
5	Антропометричні	Ергономічність (вібрації, шум), безпека, екологічність,
6	Інформаційні	Забезпечення ефективності керування, прогнозування станів робочих процесів
7	Енергетичні	Робочий процес машини, забезпечення характеристик робочого тіла, оператор і обслуговуючий персонал, виробництво та технічне обслуговування машин
8	Соціальні	Необхідність, мода, красота, реклама

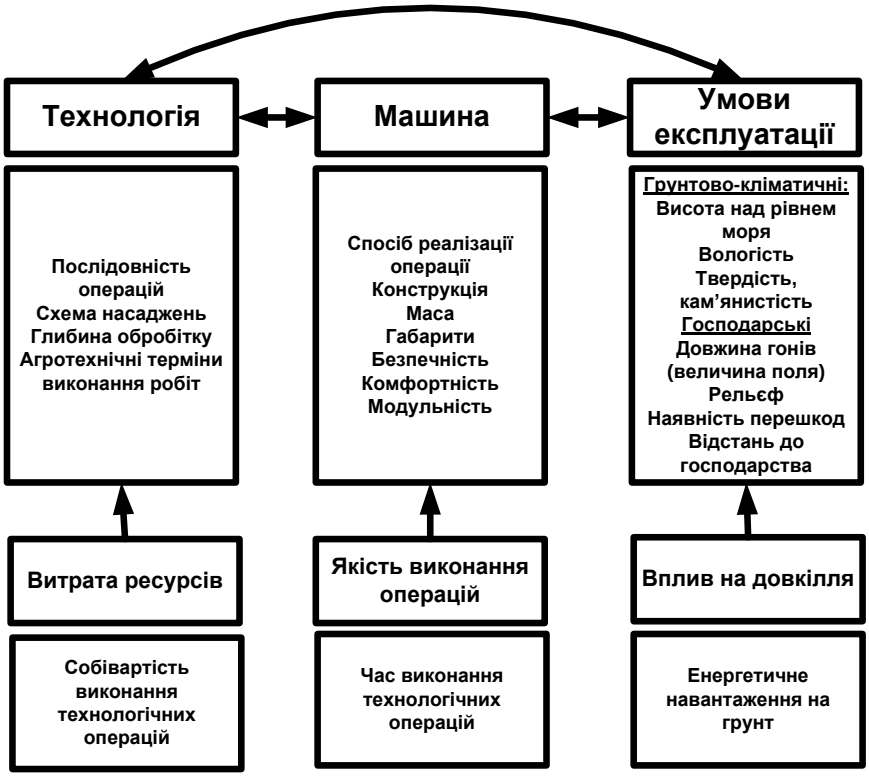

Рис. 3. Синтез структури машини з урахуванням зовнішніх чинників і критеріїв якості

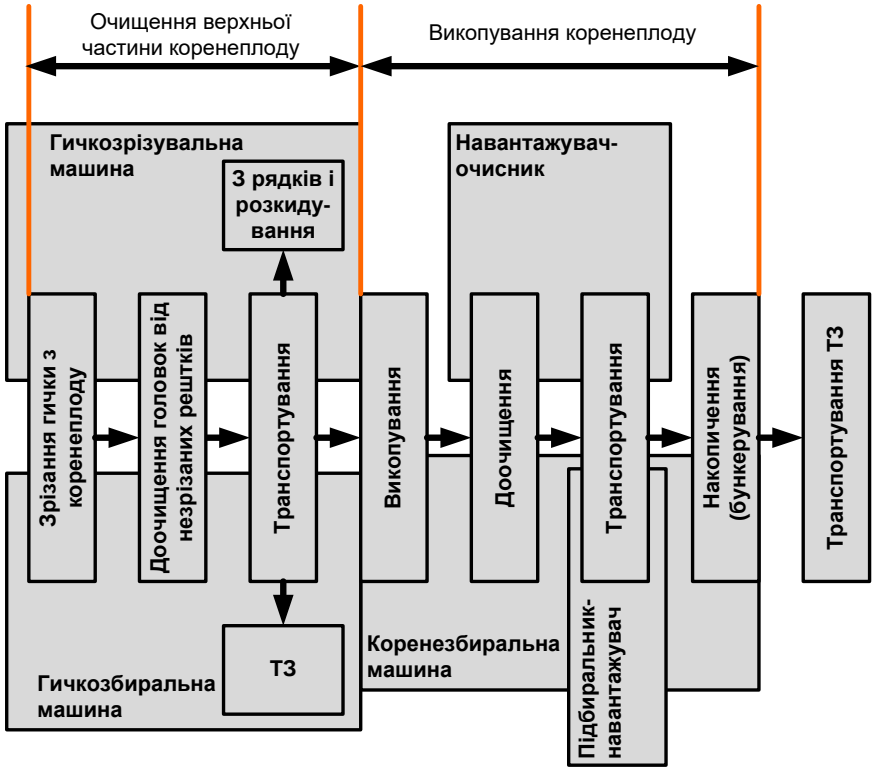

Рис. 4. Зв'язок між операціями технологічного процесу збирання цукрового буряка і структурою машин

© Р.В. Зінько, М.Л. Шуляк, Ю.Ю. Скварок, М.В. Глобчак, 2021
© R.V. Zinko, M.L. Shuljak, Yu.J. Skvarok, M.V. Hlobchak, 2021

Відповідно, при викопуванні коренеплодів задіяні коренезбиральні машини (комбайни) і буряконавантажувачі.

У випадку однофазного збирання задіяні бурякозбиральні комбайни, які забезпечують крім операцій зрізання гички, доочищення головок коренеплодів, викопування коренеплодів, їх доочищення і транспортування в бункер.

Синтез машин відбувається на основі:
– реалізації операцій в стадії (стадія очищення верхньої частини коренеплоду): гичкозрізувальна, гичкозбиральна або коренезбиральна машини;
– поєднання двох стадій (очищення верхньої частини коренеплоду і викопування коренеплоду): бурякозбиральний комбайн;
– поєднання кількох операцій: навантажувач-очисник;
– реалізації однієї операції: підбирач-навантажувач.

При цьому констатуються значне ущільнення ґрунту, великі габарити, складність конструкції машини і доступу до її елементів.

Використання методів системного проектування [10-16] на різних стадіях створення машин (формування технічного завдання, синтез принципу дії, структури, параметричний синтез, цикли ітерації проектування) дозволило б пропонувати якісно нові підходи до конструкції машин, намічати нові шляхи їх реалізації.

Так на стадії формування технічного завдання (вияв проблеми) відома проблема неефективності використання великих машин з причини габаритів і тиску на ґрунт на полях невеликої площі. Тоді на стадії синтезу структури можлива процедура рознесення операцій в просторі – операції доочищення, транспортування, накопичення: а) змістити відносно одна одної; б) винести за межі поля. Для варіанту а) відома колійна системи землеробства. Для варіанту б) – мостова [9]. Але, якщо б на стадії синтезу принципу дії або технології автори запропонували, для випадку невеликих фермерських господарств з полями малої площі, для варіанту б) використовувати поля круглої форми з рядками, що насаджені спіралевидно від центру – проблеми ущільнення ґрунту, точності обробки рослин вдалося суттєво вирішити (рис.).

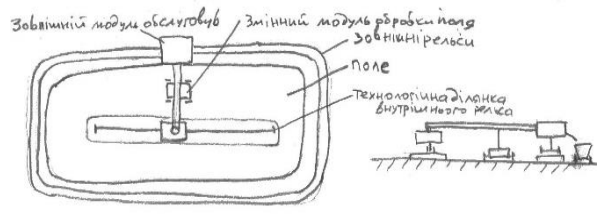

Рис. Ескіз мостової машини для обробки круглих полів малої площі

У випадку генерації структур використовуються такі методи як перебір структур з банку структур-прототипів, комбінування елементарних структур, синтез структур на основі аналізу властивостей геометричних тіл [10]. Для реалізації цих методів доцільно скористатися методом почленної диз'юнкції для вибору структури машини за заданим критерієм [8].

Суть методу почленної диз'юнкції полягає в тому, що вибірку елементів, які мають спільні ознаки і властивості, переформовують на основі заданого критерія. Варіанти перетворення з використанням методу почленної диз'юнкції показано на рис. 5: шляхом варіації критерію, шляхом поєднання кількох процесів, які реалізує машина.

Запропонований метод дає можливість визначати переваги однієї структури, описаної різними чинниками, в порівнянні з іншими, на основі заданого критерія.

Проведемо вибір типу копача бурякозбирального комбайна (рис.6) на основі заданого критерію ефективності з використанням механізму почленної диз'юнкції. Використання цього методу покажемо на невеликій кількості систематизованих елементів. Для практичного застосування кількість елементів можна значно збільшити, а також для автоматизації процесу використовувати програмні середовища як MathCad, MatLab.

Запишемо таблицю основних варіантів конструкцій копачів з їх характеристиками (табл. 2). Ці характеристиками формують відповідні множини. Значення, які містять множини називаються предметами. Предмети визначають вагомість характеристики і можуть розміщуватися в лінійному ряді згідно зростання або спадання величини вагомості характеристики.

Запишемо множину «Сукупність ознак» $R = \{ri\}$, яка має два предмети, які визначають типом приводу копачів, тобто $i = 1,..,2$, де $r1$ = пасивні; $r2$ = активні.

Множину «Ознаки» $U = \{ui\}$ сформуємо на основі значень енерговитрат при робочій швидкості 2 м/с. Весь проміжок енерговитрат при роботі копачів розіб'ємо на три відрізки, які відповідатимуть трьом предмети, тобто $i = 1,..,3$, де $u1$ = менше 2,5 кН; $u2$ = 2,5 – 3,2 кН; $u3$ = більше 3,2 кН.

Множина «Характеристики ознак» $L = \{li\}$ формується на основі форми робочого органу копача і має 6 предметів, тобто $i = 1,..,6$, де $l1$ = лемішні; $l2$ = вилкові; $l3$ = дискові безприводні; $l4$ = дискові приводні; $l5$ = ротаційно вильчасті; $l6$ = лемішно- коливальні.

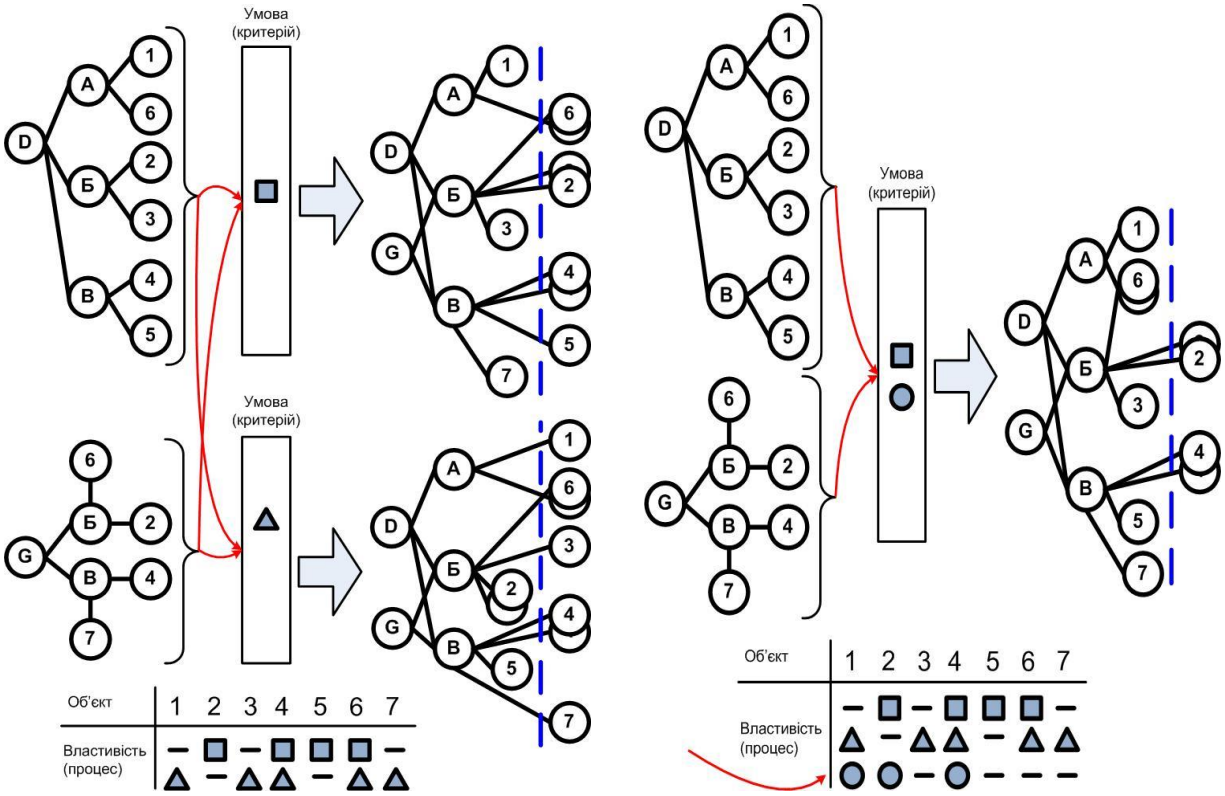

Рис. 5. Формування нової множини властивостей машини з використанням методу почленної диз'юнкції: шляхом варіації критерію, шляхом поєднання кількох процесів

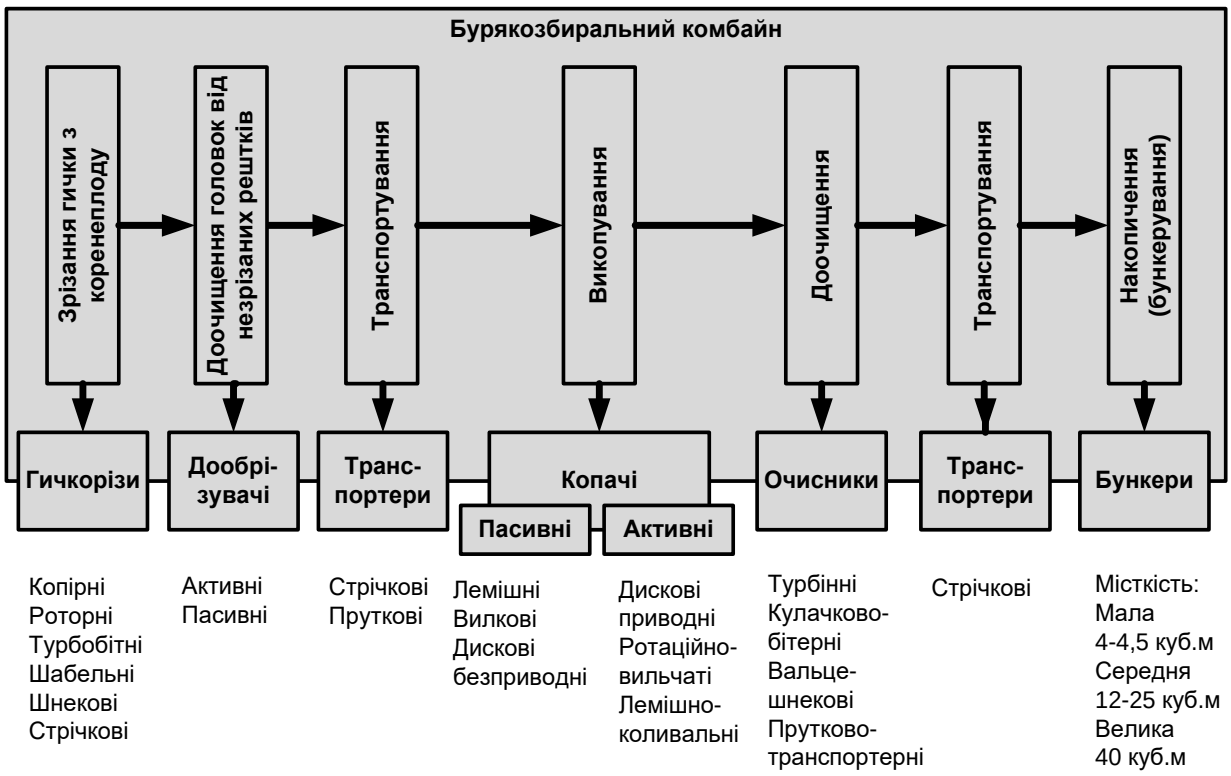

Рис. 6. Зв'язок між операціями технологічного процесу збирання цукрового буряка і варіантами конструкцій механізмів, що їх реалізують

© Р.В. Зінько, М.Л. Шуляк, Ю.Ю. Скварок, М.В. Глобчак, 2021
© R.V. Zinko, M.L. Shuljak, Yu.J. Skvarok, M.V. Hlobchak, 2021

Таблиця 2. Характеристика основних типів копачів бурякозбирального комбайна

№ з/п	Тип приводу	Форма робочого органу	Простота конструкції	Метало-місткість	Енерговитрати при робочій швидкості 2 м/с, кН	Відповідність ТП
1	r1 Пасивні	l1 Лемішні	Проста	Мала	3,9	Мала
2		l2 Вилкові		Мала	2,8	Мала
3		l3 Дискові безприводні		Середня	2,4	Середня
4	r2 Активні	l4 Дискові приводні	Складна	Велика	2,3	Висока
5		l5 Ротаційно-вильчаті		Велика	2,9	Висока
6		l6 Лемішно-коливальні		Середня	3,1	Висока

№ з/п	Домішки, %	Невикопані коренеплоди, %	Пошкоджуваність коренплодів, %	Можливість роботи при вологості, %	Робота при твердості ґрунту 30…45 кг/см^2	Раціональна швидкість руху, м/с
1	3	3	15	До 25	незадовільна	1,8
2	3	1	15	До 29	незадовільна	2,5
3	40	2	15,5	До 26	задовільна	1,6-2,2
4	11,5	3	16,8	До 28	незадовільна	2,5
5	u2 8,6	0,5-2	11,7	До 29	задовільна	1,2-1,5
6	u2 6,7	0,9	4,9	До 29	задовільна	2-2,5

Введемо окреслену множину $Q = \{qi\}$ областей ознак $qi,\ i = 1,..,6$, тобто:

$$Q = \{qi\},\ i = 1,..,6.$$

Можна побудувати таблицю, що відображає зв'язок між областю локалізації ознак qi і предметними змінними l,u,r (табл. 3).

Таблиця 3. Зв'язок між областю локалізації ознак qi та предметними змінними l,u,r

Сукупність ознак	Ознаки	Характеристики ознаки	Область локалізації ознак
r1	u3	l1	q1
r1	u2	l2	q2
r1	u1	l3	q3
r2	u1	l4	q4
r2	u2	l5	q5
r2	u2	l6	q6

Опишемо, що означає, наприклад, область локалізації ознак $q1 = r1u3l11$ = “пасивний” U “більше 3,2 кН” U “лемішні”: лемішний копач пасивного типу приводу з енерговитратами при робочій швидкості 2 м/с більше 3,2 кН. $q6 = r2u2l6$ = “активний” U “2,5 – 3,2 кН” U “лемішно-коливальні”: лемішно-коливальний копач активного типу приводу з енерговитратами при робочій швидкості 2 м/с в межах 2,5 – 3,2 кН.

Область локалізації ознак q виражається через значення предметних змінних r,l,u наступним чином:

$$r1u3l1 = q1;\ r1u2l1 = q2;\ r1u1l3 = q3;$$

$$r2u1l4 = q4;\ r2u2l5 = q5;\ r2u2l6 = q6.$$

Виконуємо операцію почленної диз'юнкції можливо більшого числа споріднених рівностей [11]. Введення почленної диз'юнкції з використанням спорідненої рівності обумовлене необхідністю отримання локальних областей ознак. Такі області можуть включати більш, ніж одну обчислювану обмежену кількість ознак і предметних областей досліджень.

$$r1u3l1 = q1;\ r1u2l1 = q2;\ r1u1l3 = q3;$$

$$r2u1l4 = q4;\ r2u2(l5 \vee l6) = q5 \vee q6.$$

Формуємо функцію переходу від предметної області ознак q до локальної області структуризаційних ознак m. Тобто з загального об’єму ознак в домінуючу множину визначаємо ознаки, які можна характеризувати за критерієм, наприклад, з енерговитратами при робочій швидкості 2 м/с. При цьому всю шкалу зміни ознаки розіб’ємо на три проміжки: менше 2,5 кН; 2,5 – 3,2 кН; більше 3,2 кН:

$$q3 \vee q4 = m1;\ q2 \vee q5 \vee q6 = m2;\ q1 = m3. \quad (1)$$

Враховуючи залежності предметних областей ознак q від предметних змінних r,l,u та зв'язок між предметними областями ознак q та локальними областями класифікаційних ознак m (1), залежності локальних областей m від предметних змінних r,l,u мають вигляд:

$$m1 = r1u1l3 \vee r2u1l4;$$

$$m2 = r1u2l2 \vee r2u2(l5 \vee l6);$$

$$m3 = r1u3l1.$$

Предикат $P(r,l,u,m)$ описує структуру зв'язків між основними формами робочих органів копачів за умовою енерговитрати і має наступний вигляд:

$$P(r,l,u,m) = m1r1u1l3 \vee m1r2u1l4 \vee \vee m2r1u2l2 \vee m2r2u2(l5 \vee l6) \vee m3r1u3l1$$

Швидке зростання обсягів різнорідної інформації вимагає пошуку нових засобів для її компактного представлення. Одним із важливих підходів є візуалізація, тобто спосіб представлення даних у вигляді двовимірних або тривимірних рухомих та нерухомих зображень. Більшу частину інформації, що стає доступною для людини, неможливо представити у дво- або тривимірному вигляді без втрат. Тому важливим є вирішення проблеми зменшення цих втрат, тобто збереження інформативності при зведенні багатовимірних даних до зручного для людського сприйняття вигляду.

Предикат P можна наочно зобразити у вигляді графа (рис.6). На графічному представленні видно розподіл копачів за формою робочого органу залежно від енерговитрати. Відповідно, в підрозділах $m1$ і $m2$ найбільше елементів.

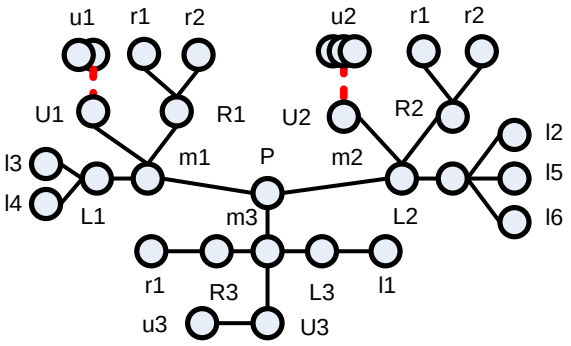

Рис. 6. Структуризація основних форм робочих органів копачів за умовою енерговитрати.

Функцію переходу від предметної області q до локальних областей структуризаційних ознак m можна сформувати за іншим критерієм, наприклад, за вмістом домішок у воросі. При цьому всю шкалу показника розіб'ємо на три проміжки: менше 5 %; 5 – 10 %; більше 10%:

$$q2 \vee q3 \vee q7 = m1; \quad q5 \vee q6 = m2; q1 \vee q4 \vee q8 = m3. \qquad (2)$$

Враховуючи залежності предметних областей ознак q від предметних змінних r,l,u та зв'язок між предметними областями ознак q та локальними областями класифікаційних ознак m (2), залежності локальних областей m від предметних змінних r,l,u мають вигляд:

$$m1 = r1u4(l1 \vee l2 \vee l4);\ m2 = r2u2(l5 \vee l6);$$

$$m3 = r1u4l3 \vee r1u4l4 \vee r2u2l8.$$

Предикат $P(r,l,u,m)$ описує взаємозв'язок основних форм робочих органів копачів і вмісту домішок у воросі і має наступний вигляд:

$$P(r,l,u,m) = m1r1u4(l1 \vee l2 \vee l4) \vee \vee m2r2u2(l5 \vee l6) \vee m3r1u4l3 \vee \vee m3r1u4l4 \vee m3r2u2l8$$

Візуалізація предиката P показує, що за копачі рівномірно розміщені у всіх розділах шкали стосовно вмісту домішок у воросі (рис.7).

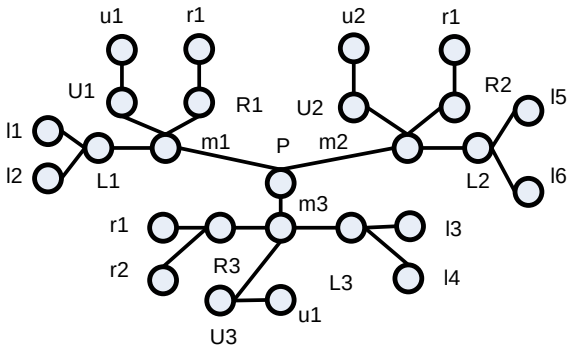

Рис. 7. Структуризація основних форм робочих органів копачів за вмістом домішок у воросі.

Локальні області m матимуть інший вигляд, якщо сформувати функцію переходу від предметної області q до локальних областей структуризаційних ознак m за іншим критерієм, а саме, за можливістю роботи при високій вологості ґрунту. Для цього максимально можливу вологість при якій можуть працювати копачі розіб'ємо на три множини з значеннями: до 25%, 26-28%, до 29%:

$$q1 = m1; q3 \vee q4 = m2; q2 \vee q5 \vee q6 = m3. \quad (3)$$

Предикат $P(r,l,u,m)$ з урахуванням ознак (3) матиме наступний вигляд:

$$P(r,l,u,m) = m1r1u3l1 \vee m2r1u1l3 \vee \vee m2r2u1l4 \vee m3r1u2l2 \vee m3r2u2(l5 \vee l6)$$

Відповідно, вилкові, ротаційно вильчасті, лемішно-коливальні копачі найбільш ефективні при високій вологості ґрунту (рис.8).

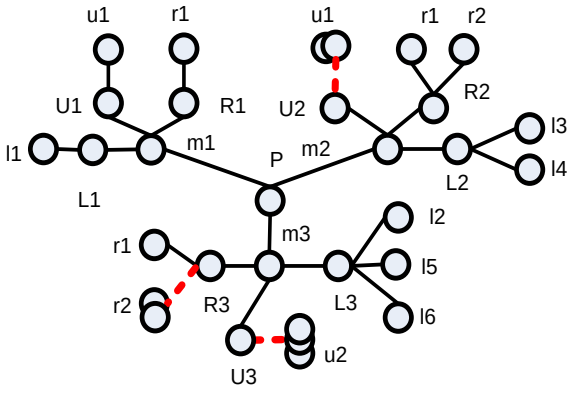

Рис. 8. Структуризація основних форм робочих органів копачів за можливістю роботи при високій вологості ґрунту.

© Р.В. Зінько, М.Л. Шуляк, Ю.Ю. Скварок, М.В. Глобчак, 2021
© R.V. Zinko, M.L. Shuljak, Yu.J. Skvarok, M.V. Hlobchak, 2021

Результати аналізу структур можна записати у вигляді табл. 4.

При оцінці структур копачів за всією низкою критеріїв можна визначити найбільш ефективніші, а також намітити напрямки їх вдосконалення стосовно тих критеріїв, де ефективність копача є найменшою.

Таблиця 4. Ефективність структур конструкцій копачів за трьома критеріями:
1- найефективніші, 2 – проміжні, 3 – найгірші

	лемішні	вилкові	дискові безприводні	дискові приводні	ротаційно вильчасті	лемішно-коливальні
Енерговитрати при робочій швидкості 2 м/с, кН	3	2	1	1	2	2
Вміст домішок у воросі, %	1	1	3	3	2	2
Можливість роботи при вологості, %	3	1	2	2	1	1
Інші критерії						

Висновки.

При проектуванні сільськогосподарських машин відсутній цілісний підхід до синтезу їх конструкцій. Спостерігаються два напрямки при проектуванні. Перший напрямок – розробка багатоопераційних універсальних машин з набором змінних робочих органів і другий напрямок – створення комплексів машин для забезпечення відповідних технологічних процесів. Але відсутня розширена методика проектування, яка б дозволила вдосконалювати конструкції машин і прогнозувати їх ефективність вже на початкових стадіях проектування.

Синтез структури машини доцільно проводити з урахуванням технології та умов експлуатації на основі критеріїв якості з використанням методів системного проектування на різних стадіях створення машин (формування технічного завдання, синтез принципу дії, структури, параметричний синтез, цикли ітерації проектування). Для реалізації цих методів доцільно скористатися методом почленної диз'юнкції для вибору структури машини за заданим критерієм. Наведено приклад вибору типу копача бурякозбирального комбайна на основі заданого критерію ефективності з використанням механізму почленної диз'юнкції.

Література:

1. Саченко В.І. Обґрунтування параметрів та умов роботи багатоопераційної ґрунтообробно-посівної машини до тракторів класу 1,4.: Автореферат дис. канд. наук: 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Саченко Володимир Ілліч; Львівський державний аграрний ун-т. – Львів, 2008. – 20 с.

2. Сало В.М. Науково-технологічні основи обґрунтування складу та параметрів комбінованих ґрунтообробних знарядь. Автореферат дис. докт. наук: 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Сало Василь Михайлович; Тернопільський державний технічний університет ім. І. Пулюя, Тернопіль, 2008. – 40 с.

3. Гуков Я.С. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів механізації обробітку ґрунту в умовах України. Автореферат дис. докт. наук: 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Гуков Яків Серафимович; Інститут механізації та електрифікації сільського господарства УААН, Глеваха, 1998. – 31 с.

4. Бондар С.М. Обґрунтування раціонального складу та ефективного використання комплексів машин для основного обробітку ґрунту в умовах зони Полісся України. Автореферат дис. канд. наук: 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Бондар Сергій Миронович; Національний аграрний університет, Київ, 2002. – 30 с.

5. Пастухов В.І. Обґрунтування оптимальних комплексів машин для механізації польових робіт. Автореферат дис. докт. наук: 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Пастухов Валерій Іванович; Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка. Харків. 2004. – 37 с.

6. Луб П.М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства. Автореферат дис. канд. наук: 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Луб Павло Миронович; Львівський державний аграрний університет, Львів, 2006. – 22 с.

7. Рязанцев В. Д. Большая политехническая энциклопедия. Мир и образование, 2011, 704 с.

8. Зінько Р.В. Морфологічне середовище для дослідження технічних систем: монографія / Р.В.Зінько. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. – 386 с.

9. Колійна та мостова системи землеробства: монографія / В. Т. Надикто, В. О.Улексін. - Мелітополь: Вид. б. ММД, 2008. - 269 с.

10. Хорошев А.Н. Введение в управление проектированием механических систем: Учебное пособие. –Белгород, 1999. 372с.

11. Половинкин А.И. Основы инженерного творчества / А.И. Половинкин. – М.: Машиностроение, 1988. – 368 с.

12. Дитрих Я. Проектирование и конструирование. Системный подход / Я. Дитрих; [перевод с польського]. – М.: Мир, 1981. – 266 с.

13. Хилл П. Наука и искусство проектирования / П. Хилл; [перевод с англ.] – М.: Мир, 1973. – 259 с.

14. Джонс Дж.К. Инженерное и художественное конструирование: Современные методы проектного анализа/Дж.К. Джонс. – М.: Мир, 1976 374 с.

15. Меерович М.И. Теории решения изобретательских задач / М.И. Меерович, Л.И. Шрагина. – Минск: Харвест, 2003. – 428 с.

16. Руднев В.Е. Формирование технических объектов на основе системного анализа / В.Е. Руднев, В.В. Володин, К.М. Лучанский и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 320 с.

References:

1. Sachenko, V.I., 2008. Obgruntuvannia parametriv ta umov roboty bahatooperatsiinoï gruntoobrobno-posivnoï mashyny do traktoriv klasu 1,4. Avtoreferat dys. kand. nauk: 05.05.1, 20 p.

2. Salo, V.M., 2008. Naukovo-tekhnolohichni osnovy obgruntuvannia skladu ta parametriv kombinovanykh gruntoobrobnykh znariad′. Avtoreferat dys. dokt. nauk: 05.05.11, – 40 p.

3. Hukov, Ia.S., 1998. Mekhaniko-tekhnolohichne obgruntuvannia enerhozberihaiuchykh zasobiv mekhanizatsiï obrobitku gruntu v umovakh Ukraïny. Avtoreferat dys. dokt. nauk: 05.05.11, 31 p.

4. Bondar, S.M., 2008. Obgruntuvannia ratsional′noho skladu ta efektyvnoho vykorystannia kompleksiv mashyn dlia osnovnoho obrobitku gruntu v umovakh zony Polissia Ukraïny. Avtoreferat dys. kand. nauk: 05.05.11, 30 p.

5. Pastukhov, V.I., 2004. Obgruntuvannia optymal′nykh kompleksiv mashyn dlia mekhanizatsiï pol′ovykh robit. Avtoreferat dys. dokt. nauk: 05.05.11, 37 p.

6. Lub, P.M., 2006. Obgruntuvannia parametriv kompleksu gruntoobrobnykh mashyn sil′s′kohospodars′koho pidpryiemstva. Avtoreferat dys. kand. nauk: 05.05.11, 22 p.

7. Riazantsev, V. D., 2011. Bol′shaia polytekhnycheskaia entsyklopedyia. Myr y obrazovanye, 704 p.

8. Zin′ko, R.V., 2014. Morfolohichne seredovyshche dlia doslidzhennia tekhnichnykh system. Vydavnytstvo L′vivs′koï politekhniky, 386 p.

9. Nadykto, V. T. and Uleksin, V. O.. 2008. Koliïna ta mostova systemy zemlerobstva. Vyd. b. MMD, 269 p.

10. Khoroshev, A.N., 1999. Vvedenye v upravlenye proektyrovanyem mekhanycheskykh system. Belhorod, 372 p.

11. Polovynkyn, A.Y., 1988. Osnovы ynzhenernoho tvorchestva. Mashynostroenye, 368 p.

12. Dytrykh, Ia., 1981. Proektyrovanye y konstruyrovanye. Systemnыĭ podkhod. Myr, 266 p.

13. Khyll, P., 1973. Nauka y yskusstvo proektyrovanyia. Myr, 259 p.

14. Dzhons, Dzh. K., 1976. Ynzhenernoe y khudozhestvennoe konstruyrovanye: Sovremennыe metodы proektnoho analyza. Myr, 374 p.

15. Meerovych, M.Y., 2003.Teoryy reshenyia yzobretatel′skykh zadach. Kharvest, 428 p.

16. Rudnev, V.E., Volodyn, V.V. and Luchanskyĭ, K.M., 1991. Formyrovanye tekhnycheskykh obъektov na osnove systemnoho analyza. Mashynostroenye, 320 p.

Аннотация

Анализ методик проектирования сельскохозяйственных машин

Р.В. Зинько, М.Л. Шуляк, Ю.Ю. Скварок, М.В. Глобчак

Проектирование машин, которые бы обеспечивали эффективное выполнение технологических процессов в малых фермерских хозяйствах, даст возможность реализовать нужные механизированные процессы с минимальными капиталовложениями, что важно при высокой стоимости сельскохозяйственной техники и малых площадях фермерских хозяйств. Сейчас отсутствуют методологии создания сельскохозяйственных машин с учетом широкого ряда факторов функционирования в реальных условиях эксплуатации.

При проектировании машин следует учитывать технологические процессы, в которых задействованны машины, и условия эксплуатации на основе критериев качества с использованием методов системного проектирования на разных стадиях создания машин.

Изменение способа реализации операции машиной может привести к изменению и самого технологическому процесса. То есть критическая величина изменения структуры машины как технической системы приводит к качественному изменению в технологических процессах. Так и наоборот: качественные изменения в формировании технологических процессов ведут к изменениям в машинах, которые задействованы в них. Оценкой величины и качества изменений служат критерии, которые формируются на основе потребностей технологического процесса или общественных потребностей.

Использование методов системного проектирования на разных стадиях создания машин позволило бы предлагать качественно новые подходы к конструкции машин, намечать новые пути их реализации.

Для реализации этих методов целесообразно воспользоваться методом почленной дизъюнкции для выбора структуры машины по заданному критерию.

© Р.В. Зінько, М.Л. Шуляк, Ю.Ю. Скварок, М.В. Глобчак, 2021

© R.V. Zinko, M.L. Shuljak, Yu.J. Skvarok, M.V. Hlobchak, 2021

Приведен пример выбора типа копача свеклоуборочного комбайна на основе заданного критерия эффективности с использованием механизма почленной дизъюнкции.

Ключевые слова*: Проектирование сельскохозяйственных машин, механизм почленной дизъюнкции, структуры машины.*

Abstract

Analysis of agricultural machines design techniques

R.V. Zinko, M.L. Shuljak, Yu.J. Skvarok, M.V. Hlobchak

Planning of machines, that would provide effective implementation of technological processes in small farms, will give an opportunity to realize the necessary mechanized processes with minimum capital investments, that it is important at the high cost of agricultural technique and small areas of farms. Now absent methodologies of creation of agricultural machines are taking into account the wide row of factors of functioning in the real terms of exploitation.

At planning of machines it follows to take into account technological processes, in that the involved machines, and external environments on the basis of criteria of quality with the use of methods of the system planning on the different stages of creation of machines.

Change of method of realization of operation can cause a change and technological process a machine. Id est the critical size of change of structure of machine as a technical system results in a quality change in technological processes. As well as vice versa: quality changes in forming of technological processes conduce to the changes in machines, that is involved in them. The estimation of size and quality of changes criteria that is formed on the basis of necessities of technological process or public necessities serve as.

The use of methods of the system planning on the different stages of creation of machines would allow to offer quality new going near the construction of machines, to set the new ways of their realization.

For realization of these methods it is expedient to take advantage of method of mediating disjunction for the choice of structure of machine on the set criterion.

An example of choice is made as digger of beet-lifting combine on the basis of the set criterion of efficiency with the use of method of mediating disjunction.

Keywords*: Planning of agricultural machines, method of mediating disjunction, structure of machine.*

Бібліографічне посилання/ Bibliography citation: Harvard
Zinko, R. V. et al. (2021) ‘Analysis of agricultural machines design techniques’, *Engineering of nature management*, (1(19), pp. 75 - 85.

Подано до редакції / Received: 06.03.2021