

**Національний університет біоресурсів  
і природокористування України**



## ***ЗБІРНИК***

***ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ***

***XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
КОНФЕРЕНЦІЇ***

***«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»***

***з нагоди 93-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора, академіка АН ВШ України,  
Обухової Віолетти Сергіївни  
(1926-2005)***

***29 березня 2019 року***



***м. Київ***

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

Обуховські читання: XIV Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 29 березня 2019 року: тези конференції. Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2019. 120 с.

В збірнику представлені тези доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників, аспірантів і докторантів учасників XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Обуховські читання», в яких розглядаються нинішній стан та шляхи розвитку прикладної геометрії та інженерної графіки, дизайну, питання викладання графічних дисциплін.

### **ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ КОМІТЕТ:**

**Пилипака С.Ф.** – д.т.н., проф., завідувач кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України – голова організаційного комітету;

**Несвідомін В.М.** – д.т.н., проф., професор кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України;

**Ванін В.В.** – д.т.н., проф., декан фізико-математичного факультету Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» (за згодою);

**Ковальов С.М.** – д.т.н., проф., завідувач кафедри архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури (за згодою);

**Куценко Л.М.** – д.т.н., проф., професор кафедри інженерної та аварійно-рятувальної техніки Національного університету цивільного захисту України (за згодою);

**Найдиш А.В.** – д.т.н., проф., завідувач кафедри прикладної математики та інформаційних технологій Мелітопольського державного педагогічного університету (за згодою);

**Підгорний О.Л.** – д.т.н., проф., професор кафедри архітектурних конструкцій Київського національного університету будівництва і архітектури (за згодою);

**Тулученко Г.Я.** – д.т.н., проф., професор кафедри вищої математики і математичного моделювання Херсонського національного технічного університету (за згодою);

**Войтюк В.Д.** – д.т.н., проф., завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України;

**Ромасевич Ю.О.** – д.т.н., доц., професор кафедри конструювання машин і обладнання НУБіП України.



**Обухова Віолетта Сергіївна  
(1926-2005)**

**доктор технічних наук, професор,  
академік АН ВШ України**

Народилася в 23 лютого 1926 р. в м. Томську (Російська Федерація). В 1949 році закінчила Уральський політехнічний інститут (далі – УПІ) за спеціальністю „Електро-устаткування промислових підприємств”. До 1952 року працювала асистентом кафедри нарисної геометрії УПІ. В 1955 році закінчила аспірантуру при Київському інженерно-будівельному інституті. З 1955 до 2005 року працювала на кафедрі нарисної геометрії та машинобудівного креслення Національного аграрного університету. В 1955 році захистила кандидатську дисертацію, в 1991 році – докторську.

Була членом редколегії республіканської науково-технічної збірки “Прикладна геометрія та інженерна графіка”, предметної науково-методичної комісії при Міносвіти України, спеціалізованої докторської Ради із спеціальності 05.01.01 “Прикладна геометрія, інженерна графіка”, Всесвітньої організації геометрів і графіків (ISGG), семінару загальнотехнічного відділення АН ВШУ, Президії Української асоціації з прикладної геометрії. Підготувала 9 кандидатів та 2 докторів технічних наук. Автор понад 150 наукових праць, серед яких 2 монографії та навчальний посібник (в співавторстві) і 13 авторських свідоцтв на винаходи. Нагороджена медалями “Ветеран праці”, “В пам’ять 1500-річчя Києва”, нагрудним знаком МВО СРСР “За відмінні успіхи в роботі”, почесною грамотою Міносвіти України.

Померла 26 лютого 2005 року.

УДК 514.18

## ЕТАПИ РОЗВИТКУ КЛАСИЧНОЇ ТЕОРІЇ МІНІМАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

**С.Ф. Пилипака, М.М. Муквич**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»*

**Постановка проблеми.** Розвиток методології аналітичного опису мінімальних поверхонь є важливою проблемою геометричного моделювання. Умова рівності нулю середньої кривини у всіх точках мінімальної поверхні, яка проходить через замкнену плоску або просторову лінію, є необхідною умовою мінімуму площі. Геометрична форма мінімальної поверхні забезпечує рівномірний розподіл зусиль в оболонці та додаткову жорсткість. Періодичні мінімальні поверхні використовуються: для побудови пористої архітектури полімерів та кераміки [1], будівельних [2], фільтрувальних матеріалів [3], у галузі тканинної інженерії [2] та для проектування металевих стільникових листових матеріалів [4]. Стільникові матеріали, утворені на основі періодичних мінімальних поверхонь, характеризуються рівномірним розподілом напружень при стискуванні та оптимізованою протидією до руйнування.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Теорія мінімальних поверхонь має більш ніж двохсотлітню історію. У тій чи іншій мірі задачами утворення мінімальних поверхонь займалися майже усі відомі математики. У монографії У. Мікса (W. Meeks III) та Й. Переса (Joaquin Perez) «A survey on classical minimal surface theory» [6], опублікованої у 2012 році, показано основні напрямки сучасних досліджень, огляд результатів та дискусійних питань топології мінімальних поверхонь

Як відомо, задача знаходження аналітичного опису мінімальної поверхні, яка проходить через замкнену лінію, зводиться до розв'язування нелінійного диференціального рівняння Ейлера-Лагранжа у частинних похідних, яке у загальному випадку не інтегрується [5, с. 683]. Тому одним із напрямків сучасних досліджень є удосконалення чисельних методів розв'язування диференціального рівняння Ейлера-Лагранжа.

Для знаходження аналітичного опису мінімальних поверхонь існує інший напрям наукових досліджень, пов'язаний із використанням властивостей функцій комплексної змінної, що дозволяє отримати параметричні рівняння мінімальних поверхонь та досліджувати їх диференціальні характеристики.

**Мета досліджень.** Здійснити огляд основних етапів розвитку класичної теорії мінімальних поверхонь, вирізнити проблематику її результатів та дискусійних питань.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Перші дослідження мінімальних поверхонь відомі з праць Ж. Лагранжа (J. Lagrange), який розглянув *варіаційну задачу*: «Знайти поверхню найменшої площі, яку натягнуто на

заданий контур» (1786 р.). Ж. Лагранж зробив висновок, що поверхня найменшої площі, задана функцією  $z = z(x; y)$ , повинна задовольняти рівняння Ейлера-Лагранжа [М2, с. 683]:

$$\left(1 + \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2\right) \frac{\partial^2 z}{\partial x^2} - 2 \frac{\partial z}{\partial x} \frac{\partial z}{\partial y} \frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + \left(1 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2\right) \frac{\partial^2 z}{\partial y^2} = 0, \quad (1)$$

Г. Монж (G. Monge) в 1776 році виявив, що умова мінімальності площі приводить до умови рівності нулю середньої кривини  $H$  поверхні в усіх її точках. Тому поверхні із нульовою середньою кривиною  $H$  почали називати «мінімальними», хоча рівність  $H = 0$  є тільки необхідною умовою мінімальності площі відсіку поверхні, обмеженого плоскою або просторовою кривою (контуром) на цій поверхні.

Диференціальне рівняння Ейлера-Лагранжа (1) у загальному випадку не інтегрується, тому задачі аналітичного опису мінімальних поверхонь стимулювали розвиток багатьох суміжних областей математики. У 1784 році Г. Монж і у 1787 році А. Лежандр (A. Legendre) запропонували найперші загальні методи інтегрування диференціального рівняння Ейлера-Лагранжа, які відомі у вигляді формул Монжа, отриманих за допомогою комплексних характеристик цього рівняння [М2, с. 683]:

$$\begin{cases} x = A(t) + A_1(\tau); \\ y = B(t) + B_1(\tau); \\ z = C(t) + C_1(\tau), \end{cases} \quad (2)$$

де:  $t$  і  $\tau$  – комплексні змінні;

$A(t); B(t); C(t); A_1(\tau); B_1(\tau); C_1(\tau)$  – голоморфні функції.

Вказані голоморфні функції  $A(t); B(t); C(t); A_1(\tau); B_1(\tau); C_1(\tau)$  повинні задовольняти умови:

$$A'^2(t) + B'^2(t) + C'^2(t) = 0; \quad A_1'^2(\tau) + B_1'^2(\tau) + C_1'^2(\tau) = 0.$$

Формули Монжа довгий час не застосовувалися з причини недостатнього розвитку теорії функцій комплексної змінної і нові результати аналітичного опису мінімальних поверхонь почали з'являтися тільки на початку 30-х років XIX століття. У 1832 році С. Пуассон (S. Poisson) представив розв'язок варіаційної задачі Лагранжа у випадку, якщо край (лінія) поверхні наближений до плоскої кривої. Пізніше, до відомих мінімальних поверхонь – катеноїда, яку відкрив ще у 1774 році Л. Ейлер (L. Euler), та гелікоїда (1776 рік, Ж. Менсьє, J. Meusnier) було додану третю мінімальну поверхню – поверхню Шерка (H. Scherk, 1834). У 1842 році Е. Каталан (E. Catalan) довів, що гелікоїд – єдина лінійчата мінімальна поверхня [М2, с. 684].

У 1844 році було поставлено та розв'язано *проблему Бйорлінга* (Björling problem) – знайти мінімальну поверхню, що проходить через дану незамкнуту аналітичну криву  $\ell$ , із заданими дотичними площинами до неї. Є. Бйорлінгом було доведено, що розв'язок цієї проблеми завжди існує та в явному вигляді виражається за допомогою *формули Шварца* (H. Schwarz) для мінімальних

поверхонь. Було доведено, що завжди можна знайти аналітичний опис мінімальної поверхні, якщо відомо одну з її спеціальних ліній (геодезичних, асимптотичних або ліній кривини). У 1866 році опубліковано формули представлення Вейерштрасса-Еннепера (Weierstrass-Enneper representation), які аналітично описують мінімальну поверхню  $S(x, y, z)$  за допомогою голоморфних функцій  $f(w)$  та  $g(w)$ , визначених у крузі або на всій площині зміни внутрішніх ізометричних (або ізотермічних) координат  $(u, v)$ :  $w = u + i \cdot v$  [5, с. 685]:

$$\begin{cases} x(u, v) = \operatorname{Re} \int_0^w f(w) \cdot (1 - g(w)^2) \cdot dw; \\ y(u, v) = \operatorname{Re} \int_0^w i \cdot f(w) \cdot (1 + g^2(w)) \cdot dw; \\ z(u, v) = 2 \cdot \operatorname{Re} \int_0^w f(w) \cdot g(w) \cdot dw. \end{cases} \quad (3)$$

Ці формули визначають *регулярну* мінімальну поверхню, якщо функції  $f(w)$  та  $g(w)$  не мають спільних нулів функції. Формули Вейерштрасса дали можливість аналітично описати та вивчити диференціальні властивості багатьох мінімальних поверхонь, зокрема алгебраїчних, утворених за допомогою алгебраїчних функцій  $f(w)$  і  $g(w)$ .

У 1874 році Г. Шварц (H.A. Schwarz) представив формулу для аналітичного опису мінімальних поверхонь у *ізометричних* (або *ізотермічних*) координатах  $(u, v)$  у вигляді:

$$\bar{r}(w) = \bar{r}(u + i \cdot v) = \operatorname{Re} \left[ \bar{F}(w) - i \cdot \int_0^w \bar{n}(w) \cdot d\bar{F}(w) \right], \quad (4)$$

де  $\bar{F}(w)$  та  $\bar{n}(w)$  – тривимірні вектори з голоморфними координатами, які співпадають відповідно з вектором  $\bar{r}(u; 0)$  та з одиничним вектором нормалі  $\bar{n}(u; 0)$  до заданої мінімальної поверхні.

Якщо  $\operatorname{Im} w = 0$ , то вказана формула Шварца (1.4) дозволяє знайти розв'язок задачі Бйорлінга у явному вигляді [5, с. 684].

У 1878 році С. Лі (S. Lie) інтерпретував формули Монжа (2), поставивши у відповідність кожній мінімальній поверхні з гармонічним радіус-вектором  $\bar{r}(w)$  комплексно-аналітичну криву [5, с. 684]:

$$z = \bar{R}(w) \in C^3, \quad \operatorname{Re} \bar{R}(w) = \frac{1}{2} \bar{r}(w) \quad (5)$$

С. Лі представив мінімальну поверхню як поверхню переносу кривої  $\bar{R}(w)$  та її комплексно-спряженої кривої, що стало початком встановлення зв'язків між теорією мінімальних поверхонь і теорією аналітичних кривих. Праці К. Вейерштрасса, С. Лі, Б. Рімана, Г. Шварца та ін. у кінці XIX ст. привели до використання в теорії мінімальних поверхонь методів теорії функцій комплексної змінної.

Реалізація мінімальних поверхонь у вигляді мильних плівок, натягнутих на дротові каркаси різноманітної форми, яку дослідно здійснив у 1848 році Ж.Плато (J. Plateau) визначила фізичний зміст задачі мінімізації області з заданим граничним контуром. Цю задачу стали називати *задачею Плато*.

Серед задач аналітичного опису мінімальних поверхонь слід вирізнити *задачу Жергонна* (J. Gergonne) або *задачу про мінімальну поверхню з довільною границею*: знайти мінімальну поверхню, якщо частину її границі задано, а інша частина границі розміщується на деякій заданій поверхні. Початкові результати розв'язання задачі Жергонна включають випадки, коли задану частину границі мінімальної поверхні утворено відрізками прямих, а інша її частина знаходиться на заданих площинах.

Наступний «золотий час» дослідження мінімальних поверхонь було започатковано з початку XX століття видатними математиками: А. Корном (A. Korn), С.М. Бернштейном, Г. Лібманом (H. Liebman), Р. Курантом (R. Courant), Т. Радо (T. Rado) та ін. У цей час задачі теорії мінімальних поверхонь розв'язувалися методами теорії диференціальних рівнянь у частинних похідних. У 1915 році С.М. Бернштейн [6] довів відому теорему про «мінімальні графіки»: якщо  $f(x; y)$  – розв'язок рівняння мінімальних поверхонь, визначених на усій площині, то  $f(x; y)$  – лінійна функція. Розвиток багатовимірної теорії мінімальних поверхонь пов'язаний із спробами узагальнити теорему Бернштейна у випадку вищих розмірностей. Класичну задачу Плато: знайти у тривимірному евклідовому просторі поверхню мінімальної площі заданого топологічного виду, обмежену заданою кривою, – було розв'язано Дж. Дугласом (J. Douglass) у 1939 році.

У 60-х роках XX століття було запропоновано абсолютно новий підхід до проблеми Плато, при якому спочатку мінімум площі досліджувався серед більш загального, ніж поверхні, класу об'єктів. Потім було доведено твердження, що існує мінімізуючий об'єкт, який і є у дійсності поверхнею. У роботі Е.Райфенберга [7] у ролі об'єктів розглядаються компактні підмножини, які мають задану границю, і мінімізується їх двовимірний хаусдорфова міра. Зокрема, цей підхід, щодо дослідження регулярності мінімальних поверхонь, реалізовано у роботах [8,9]. За наукові роботи у цьому напрямку Карен Уленбек (Karen Keskulla Uhlenbeck) нагороджена у 2019 році Абелевою премією з математики Академії наук Норвегії (Abel Prize).

Використання комп'ютерних технологій було вирішальним для відкриття у вісімдесятих роках XX ст. нових прикладів повних мінімальних поверхонь без самоперетинів. Пошук нових мінімальних поверхонь здійснювали: Eric W. Weisstein, L.P.M. Jorge, W. Meeks III, A. Costa, R. Osserman, O. Lichtenfels, S. Hildebrandt, E.R. Neovius, G. Thomsen, A. Schoen та інші. Велика кількість цих відкритих прикладів призвела до нових припущень щодо класифікації мінімальних поверхонь із заданою топологією [6].

**Висновки.** Серед основних напрямків сучасних досліджень та дискусійних питань топології мінімальних поверхонь можна вирізнити:

- проблеми топологічної класифікації мінімальних поверхонь у просторі;
- питання єдиності одно періодичних мінімальних поверхонь Шерка [6];
- гіпотеза Ж.С. Адамара (J.S. Hadamard) та задача Калабі-Яу (Calabi-Yau) для мінімальних поверхонь, яка базується на висновках М. Надірашвілі, щодо існування повної обмеженої мінімальної поверхні від'ємної гаусової кривини у трьохвимірному евклідовому просторі [6];
- теорія Колдінга-Мінікоцці (Т. Н. Colding, W. P. Minicozzi II) вкладених (без самоперетинів) мінімальних поверхонь;
- дослідження асимптотичної поведінки мінімальних кільцевих країв із нескінченною гаусовою кривиною.

### Література

D'yachenko S.V., Lebedev L.A., Sychev M.M. Physicomechanical Properties of a Model Material in the Form of a Cube with the Topology of Triply Periodic Minimal Surfaces of the Gyroid Type. *Technical Physics*. 2018. Vol. 63(7). P. 984–987. Available at: <https://doi.org/10.1134/S1063784218070101>

1. Al-Ketan O., Adel Assad M., Abu Al-Rub R. K. Mechanical properties of periodic interpenetrating phase composites with novel architected microstructures. *Composite Structures*. 2017. Vol. 176. P. 9–19. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2017.05.026>

2. Navya Thomas, Nurshaun Sreedhar, Oraib Al-Ketan, Reza Rowshan, Rashid K. Abu Al-Rub, Hassan Arafat. 3D printed triply periodic minimal surfaces as spacers for enhanced heat and mass transfer in membrane distillation. *Desalination*. 2018. Vol. 443. P. 256 – 271. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.desal.2018.06.009>

3. Zhang L., Feih S., Daynes S., Chang S., Wang M. Yu., Wen Ju.W., Lu F. Energy absorption characteristics of metallic triply periodic minimal surface sheet structures under compressive loading. *Additive Manufacturing*. 2018. Vol. 23. P. 505–515. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.08.007>

Математическая энциклопедия [Текст] / [гл. ред. И. М. Виноградов]. – Т. 3. – М.: Изд-во «Советская энциклопедия», 1982. – С. 683–690.

4. Meeks III W. H., Perez J. A survey on classical minimal surface theory: University lecture series; vol.60. 2012. Available at: <http://www.ugr.es/~jperez/papers/monograph-book2.pdf>

5. Reifenberg E. R. Solution of the Plateau problem for m-dimensional surfaces of varying topological type. *Acta Math.* 1960. No.104. P.1—92. doi:10.1007/BF02547186. <https://projecteuclid.org/euclid.acta/1485889150>

6. Sacks Jonathan, Uhlenbeck Karen. The existence of minimal immersions of 2-spheres. *Annals of Mathematics*. Second Series. 1981. Vol. 113 (1). P. 1–24. doi:10.2307/1971131

7. Schoen R., Uhlenbeck K. A regularity theory for harmonic maps. *Journal of Differential Geometry*. 1982. Vol. 17 (2). P. 307–335. doi:10.4310/jdg/1214436923

УДК 514.18

## ЗАГАЛЬНА СХЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОВЗАННЯ ЧАСТИНКИ ПО ШОРСТКІЙ РУХОМІЙ ПЛОЩИНІ, ЯКА ЗДІЙСНЮЄ ПОСТУПАЛЬНИЙ РУХ В ПРОСТОРІ

**В.М. Несвідомін, Д.В. Кузнюк**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Ковзання частинок сипучого матеріалу по шорсткій площині, яка в свою чергу здійснює поступальні переміщення в просторі, має місце в багатьох технологічних процесах с.-г. виробництва. Розробка загальної комп'ютерної моделі дослідження траєкторно-кінематичних характеристик ковзання окремої частинки по рухомій площині за різних вихідних умов дозволяє в інтерактивному режимі визначити раціональні параметри пристрою.

Положення ковзаючої частинки як матеріальної точки  $P$  в глобальній системі координат  $OXYZ$  при поступальному русі площини  $Oxy$  запишемо сумою двох вектор-функцій:

$$\mathbf{r}(t) = \mathbf{r}_O(t) + \mathbf{r}_P(t) \quad (1)$$

де  $t$  – час, с.

Двічі диференціювання виразу (1) визначає прискорення частинки в глобальній системі координат  $OXYZ$ :

$$\mathbf{a}(t) = \mathbf{a}_O(t) + \mathbf{a}_P(t), \quad (2)$$

що призводить до наступного запису рівняння другого закону Ньютона  $\mathbf{F} = m\mathbf{a}$ :

$$m\mathbf{a}_P(t) = \mathbf{F} - m\mathbf{a}_O(t). \quad (3)$$

Для поступального руху площини  $Oxy$  сила  $m\mathbf{a}_O(t)$  є однаковою для всіх ковзаючих частинок і її напрямок є протилежним до прискорення точки  $O$  відліку рухомої системи координат  $Oxy$ .

Враховуючи вищевикладені базові положення закону руху частинки в площині, яка здійснює поступальні переміщення в просторі  $OXYZ$ , його формування будемо здійснювати в певній послідовності. Зокрема, положення рухомої площини  $\mathbf{R}(u, v)$  в декартовій системі координат  $OXYZ$  будемо задавати двома кутовими величинами  $\varphi$  і  $\psi$ :

$$\mathbf{R}(u, v) = \mathbf{R}[u, v, 0] \mathbf{M}(\varphi) \mathbf{M}(\psi), \quad (4)$$

де:  $\mathbf{M}(\varphi) \mathbf{M}(\psi)$  – матриці повороту горизонтальної площини  $\mathbf{R}[u, v, 0]$  навколо осі  $OZ$  та осі  $OX$  декартової системи координат  $Oxyz$ .

$u, v$  – аргументи координатних ліній площини  $\mathbf{R}(u, v)$ .

Задання вектора переносного руху  $\mathbf{r}_O(t)$  початку координат площини  $\mathbf{R}[u, v, 0]$  будемо реалізовувати вибором плоскої  $\mathbf{r}_O[x(t), y(t), 0]$  чи просторової  $\mathbf{r}_O[x(t), y(t), z(t)]$  кривої з можливістю варіювання її положення в глобальній системі координат  $OXYZ$  двома кутовими величинами  $\theta$  і  $\vartheta$ :

$$\mathbf{q}(t) = \mathbf{r}_O[x(t), y(t), z(t)] \mathbf{M}(\theta) \mathbf{M}(\vartheta). \quad (5)$$

Тоді траєкторія площини в глобальній системі координат  $OXYZ$  запишеться векторно-параметричним рівнянням виду:

$$\mathbf{H}(u, v, t) = \mathbf{R}(u, v) + \mathbf{q}(t). \quad (6)$$

Оскільки ковзання відбувається на поверхні площини, то врахування впливу сили тяжіння та сили тертя будемо здійснювати в проекціях на осі локальної системи координат в цій рухомій площині (6).

Наведемо приклад. Нехай напрямною кривою переносного руху площини  $\mathbf{R}(u, v)$  є коло  $\mathbf{r}[a \cos(vt), a \sin(vt)]$ , яке лежить в площині  $OXZ$ :

$$\mathbf{q}(t) = \mathbf{q}[a \cos(vt), a \sin(vt)] \quad \mathbf{M}(\pi/2) = \mathbf{q}[a \cos(vt), 0, a \sin(vt)]. \quad (7)$$

де:  $t, c$  – час;

$\theta = 0, \vartheta = \pi/2$  – положення переносної траєкторії в площині;

$v$  – кутова швидкість переносного руху площини,  $c^{-1}$ ;

$a, m$  – параметр форми кривої.

Траєкторія повернутої площини  $\mathbf{R}(u, v)$  на кут  $\psi$  навколо осі  $OX$  у системі координат  $OXYZ$  матиме векторно-параметричне рівняння виду:

$$\begin{aligned} \mathbf{H}(u, v, t) &= \mathbf{R}(u, v) + \mathbf{q}(t) = \\ &[u + a \cos(vt), v \cos(\psi), v \cos(\psi) + a \sin(vt)]. \end{aligned} \quad (8)$$

Опустимо досить складні викладки формування закону руху частинки по похилій площині, яке відбувається автоматично в середовищі комп'ютерної алгебри Maple. На рис.1,б побудовано абсолютні траєкторії частинки та положення похилої площини до її зупинки в площині в залежності від напрямку кидання частинки в площині. На рис.1,в побудовано графіки абсолютної швидкості частинки. Після зупинки в площині, швидкості всіх частинок будуть дорівнювати швидкості переносного руху площини.

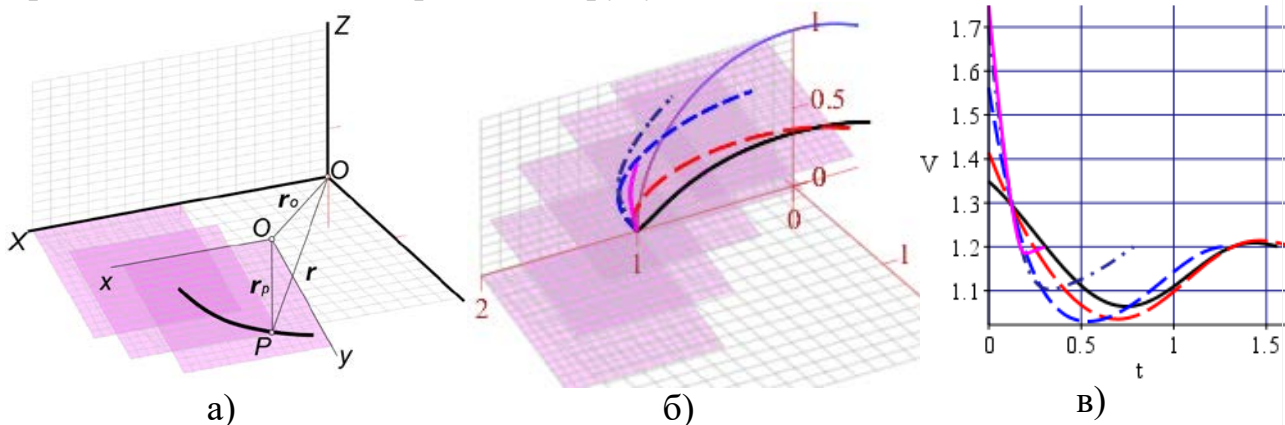


Рис.1. Рух частинки в похилій площині, яка рухається по колу

Розроблена комп'ютерна модель дозволяє провести багатоваріантні обчислювальні експерименти з дослідження ковзання частинки в залежності таких параметрів, як положення площини, положення та параметрів форми траєкторії переносного руху, коефіцієнта тертя та напрямку кидання частинки.

УДК 514.18

## КОНСТРУЮВАННЯ ТОРСІВ, ЩО ПРОХОДЯТЬ ЧЕРЕЗ ЗАДАНУ ПЛОСКУ КРИВУ

**Т.А. Кресан***ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»*

Як відомо для плоскої кривої скрут дорівнює нулю. З урахуванням  $\sigma=0$  одержимо координати напрямного вектора твірної торса, напрямна крива якого плоска:

$$\left\{ \frac{\varepsilon'}{\sqrt{k^2 \sin^2 \varepsilon + \varepsilon'^2}}; \frac{k \sin \varepsilon \cos \varepsilon}{\sqrt{k^2 \sin^2 \varepsilon + \varepsilon'^2}}; \frac{k \sin^2 \varepsilon}{\sqrt{k^2 \sin^2 \varepsilon + \varepsilon'^2}} \right\}. \quad (1)$$

Знайдемо проекції двох напрямних косинусів ( $l$  і  $m$ ) на нерухому систему координат. Проекція  $n$  на вісь  $OZ$  буде така ж як і на бінормаль тригранника, оскільки вони паралельні. Перехід здійснюється за відомими формулами [2]:

$$\begin{aligned} x_{\text{нер}} &= \rho_{\tau} \cos\left(\int k ds\right) - \rho_n \sin\left(\int k ds\right); \\ y_{\text{нер}} &= \rho_{\tau} \sin\left(\int k ds\right) + \rho_n \cos\left(\int k ds\right). \end{aligned} \quad (2)$$

Підстановкою (1) в (2) отримаємо координати напрямного вектора твірної торса в нерухомій системі координат:

$$\begin{aligned} l_{\text{нер}} &= \frac{\varepsilon'}{\sqrt{k^2 \sin^2 \varepsilon + \varepsilon'^2}} \cos\left(\int k ds\right) - \frac{k \sin \varepsilon \cos \varepsilon}{\sqrt{k^2 \sin^2 \varepsilon + \varepsilon'^2}} \sin\left(\int k ds\right); \\ m_{\text{нер}} &= \frac{\varepsilon'}{\sqrt{k^2 \sin^2 \varepsilon + \varepsilon'^2}} \sin\left(\int k ds\right) + \frac{k \sin \varepsilon \cos \varepsilon}{\sqrt{k^2 \sin^2 \varepsilon + \varepsilon'^2}} \cos\left(\int k ds\right); \\ n_{\text{нер}} &= \frac{k \sin^2 \varepsilon}{\sqrt{k^2 \sin^2 \varepsilon + \varepsilon'^2}}. \end{aligned} \quad (3)$$

Якщо крива задана натуральним рівнянням  $k=k(s)$ , то параметричні рівняння торса запишуться:

$$\begin{aligned} X &= \int \cos\left(\int k ds\right) + ul_{\text{нер}}; \\ Y &= \int \sin\left(\int k ds\right) + um_{\text{нер}}; \\ Z &= un_{\text{нер}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Розглянемо випадок, коли  $\varepsilon' = k \sin \varepsilon \operatorname{ctg} \beta$ . Розв'язавши це рівняння відносно  $\varepsilon$ , отримаємо закономірність повороту площини втиранику  $\varepsilon = \varepsilon(s)$ :

$$\varepsilon = 2 \operatorname{Arctg} e^{\operatorname{ctg} \beta \int k ds}. \quad (5)$$

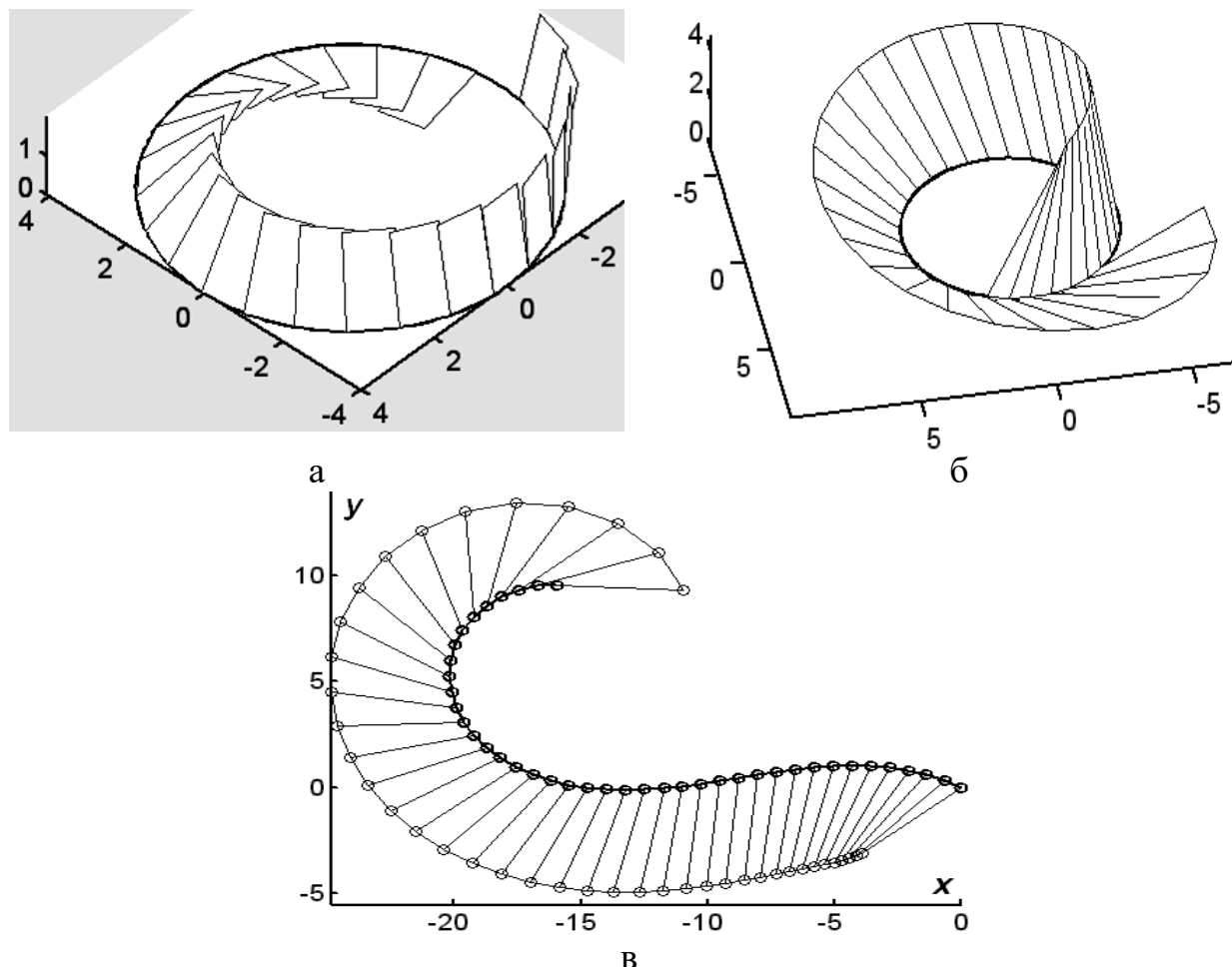


Рис. 1. Аксонометричні зображення та розгортка торса, вихідна крива якого плоска

У такому випадку всі твірні перетинають вихідну криву під кутом  $45^\circ$ .

Якщо  $k = \text{const}$ , то напрямний вектор твірної в нерухомій системі координат запишеться:

$$l_{\text{нер}} = \frac{\sqrt{2}}{2}; \quad m_{\text{нер}} = -\frac{\sqrt{2}}{2} \tanh ks; \quad n_{\text{нер}} = \frac{1}{\sqrt{2} \cosh ks}. \quad (6)$$

Тоді параметричні рівняння торса будуть наступними:

$$\begin{aligned}
X &= \frac{1}{k} \sin ks + \frac{u}{\sqrt{2}} (\cos ks + \tanh ks \sin ks); \\
Y &= -\frac{1}{k} \cos ks + \frac{u}{\sqrt{2}} (\sin ks - \tanh ks \cos ks); \\
Z &= \frac{u}{\sqrt{2 \cosh ks}}.
\end{aligned} \tag{7}$$

Координати ребра звороту в системі тригранника запишуться:

$$\begin{aligned}
\rho_\tau &= -\frac{1}{2k \tanh\left(\int kds\right)}; \\
\rho_n &= \frac{1}{2k}; \\
\rho_b &= -\frac{\operatorname{sech}\left(\int kds\right)}{2k \tanh\left(\int kds\right)}.
\end{aligned} \tag{8}$$

Здійснивши перехід до нерухомої системи координат, маємо:

$$\begin{aligned}
x_{p.нер} &= -\frac{\cos ks}{2k \tanh ks} - \frac{\sin ks}{2k}; \\
y_{p.нер} &= -\frac{\sin ks}{2k \tanh ks} + \frac{\cos ks}{2k}; \\
z_{p.нер} &= -\frac{\operatorname{sech} ks}{2k \tanh ks}.
\end{aligned} \tag{9}$$

### Література

1. Милинский В.И. Дифференциальная геометрия / В.И. Милинский. – Л.: Кубуч, 1934. -332 с.
2. Пилипака С.Ф. Построение кривй торса на его раз вертке / С.Ф. Пилипака // Прикл. геометрия и инж. графика. – К.: Будівельник, 1989.— № 47. – С.45–46.
3. Пилипака С.Ф. Конструювання розгортних поверхонь в системі супровідного тригранника Френе напрямної кривої та побудова їх розгорток / С.Ф. Пилипака // Прикл. геометрія та інж. графіка. -К.: КДТУБА, 1997. -Вип.62. - С.74-77.
4. Пилипака С.Ф. Конструювання полярного торса кривої укусу та побудова його розгортки / С.Ф. Пилипака, Т.А. Кресан // Прикл. геометрія та інж. графіка. – К.: КНУБА, 2010. –Вип. 85. –С. 93-101.

УДК 514.18

## НАНЕСЕННЯ ЛОГОТИПУ КАФЕДРИ НА ПОВЕРХНЮ ТОРА ВІДНЕСЕНОГО ДО ІЗОМЕТРИЧНИХ КООРДИНАТ

**О.В. Несвідоміна**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Багатоваріантність нанесення будь-якого логотипу на криволінійні поверхні покажемо на прикладі відображення логотипу кафедри нарисної геометрії, комп'ютерної графіки та дизайну НУБіП України (рис.1,а) на поверхню тора. Для кожного логотипу як вихідного растру  $N \times M$  пікселів, є можливість здійснити певні перетворення: б) повернути на прямий кут проти годинникової стрілки; в) повернути на прямий кут за годинниковою стрілкою; г) здійснити транспонування растру пікселів – поміняти рядки на стовпчики і навпаки. Перераховані перетворення суттєво впливають на результат відображення логотипу на поверхню тора.

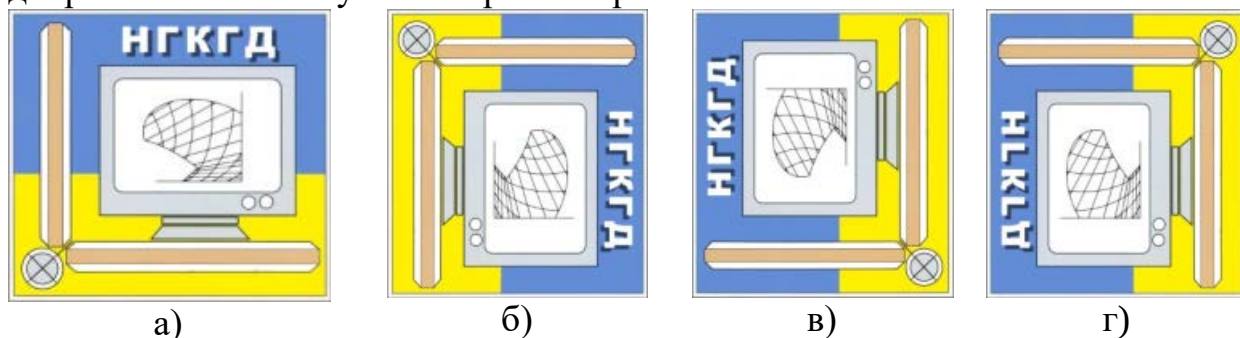


Рис.1. Зображення логотипу та його перетворення

Щоб забезпечити щонайменше спотворення нанесення плоского зображення логотипу на будь-яку криволінійну поверхню, будемо виходити із необхідності забезпечення конформності – збереження кутів між лініями на зображеннях. А для цього необхідно і криволінійну поверхню теж розбити на елементарні квадрати, кожному із яких присвоїти відповідний колір із растру.

Формування криволінійних областей із квадратів здійснюється за допомогою розробленої бібліотеки функцій конструювання ізометричних сіток за різними вихідними умовами. Так рівняння тора віднесеного до ізометричних координат матиме вигляд (рис.2,а):

$$R(u, v) = R \left[ \frac{a \cos(u)}{v^2 + 1}, \frac{a \sin(u)}{v^2 + 1}, -\frac{a v}{v^2 + 1} \right], \quad (1)$$

де  $u$  і  $v$  – координатні лінії поверхні тора.

Існує два варіанти вписування растра в ізометричну сітку:

- масштабуванням вздовж  $u$  – координатної лінії:

$$u = u_1 + \frac{u_2 - u_1}{uN} i, \quad v = v_1 + \frac{u_2 - u_1}{uN} j, \quad (2)$$

- масштабуванням вздовж  $v$ -координатної лінії:

$$v = v_1 + \frac{v_2 - v_1}{vN} j, \quad u = u_1 + \frac{v_2 - v_1}{vN} i, \quad (3)$$

де  $i = 0..uN$ ,  $j = 0..vN$  – нумерація пікселів по горизонталі і вертикалі вихідного растрового напису.

Задання значень параметрів  $u_1, u_2$  і  $v_1, v_2$  при виборі заданої частини ізометричної сітки суттєво впливають на вигляд логотипу кафедри. Побудоване зображення тора виконане для параметрів  $u_1 = 0$ ,  $u_2 = \pi$ ,  $v_1 = -\pi/2$ ,  $v_2 = \pi/2$ . На рис.2,б здійснено відображення рис.1,а вздовж меридіана тора по її зовнішній стороні, а на рис.2,в – по внутрішній стороні. На рис.2,г вписування зображення логотипу НГКГД здійснено вздовж паралелі тора.

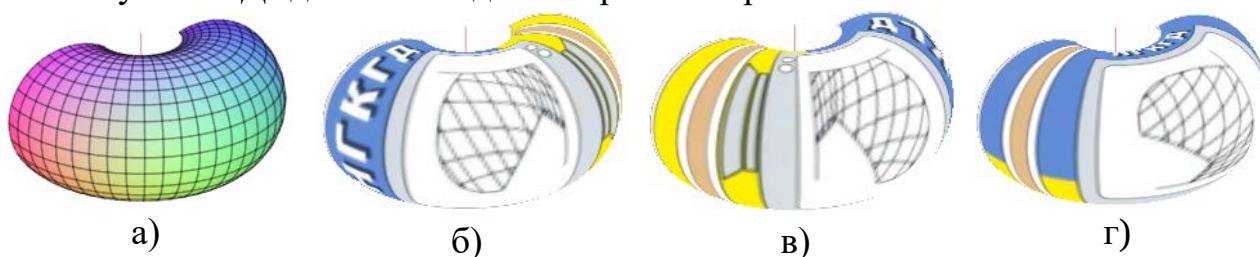


Рис.2. Зображення логотипу НГКГД на поверхню тора

На рис.3 показано варіанти відображення логотипу НГКГД на четверту внутрішню частину тора.

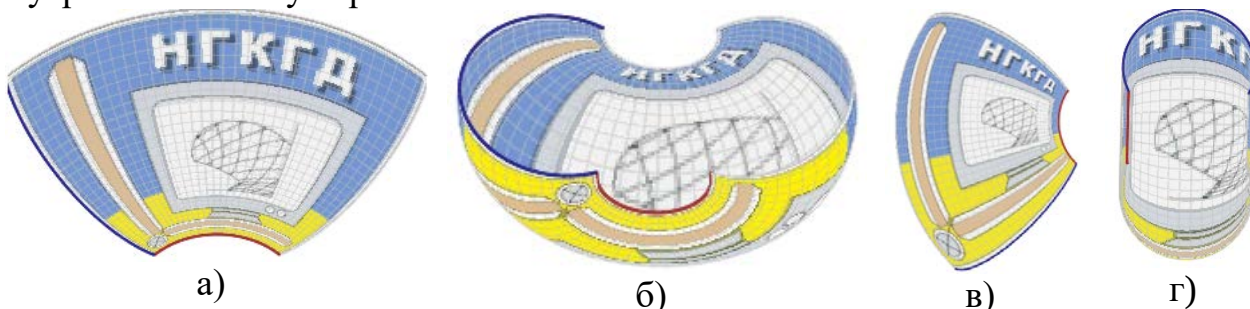


Рис.3. Зображення логотипу НГКГД на внутрішню поверхню тора

На рис.4 показано варіанти відображення логотипу НГКГД на частину тора виконане для параметрів  $u_1 = 0$ ,  $u_2 = \pi/2$ ,  $v_1 = -\pi/4$ ,  $v_2 = \pi/4$ .

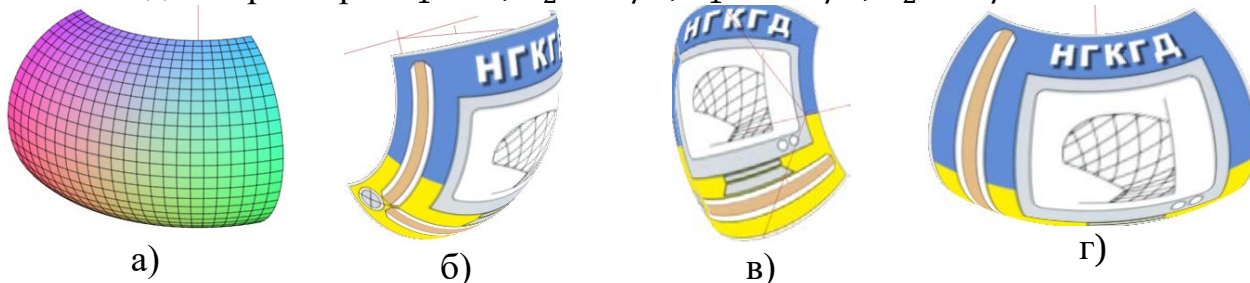


Рис.4. Зображення логотипу НГКГД на четверту частину поверхню тора

Зрозуміло, що вибір найкращого варіанту залежить від людини, хоча багатоваріантність написів виконується в автоматизованому режимі.

УДК 519.626

**ТЕСТОВІ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ****Ю.О. Ромасевич, В.С. Ловейкін***Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Задачі оптимізації досить часто зустрічаються у фундаментальних та прикладних науках. Вони займають особливо важливе місце у багатьох напрямках розвитку сучасних технологій: конструювання машин і механізмів, автоматичного керування, логістики, планування, навчання штучних нейронних мереж тощо.

Значна частина оптимізаційних задач є нелінійними. Крім того, вони характеризуються значною розмірністю, наявністю обмежень, недиференційованістю, наявністю значної кількості локальних екстремумів тощо. Ці та інші фактори зумовлюють розвиток відомих та розробку нових методів оптимізації, які б успішно „долали” вказані складнощі і могли б відшукувати глобальні екстремуми функцій.

Для того, щоб оцінити ефективність роботи того чи іншого алгоритма було запропоновано декілька тестових (синтетичних) функцій. Вони виступають у ролі „пробних” задач, які характеризуються наперед заданими властивостями (наприклад, відомі координати глобального екстремума функції). Деякі із тестових функцій для оптимізаційних алгоритмів та їх характеристики наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Набір тестових функцій для алгоритмів оптимізації

| Тестові функції        | Формула                                                        | Область пошуку         | Значення глобального мінімуму | Сепарбельність |
|------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------------|----------------|
| 1                      | 2                                                              | 3                      | 4                             | 5              |
| Унімодальні функції    |                                                                |                        |                               |                |
| Сферична               | $f1 = \sum_{i=1}^D x_i^2$                                      | $-20 \leq x_i \leq 20$ | 0                             | +              |
| Еліптична              | $f2 = \sum_{i=1}^D (10^6)^{\frac{i-1}{D-1}} x_i^2$             | $-2 \leq x_i \leq 2$   | 0                             | +              |
| Швефела №1             | $f3 = \sum_{i=1}^D \left( \sum_{j=1}^i x_j \right)^2$          | $-10 \leq x_i \leq 10$ | 0                             | -**            |
| Розенброка             | $f4 = \sum_{i=1}^{D-1} (100(x_{i+1} - x_i^2)^2 + (1 - x_i)^2)$ | $-10 \leq x_i \leq 10$ | 1                             | -              |
| Мультимодальні функції |                                                                |                        |                               |                |
| Растрігіна             | $f5 = \sum_{i=1}^D (x_i^2 - 10 \cos(2\pi x_i) + 10)$           | $-5 \leq x_i \leq 5$   | 0                             | +              |

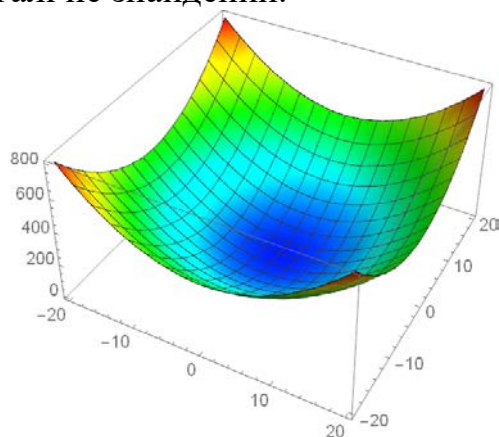
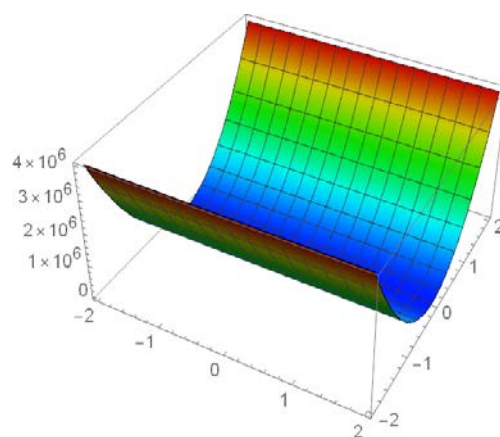
Продовження таблиці 1.

| 1             | 2                                                                                                                                                     | 3                        | 4       | 5 |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------|---|
| Грієвенка     | $f_6 = 4000^{-1} \sum_{i=1}^D x_i^2 - \prod_{i=1}^D x_i i^{-0,5} + 1$                                                                                 | $-100 \leq x_i \leq 100$ | 0       | - |
| Алпайна       | $f_7 = \sum_{i=1}^D  x_i \sin(x_i) + 0,1x_i $                                                                                                         | $-10 \leq x_i \leq 10$   | 0       | - |
| Швефела<br>№2 | $f_8 = D^{-1} \sum_{i=1}^D \left( x_i \sin( x_i ^{-0,5}) \right) + 418,983$                                                                           | $-500 \leq x_i \leq 500$ | 420,969 | - |
| Аклея         | $f_9 = -20 \exp \left( -0,2 \left( D^{-1} \sum_{i=1}^D x_i^2 \right)^{0,5} \right) - \exp \left( D^{-1} \sum_{i=1}^D \cos(2\pi x_i) \right) + 20 + e$ | $-30 \leq x_i \leq 30$   | 0       | + |
| Веєрштрасса   | $f_{10} = D^{-1} \sum_{i=1}^D \sum_{k=0}^{20} \left( 0,5^k \cos(2\pi 3^k (x_i + 0,5)) \right) - \sum_{k=0}^{20} \left( 0,5^k \cos(\pi 3^k) \right)$   | $-0,5 \leq x_i \leq 0,5$ | 0       | + |

\* сепарабельна;

\*\* несепарабельна.

Для того, щоб оцінити топологічні властивості тестових функцій наведемо також їхні графіки (рис. 1). Аналіз графіків, які представлені на рис. 1, показує, що більшість наведених тестових функцій є складними для пошуку глобального мінімуму. Особливо це стосується мультимодальних функцій, топологія яких вказує на те, що пошукові (оптимізаційні) алгоритми будуть застрягати у локальних мінімумах функцій. При цьому глобальний екстремум може бути взагалі не знайдений.

а)  $f_1$ б)  $f_2$

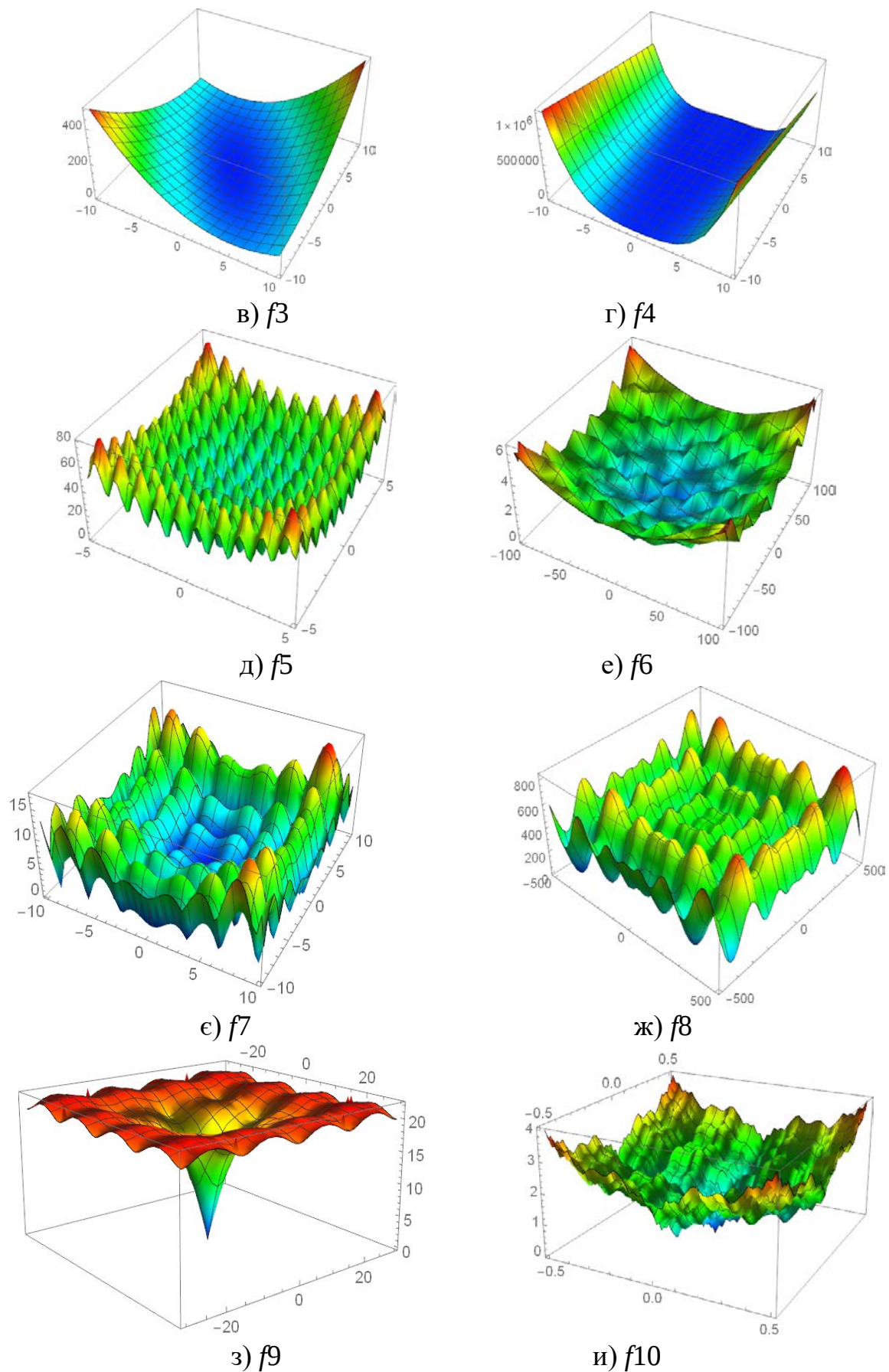


Рис. 1. Графіки тестових функцій для випадку двох аргументів

УДК 514.18

## КОВЗАННЯ ЧАСТИНКИ ПО ЦИКЛОЇДАЛЬНОМУ ЦИЛІНДРУ

*А.В. Несвідомін, В.М. Бабка**Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В багатьох с.-г. машинах є циліндричні кожухи, наприклад, у жатках для збирання зернових культур обчісуванням рослин на корені. До таких конструкцій пред'являються певні вимоги: 1) переміщення зерна в задану область жатки без втрат; 2) збереження зерна від деформації. Для того, щоб обґрунтувати параметри форми та положення такого циліндричного кожуха, необхідно дослідити рух частинки по цій шорсткій поверхні для різних вихідних умов її кидання.

В середовищі Maple розроблено імітаційну модель руху частинки по шорсткій поверхні циліндра з ортогональним перерізом циклоїди за допомогою якого проведено дослідження траєкторно-кінематичні властивості в залежності від вихідних умов: 1) параметрів форми та положення поверхні; 2) початкової швидкості кидання частинки; 3) кута напряду її кидання в дотичній площині до поверхні; 4) коефіцієнта тертя.

В проекціях на орти  $u$  і  $v$  тригранника  $OuvN$  закон руху частинки визначається загальним рівнянням:

$$\begin{cases} Ou = m W \cos(\widehat{R_u, w}) = F_g \cos(\widehat{R_u, G}) - f F_N \cos(\widehat{R_u, \tau}) \\ Ov = m W \cos(\widehat{R_v, w}) = F_g \cos(\widehat{R_v, G}) - f F_N \cos(\widehat{R_v, \tau}) \end{cases}, \quad (1)$$

де:  $G = [0, 0, -1]$  - напрямок сили тяжіння в системі  $Oxyz$ ;  
 $F_N = F_g \cos(\widehat{N, G}) \pm F_c \cos(\widehat{N, n})$  - сила нормальної реакції;  
 $F_g = mg$  і  $F_c = m V^2 k$  - сила тяжіння і відцентрова сила;  
 $N = [0, 0, 1]$  - нормаль до поверхні  $R(u, v)$  в точках траєкторії  $r$ ;  
 $n$  і  $\tau$  - головна нормаль та дотична до траєкторії  $r$  частинки.

Параметричне рівняння  $u, v$ -координатної сітки циліндра з ортогональним перерізом у вигляді циклоїди запишемо:

$$R = [a(u - \sin(u)), -a(\cos(u) - 1)\cos(\xi) - v \sin(\xi), -a(\cos(u) - 1)\sin(\xi) + v \cos(\xi)], \quad (2)$$

де:  $a$  - параметр форми напямної циклоїди;  
 $\xi$  - кут повороту циліндра навколо осі  $Ox$ ;  
 $u \in [0; 2\pi]$ ,  $v \in [v_0; v_1]$  - криволінійні координати поверхні.

На рис.1 побудовано аксонометричні зображення траєкторій  $r(t)$  та графіки швидкостей  $V(t)$  частинки як окремої матеріальної точки в залежності від кута  $\alpha_0 = 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$  її кидання при постійних значеннях  $a = 1$ , початкової швидкості  $V_0 = 2$  м/с і  $V_0 = 8$  м/с та коефіцієнта тертя  $f = 0$ . Можна бачити, що частинки кинуті з більшою швидкістю будуть розсіюватися більше. Частинка кинута вздовж прямолінійної твірної буде рухатися довше.

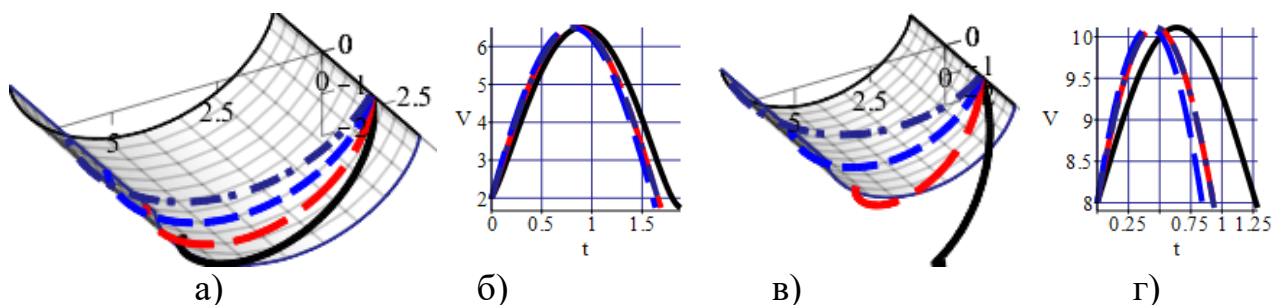


Рис.1. Траєкторії  $r(t)$  та графіки швидкості  $V(t)$  частинки по внутрішній поверхні циклоїдального циліндра з горизонтальними твірними

Зрозуміло, що з нахилом циліндра, частинки будуть рухатися до низу – чим більший такий нахил, тим швидше частинка буде падати до низу (рис.2).

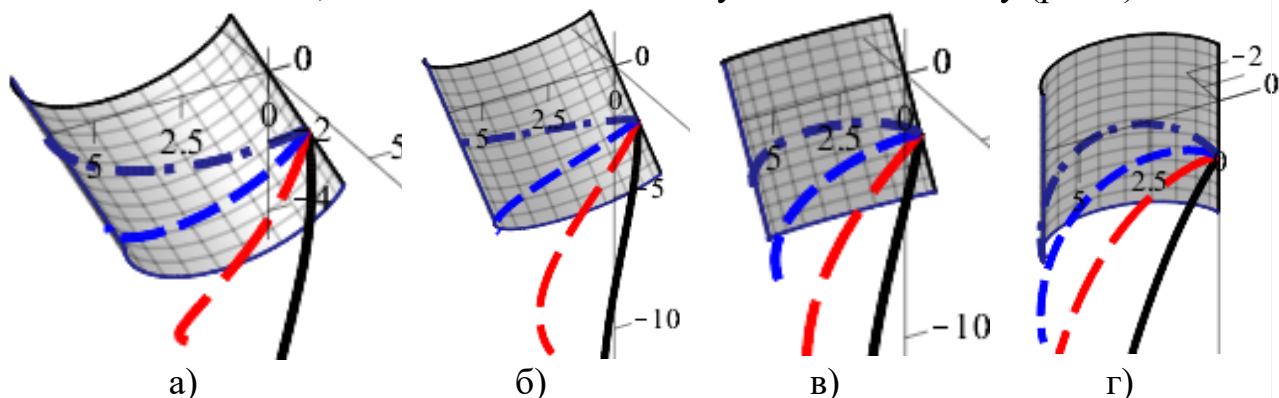


Рис.2. Траєкторії  $r(t)$  частинки по внутрішній поверхні циклоїдального циліндра з нахиленими твірними

Більш складнішим є ковзання частинки по зовнішній поверхні циклоїдального циліндра. Так, при початковій швидкості кидання частинки  $V_0 = 4$  м/с кинуті частинки повернуться назад незалежно від кута  $\alpha_0$  їх кидання. На графіку швидкостей  $V(t)$  можна бачити (рис.3,б), як швидкість частинки кинуті перпендикулярно до горизонтальних твірних спочатку падає до нуля, а потім починає збільшуватися. При збільшенні початкової швидкості частинки до значення  $V_0 = 8$  м/с (рис.3,г) частинки кинуті під кутом  $\alpha_0 = 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ$  перейдуть найвищу твірну циліндра – змогли перейти по іншу сторону поверхні.

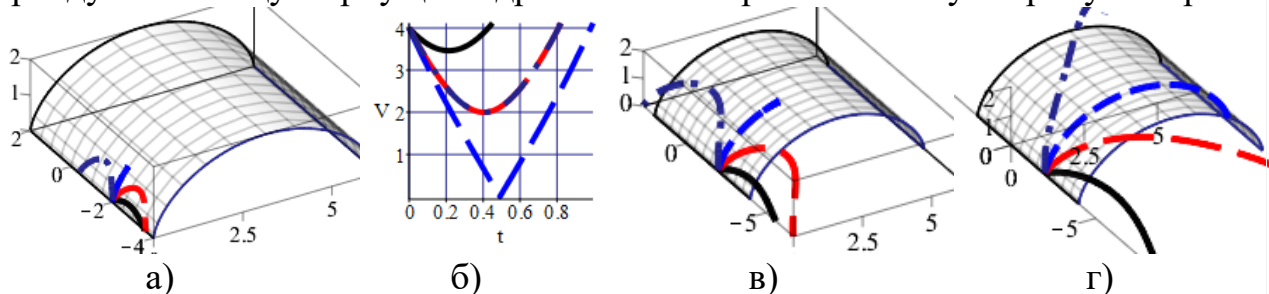


Рис.3. Траєкторії  $r(t)$  частинки по зовнішній поверхні циклоїдального циліндра з горизонтальними твірними

УДК 631.363

## РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГРАВІТАЦІЙНОГО ДОЗАТОРА КОМБІКОРМІВ

**В.В. Братішко<sup>1</sup>, В.І. Дешко<sup>2</sup>, С.А. Яцко<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України,

<sup>2</sup>Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації  
сільського господарства»

В лініях приготування та роздавання кормів для їх дозування використовується широка гама пристроїв з робочими органами різних типів. Найбільшу продуктивність, зазвичай, забезпечують пристрої, що працюють за гравітаційним принципом дозування. Одним з головних недоліків таких дозаторів є відносно низька точність дозування. Нами було запропоновано конструкцію дозатора комбікормів (рис. 1) з робочими органами у вигляді спарених засувок, що приводяться у дію за допомогою соленоїдів (хід штоку – 20 мм, зусилля – 40 Н), й здійснено експериментальну оцінку якості роботи такого дозатора.



Рисунок 1 – Загальний вигляд експериментального зразка дозатора комбікормів

В ході експериментальних досліджень аналізували вплив часу знаходження засувки дозатора у відкритому положенні на розподіл відповідних доз комбікорму за масою. Всього було виконано по 12 повторностей дослідів для часу відкривання засувки від 100 до 1000 мс з кроком 100 мс для комбікормів різної щільності (рис. 2).

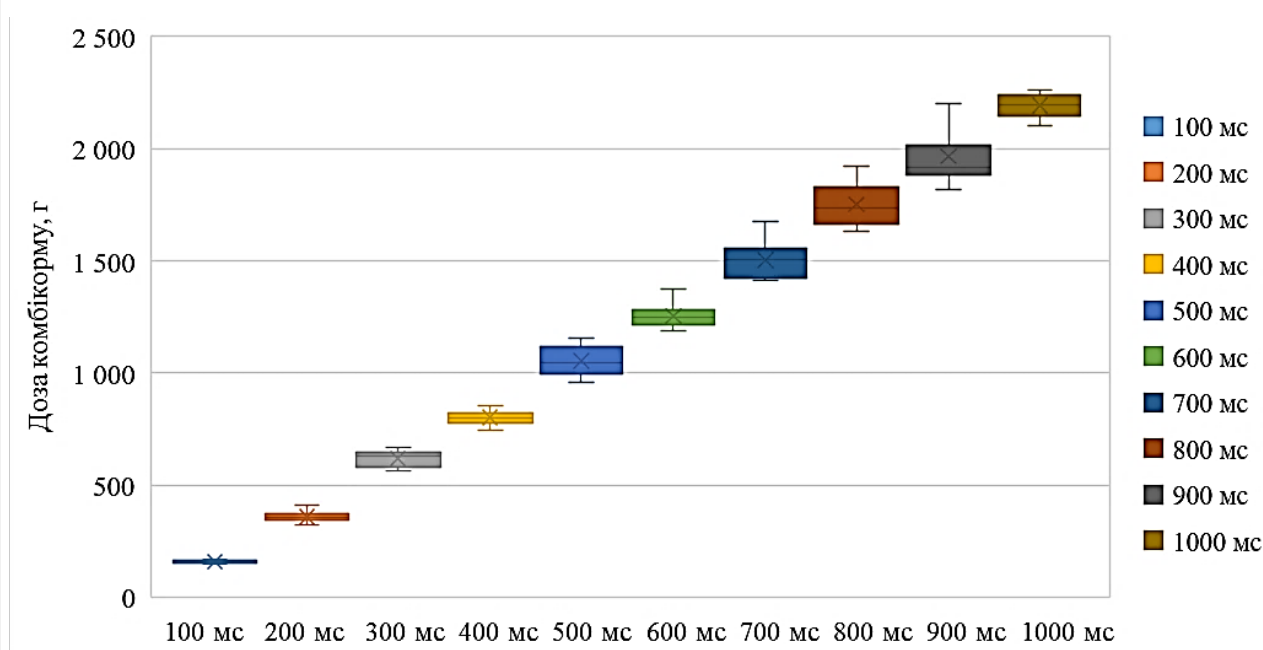


Рисунок 2 – Розподіл доз корму щільністю 691 кг/м<sup>3</sup> в залежності від часу знаходження засувки дозатора у відкритому положенні

Максимальне відхилення за масою порції комбікорму становило 14,63%, а середнє – 5,23% для всіх дослідів (рис. 3).

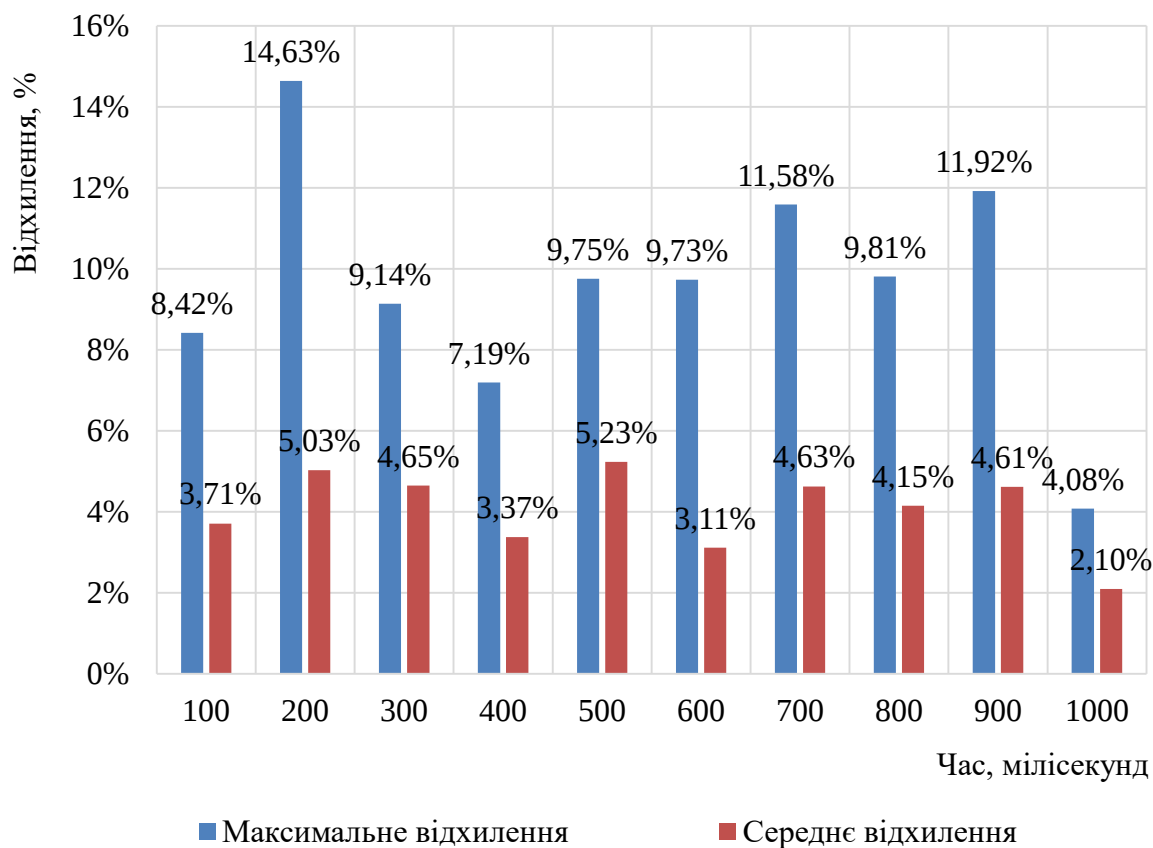


Рисунок 3 – Точність дозування корму за масою (щільність корму 691 кг/м<sup>3</sup>)

Отримані експериментальні дані добре апроксимуються лінійними залежностями (рис. 4). Так, для комбікорму щільністю  $691 \text{ кг/м}^3$  залежність маси комбікорму від часу знаходження засувки у відкритому положенні має вигляд:

$$M = 2,1531 t, \quad (1)$$

де  $M$  – маса комбікорму, г (кг);

$t$  – час знаходження засувки у відкритому положенні, мс (с).

Для комбікорму щільністю  $661 \text{ кг/м}^3$  ця залежність запишеться як:

$$M = 1,9888 t. \quad (2)$$

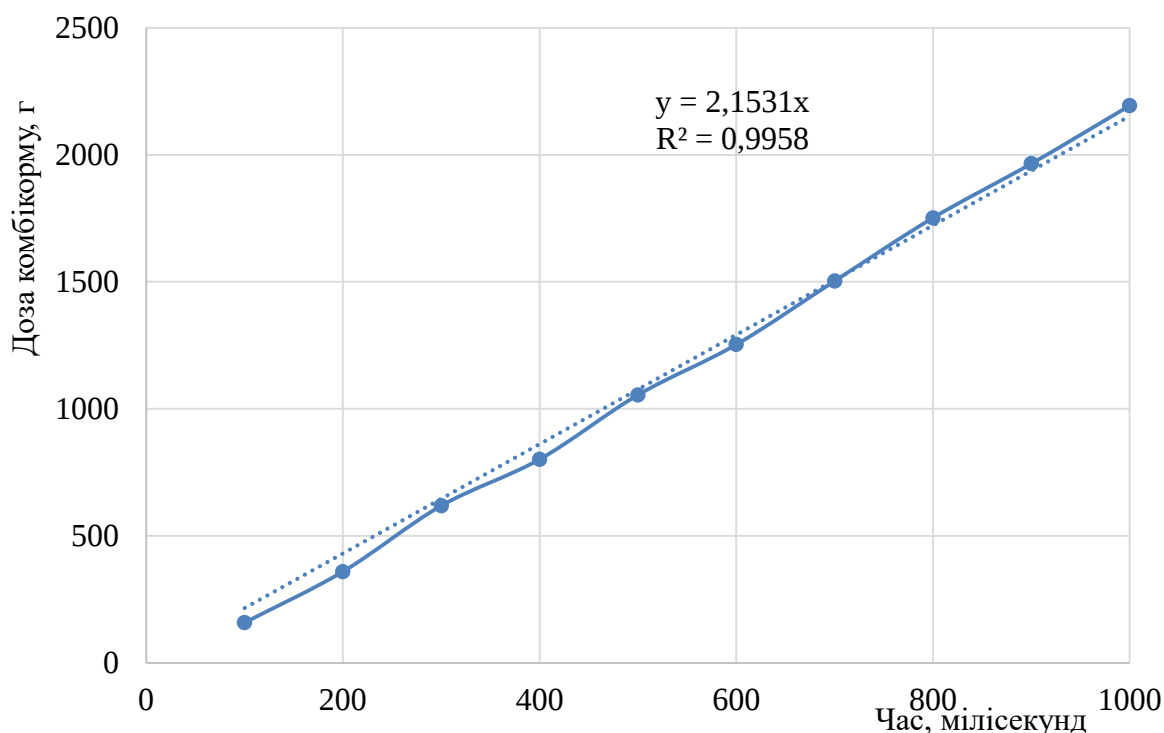


Рисунок 4 – Вплив часу знаходження засувки дозатора у відкритому положенні на масу дози комбікорму щільністю  $691 \text{ кг/м}^3$

Отже, результати експериментальних досліджень довели можливість застосування гравітаційного способу дозування комбікормів дозаторами запропонованої конструкції, наприклад, в системах годівлі тварин. Отримані моделі та їх графічні інтерпретації також свідчать, що при застосуванні соленоїдів для відкривання та закривання засувок дозатора, впливом часу спрацювання соленоїдів на точність дозування можна знехтувати.

УДК 338:47

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ

**О.М. Загурський**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Інвестиційно-будівельний проект автомобільної дороги являє собою складну керовану систему, яка змінює свою конфігурацію в ході багатокрокових процесів. Можливість здійснювати управління системою зумовлює виникнення проблеми вибору дій і неминуче призводить до задачі пошуку оптимально доцільного рішення з точки зору управління. Такого типу завдання є завданнями динамічного програмування, що побудовані на, так званому, принципі оптимальності: За ним оптимальній поведінці властиво те, що яким би не був початковий стан та рішення у початковий момент, наступні рішення повинні складати оптимальну поведінку відносно стану, що одержаний в результаті першого рішення.

Метод динамічного програмування полягає в тому, що оптимальне управління складного процесу (проекту) будується поступово. На кожному з етапів оптимізується управління лише цього етапу, проте з урахуванням оптимальності усього процесу (проекту) в цілому. Тобто, на кожному етапі рішення по управлінню процесом (проектом) приймається з урахуванням його наслідків, так як управління, оптимізуючи цільову функцію тільки для даного етапу, може привести до неоптимального ефекту всього процесу (проекту). Яким б не був початковий стан системи перед наступним етапом, рішення з управління спрямовуються на те, щоб виграш на даному етапі плюс оптимальний виграш на всіх наступних етапах був максимальним.

Процеси динамічного програмування можуть приймати різні форми. Нами пропонується аналітична модель процесу прийняття обґрунтованого рішення, яка буде як досить загальною, так і обчислюваною. Ця модель є умовно стаціонарною, тому що передбачає, що інвестиційно-будівельний проект автомобільної дороги виконується протягом невеликого періоду часу. Для опису робіт системи використовуються Марковські процеси прийняття рішень, а для оптимізації – методи дискретного та динамічного програмування, відповідно до загальної концепції аналізу і оптимізації багатокрокових завдань.

Марковські завдання прийняття рішення, описані в роботі Р. Ховарда [2] є завданням математичного програмування, що застосовується до багатокрокових задач прийняття рішень в умовах ризику. В них процес зміни стану будь-якої системи полягає в тому, що у випадкові моменти часу  $t_0, t_1, t_2, \dots, t_k$  система виявляється в тому чи іншому заздалегідь відомому дискретному стані послідовно. Така випадкова послідовність подій називається Марківським

ланцюгом, якщо для кожного кроку ймовірність переходу з одного стану  $S_t$  в будь-яке інше  $S_j$  не залежить від того, коли і як система перейшла в стан  $S_t$ .

Описується Марківський ланцюг за допомогою ймовірності станів, причому вони утворюють повну групу подій, тому їх сума дорівнює одиниці. Отже, інвестиційно-будівельний проект автомобільної дороги буде системою, яка в будь-який фіксований момент часу може знаходитися в одному із чисельних станів (етап виконання проекту), який пронумеруємо як  $E_j = 1, 2, \dots, N$  і припустимо, що у дискретні моменти часу  $t = 0, 1$  система переходить з одного стану до іншого. При чому процеси зміни станів відбуваються не детерміновано, а стохастично та керуються перехідною матрицею

$$P = (P_{E_i;E_j})$$

де:  $P_{E_i;E_j}$  ймовірність переходу стану від етапу «і» до етапу «j» інвестиційно-будівельного проекту платної автомобільної дороги.

Введемо наступні функції:  $X_t(E_i)$  – ймовірність того, що система у момент часу  $(t)$  знаходиться у стані  $E_i = 1, 2, \dots, N$ , за умови, що  $t = 1, 2, \dots$

Тоді згідно теорії ймовірності

$$X_{t+1}(E_j) = \sum_{i=1}^N P_{E_i;E_j} \times x_t(E_i), E_j = 1, 2, \dots, N$$

$$x_0(E_i) = C_i$$

Враховуючи те, що в теорії Марковських процесів розглядається асимптотична поведінка функції  $x_t(E_i)$ , при  $t \rightarrow \infty$  і якщо усі перехідні ймовірності  $P_{E_i;E_j}$  позитивні то визначені функції наближаються до величин  $x_t(E_i)$ , задовольняючим рівняння «стаціонарного режиму»:

$$X(E_j) = \sum_{i=1}^N P_{E_i;E_j} \times x(E_i), E_j = 1, 2, \dots, N$$

В даній моделі на кожному кроці у якості перехідної матриці може бути обрана одна із множин таких матриць, відповідно нами для визначення політики  $\alpha$  може бути обрана матриця  $P_{(\alpha)} = (P_{E_i;E_j}(\alpha))$

Далі припустимо, що змінюється не тільки стан на кожному кроці, а і витрати пов'язані із розробкою проекту, які є функцією початкового і кінцевого стану і рішення. У цьому випадку вираз  $R_{(\alpha)} = (r_{E_i;E_j}(\alpha))$  є матрицею витрат.

Описаний вище процес є Марковським процесом прийняття рішення тому сутність рішення завдання зводиться до вибору послідовності рішень, які мінімізують математичне очікування витрат, одержуваних у N-кроковому процесі, при заданому початковому стані системи.

Нехай  $\alpha_1^1; \alpha_2^1; \alpha_3^1$  – альтернативні варіанти виконання інвестиційного проекту у I періоді і  $h_1^1; h_2^1; h_3^1$  – відповідні витрати при виконанні проекту по даним варіантам у I періоді.

Так як альтернативні варіанти виконання проекту виникають на кожному з етапів, позначимо для II періоду альтернативні варіанти виконання проекту і їх витрати  $\alpha_1^2; \alpha_2^2; \alpha_3^2$  і  $h_1^2; h_2^2; h_3^2$  відповідно. Тоді для III періоду альтернативні варіанти виконання проекту і їх витрати будуть  $\alpha_1^3; \alpha_2^3; \alpha_3^3$  і  $h_1^3; h_2^3; h_3^3$  відповідно.

Рішення завдання мінімізації витрат ведеться поетапно і починається з пошуку мінімального числа витрат в III періоді. Далі такі процедури

повторюються для II і I періодів. Остаточне рішення про розробку проекту формується з послідовного вибору, починаючи з першого періоду таких альтернативних варіантів, при яких показник витрат мінімальний.

Фактори невизначеності і ризику оцінюються експертами в якості можливих додаткових витрат на кожному з етапів розробки інвестиційно-будівельного проекту і визначається за допомогою неформалізованих суб'єктивних методів оцінки. В окремих випадках величина впливу цих факторів може бути визначена на об'єктивній основі (наприклад, на основі статистики по настанню несприятливих подій на аналогічних об'єктах).

Відповідно основне завдання зводиться до побудови оптимального рішення на усіх трьох етапах вибору мінімального показника витрат з урахуванням складової невизначеності і ризику. Для цього розраховуються ймовірність його настання результату і величина виграшу (мінімізації витрат, з урахуванням складової невизначеності і ризику), яка може бути отримана з урахуванням цієї ймовірності. Розрахунок ведеться по кожному вектору рішень від початкового вузла прийняття рішень до кінцевого вузла відповідного результату, з відбором гілки, що приводить до максимального виграшу, і поверненням до попереднього вузла прийняття рішень, яким присвоюється це значення виграшу.

Отже інвестиційно-будівельні проекти у сфері автотранспортної інфраструктури завжди складні, масштабні та затратні. Їх реалізація впливає на різні складові (економічні, соціокультурні, екологічні, виробничі та ін.) соціально-економічної системи території і відповідно вимагає застосування різноманітних моделей управління ними як на стадії проектування так і у процесі впровадження.

Запропонована модель може виявитися потужним інструментом в оперативному управлінні процесом розробки проекту, на основі якого в подальшому будуть побудовані графіки і календарний план його реалізації. Таким чином, зацікавлені особи (державний чи приватний партнер), використовуючи розроблену модель, здатні оперативно приймати рішення не тільки перед стартом інвестиційно-будівельного проекту, але і в процесі його реалізації, а також отримувати детальну інформацію про можливо допустимі втрати в точках прийняття рішень.

### Література

1. Воркут Т. А. Проектний аналіз / Т. А. Воркут. – К. : УЦДК, 2008. – 440 с.
2. Ховард Р.А. Динамическое программирование и марковские процессы / Перевод с англ. В.В. Рыкова под ред. Н.П. Бусленко / Издательство "Советское радио" М.: 1964 – 189 с.
3. Eijgenraam, C.J.J. OEEI: Evaluatie van infrastructuurprojecten: leidraad voor kostenbatenanalyse / C.J.J. Eijgenraam, , C.C. Koopmans, J. Prij, F.A. Rosenberg, P.J.G. Tang en N. Verster / Tijdschrift Vervoerwetenschap 2000 – №31 PP. 28-33.

УДК 531.32

## ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО РУХУ ЧАСТИНКИ ПО ПОХИЛІЙ ПОВЕРХНІ ОБЕРТОВОГО ЦИЛІНДРА

*Г.А. Голуб, О.А. Марус*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Основи аналізу руху матеріальних частинок по робочих органах із горизонтальною та вертикальною віссю обертання були закладені у відомій праці академіка П.М. Василенка [1]. Значний обсяг досліджень, щодо визначення відносної швидкості руху матеріальної точки по робочих органах з горизонтальною віссю обертання був проведений також у роботах [2-4] з метою визначення параметрів робочих органів для розпушування компостів та внесення органічних добрив. Ці дослідження стосувалися аналізу відцентрового руху матеріальних частинок по радіальних робочих органах в обмеженому секторі повороту барабана. Частина відомих досліджень направлена на вивчення руху частинок біомаси упродовж обертання горизонтальних реакторів для виробництва біогазу [5-8]. Для узагальнення проведених досліджень доцільно визначити основні рівняння, що характеризують механіку руху матеріальних частинок по радіальній площині обертового циліндра та провести їх аналіз.

Розрахункова схема дії сил на матеріальні частинки, що відцентрово рухаються по радіальній площині в обертовому циліндрі для кожного квадранта та при його обертанні проти часової стрілки приведена на рис. (система відліку кута повороту від горизонтальної вісі).

Згідно приведених схем відцентрового руху по радіальних перемішуючих площинах в обертовому циліндрі, на матеріальну частинку діють наступні сили: сила тяжіння, коріолісова сила, сили тертя від дії сили тяжіння та коріолісової сили, а також відцентрова сила інерції.

Були отримані й інші схеми дії сил на частинку, при яких матеріальна частинка рухалась відцентрово при обертанні циліндра за часовою стрілкою та з різними початковими умовами, коли відлік кута повороту починався від горизонтальної та вертикальної осей. Також, для порівняння, були отримані схеми дії сил на частинку, при яких матеріальна частинка рухалась доцентрово з різними відліками кута повороту площини.

Використовуючи схеми дії сил на частинку, що рухається по похилій поверхні обертового циліндра були отримані диференційні рівняння. Диференційні рівняння при відцентровому русі частинки по площині й обертанні циліндра проти, а також за часовою стрілкою та при системі відліку кута повороту від вертикальної вісі ідентичні диференційним рівнянням відцентрового руху частинки по площині й обертанні циліндра проти, а також за часовою стрілкою при системі відліку кута повороту від горизонтальної вісі зі зміщенням на один квадрант.

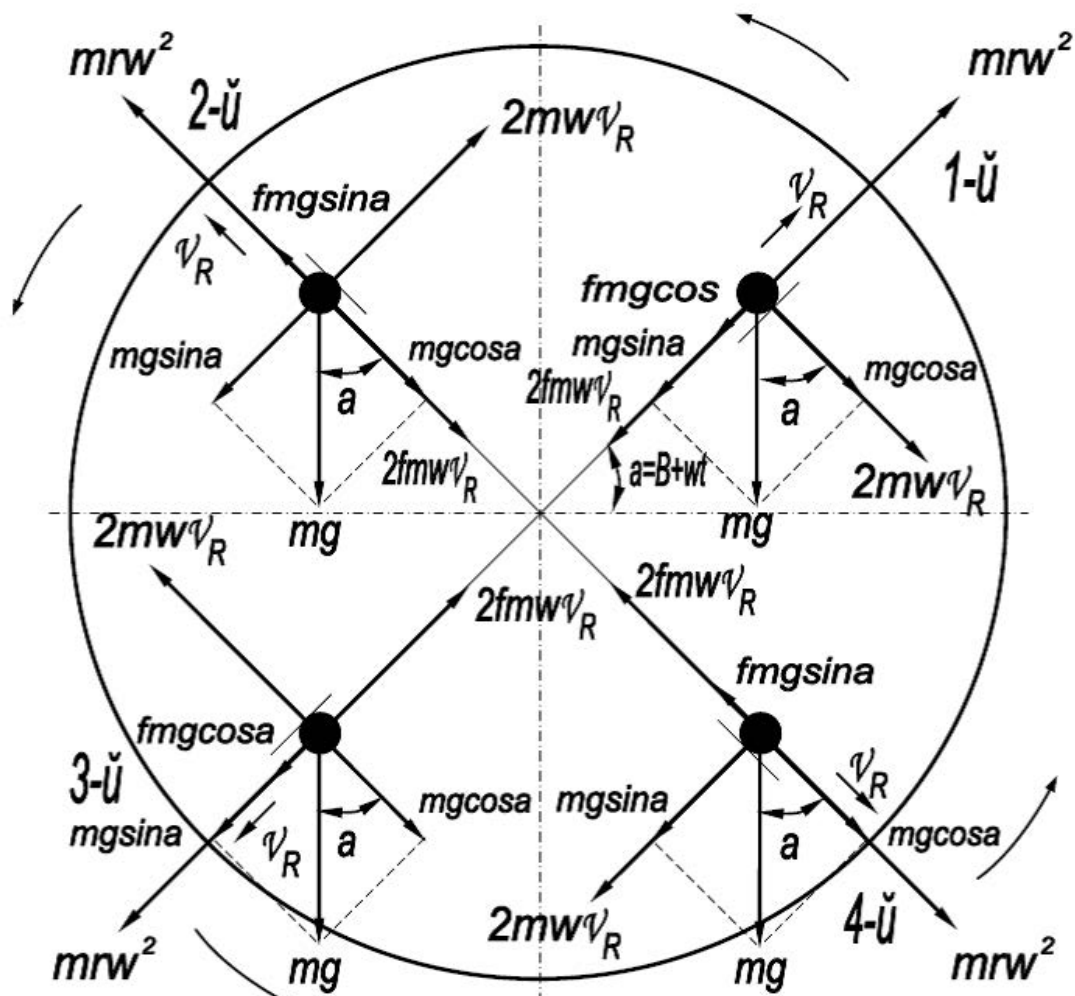


Рис. 1. Схема дії сил на частинку, що рухається відцентрово при обертанні барабана проти часової стрілки:  $m$  – маса частинки, кг;  $w$  – кутова швидкість обертання горизонтального обертового циліндра, рад  $\text{с}^{-1}$ ;  $r$  – поточний радіус положення частинки на радіальній площині, м;  $g$  – прискорення земного тяжіння,  $\text{м с}^{-2}$ ;  $f$  – коефіцієнт тертя частинки по матеріалу радіальної площини, відн. од.;  $B$  – початковий кут повороту радіальної площини циліндра, рад.;  $t$  – час повороту радіальної площини, с;  $v_R$  – відносна швидкість руху частинки по радіальній площині,  $\text{м с}^{-1}$ ;  $mrw^2$  – відцентрова сила інерції, Н;  $2mwv_R$  – Коріолісова сила інерції, Н;  $mg$  – сила тяжіння та її складові, Н;  $2fmwv_R$  – сила тертя, що виникає від дії Коріолісової сили інерції, Н;  $k_1$  – коефіцієнт пропорційності при ламінарному обтіканні частинки повітрям,  $\text{с}^{-1}$ .

Диференційні рівняння руху матеріальної частинки по радіальних лопатках при відцентровому русі й обертанні циліндра проти часової стрілки при системі відліку кута повороту від вертикальної вісі повністю ідентичні

диференційним рівнянням руху матеріальної частинки по радіальних площинах при відцентровому русі й обертанні циліндра проти часової стрілки при системі відліку кута повороту від горизонтальної вісі. Диференційні рівняння руху матеріальної частинки по радіальних площинах циліндра при доцентровому русі повністю ідентичні диференційним рівнянням руху матеріальної частинки по радіальних площинах при відцентровому русі.

Отримані рішення диференційних рівнянь, що визначають параметри руху матеріальних частинок по радіальній площині при різних варіантах обертання барабана є ідентичними і відрізняються між собою лише початковими значеннями кутів повороту при зміщенні між горизонтальною та вертикальною осями на величину  $\pi/2$ .

### Література

1. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин / П.М. Василенко. – К.: УАСХН, 1960. – 284 с.
2. Марченко Н.М. Механизация внесения органических удобрений / Н.М. Марченко, Г.И. Личман, А.Е. Шебалкин. – М.: ВО «Агропромиздат», 1990. – 207 с.
3. Якубаускас В.И. Технологические основы механизированного внесения удобрений / В.И. Якубаускас. – М.: «Колос», 1973. – 231 с.
4. Голуб Г.А. Агропромислове виробництво їстівних грибів. Механіко-технологічні основи / Г.А. Голуб. – К.: Аграрна наука, 2007. – 332 с.
5. Голуб Г.А. Параметри барабанно-дискового розпушувача / Г.А. Голуб, В.О. Заєць // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 10. – С. 48-51.
6. Голуб Г.А. Модель барабанно-пальцевого розпушувача компосту з нахилом пальців / Г.А. Голуб // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха, 2005. – Вип. 89. – 391 с. – С. 212-219.
7. Голуб Г.А. Оптимізація параметрів барабанно-пальцевого розпушувача компосту / Г.А. Голуб // Вісник аграрної науки. – 2005. – № 11. – С. 59-61.
8. Голуб Г.А. Радіальна швидкість руху компосту в барабанно-пальцевому розпушувачі / Г.А. Голуб // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства "Механізація сільськогосподарського виробництва". – Харків, 2003. – Вип. 21. – 512 с. – С. 484-491.

УДК 514.18

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТІЙКИ ДИСКОВОГО ПЛУГА

**В. В. Гикавчук, В. П. Курка**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Різноманітність ґрунтово-кліматичних умов, зональність сільського господарства та необхідність постійного підвищення родючості сільськогосподарських угідь обумовили наявність широкого спектру ґрунтообробних знарядь різних типів та конструкцій. Одне з провідних місць в цьому спектрі займають ґрунтообробні знаряддя з дисковими робочими органами.

Провівши аналіз конструкцій, було визначено те, що у кожній з них є певні недоліки, які спричиняють складність в обслуговуванні, налаштуванні та в роботі. В більшості конструкцій було відсутнє регулювання кутів нахилу дискового ґрунтообробного робочого органу, або регулювання проводилося тільки в одній площині.

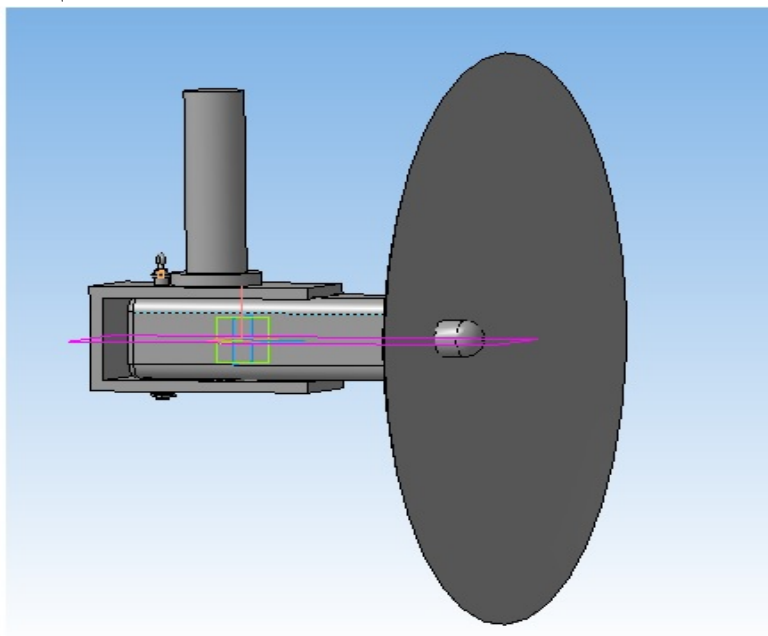


Рис. 1. Фрагмент конструкції механізму диска

Для використання дискових ґрунтообробних робочих органів на різних типах ґрунтів була розроблена конструкція вузла для кріплення дискової полиці до стійки на базі корпусу плуга ПЛД-1,2. Дана конструкція має такі переваги, як регулювання положення диска відносно напрямку руху та поверхні поля. Простота конструкції дозволяє здійснювати швидке регулювання кута атаки диска за допомогою пальця який фіксує корпус вузла у необхідному положенні.

У запропонованій конструкції є ряд отворів, що відповідають конкретному значенню кута атаки диску. Конструкція запропонованого вузла кріпиться на стійці, яка також рухома (передбачає можливість вивід диску з ґрунту при потраплянні на каміння чи перешкоду. Для створення даної розробки було використано програму КОМПАС3d. А для створення силового аналізу була використана система аналізу міцності Solidworks, яка є ядром інтегрованого комплексу автоматизації підприємства, за допомогою якого здійснюється підтримка життєвого циклу виробу згідно з концепцією CALS — технологій, включаючи двонаправлений обмін даними з іншими Windows-застосунками та створення інтерактивної документації. На сьогоднішній день програма доступна для роботи лише на операційних системах Windows. Вона популярна не тільки завдяки широкому функціоналу, а й за рахунок простоти в освоєнні і доступного інтерфейсу. До слова, інтерфейс програми повністю налаштовується під потреби користувача. Є можливість змінити навіть розміри значків, а починаючи з версії SolidWorks 2016 (яку ми тут і розглянемо) інтерфейс повністю перероблений під монітори з надвисоким розширенням.

Можливості SolidWorksНижче базовий функціонал програми, доступний без установки розширень. Розробники також подбали про створення додаткових модулів, що значно збільшує можливості програми. Отже, ось що пропонує SolidWorks:

- 3D моделювання;
- Розробку зварних конструкцій
- Розрахунки на міцність;
- Прорахунок гідро / аеродинаміки;
- Можливість створення креслень;
- Проектування з урахуванням матеріалу виробу;
- Візуалізацію;
- Прорахунок на згин;
- Роботу з даними 3D сканування (функція ScanTo3D);
- Можливість проектування виробів з листового металу;
- Роботу з електросхеми;
- Можливість анімації готового виробу;
- Експорт даних в інші програми.

Програма з'явилась в 1993 році та склала конкуренцію таким продуктам як AutoCAD та Autodesk Mechanical Desktop, SDRC I-DEAS і Pro/ENGINEER, Solid Edge. В залежності від класу задач, що розв'язуються, замовникам пропонується три базових конфігурації системи: SolidWorks, SolidWorks Professional та SolidWorks Premium .

При використанні даної програми ми провели аналіз конструкції механізму, та визначили його слабкі сторони.

Програма діє таким чином, що на дану модель прикладаються задані сили, в вибраних місцях, в даному проекті силу було прикладено до диска, та, передаюся навантаження від нього через вісь, підшипники, на стійку якою закріплений весь механізм, на стійку накладено сили в всіх площинах.

Задавши параметри сил, ми визначили оптимальне навантаження на механізм, запас міцності, та величину деформацій.

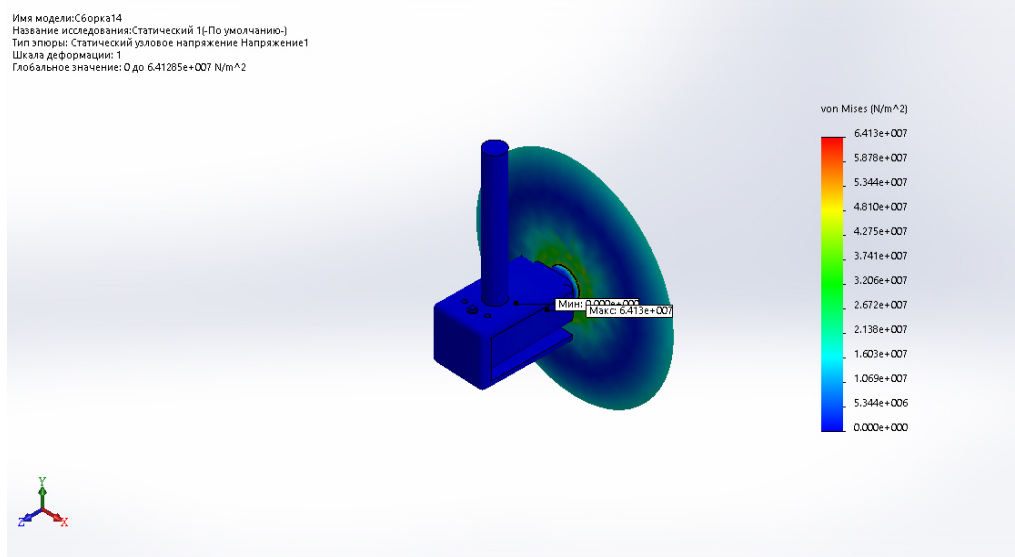


Рис. 2. Напруження які виникають на диску.

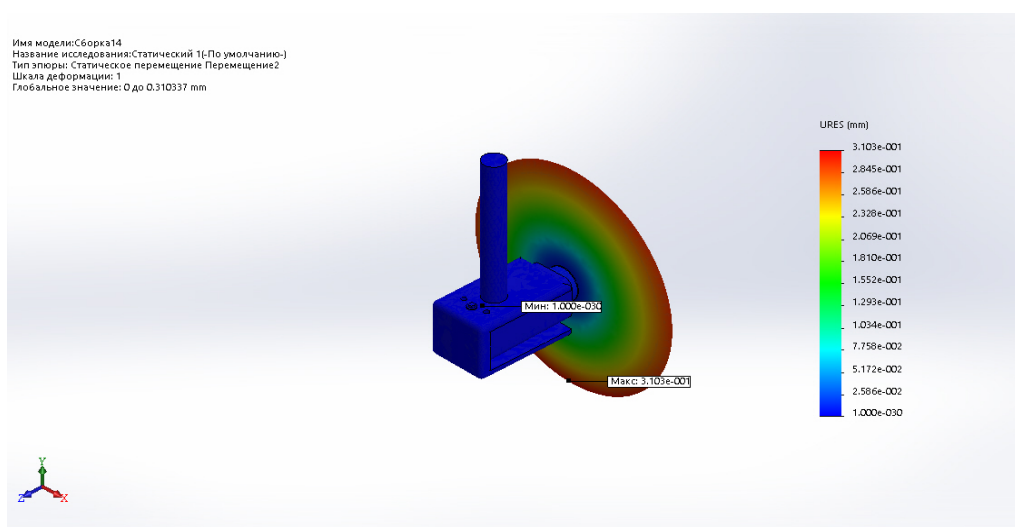


Рис. 3. Деформація диска

Висновком є те, що при використанні сучасних програм моделювання, можна точно визначити всі задані параметри для розробки, випробувати створену розробку, без зайвих затрат і створення оригіналу.

### Література

1. Дударева Н., Загайко С., БХВ-Петербург, 416 с. Самоучитель SolidWorks 2010, 2011.
2. Алямовский А.А., ДМК Пресс, 784 с. COSMOSWorks. Основы расчета конструкций на прочность в среде SolidWorks, 2010.

УДК 7.05

## ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ФОРМУ ДИЗАЙНУ ВИРОБІВ

*П.А. Василів, І.Ю. Грищенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Задачі відповідності форми технології стала актуальною з 70-х років ХХ століття, коли науково-технічна революція дала проектантам щорічно збільшення списку нових матеріалів і технологій. Як відмічає дизайнер Антонов Р.О. в статті «Технологія і форма» (1984): « до цього дизайнера мало цікавили такі питання як «форма-матеріал-технологія» і їх взаємозв'язок» [1].

Відкриття нових формоутворюючих технологій в 70-90-і роки ХХ століття розглянуті в книзі «Експеримент і дизайн» [2]. Дозволило розглянути нові підходи дизайнерської діяльності розробку не тільки самої форми а самого принципу технології формоутворення, автори відкрили ще один напрям – «технологія експериментального моделювання».

Серед закордонних видавництв книга «Цифрова тектоніка» (2004) Н. Ліга, Д. Тернбула і К. Вільямса [3], де розглянуто залежність форми і поверхні від структури. В архітектурі, як і дизайні, вже давно існує опозиція між цифровою (віртуальною) культурою почуттів художнього образу і технічною культурою реальних об'єктів. Напрямок «Цифрової тектоніки» поєднав в собі зусилля архітекторів, дизайнерів і інженерів для розуміння взаємодії поверхонь і структур, що дозволяє, в свою чергу, створити нові форми – пишуть автори даної книги. Важливо те, що одно із рішень для гармонійного поєднання образного і технологічного, формального і конструктивного було знайдено в області цифрової технологій на базі 3D моделювання, що стало основою для нової образності форм дизайнерських проектів.

Дизайнерська діяльність в суспільстві має прямий взаємозв'язок з технологією і відбивається на методах, процесах і результатах проектування. При правильному використанні дизайнером, технологія стає не просто засобом, але і художньою мовою промислового дизайну. Формоутворення промислових виробів змінюється в взаємозв'язку з розвитком технологій і появою на ринку нових матеріалів.

При правильному використанні дизайнером, технологія стає не просто засобом, але і художньою мовою промислового дизайну. Формоутворення промислових виробів змінюється в взаємозв'язку з розвитком технологій і появою на ринку нових матеріалів.

Технологія як суб'єкт виробництва і інструмент впливу на формоутворення. Методи і поняття «композицій, тектоніки і художнього конструювання входять в науково-практичну область дизайну. Однак особливості проблеми впливу технології і складу промислових виробів вивчені поки недостатньо і потребують усестороннього розвитку.

Форма машин завжди діюча і виникає в результаті «боротьби з матеріалом». Форма відображає рівень наукових знань, стан техніки, використанням властивостей і специфіки матеріалу і його обробки. Однак форма технічна не повністю і всеціло оформляє предмет, в якому залишається багато неоформленого, невикористаного. Техніка яка базується на науці, ніколи не може дати закінчену форму, яка під впливом її буде знову і знову розкривати свої невивчені властивості [3].

Технологія стає матеріалом дизайнера, попавши під його контроль, вона в свою чергу, накладає обмеження на дизайн, його простору і на те яким образом вона працює.

Проектування в інформаційну епоху переходить з «кульмана» в область віртуального простору, де будується 3D модель, розробляється конструкція і проводиться випробування майбутнього виробу. Комп'ютерний метод поверхневого моделювання дозволяє проводити більш вільні експерименти з формою, використовувати складні лекальні контури, плавні переходи форм, поверхонь, побудова яких креслярським методом представити складно.

Традиційний метод роботи циркулем і лінійкою задавали певну формальну специфіку конструйованих деталей і виробів: основними параметрами частин їх були прямі, кути і радіуси – тобто геометричні фігури і елементи, які повністю піддаються обмірюванню. Лекальні поверхні потребують до себе особливого підходу, більше часу і ресурсів і в результаті – складне виконання. З появою і еволюцією автоматів для виготовлення прес-форм, які працюють по 3D моделі, питання виконання складної лекальної форми не представляє собою ніяких труднощів.

Форми людської праці міняються з прогресом в технологіях. В залежності від того яка технологія використання в продукті, міняється функція продукта і зв'язок користувача з продуктом Кин-Пио Ли розділив розвиток техніки на три основні фаз: інструменти до промислової революції, машин в індустріальний час і комп'ютери в інформаційному суспільстві. На основі даного поділу можна прослідити еволюцію взаємодії з технікою і зміни методів проектування.

### Література

1. Антонов Р.О. Технология и форма. Некоторые проблемы современного дизайна. 1994. №45. С.58-62.
2. Эксперимент в дизайне. Сборник научных трудов. 1987. С. 68-73.
3. Leach N., Turnbull D., Willams Ch. Digital technics. Willey. Academe, 2004. 192 p.
4. Базилевский А.А., Барышева В.Е. Дизайн. Технология. Форма. М.: Архитектура-С, 2010. 248 с.

УДК 7.05

## ОСНОВИ КОМПОЗИЦІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНІКИ

*П.А. Василів, І.Ю. Грищенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Анотація* – композиція машини створюється з урахуванням кон'юнктури ринку, і це також значною мірою визначає стратегію і тактику в проектуванні виробів тієї чи іншої галузі промисловості.

*Ключові слова* – композиція, сільськогосподарські машини, техніка, гармонія, дизайн, тектоніка, об'ємно-просторова структура, пропорція, масштаб, масштабність, контраст, нюанс.

*Постановка проблеми.* Сучасна епоха науково-технічного прогресу зробило ще актуальною проблему естетичного вдосконалення машин, с-г техніки, приладів, засобів транспорту, побутової техніки – словом, всієї промислової продукції. Композиція машини створюється з урахуванням тих, що діють в даній області техніки загальних тенденцій конструювання, визначених науково-технічним прогресом, таких, наприклад як збільшення ролі автоматизації, роботизованих комплектів або зниження металоємності, що відбивається і на формі с-г машин і верстатів.

*Аналіз останніх досліджень.* Справжня краса с-г техніки, виробів промисловості є свого роду інтегральний показник його якості. Чи можна рахувати красивим верстат, якщо він не задовольняє найважливіші ергономічні вимоги або значно важчий за свої аналоги? У техніці краса невід'ємна від користі. Майстерність побудови, композиції виробів полягає в тому, що художник повинен організувати окремі, різні елементи машини, виробу в єдине ціле. Питанням теорії композиції в техніці вивчені ще неповністю. Великий вклад в її розвиток вніс Ю.С. Сомов. Його теорія композиції і формоутворення виробів промислового виробництва базується на таких категоріях, як тектоніка і об'ємно-просторова структура.

*Формування цілей.* Створюючи трьох мірний виріб художник-конструктор не може не може використовувати лінії, площини, як наприклад художник-мистець йому потрібно вміти працювати з об'ємами, масами і простором. А це потребує від конструктора знань різних композиційних підходів і вмінь користуватись механічними, фізичними і хімічними властивостями матеріалів.

*Основна частина.* Композиція в техніці (від латинського compositio – твір, розміщення, з'єднання, структура) – засіб розкриття ідейно-художнього змісту з допомогою розміщення основних елементів і частин технічного виробу у визначеній системі і послідовності, а також спосіб поєднання елементів в одне ціле. Основні категорії композиції тектоніка і об'ємно-просторова структура. Тектоніка – зрине відображення у формі роботи конструкції і організація матеріалу (правдивість форми по відношенню до конструкції і матеріалу). Об'ємно-просторова структура – взаємозв'язок простору і об'єму. Так зміна

об'ємно-просторової структури елементів зернозбирального комбайну, виробництва «Гомельсільмашу», дозволила розширити його універсальність тощо. Основні категорії композиції завжди пов'язані між собою. Порушення тектоніки (відображення конструктивної основи) погіршує органічність зв'язків елементів об'ємно-просторової структури машини й навпаки.

Існують с-г машини, що не вирішені композиційно, механічно зчепленні з окремих елементів, органічно не пов'язаних між собою. Така форма є композиційно не організованою. Відомий «полтавський» агрегат для обробітку ґрунту без обороту скиби складається з трьох машин-плоскоріза ОПТ-3, голчастої борони БНГ-3 та кільчасто-шпорових котків 2ККШ-1,5. При робочій ширині захвату 3м його експлуатаційна довжина досягала 18м. Така компоновка різнофункціональних робочих органів вимагала для ґрунтообробного агрегату Т-150К+ОПТ-3+БНГ-3+2ККШ-1,5 збільшеної до 30мповоротної смуги, вирівнювання поверхні поля з нахилом не більше 3°, а від оператора – підвищеної уваги тощо.

У новому поколінні машин для мінімалізації обробітку ґрунту, за рахунок оптимізації побудови об'ємно-просторової структури взаємного розміщення робочих органів, змінено не лише габаритні розміри агрегатів, але і істотно поліпшено показники якості та ефективності виконання технічних операцій. Продуктивність роботи агрегату ХТЗ-17021+КР-4,5 – у 1,5 рази, ХТЗ-17021+КШН-5,6 – у 1,7 раз вища, ніж у базового «полтавського».

Процес створення гармонійного твору називається «композицією». Композиція – це просторова організація елементів речі (виробу) як результат формоутворювальної діяльності. Композиційне формотворення має на увазі організацію форми зсередини, структурування матеріалу об'єкту проектування. Оперуючи в процесі компоновки класичними засобами композицій дизайнер осмислює їх з погляду композиційного формоутворення і багатообразну належність речі в людську життєдіяльність і контекст сучасної індустріальної культури. При естетичній оцінці готового виробу композиція аналізується з погляду логічної завершеності і художньої цілісності форми в контексті певного задуму дизайнера. Засоби і принципи композиції не можуть існувати зовні культурних зразків, зовні ціннісних орієнтацій, що історично розвиваються, виявляючись усередині стилю, школи, художнього напрямку, творчого методу.

Розмірні відношення елементів форми –це та основа на якій базується вся композиція. Відомо, яке значення для гармонії форми має чітка система розмірних відносин, покладених в основу с-г техніки, верстата, приладу будь-якого об'єкту художнього конструювання. Тому лише вдале поєднання функціональної відповідності та форми дозволяє досягти гармонійної єдності технічного рішення нової конструкції. Наприклад, оптимізоване формоутворення лобового скла в комбайні Джон Дір поліпшує видимість оператора, підвищуючи показники якості та продуктивності його роботи. Бо насолода від виразно представлені функції закладена у природі людини.

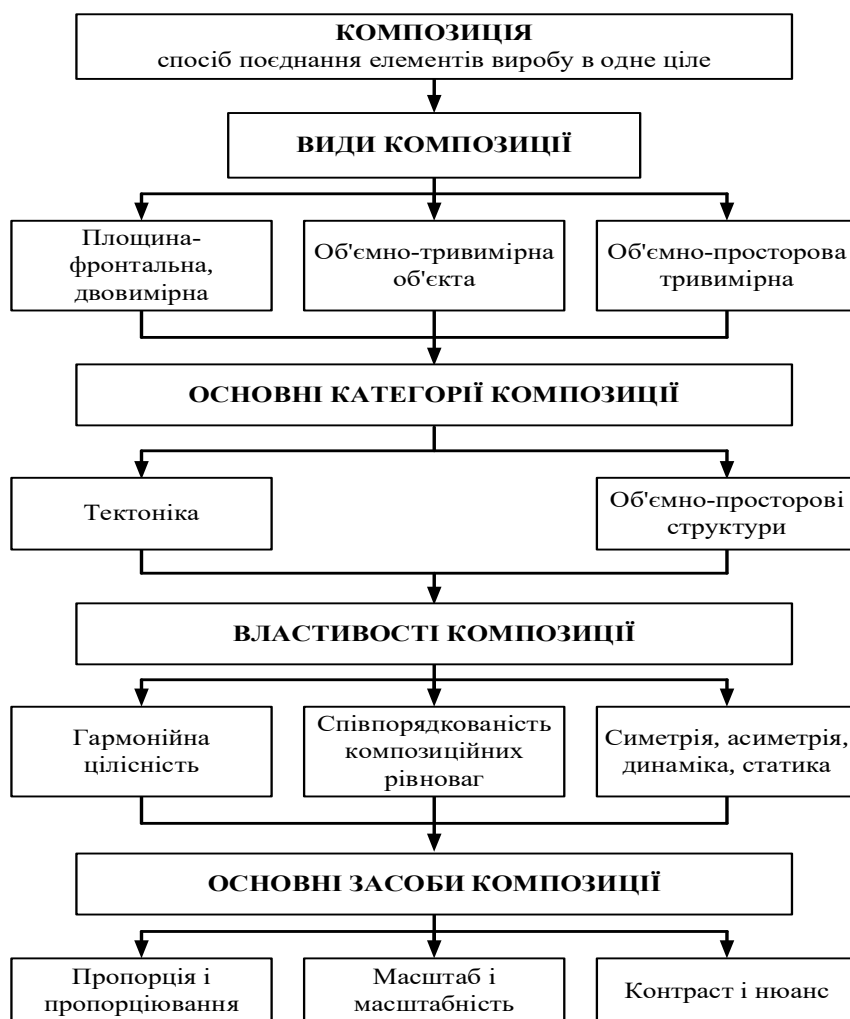


Рис. 1. Алгоритм прийняття композиційного рішення в техніці.

*Висновки.* Насолоджуючись красою форм, що створені природою, ми захоплюємося матеріалізованим поняттям функціональності – писав відомий дизайнер С. Головка. Бажано, щоб така ж оцінка виникла і при сприйнятті сучасної с-г техніки.

### Література

1. Василів П.А., Грищенко І.Ю. Основи ергономіки і дизайну тракторів і автомобілів. Київ: КОМПРИНТ, 2018. 194 с.
2. Михайленко В.Є., Яковлев М.І. Основи композиції: геометричні аспекти в дизайні : навчальний посібник. Київ: Каравела, 2017. 304 с.
3. Дизайн та ергономіка аграрної техніки : навчальний посібник для вузів / В.О. Дубровін та ін. Київ: Аграр Медіа Груп, 2014. 180 с.
4. Яковлев М.І. Композиція + геометрія. Киев: Каравела, 2007. 240 с.

УДК 7.05

## ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЬ І ФОРМА В ДИЗАЙНІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

*П.А. Василів, І.Ю. Грищенко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Анотація* – технічний дизайн встановлює певні взаємовідносини форми с-г машин з функціональною відповідністю.

*Ключові слова* – форма, функціональна відповідність, сільськогосподарські машини. гармонійний зв'язок, дизайн.

*Постановка проблеми.* Між формою с-г машин і функціональною відповідністю завжди існує єдність і протиріччя, тому досягнення гармонійного зв'язку виявляється досить складним завданням, що потребує пошуку компромісів.

*Аналіз останніх досліджень.* Перспективним напрямком створення с-г техніки виступає біонічний. У процесі художньо-конструкторської розробки новий технічний засіб умовно наділяють рисами та властивостями, притаманними живому об'єкту, відповідним чином повторюючи його окремі елементарні форми.

*Формування цілей.* У дизайні є форма, пов'язана з функціональним призначенням, і семантика, що викликає складові смислові асоціації. Мистецтво дизайну виникає в основному там, де з'являється контакт із споживчим, де форма отримує знакову функцію.

Основна частина. Дизайн створює особлива мова форми, що дає ідеям зорове вираження – візуальна мова. Знаками у візуальній мові дизайну стають не тільки образотворчі напрямки на форми навколишнього світу, але і пропорції, співвідношення світла і тіні, сполучення квітів, обсяг тіл їхній масштаб. Знак матеріалу, технології композиційна побудова і якість виробу – це дизайнерська форма.

Насправді, форма – це органічне поєднання зовнішніх контурів, вираження функціонального призначення і внутрішнього сприйняття об'єкта людиною. Для с-г машин, які працюють з живим об'єктами форма їх повинна повторювати окремі елементи біологічного суб'єкта, а також враховуючи принцип дії виконавчого механізму і систем для даного пристрою.

Так етапи біологічного обґрунтування технічних засобів представлено на рис. 1.

Слід відмітити, що складність становлення, а потім розвиток і вимирання форми пов'язані з великою кількістю факторів: нові матеріали, технології, зміна конструкції, стиль, мода тощо. Так виробничі фактори змінюють форму швидше зсередини – у зв'язку зі зміною технічної структури, технічних засобів забезпечення функцій і т.д.

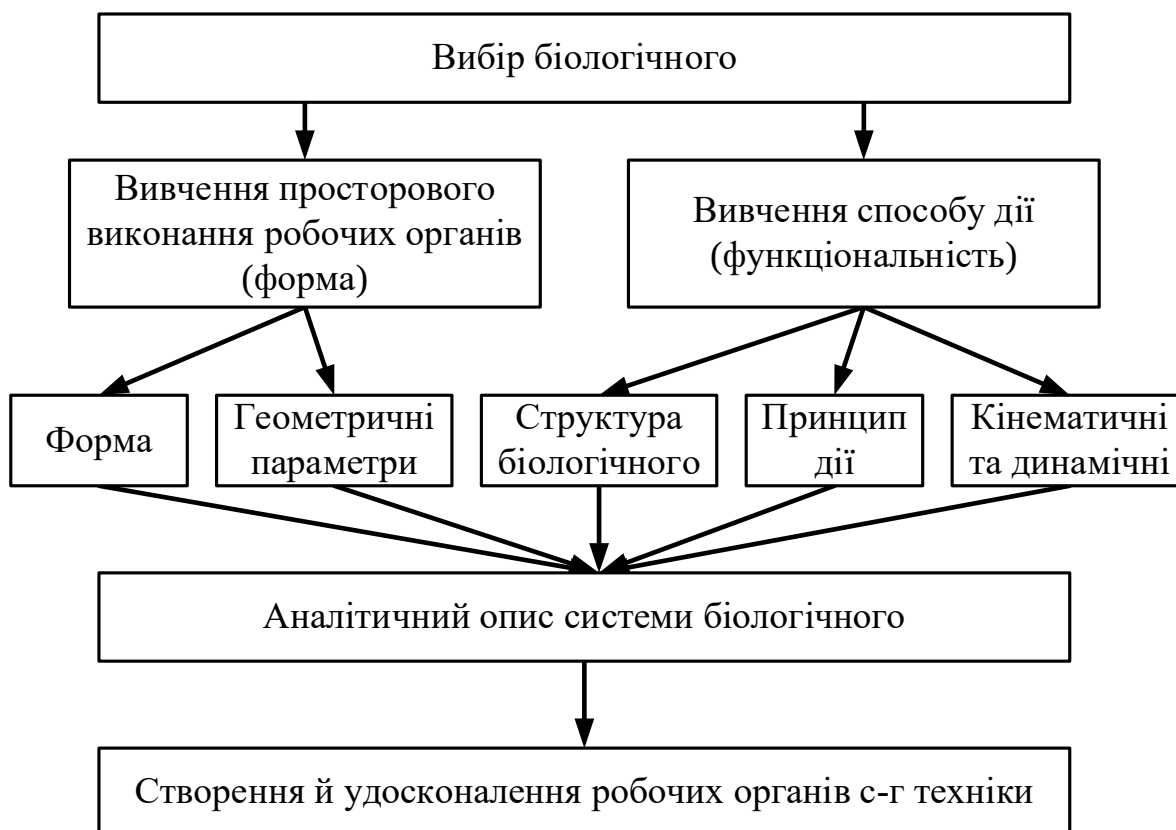


Рис. 1. Етапи біологічного обґрунтування технічних засобів

Так ознакою систематизації форми є принцип взаємодії з простором – симетрія і асиметрія. Прийнято вважати, що симетрія виражає у формі стан спокою, а асиметрія означає зоровий рух. Іншою ознакою є динамічність чи статичність, яка дозволяє значно конкретизувати положення будь-якої форми. Наступною ознакою яка характеризує співвідношення об’єм – простір, може бути ступінь ущільнення об’єкта (моноблочність і складність структури).

Наприклад, художньо-конструкторський опис зачіпного плуга обумовлює подання переваги асиметричному розміщенню плужних корпусів на рамі, а при побудові його оборотного аналога – у формоутворенні доцільно застосовувати засоби симетрії.

Функціональна відповідність сошників зернових сівалок реалізується різною формою борозноутворюючих робочих елементів, в залежності від стану агрофону, а саме:

- анкерними сошниками з вертикальною лобовою поверхнею з високоякісною передпосівною підготовкою ґрунту;
- дискуванням ротаційними сошниками, що встановлені під кутом 12-150 до напрямку руху – на полях із підвищеною кількістю рослинних решток тощо.

У процесі пошуку гармонії між функціональністю і формою об’єкту технічного дизайну слід пам’ятати, що не існує абстрактної, утилітарної краси. Поступове підвищення якості зв’язку між змістовною складовою і оболонкою конфігурації технічних засобів відображає складний, багатоплановий феномен, що називається прогресом техніки. На шляху його розвитку виникли й існують

дві крайні за своєю сутністю течії – формалізм та функціоналізм. Формалізм в техніці підкреслює незалежність форми технічного засобу від його функцій, а функціоналізм – цілком відкидає естетичне сприйняття технічних об'єктів.

На практиці будь-яку невідповідність між функціональністю та формою споживач відчуває досить швидко. Комбайнер, який працює у кабіні обладнаній комплектом складних взаємопов'язаних між собою приладів, у разі порушення їх пропорцій, різномасштабності, відсутності композиційної відповідності, швидко втомлюється, втрачає увагу, що може привести до невірних рішень.

Тому лише вдале поєднання функціональної відповідності та форми дозволяє досягти гармонії єдності технічних рішень нової конструкції. Для прикладу, оптимізоване формоутворення лобового скла в комбайні Джон Дір поліпшує видимість оператора, підвищуючи показники якості та продуктивності його роботи. Бо насолода від виразно представлені функції закладена у природі людини.

*Висновки.* Основним фактором в гармонізації художніх форм дизайну с-г машин повинна бути відповідність форми змісту, утилітарному призначенню і функціональності, також матеріалу і конструктивної доцільності.

### Література

1. Шпара П.Е., Шпара И.П. Техническая эстетика и основы художественного конструирования. Київ: Вища школа, 1989. 247с.
2. Базилевский А.А., Барышева В.Е. Дизайн. Технология. Форма. М.: Архитектура-С, 2010. 248 с.
3. Михайленко В.Є., Яковлєв М.І. Основи композиції: геометричні аспекти в дизайні : навчальний посібник. Київ: Каравела, 2017. 304 с.
4. Промышленный дизайн / под редакцией В.Н. Княгинина. Москва-Санкт-Петербург, 2012. 64 с.

УДК 623.4.068.4

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ПРОЦЕСІВ ШЛЯХОМ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ЇХ ДВОВИМІРНИХ РОЗРАХУНКІВ

*Д.В. Котляр, Д.А. Волік*

*Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова,  
ТОВ "Сі-Джоб Миколаїв"*

Досить поширеним методом дослідження при вирішенні задач таких швидкоплинних процесів, як внутрішньої та зовнішньої балістики, є використання пакетів обчислювальної газодинаміки. Замість проведення реальних експериментів, які обтяжені матеріальними і фінансовими аспектами у поєднанні з суб'єктивними навиками професійної та безпечної стрільби, що обмежують спроможність замірів цільових параметрів досліджень з достатньою точністю, є можливість побудувати ряд розрахункових моделей, відтворити цільове явище пострілу та отримати шукані параметри з візуалізацією динамічного процесу.

Звісно такі дослідження мають ряд недоліків, які пов'язані з проблемами наявності апаратного забезпечення необхідного для провадження дослідження. Особливо критичними факторами у дослідженнях є швидкість розрахунку та дискретизація сітки, з якою мейнфрейм може забезпечити дослідників адекватними результатами.

Більшість задач дослідники намагаються представити у двовимірній постановці, це дозволяє вирішувати задачі з достатньою дискретністю сітки за короткий час та прийнятною точністю. Але існують явища або процеси постановка задачі моделювання яких у плоскому просторі не дозволяє отримати прийнятні до аналізу результати. До таких процесів можна віднести задачі на розширення потоку з обмеженим об'ємом. Сам розрахунок може відображати фізичний процес, але спотворювати інтенсивність зміни його енергії, оскільки в дійсності розширення відбувається у тривимірному просторі.

Для вирішення цього питання пропонується методика інтерпретації двовимірних розрахунків, що дозволяє корелювати двовимірний процес з тривимірним. Для моделювання процесу пострілу при дослідженні ефективності засобу безшумної стрільби (ЗБС) використовувалася двовимірна модель розрахунку, що дозволила відстежувати швидкоплинні високоенергетичні течії у порожнинах його камер. Виникла задача перевірити адекватність змодельованого процесу. Для визначення кореляції процесу розширення потоку у двовимірному середовищі з тривимірним було прийнято рішення змодельовати аналогічне явище як просторове. У зв'язку з тим, що така постановка задачі потребувала значних апаратних ресурсів, розрахунок ЗБС було відтворено частково, тобто розглядалося моделювання процесу розширення у часі достатньому для проходження газів лише у перші дві його камери, замість існуючих 5ти.

За результатами досліджень було проведено порівняльний аналіз двох напрямків моделювання процесу. Виявлено, що у тривимірній постановці задачі моделювання явища процес заповнення першої камери ЗБС відбувався більш повільно на 24,5% ніж при двовимірному моделюванні процесу (див. рис. 1.). В свою чергу спостерігалось зменшення інтенсивності зміни характеристик енергії потоку в 4 рази.

У зв'язку з тим, що цільовим показником ефективності ЗБС є рівень звуку пострілу, то було проведено дійсний експеримент зняття показників шумоміром на спеціалізованих полігонах в реальних умовах.

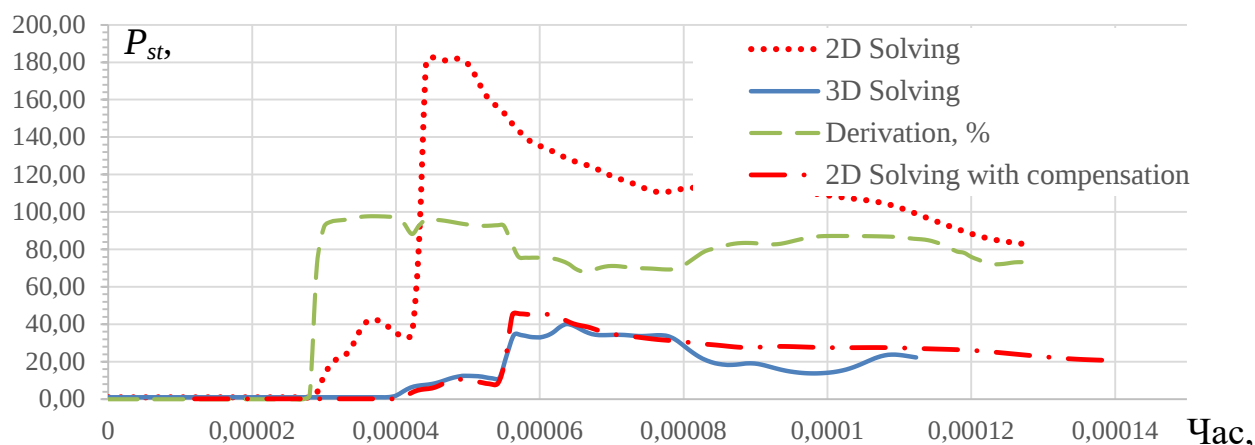


Рис. 1. Порівняльний графік зміни статичного тиску у першій камері ЗБС за часом процесу

Відомо, що звук пострілу це явище, яке виникає під дією динамічного тиску порохових газів на статичне повітря, тобто за рівнем звуку можна визначити величину динамічного тиску, який виникає на зрізі кулевого отвору ЗБС. Проведене порівняння величин динамічного тиску у випадку змодельованого процесу за допомогою програмного комплексу обчислювальної газодинаміки у двовимірній постановці та величину тиску перераховану через знятий з шумоміру рівень звуку дало різницю корельованих показників енергії також у 4 рази, а саме динамічний тиск у вихідному отворі ЗБС. Тобто результати досліджень двовимірному процесу можна використовувати з достатньою точністю для подальших досліджень, таких як розрахунок елементів корпусу ЗБС на міцність або поліпшення його газодинамічної ефективності.

### Література

1. Проектирование прибора малошумной стрельбы методами численного моделирования / В. Л. Бучарский, К. Ю. Добринская, В. В. Сербин, А. В. Сичевой // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2009. – № 2. – С. 3 – 7.
2. Ручное огнестрельное оружие бесшумного боя. Приборы снижения уровня звука выстрела для автоматов. Проектирование и экспериментальная отработка / Н. А. Коновалов, О. В. Пилипенко, А. Д. Скорик, Ю. А. Кваша, В. И. Коваленко. – Днепропетровск: Институт технической механики НАНУ и НКАУ, 2008. – 303 с.

## КЛАСИФІКАЦІЯ НАПУВАЛОК ДЛЯ ВРХ

**С.Є. Потапова, М.Д. Обараз**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У тваринництві, як і в багатьох інших галузях сільського господарства, величезну роль відіграє водопостачання. При недостатньому споживанні води тваринами порушуються процеси перетравлювання кормів, затримується засвоєння поживних речовин їх організмами, погіршується стан здоров'я і знижується продуктивність тварин.



Рис. 1. Класифікація напувалок для корів

Особливе значення процес водопостачання має при утриманні лактуючих корів, оскільки для виробництва одного літра молока тварина повинна спожити п'ять літрів води. Тому забезпечення стабільної подачі води на молочних фермах є вкрай важливим.

Напувалка - це спеціальний автоматично діючий пристрій, за допомогою якого тварини самостійно без участі людини отримують із водопроводу необхідну для напування воду в будь-який час доби і в необхідній кількості. Засоби напування можуть підрозділяти за цілим рядом ознак. Класифікація напувалок для корів напування представлена на рис. 1.

Технологічне обладнання для напування тварин вибирають відповідно до технології утримання. При прив'язному способі утримання корів напування здійснюється з індивідуальних автоматичних напувалок чашкового типу з розрахунку одна напувалка на 2 голови. При безприв'язному способі утримання використовують групові засоби напування. При цьому способі утримання великої рогатої худоби застосовують групові напувалки з відкритим дзеркалом води або кулькові напувалки - термоси. У холодну пору року температура води підтримується за рахунок циркуляції підігрітої води, або при наявності нагрівального елементу в самій напувалці.

Напувалки завжди потрібно тримати в чистоті. За способом очищення групові напувалки поділяють на перекидні та з швидким зливом води. Конструкція перекидних напувалок полегшує роботу з очищення їх внутрішньої поверхні та позитивно зарекомендувала себе на практиці.

При виборі і розміщенні напувалок, для максимально комфортного напування тварин свіжою і чистою водою при безприв'язному утриманні корів, необхідно врахувати наступні умови:

1. фронт напування на одну корову при використанні напувалок з відкритим дзеркалом води повинен бути не менше 10 см;
2. верхня кромка напувалки повинна знаходитися на висоті 80 см від підлоги;
3. в групі повинно бути не менше двох напувалок;
4. дотримання умови доступності напувалки для корів з трьох сторін; в радіусі 3 м від кожної напувалки повинен бути вільний простір;
5. легкість чищення напувалки та гігієнічність;
6. відстань для корів до найближчої напувалки не повинна перевищувати 15 м.

### Література

1. Потапова С. Є. Обладнання для напування тварин / С. Є. Потапова // Науковий вісник НУБіП України. Серія : Техніка та енергетика АПК. - 2014. - Вип. 196(3). - С. 189-192.
2. Машина та обладнання для тваринництва / І. І. Ревенко, М. В. Брагінець, В. С. Хмельовський та ін.; – К.: ЦП «Компринт», – 2018. –567 с.
3. Хмельовський В. С. Обладнання для напування тварин / В. С. Хмельовський // Сучасні аграрні технології : інформаційно-аналітичне видання. - 2013. - № 5. - С. 52-53.

УДК 636.064.74/.2

## СУЧАСНІ ЗАСОБИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ПРИ ГОДІВЛІ ЗБАЛАНСОВАНИМИ КОРМОСУМІШКАМИ

**О.О.Заболотько, В.В. Майданевич**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Однією з основних проблем галузі тваринництва є значна трудомісткість, за складними умовами праці. Полегшення умов праці та інтенсифікації виробництва можна досягти за комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів. Вибір комплектів машин для сучасних мобільних та стаціонарних засобів роздавання кормів забезпечує якісне обслуговування рогатої худоби при годівлі. Встановлено, що годівля тварин повноцінними кормовими сумішками, у порівнянні з покомпонентним згодовуванням кормів, дозволяє зменшити витрати корму на 15-20% [1, 3].

За дослідженнями окремих проблем ефективної годівлі великої рогатої худоби, на основі аналізу енергетичної цінності кормів та оптимізації раціонів годівлі займалися багато вчених, зокрема: Богданов Г.О., Петриченко В.Ф., Ібатуллін І.І., Цюпко В.В., Кандиба В.М., Подобєд Л.І., Свеженцов А.І., Трішин О.К. та інші. Встановлено, що за наявності кормів у достатній кількості, забезпечити корів енергією складніше, ніж окремими поживними речовинами. Це пов'язано з тим, що надходження фізіологічно корисної енергії з кормом визначається кількістю сухої речовини, яку спожили корови, концентрацією обмінної енергії в сухій речовині та рівнем годівлі. При цьому дефіцит енергії високопродуктивні корови покривають за рахунок зниження своєї маси, що іноді сягає 1 кг за добу.

Відомо, що органічні сполуки кормів, які надійшли в шлунково-кишковий тракт тварини, знаходяться в складній біохімічній формі і тільки в результаті багатоступінчастої дії ферментів, які виділяються органами травлення і симбіотичною мікрофлорою, розщеплюються до простих сполук, які легко проникають в кров'яне русло для подальшої участі в процесі обміну речовин та продукування молока. Однак процес перетравлення поживних речовин кормів залежить передусім від хімічної структури раціону, концентрації поживних і біологічно активних речовин та інших факторів. Найкращі умови для травлення забезпечується вмістом сирого протеїну в раціоні в межах 17,0–17,5 % від сухої речовини раціонів за достатньої кількості цукру у них.

Ціль роботи - запропонувати рішення, які дозволять зменшити затрати праці на обслуговування тварин на репродуктивній фермі при годівлі і забезпечать ефективніше використовувати засобів для приготування кормосумішей.

Отже, засоби механізації процесу годівлі, зокрема роздавання кормів, мають полегшувати працю, бути простими та безпечними в експлуатації, не завдавати шкоди тваринам, відповідати зоотехнічним, техніко-економічним та

технологічним вимогам [1]: рівномірно та точно дозувати корми, не створювати надмірний шум в роботі, не забруднювати компоненти корму, бути комбінованими або універсальними щодо можливості приготування та роздавання різних кормів, енергоощадливими за ресурсозатратами, довговічними та надійними, безпечними й зручними в роботі, мати можливість повної автоматизації та пристосованість до роботи на тваринницьких фермах (основних та допоміжних будівлях).

Постійні пошуки у цих напрямках сприяли створенню різноманітних технологічних рішень щодо годівлі тварин [2-4] та технічних рішень, засобів для приготування та роздавання кормів, які різняться послідовністю виконання операцій в потоково-технологічних лініях, суміщенням операцій (комбіновані агрегати). Один з таких варіантів, це використання багатофункціональних фермських комбайнів (БФФК) в стаціонарних умовах з приготуванням готової кормосуміші за раціоном. Завантаження в транспортний засіб та перевезення суміші до основного приміщення з утримання корів і завантаження в живильник стаціонарного роздавача суміші по фронту годівлі корів.

З метою оптимізації годівлі корів кормосумішками на репродуктивній фермі нами розроблена лінія обслуговування корів при годівлі, яка дає можливість значно підвищити ефективність використання площі тваринницьких приміщень і зменшити затрати праці на обслуговування тварин, схематично зображена на рис. 1.

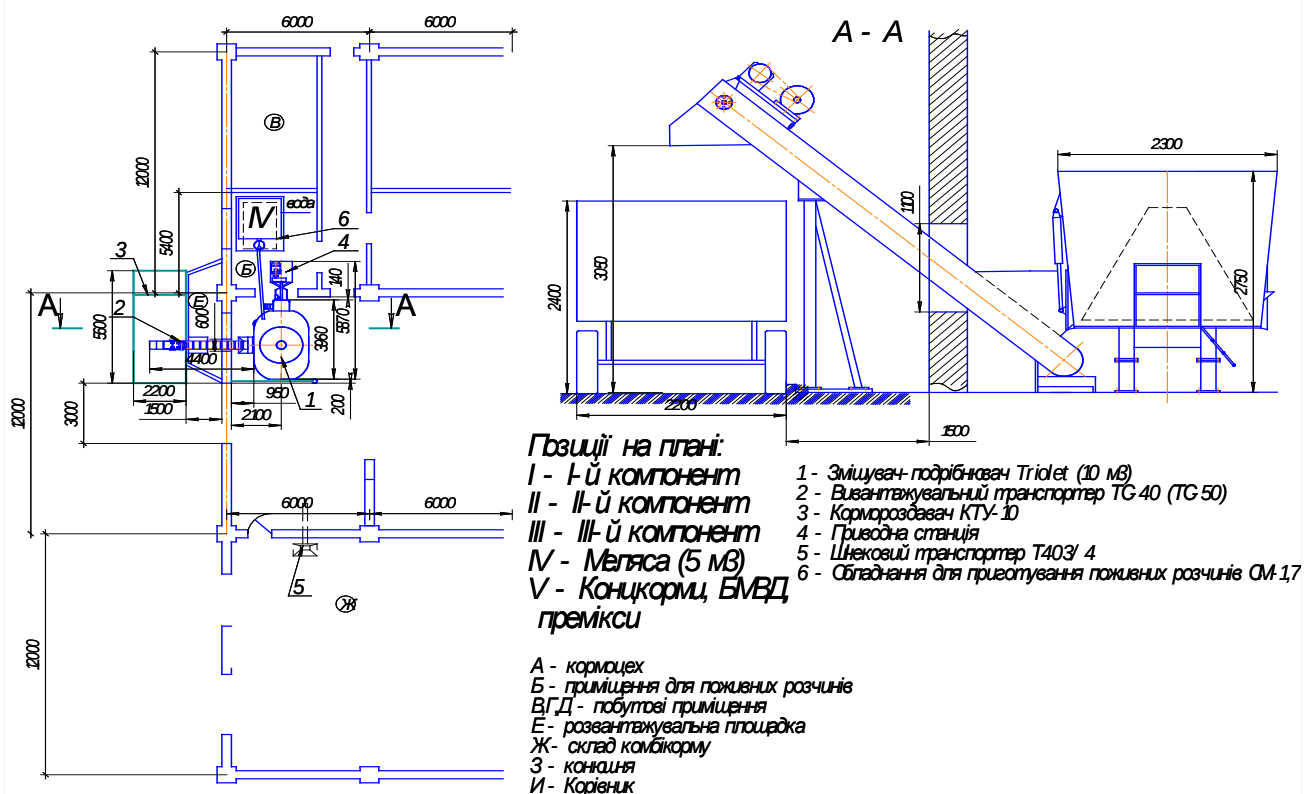


Рис. 1 Технологічна схема стаціонарного кормоприготувального пункту

Лінія обслуговування корів при приготуванні кормової суміші включає подачу компонентів суміші фронтальним навантажувачем кількісно за раціоном у бункери-накопичувача БФФК при працюючому змішувачеві. Через 5 хв. повного завантаження компонентами суміші відбувається розвантаження бункера у мобільний транспортний засіб. Після чого транспортний засіб перевозить готову суміш до бункера-живильника стаціонарного кормороздавача та розвантажує причеп. Згодовування кормів з кормової платформи кормороздавача відбувається після завантаження його з бункера-живильника готової суміші. Кормова платформа розміщена вздовж фронту годівлі тваринницького приміщення.

При цьому зникає потреба у спеціальних широких кормових проходах, підвищується ефективність та раціональність використання площі тваринницьких приміщень, покращує комфорт для тварин репродуктивної групи.

Провівши відповідні розрахунки, можна стверджувати, що продуктивності кормоприготувальних агрегатів – БФФК, що одна машина з об'ємом бункера у 8 м<sup>3</sup> може забезпечити 400-500 корів, відповідно до зоотехнічних вимог – тривалість роздавання кормів не більше 1,5-2,3 год.

Висновок. Запропонована перспективна лінія обслуговування репродуктивних корів при годівлі, яка дає можливість раціонально використовувати площу приміщень, зменшити трудо- та енерговитрати, зменшити втрати кормів, механізувати очищення кормового столу, покращити комфорт.

### Література

1. Рожківський М.Ф. Розробка наукових основ, створення і впровадження прогресивних технологій та комплексу машин нового покоління// Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвід. темат. наук. зб. – Глеваха: ННЦ"ІМЕСГ". – 2006. – Вип. 90. – С. 324-338.

2. Новицький А.В., Карабиньош С.С., Сиволапов В.Г. Машини та обладнання для приготування кормів на тваринницьких фермах // Агросектор. – 2011. – №2. – С. 28-29.

3. Пилипенко А.Н., Ачкевич О.М., Внесок колективу науковців та конструкторів ВНДІтвмаш у розробку комплектів машин для приготування кормосумішок на тваринницьких фермах // Розвиток науки і технічний ідей. Питання історії науки і техніки 2010-4 с.31-41

4. Водяницький Г.П., Тимків В.В., До вибору кормороздавача-змішувача для умов тваринницьких ферм с-г підприємств України / Г. П. Водяницький, В. В. Тимків, Збірник доповідей учасників VI всеукраїнської науково-практичної конференції «Передові технології виробництва і переробки сільськогосподарської продукції, енергозбереження та забезпечення тепловою й електричною енергією. Перспективи та проблеми впровадження в сільське господарство Полісся». 24 листопада 2016 року м. Житомир.

УДК 519.6

## ГЕОМЕТРИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАЗИСНИХ ФУНКЦІЙ

*А.П. Мотайло**Херсонська державна морська академія*

Як відомо, широке коло аналітичних методів диференціально-геометричного походження застосовують при розв'язанні задач математичної фізики [1]. Залишаючись підпорядкованою аналізу, геометрія спрощує математичний формалізм та поглиблює фізичне розуміння понять, ідей, методів розв'язання крайових задач.

Численні проблеми геометрії, варіаційного числення та механіки тісно пов'язані з крайовими задачами для нелінійних еліптичних рівнянь. Взаємозв'язок між геометрією та аналітичними методами розв'язання еліптичних крайових задач вивчається автором [2].

При розв'язанні чисельними методами прикладних задач математичної фізики, зокрема методом скінченних елементів, геометричні аспекти застосовують, як правило, при дискретизації розрахункової області, побудові системи базисних функцій на скінченному елементі (СЕ) та візуалізації результатів обчислень [3].

У роботі [4] запропоновано методи оцінки ефективності обчислювальних характеристик базисних функцій на СЕ різної топології та дано геометричну інтерпретацію критеріїв визначення найкращих систем вузлових координатних функцій, які отримані аналітично. Даний спосіб класифікації систем базисних функцій отримав подальший розвиток у роботі [5] при визначенні інтерполяційних властивостей систем вузлових координатних функцій на СЕ у формі октаедра. При цьому геометричні аспекти застосовано лише при представленні базисних функцій поверхнями нульового рівня для асоціації їх з відповідною системою рівнянь. Отже, актуальною є задача визначення геометричного змісту інтерполяційних якостей різних систем базисних функцій на СЕ у формі октаедра.

Мета роботи – дати геометричну інтерпретацію критеріїв визначення найкращого скінченно-елементного базису на октаедрі за локальними характеристиками: величини визначника та числа обумовленості матриці Грама.

Наявність різних систем базисних функцій на октаедрі є результатом неоднозначності розв'язання задачі інтерполювання функцій у 3D на цьому носії. Як наслідок, це потребує вирішення питання про ефективність використання певного базису октаедра.

Визначимо СЕ у формі октаедра як трійку сімейств [4]:

$$\left\{ f(x, y, z) = \sum_{i=1}^n f_i N_i(x, y, z), m \leq n \right\},$$

де  $f_i = f(x_i, y_i, z_i)$  – степені свободи,  $N_i(x, y, z)$  – вузлові координатні функції,  $(x_j, y_j, z_j)$  – вузли інтерполяції,  $m$  – кількість вузлів інтерполяції,  $n$  – кількість степенів свободи,  $R^n$  – евклідов простір із нормою  $\|f\| = \sqrt{(f, f)}$ .

У випадку лагранжевої інтерполяції, яку застосовано у роботі [5] для побудови систем базисних функцій октаедра,  $n = m = \{6, 7\}$ .

Розглянемо дві довільні функції  $f(x, y, z) = \sum_{i=1}^n f_i N_i(x, y, z)$  та  $g(x, y, z) = \sum_{i=1}^n g_i N_i(x, y, z)$ , які визначаються вузловими значеннями. Запишемо їх у вигляді векторів у просторі базисних функцій:

$$\begin{aligned}\vec{f} &= f(x, y, z) = (N_1(x, y, z), N_2(x, y, z), \dots, N_n(x, y, z))(f_1, f_2, \dots, f_n)^T; \\ \vec{g} &= g(x, y, z) = (N_1(x, y, z), N_2(x, y, z), \dots, N_n(x, y, z))(g_1, g_2, \dots, g_n)^T.\end{aligned}$$

Знайдемо їх скалярний добуток:

$$\begin{aligned}(\vec{f}, \vec{g}) &= f^T \cdot g = \\ &= (f_1, f_2, \dots, f_n) \begin{pmatrix} N_1(x, y, z) \\ N_2(x, y, z) \\ \vdots \\ N_n(x, y, z) \end{pmatrix} (N_1(x, y, z), N_2(x, y, z), \dots, N_n(x, y, z)) \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_n \end{pmatrix} = \\ &= (f_1, f_2, \dots, f_n) \begin{pmatrix} (N_1, N_1) & (N_1, N_2) & \dots & (N_1, N_n) \\ (N_2, N_1) & (N_2, N_2) & \dots & (N_2, N_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ (N_n, N_1) & (N_n, N_2) & \dots & (N_n, N_n) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_n \end{pmatrix} = (f_1, f_2, \dots, f_n) G \begin{pmatrix} g_1 \\ g_2 \\ \vdots \\ g_n \end{pmatrix}.\end{aligned}$$

Квадратна матриця  $G = G(N_1(x, y, z), N_2(x, y, z), \dots, N_n(x, y, z))$  є матрицею Грама для вузлових координатних функцій  $N_i(x, y, z)$ . Її властивості визначають якість відповідного базиса.

Відмітимо, що система функцій  $\{N_i(x, y, z)\}_{i=1, n}$  утворює базис простору функціоналів  $f(x, y, z) = \sum_{i=1}^n f_i N_i(x, y, z)$  над геометричним (евклідовим) простором, якщо функції  $N_i(x, y, z)$  є лінійно незалежними. Як відомо [6], співвідношення  $\det G \neq 0$  є необхідною та достатньою умовою лінійної незалежності функцій  $N_i(x, y, z)$ .

Геометрично визначник Грама системи базисних функцій  $\{N_i(x, y, z)\}_{i=\overline{1,n}}$  дорівнює квадрату об'єму гіперпаралелепіпеда  $\Pi(N_1, N_2, \dots, N_n) = \left\{ u : u = \sum_{i=1}^n \alpha_i N_i, 0 \leq \alpha_i \leq 1 \right\}$ , побудованого на векторах даної системи, причому об'єм гіперпаралелепіпеда не перевищує добутку довжин його ребер. Отже, система базисних функцій  $\{N_i(x, y, z)\}_{i=\overline{1,n}}$  є лінійно незалежною тоді і тільки тоді, коли об'єм гіперпаралелепіпеда відмінний від нуля.

Різні базиси можна порівнювати за допомогою числа обумовленості матриці Грама у нормі матриці, яка є індукованою векторною нормою в  $R^n$ :

$$\text{cond}(G) = \|G\| \cdot \|G^{-1}\|.$$

Якщо  $\lambda_i, (i=\overline{1,n})$  – власні числа матриці  $G$ , упорядковані за абсолютною величиною, тобто  $|\lambda_1| \geq |\lambda_2| \geq \dots \geq |\lambda_n|$ , то числом обумовленості у спектральній нормі ( $L^2$ -нормі) матриці  $G$ , яка є індукованою евклідовою нормою вектора, є величина:

$$\text{cond}(G) = \|G\|_2 \cdot \|G^{-1}\|_2 = \left| \frac{\lambda_1}{\lambda_n} \right|.$$

Дане відношення характеризує видовження гіпереліпсоїду  $G_f = \{Gf : \|f\|_2 = 1, f \in R^n\}$ , де  $\|f\|_2 = \sqrt{\sum_{i=1}^n f_i^2}$ , який є образом одиничної сфери у просторі векторів на  $\text{im}G$  (образ матриці  $G$ ), або нерівноцінність різних систем базисних функцій  $\{N_i(x, y, z)\}_{i=\overline{1,n}}$ .

Згідно властивостям числа обумовленості матриці маємо:  $\text{cond}(G) \geq 1$ . Отже, найкращими серед систем вузлових координатних функцій є ті, для яких  $\text{cond}(G) = 1$ , тобто  $|\lambda_1| = |\lambda_2| = \dots = |\lambda_n| = 1$ . В цьому випадку гіпереліпсоїд є гіперсферою радіуса 1 у просторі  $R^n$ .

Враховуючи, що  $\det(G) = \prod_{i=1}^n \lambda_i$ , можна стверджувати, що найкращими інтерполяційними якостями буде наділена система функцій  $\{N_i(x, y, z)\}_{i=\overline{1,n}}$ , для якої визначник матриці Грама дорівнює квадрату об'єму гіперкуба із ребром одиничної довжини. При цьому система базисних функцій  $\{N_i(x, y, z)\}_{i=\overline{1,n}}$  має бути ортонормованою в області  $\Omega$ , тобто задовольняти умові:  $(N_i, N_j) = \delta_{ij}$ , де  $\delta_{ij}$  – символ Кронекера,  $(x, y, z) \in \Omega$ .

За даними роботи [5] встановлено, що за двома характеристиками у вигляді визначника та числа обумовленості матриці Грама серед поліноміальних та тригонометричних базисів СЕ у формі октаедра найкращими інтерполяційними властивостями наділений тригонометричний базис шестивузлової моделі багатогранника. На рис.1 зображено поверхню нульового рівня базисної функції,

що асоційована із вузлом 1 у вершині октаедра  $\Omega = \{(x, y, z): |x| + |y| + |z| \leq 1\}$  з координатами (1,0,0):

$$N_1 = \frac{1}{6} \left( 1 + 2 \left| \sin \frac{\pi x}{2} \right| + 3 \sin \frac{\pi x}{2} - \left| \sin \frac{\pi y}{2} \right| - \left| \sin \frac{\pi z}{2} \right| \right), \text{ де } (x, y, z) \in \Omega.$$

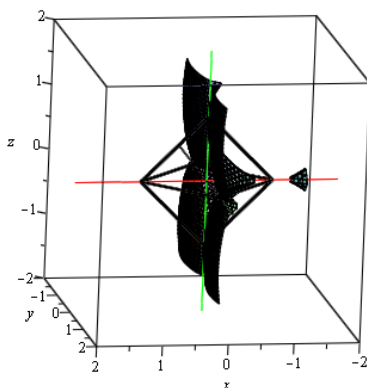


Рис.1. Поверхня  $N_1(x, y, z) = 0$  тригонометричного базису октаедра

Для даної лінійно-незалежної системи базисних функцій, яка не є ортонормованою, отримаємо такі результати:

- 1) об'єм гіперпаралелепіпеда  $V(N_1, N_2, \dots, N_6) = \sqrt{\det G} \approx 1.28 \cdot 10^{-3}$ ;
- 2) ексцентриситет гіпереліпсоїда  $G_f = \{Gf: \|f\|_2 = 1, f \in R^6\}$ :

$$\varepsilon(G) = \text{cond}(G) = \|G\|_2 \cdot \|G^{-1}\|_2 = 3.86.$$

**Висновки.** У даній роботі дано геометричну інтерпретацію критеріїв визначення найкращого скінченно-елементного базису на СЕ у формі октаедра за локальними характеристиками у вигляді визначника та числа обумовленості матриці Грама. Результати порівняльного аналізу систем базисних функцій октаедра, який проведено у роботі [5], представлено у термінах гіперповерхонь.

### Література

1. Шутц Б. Геометрические методы математической физики. М.: Мир. 1984. 303 с.
2. Бакельман И. Я. Геометрические методы решения эллиптических уравнений. М.: Наука. 1965. 340 с.
3. Румянцев А. В. Метод конечных элементов в задачах теплопроводности. Калининград: Российский госуниверситет им. И. Канта, 2010. 95 с.
4. Пинежанинов Ф., Пинежанинов. П. Свойства базисных функций [Електронний ресурс]. URL: <http://www.exponenta.ru/soft/mathemat/pinega/a2/a2.asp>.
5. Мотайло А. П., Хомченко А. Н. Порівняльний аналіз базисів октаедра. *Матеріали IX Міжнародної науково-практичної конференції "Новітні наукові досягнення – 2013". Серія: Математика* (Болгарія, Софія, 17-25 березня 2013 р.). Софія. "Бял ГРАД-БГ" ООД, 2013. Т. 21. Математика. Фізика. Сучасні інформаційні технології С. 28–33.
6. Якубович В., Старжинский В. Линейные дифференциальные уравнения с периодическими коэффициентами и их приложения. М.: Наука. 1972. - 718 с.

УДК 514:004.9

## ІНТЕГРОВАНЕ КОМПЛЕКСНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

**П.М. Яблонський**

*Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»*

У наш час створення та використання сучасних технічних об'єктів нерозривно пов'язане з широким застосуванням комп'ютерних технологій, зокрема, систем автоматизованого проектування (САПР), що дозволяє забезпечити всі етапи життєвого циклу об'єкта – можливість виготовлення, експлуатації та утилізації. Найчастіше робота з САПР полягає у створенні комп'ютерної геометричної моделі об'єкта (двовимірної або тривимірної твердотільної), генерації на основі цієї моделі конструкторської документації (креслень, специфікацій тощо) та їх наступний супровід. Тому актуальним є подальше розширення можливостей та підвищення ефективності САПР за рахунок удосконалення процесів комп'ютерного геометричного моделювання.

Загальний аналіз сучасного стану, напрямків досліджень, отриманих результатів та перспектив розвитку наукової школи прикладної геометрії КПІ ім. Ігоря Сікорського виконано в роботі [1]. Зокрема, визначено необхідність подальшого розвитку методології структурно-параметричного геометричного моделювання, основні положення якого викладено у праці [2], а саме формування *інтегрованої комплексної методології* геометричного моделювання різноманітних технічних об'єктів, процесів їх виготовлення та експлуатації.

Зазначимо, що при цьому під терміном «комплексна методологія» мається на увазі максимальне врахування вимог багатьох характеристик (конструкції, міцності, технології виготовлення, експлуатації, економіки, екології і т. д.) на певному етапі життєвого циклу технічного об'єкта, тобто його проектування, виробництва, експлуатації, а під «інтегрована» – забезпечення ефективного поєднання зазначених етапів із метою оптимізації всіх параметрів виробничого циклу даного об'єкта та всіх їх можливих типів використання [1].

На гостру необхідність створення такої методології стосовно комп'ютерного геометричного моделювання сільськогосподарських знарядь, що базується на теорії спряжених поверхонь, вказано у роботах [3, 4].

Однією з ілюстрацій створюваної інтегрованої комплексної методології геометричного моделювання технічних об'єктів є спосіб зменшення області проектних розв'язків, який продемонструємо на прикладі опрацювання спрощеної геометричної моделі шестигранної гайки [5]:

$$G = (u_i)_1^4 = (d, p, S, H), \quad (1)$$

де  $u_i$  – параметри об'єкта  $G$  (шестигранна гайка):  $d$  – номінальний діаметр нарізі,  $p$  – крок нарізі,  $S$  – розмір «під ключ»,  $H$  – висота гайки.

Відповідно до структурно-параметричного підходу досліджуємо багатовимірну область як деяку множину підпросторів меншої вимірності (в даному випадку – тривимірний). Для кроку нарізі можливі два варіанти  $p_{\min}$  та  $p_{\max}$  (малий та великий крок). Тоді, згідно з описаною в роботі [5] методикою, для гайки (1) маємо два показані на рис. 1 тривимірні підпростори.

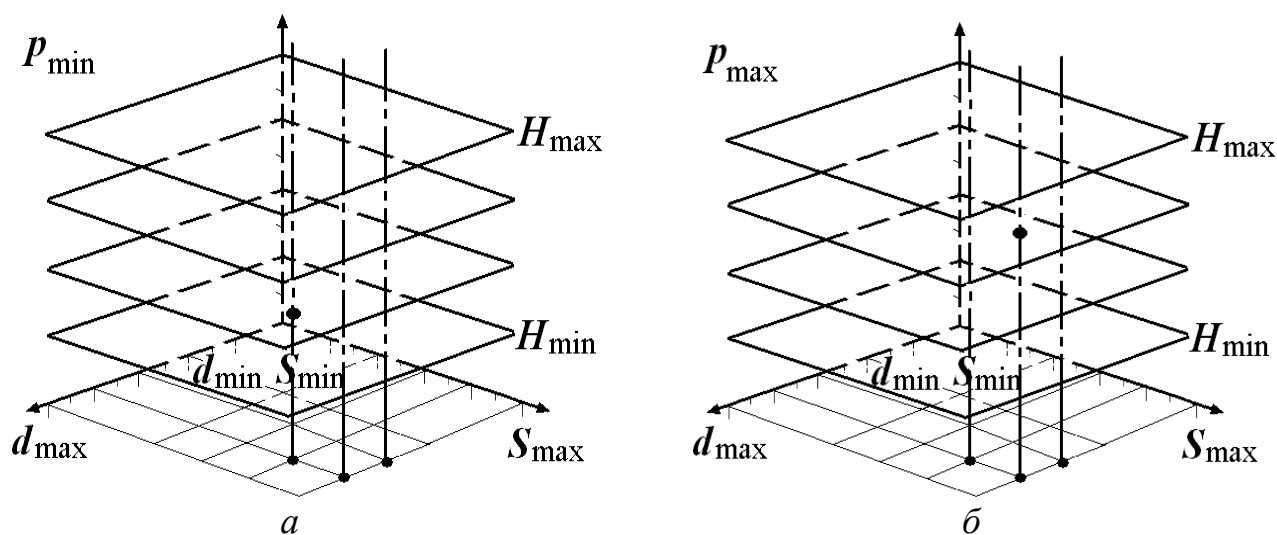


Рис. 1. Зменшення області проектних розв'язків гайки  $G$ :  
а, б – відповідно для малого та великого кроку нарізі

Ще одним прикладом інтеграції методів є робота [6], яку присвячено поєднанню певних задач структурно-параметричного формоутворення та багатовимірної геометрії для забезпечення раціонального автоматизованого проектування технічних об'єктів.

Однак, наведені у проаналізованих роботах наукові результати мають окремий фрагментарний характер і потребують свого подальшого опрацювання.

Наступним кроком у формуванні *інтегрованої комплексної методології* автоматизованого формоутворення об'єктів може бути розроблення підходу, який базується на основі виявлення загальних закономірностей для групи схожих технічних об'єктів з метою отримання універсальних геометричних моделей і узагальнення методів проектування.

Це дозволить суттєво підвищити ефективність комп'ютерної підтримки всього життєвого циклу складної промислової продукції, який включає етапи її проектування, виробництва та експлуатації. Наведене твердження стосується також і відповідних стадій науково-дослідних та проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки й безпосередньо виготовлення продукції, її функціонування та утилізації.

Таким чином, отримані вагомі результати з основних напрямків багаторічних досліджень наукової школи прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря

Сікорського» свідчать про перспективність її подальшого розвитку, зокрема, формування інтегрованої комплексної методології геометричного моделювання дозволить на базі певних теоретичних положень, запропонованих методів, способів, прийомів та методик отримати більш універсальні геометричні моделі різноманітних технічних об'єктів і процесів.

### Література

1. Ванін В.В., Вірченко Г.А., Гумен О.М., Юрчук В.П., Яблонський П.М. Сучасний стан і перспективи подальшого розвитку наукової школи прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»: Прикладні питання математичного моделювання. Херсон, 2018. Вип. 2. С. 17-23. doi: 10.32782/2618-0340-2018-2-17-23.

2. Ванін В. В., Вірченко Г. А. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання: Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків, 2009. Вип. 23. С. 42-48.

3. Яблонський П.М., Подкоритов А.М., Юрчук В.П. Використання теорії спряжених поверхонь при конструюванні сільськогосподарських знарядь: Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького. – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2017. – Вип. 8. – С. 159-164.

4. Юрчук В.П., Яблонський П.М. Визначення параметрів спряжених поверхонь при коченні без ковзання в системі «вилка – диск»: Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2017. – Вип. 3(62). Т. 2. - С. 348-351.

5. Яблонський П.М. Деякі питання узагальнення засобів геометричного моделювання для проектування технічних об'єктів: Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць / МДПУ ім. Б. Хмельницького — Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2018. — Вип. 13. — С. 192-198.

6. Вірченко Г.А., Гумен О.М., Смаковська Г.М. Інтеграція методів структурно-параметричного формоутворення та багатовимірної геометрії для автоматизованого проектування технічних об'єктів: Вісник Херсонського національного технічного університету. – Херсон: ХНТУ, 2015. – Вип. 3(54). С. 542-546.

УДК 004.92:373.2

## ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ГРОМАДЯНСЬКИХ ПОЧУТТІВ ДІТЕЙ СТАРШОГО ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ЗАСОБАМИ УКРАЇНСЬКОЇ СИМВОЛІКИ

**В.В. Вірченко**

*Національний педагогічний університет імені М.П. Драгоманова*

**Постановка проблеми.** Історичні події останніх років засвідчують важливість високих громадянських почуттів українського народу. Відомо, що основи світогляду людини значною мірою закладаються ще в дитинстві. Тому патріотичне виховання дітей, у тому числі і старшого дошкільного віку, становить актуальну суспільну проблему. Один із шляхів успішного її вирішення полягає у формуванні любові до української символіки.

**Аналіз останніх досліджень.** У виданні [1] ґрунтовно подано відомості про українську символіку, починаючи з найдавніших часів і до сьогодення. Публікація [2] містить посилання на літературні джерела, присвячені державній символіці України за період 1992-2018 років. У праці [3] зазначається, що стратегія виховання та навчання підростаючого покоління в Україні передбачає всебічну підготовку молодих людей до життя, яка поєднує в собі здобутки національної культури із загальнолюдськими, забезпечує формування активного демократичного світосприйняття. Важливим у цьому плані є широке застосування інноваційних підходів, зокрема, сучасних комп'ютерних інформаційних технологій. У роботах [4, 5] наведено відомості про новий напрямок структурно-параметричного формоутворення, що розробляється науковою школою прикладної геометрії Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

**Формулювання цілей.** Описати методику використання комп'ютерного структурно-параметричного геометричного моделювання для створення навчальних графічних матеріалів із метою формування громадянських почуттів дітей старшого дошкільного віку засобами української символіки.

**Основний матеріал.** Згідно з теоретичними положеннями праць [4, 5] спочатку необхідно визначити складові елементи модельованих графічних об'єктів і потрібні варіанти їх реалізації.

З матеріалів видання [1] видно, що основними для України є *народна* та *державна* символіка, подані відповідно на рис. 1 та рис. 2.

Народна символіка обумовлена повсякденним життям українського етносу. На рис. 1 перший рядок ілюструє символи, пов'язані з рослинами та тваринами. *Калина* (рис. 1, а) символізує Україну, красу, кохання, вірність; *соняшник* (рис. 1, б) – прагнення до світла і праведності, рідну землю, батьківську садибу; *колоски* (рис. 1, в) – життя, плодючість, достаток; *мак* (рис. 1, г) – швидкоплинність життя, пам'ять, примирення; *лелека* (рис. 1, д) – сімейне благополуччя, народження дітей, щастя.

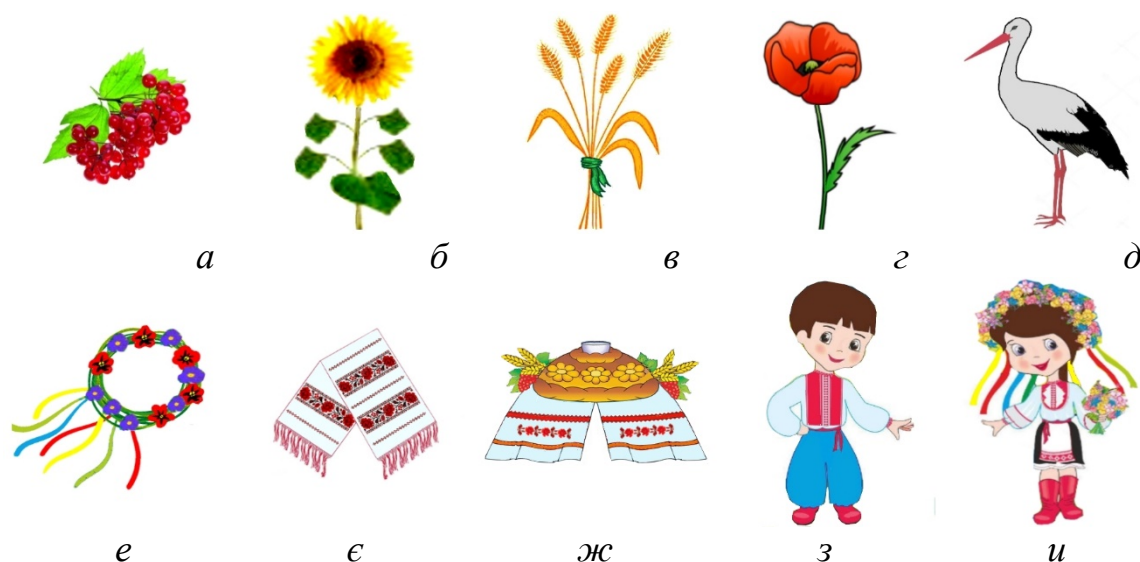


Рис. 1. Елементи народної української символіки

Другий рядок рис. 1 показує символи, пов'язані зі звичаями та народним одягом українців. *Вінок* (рис. 1, е) символізує молодість, дівочтво; *рушник* (рис. 1, є) – злагоду, щасливу долю; *коровай* (рис. 1, ж) – гостинність, поєднання молодих у сім'ю; *національне вбрання* (рис. 1, з та рис. 1, и) – традиції, святковість.

Державними символами нашої країни є Державний Прапор України, Державний Герб України та Державний Гімн України. *Прапор України* (рис. 2, а) – це стяг із двох рівновеликих горизонтальних смуг синього й жовтого кольорів; *герб України* (рис. 2, б) – золотий тризуб на синьому фоні.

Український прапор уособлює пшеницю в безкраїх степах під синім чистим небом, символізує споконвічне прагнення нашого народу до миру, праці та благополуччя рідної землі. Тризуб означає триєдність життя (батько, мати, дитина; три стихії: земля, вода, повітря і т. д.).

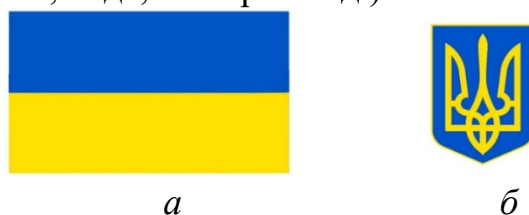


Рис. 2. Прапор та герб України

Застосування сучасної комп'ютерної графіки дозволяє на новому інноваційному рівні знайомити молоде покоління з народною та державною українською символікою, прищеплювати інтерес, пошану й любов до неї.

З точки зору структурно-параметричного геометричного моделювання та динамічного формоутворення елементи народної символіки можна відображати не тільки багатьма кольорами, в різному масштабі, в потрібних комбінаціях поміж собою, а також у русі. Перший рядок рис. 3 ілюструє сполуки державної символіки та певних фігур (серцеподібної, круга, карти України), а другий – комплексне використання державних і народних символів.



Рис. 3. Приклади графічних композицій на тему української символіки

Описана методика сприяє розширенню знань дітей про українську символіку та формуванню громадянських почуттів, які полягають у любові до Батьківщини, повазі до держави, патріотизмі, демократичному світогляді. Широке використання новітніх комп'ютерних інформаційних технологій стимулює дітей до більш активної розумової діяльності, розвиває їх творчі здібності.

**Висновки.** Запропонований підхід до застосування комп'ютерної графіки для формування громадянських почуттів дітей старшого дошкільного віку засобами української символіки потребує широкого практичного впровадження з метою удосконалення та розвитку, зокрема, шляхом розробки належних критеріїв та форм оцінювання якості отриманих знань тощо. Окреслені завдання становлять мету відповідних подальших наукових досліджень.

### Література

1. Коцура В.П., Потапенко О.І., Куйбіда В.В. Енциклопедичний словник символів культури України. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гавришенко В.М., 2015. 912 с.
2. Алексеева В.І. Державні символи України: бібліографічний покажчик. Краматорськ: ДДМА, 2018. 11 с.
3. Асламова Т., Бакка Т., Бортніков В. Громадянська освіта: теорія і методика навчання. Київ: ЕТНА-1, 2008. 174 с.
4. Ванін В.В., Вірченко Г.А. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків: ХДУХТ, 2009. Вип. 23. С. 42-48.
5. Вірченко С.Г. Застосування структурно-параметричного підходу для динамічного формоутворення технічних об'єктів // Технічна естетика і дизайн. Київ: КНУБА, 2017. Вип. 13. С. 47-51.

УДК 637.116

## ВСТАНОВЛЕННЯ ВТРАТ ВАКУУММЕТРИЧНОГО ТИСКУ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ МОЛОКА ВІД КОЛЕКТОРА ДО МОЛОКОПРОВОДУ

*В.І. Ачкевич, О.М. Ачкевич*

*Національний університет біоресурсів та природокористування,*

**Постановка проблеми.** Доїльне обладнання, яке існує на ринку, в більшості випадків не відповідає природній інтенсивності молоковіддачі. В результаті чого спостерігаються такі негативні явища як, нестабільність вакуумметричного тиску під сосками вимені, зворотній потік молока, спадання підвісної частини доїльного апарата. Все це негативно впливає не тільки на якість молока, але й значно збільшує час доїння та відповідно затрати праці. Неповне видоювання призводить до зниження продуктивності корів та ймовірності захворювання на мастит. Нестабільний вакуумметричний тиск під соском призводить до ефекту наповзання підвісної частини на вим'я, що негативно впливає на кровообіг і стан вимені в цілому.

**Аналіз останніх досліджень.** Транспортувальна властивість доїльного апарата не завжди відповідає інтенсивності доїння. За даними ряду вчених [1, 2] при максимальній інтенсивності молоковіддачі, при доїнні типовими доїльними апаратами, може виникати зворотній потік молока. Це виникає через переповнення молоко збірної камери колектора і молоко провідного шланга молоком. Величини і рівень вакуум метричного тиску знижуються. Щоб знизити ймовірність виникнення цих явищ, в колектор доїльного апарата, через дросельний отвір, надходить атмосферне повітря. Створюється різниця тисків між колектором та молокопроводом, яка транспортує порцію видоєного молока.

Впуск повітря в колектор має великий вплив на транспортувальну спроможність доїльного апарата. При цьому кожному типу доїльних апаратів відповідає своя оптимальна подача повітря. Так для вітчизняних апаратів типу АДУ – 1 вона лежить в межах від 3 до 6 л / хв. [2], у зарубіжних моделей доїльних апаратів 4 – 12 л / хв [3]. Одночасний рух молока та повітря може характеризуватися зміною різних форм течії від диспергованої до порційної. Диспергований режим руху характеризується різким зменшенням густини молоко повітряної суміші, що забезпечує транспортування по молоко повітряному шлангу з меншими втратами вакуумметричного тиску [2]. В той же час надмірне кількість повітря в колекторі провокує високу обсемененість молока бактеріями із-за контакту з повітрям.

Порційний режим руху характеризується періодичним рухом порцій повітря та порцій молока. При даному режимі спостерігається зворотній потік молока, переповнення колектора і молочного шланга молоком та нестабільність вакуум метричного тиску в молоко збірній камері колектора. Дослідженню внутрішнього діаметра молоко провідного шланга та його вплив на зміну

вакуумметричного тиску приділялось багато уваги [1, 3]. Автор [4] вказує, що втрати вакуумметричного тиску сягають від 10 до 12 кПа при  $d_{\text{ш}} = 13$  мм, при використанні пульсатора одночасної дії. При збільшенні  $d_{\text{ш}} = 16$  мм втрати сягають від 5 до 6 кПа. Думки авторів [3] стверджують, що використання доїльного апарата в поєднанні з пульсатором попарної дії навпаки збільшує втрати тиску від 7 до 12 кПа. Тому існує проблема дослідження втрат вакуумметричного тиску при транспортуванні порції молока, залежність цих втрат від факторів та можливість їх зменшення.

**Мета досліджень.** Проаналізувати проблеми втрат вакуумметричного тиску при транспортуванні порції видоєного молока від колектора до молокопроводу.

**Результати досліджень.** До магістрального молокопроводу молоко транспортується молочним шлангом, довжина та діаметр якого визначають режим руху порції молока, отриманої впродовж такту ссання. Різниця тисків у молочній камері колектора та у молокопроводі становить рушійну силу, яка витрачається на подолання втрат тиску при надходженні порції молока до молокопроводу, тобто має виконуватись умова:

$$p_{\text{нк}} - p_{\text{мп}} > \Delta p_{\text{т}}, \quad (1)$$

де  $p_{\text{мп}}$  – тиск в магістральному молокопроводі, кПа;

$\Delta p_{\text{т}}$  – втрати тиску в молочному шлангові на транспортування порції молока (рис. 1), кПа.

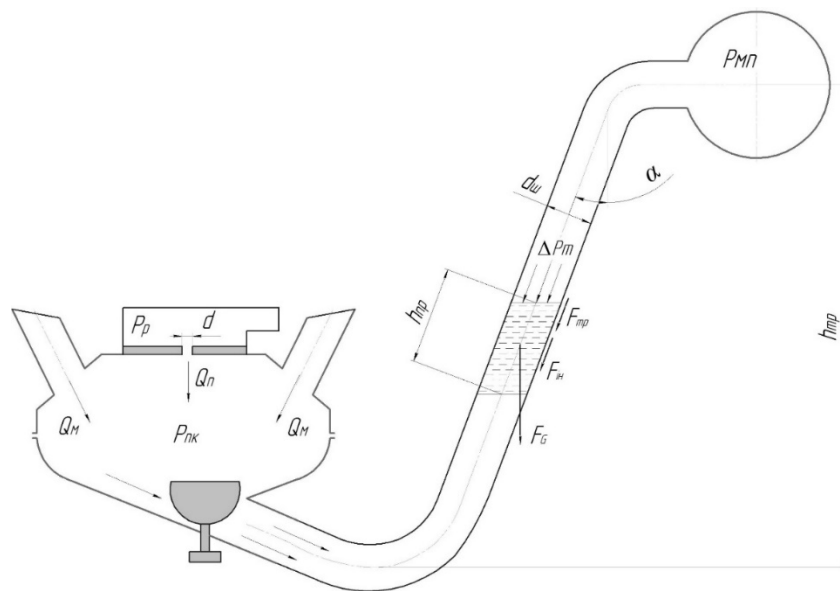


Рис. 1. Схема руху порції молока та напрямок дії сил опору в молочному шлангові.

Будемо вважати, що порція молока, котра отримана за один такт ссання, є суцільною. Тоді, відповідно до рис. 1, для забезпечення умов її транспортування молочним шлангом складемо рівняння рівноваги:

$$\Delta p_t = p_G + p_{tr} + p_{in}, \quad (2)$$

де  $p_G$  – втрати тиску на подолання сили ваги порції молока, кПа;

$p_{tr}$  – втрати тиску на подолання сили тертя в процесі руху порції молока молочним шлангом, кПа;

$p_{in}$  – втрати тиску на подолання сил інерції, викликані зміною кінетичної енергії порції молока (пульсації потоку молока) під час транспортування, кПа.

Втрати тиску, спричинені вагою порції молока можна встановити за допомогою залежності:

$$p_G = \frac{V_{nm} \rho_m g}{S_{ш}} \cos \alpha = \rho_m g h_{np} \cos \alpha, \quad (3)$$

де  $\rho_m$  – густина молока, кг/м<sup>3</sup>;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$\alpha$  – кут нахилу молочного шланга, за умови вертикального ( $\alpha=0^\circ$ ) підйому молока  $\cos \alpha=1$ , град;

$V_{nm}$  – об'єм порції молока у молочному шлангові ( $V_{nm}=h_{np} \times S_{ш}$ ), м<sup>3</sup>;

$S_{ш}$  – площа перерізу молочного шланга, м<sup>2</sup>;

$h_{np}$  – висота порції молока у молочному шлангові (рис. 1), м.

Тиск, який витрачається на подолання інерційного напору ( $p_{in}$ ) визначимо за допомогою рівняння:

$$p_{in} = \rho_m g h_i = \rho_m \frac{2Q_m}{\pi d_{ш}^2 t_{ст}} l_{ш} \cos \alpha. \quad (4)$$

Рівняння (4) є справедливим при допущення, що вся порція молока сформувалась впродовж такту ссання і покинула секцію молочної камери колектора у вигляді суцільної «пробки», яка має дійти до магістрального молокопроводу впродовж такту стиснення.

Втрати тиску на подолання сили тертя ( $p_{tr}$ ) в процесі руху порції молока молочним шлангом складаються із місцевих та лінійних втрат напору по довжині транспортування:

$$p_{tr} = p_l + p_{\xi}, \quad (5)$$

де  $p_l$  – втрати тиску по довжині молочного шланга, кПа;

$p_{\xi}$  – втрати тиску на подолання місцевих опорів, кПа.

Втрати тиску по довжині молокопроводу в загальному випадку можна визначити за допомогою формули Дарсі-Вейсбаха [2]:

$$p_l = \lambda_m \frac{l_{ш}}{d_{ш}} \cdot \frac{v_m^2}{2} \rho_m, \quad (6)$$

де  $\lambda_m$  – гідравлічний коефіцієнт тертя, відповідно з дослідженнями вчених  $\lambda_m=0,1-0,2$ , при інтенсивності молоковіддачі  $Q_m=0,02-0,06$  л/с.

Замінімо у рівнянні (6) швидкість ( $v_m$ ) на інтенсивність молоковіддачі ( $Q_m=v_m \times S_{ш}$ ), отримаємо:

$$p_l = \lambda_m \frac{l_{ш}}{d_{ш}} \cdot \frac{\left(\frac{2Q_m}{\pi d_{ш}^2}\right)^2}{2} \rho_m = 0,2028 \cdot \lambda_m \cdot l_{ш} \cdot \frac{Q_m^2}{d_{ш}^5} \cdot \rho_m. \quad (7)$$

На шляху потоку порції молока від колектора до молокопроводу мають місце місцеві опори у вигляді звужень (вихід із колектора), розширень (вхід у магістральний молокопровід) та зміни напрямку (ділянки з підняттям або опусканням), а також крани, засувки і т. д.

В загальному, з врахуванням рекомендацій [2] та формули (7), втрати тиску на подолання місцевих опорів ( $p_{\xi}$ ) можна описати рівнянням:

$$p_{\xi} = (\xi_z + \xi_p + \xi_n) \frac{v_m^2}{2} \rho_m = 0,2028 \cdot (\xi_z + \xi_p + \xi_n) \cdot \frac{Q_m^2}{d_{ш}^4} \rho_m, \quad (8)$$

де  $\xi_z$ ,  $\xi_p$ ,  $\xi_n$  – відповідно коефіцієнт місцевого опору при звуженні, розширенні, зміні напрямку та повороту потоку молока у молочному шлангові (з врахуванням рис. 1).

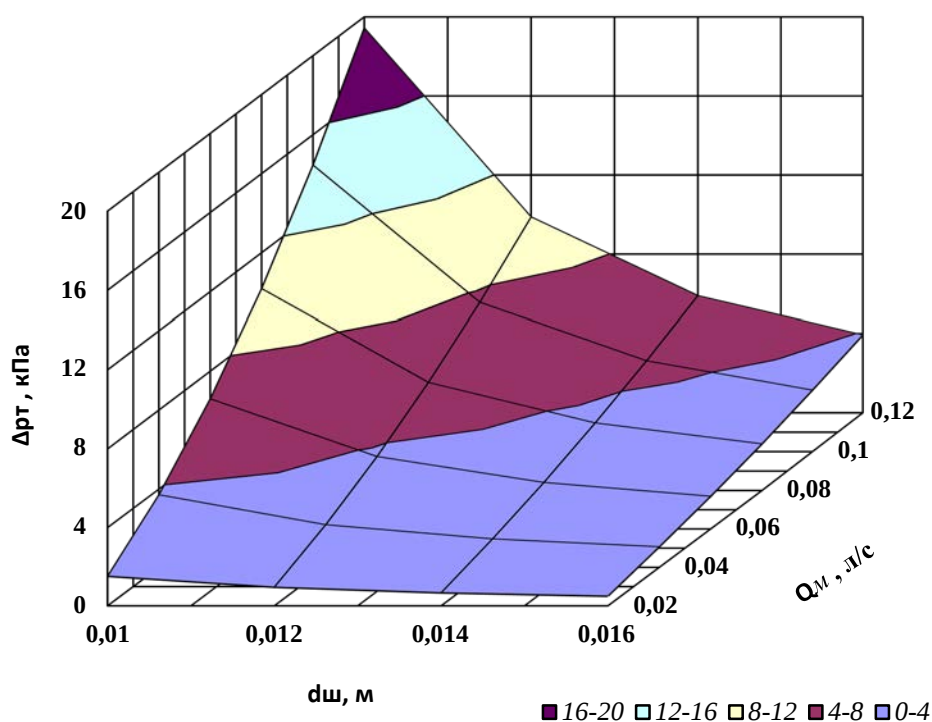


Рис. 2. Залежність загальних втрат тиску в молочному шлангові на транспортування порції молока ( $\Delta p_t$ ) від інтенсивності молоковіддачі ( $Q_m$ ) та діаметра молочного шланга ( $d_{ш}$ ), довжина якого становить  $l_{ш}=2,0$  м

Втрати тиску ( $\Delta p_T$ ) на транспортування порції молока в молочному шлангові (рис. 2) зменшуються зі збільшенням діаметра ( $d_{ш}$ ) молочного шланга на 1,02 кПа при інтенсивності молоковіддачі  $Q_m=0,02$  л/с та на 15,51 кПа при інтенсивності молоковіддачі  $Q_m=0,12$  л/с. Причому, в інтервалі діаметрів  $d_{ш}=10-12$  мм інтенсивність зменшення тиску становить 55-61,6 %, а при  $d_{ш}=12-16$  мм – 38,4-45 %. Зниження тиску при збільшенні діаметра молочного шланга пояснюється зменшенням швидкості ( $Q_m/S_{ш}$ ) потоку молока незалежно від інтенсивності молоковіддачі.

**Висновок.** При збільшенні інтенсивності молоковіддачі втрати тиску ( $\Delta p_T$ ) на транспортування порції молока в молочному шлангові (рис. 2) зростають незалежно від діаметра молочного шланга. Але при діаметрі  $d_{ш}=10$  мм втрати тиску зростають на 17,93 кПа, а при  $d_{ш}=16$  мм – зростають лише на 3,44 кПа, для решти розмірних параметрів – на 5,24-8,93 кПа. Збільшення втрат тиску ( $\Delta p_T$ ) при збільшенні інтенсивності молоковіддачі ( $Q_m$ ) викликане зростанням швидкості потоку молока у молочному шлангові.

В структурі втрат тиску на транспортування порції молока ( $\Delta p_T$ ) найбільшу питому вагу займають втрати напору по довжині молочного шланга ( $p_l$ ) – 61,6 %, а найменші втрати тиску припадають на місцеві ( $p_{\xi}$ ) опори – 2,5 %, частка втрат тиску на подолання сили ваги ( $p_G$ ) та інерційних навантажень ( $p_{in}$ ) – 19,4 % та 16,5 %.

### Література

1. E.J. O'Callaghan, B.E., M.Eng.Sc., Ph.D., D.E. Gleeson, N.C.A., Diploma in Dairy Husbandry, M.Sc. Evaluation of milking systems in terms of new mastitis risk, teat tissue reactions & milking performance Project No. 4505
2. Фененко А.И. Биотехническая система производства молока. Теория и практика. Монография / под ред. акад. НААН В.В. Адамчука – Нежин: Издатель ЧП Лысенко Н.М., 2014. – 192 с.
3. Rasmussen M. D. Influence of Air Intake on the Concentration of Free Fatty Acids and Vacuum Fluctuations During Automatic Milking / M. D. Rasmussen, L. Wiking, M. Bjerring, H. C. Larsen // J. Dairy Sci. 89:4596–4605 American Dairy Science Association, 2006.
4. O'Callaghan E.J. A note on the effects of teat-end vacuum on milking characteristics [Текст] / E.J. O'Callaghan, D.E. Gleeson // Irish Journal of Agricultural and Food Research 43: 265–269, 2004

УДК 515.2:681.3

## ФОРМОТВОРЕННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ШНЕКА-ОЧИСНИКА ДИСКОВОГО КОПАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ

*М.П. Волоха<sup>1</sup>, Ю.О. Дорошенко<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ*

*<sup>2</sup>Національний авіаційний університет*

**Актуальність дослідження.** Від самого початку розробки машин для механізованого збирання буряків цукрових (БЦ) і донині проблемою збиральних робіт є зменшення забрудненості бурякової сировини, яка постачається на цукрові заводи, залишками ґрунту, бур'янів і гички. Така сировина втрачає свою кондиційність при тривалому зберіганні у заводських кагатах, а головне, що вивезений з поля разом з коренеплодами родючий ґрунт безповоротно втрачається.

**Аналіз попередніх досліджень.** За твердості ґрунту понад 4,0–4,5 МПа втрачається 13–15% коренеплодів, 37–40% виявляються пошкодженими, а обсяги «доставки» родючих чорноземів на бурякоприймальні пункти заводів у вигляді домішок з брил землі сягають 42–47% від загальної маси доставлених коренеплодів. Наприклад, у 1994 році з господарств сировинної зони Погребищенського цукрового заводу на призаводський бурякоприймальний пункт було завезено понад 25 тисяч тон ґрунту і зеленої маси [1]. Професор Барановський В.М. (2013р.) стверджує, що "...з полів вивозиться кількість родючого ґрунту, яка еквівалентна 5–10 см орного шару на площі збирання у 100 га, незважаючи на те, що загальна технологічна довжина очисних поверхонь коренезбиральних машин сягає 8–10 м і більше" [2].

Вочевидь, постає важлива еколого-економічна проблема збереження родючості ґрунтів, одним з можливих шляхів вирішення якої має стати інтенсифікація процесу первинного очищення коренеплодів від ґрунтових і рослинних залишків під час їх викопування.

**Метою дослідження** є розробка моделей поверхонь очисників викопувальних робочих органів коренезбиральних машин, здатних у складних умовах збирання БЦ виконувати інтенсивне первинне очищення щойно викопаних коренеплодів від ґрунту і гички, внаслідок чого забезпечуватиметься наразі збереження верхнього шару і власне родючості ґрунтів.

**Основна частина.** Вітчизняна механізована технологія збирання БЦ базується на двох основних способах: потоковому і потоково-перевалочному. Поточковий спосіб забезпечує мінімальні затрати праці і коштів, менші втрати і пошкодження коренеплодів, вищу якість бурякової сировини з одночасним підвищенням валового збирання коренеплодів на 2–3 т/га за рахунок безпосереднього транспортування їх на цукрові заводи та уникнення тимчасового зберігання у польових кагатах.

Серед сучасних самохідних бурякозбиральних комбайнів і причіпних коренезбиральних машин вітчизняного і зарубіжного виробництва

найпоширенішими є такі, що оснащені дисковими викопувальними робочими органами (ВРО) різних конструкцій: КС–6 та її модифікації (ТеКЗ), РКМ–6–01 (ООО «Днепромаш–Інвест»), Holmer, Vervaet, Parma, Grimme, Alloway, Amity та інші [3].

Перевагами копачів дискового типу є їх здатність добре кришити ґрунт при малій кількості його забору, надійність роботи механізму, зокрема, на важких ґрунтах, висока продуктивність, підйом коренеплодів на значну висоту. Експлуатація таких ВРО можлива на вищих швидкостях у порівнянні з кулачковими, лемешковими чи вильчастими копачами з одночасним забезпеченням кращих показників технологічної надійності виконання процесу викопування коренеплодів і якості первинного очищення викопаних коренеплодів від залишків ґрунту, гички та кореневищ бур'янів [3].

У верхній задній частині копача розташовується бітер (рис. 1, а) чи гвинтовий шнек (рис. 1, б), до яких коренеплоди подаються разом із залишками вирізаної дисками скиби ґрунту, гички і бур'янів.

Експериментально доведено, що очищувальна здатність бітерного пристрою, який перекидає ворох коренеплодів виключно за рахунок ударної дії, є низькою, а при роботі шнека з гвинтовою навивкою коренеплоди разом з рослинними та ґрунтовими рештками накопичуються у задній частині шнека, особливо на забур'янених, твердих чи перезволожених ґрунтах. Що також призводить до зниження продуктивності виконання технологічного процесу (ТП) викопування коренеплодів з одночасним погіршенням їх очищення.

З метою збільшення швидкості транспортування і підвищення якості очищення від ґрунтових і рослинних залишків щойно викопаних коренеплодів розроблено новий копач з удосконаленим транспортувальним шнеком. Особливістю конструкції шнека-гелікоїда 2 (рис. 1, в) є зменшення кроку навивки  $P$  у напрямі від центра дисків 1 до їх периферії [4].

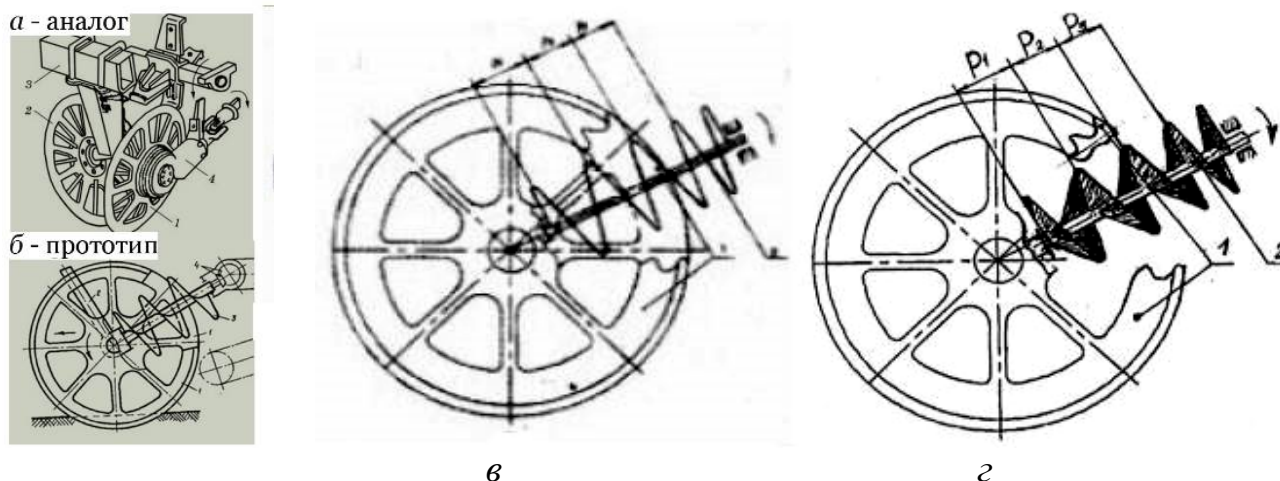


Рис. 1. Геометричні моделі дискових копачів з прямим шнеком-гелікоїдом (в) і похилим (г) змінного кроку навивки ( $P_1 > P_2 > P_3$ ).

Робоча поверхня шнека копача на рис. 1, г являє собою похилий гелікоїд 2, твірна якого утворює гострий кут з віссю [5, 6]. Унаслідок обраної форми робочої

поверхні шнека, крок його гвинтової навивки і нахил твірної у напрямі виконання ТП плавно зменшуються, а кутова швидкість транспортування коренеплодів за рахунок цього підвищується. При переміщенні оберткою викопаних коренеплодів робочою поверхнею шнека створюється поступове збільшення сили тертя, внаслідок чого поліпшується очищення коренеплодів.

Експериментальні дослідження на однорядній установці (рис. 2), навішеній на трактор ЮМЗ-6, проводилися у ДПДГ «Шевченківське» ІБКіЦБ [7].

Копачі приводилися в обертальний рух від ВВП трактора через ланцюговий редуктор. Заглиблення копачів у ґрунт регулювалося опорними колесами. Проби вороху коренеплодів відбиралися у 4-разовій повторності. Викопана проба після очисника потрапляла на поліетиленову плівку, що розгорталася слідом за копачем, і згідно з методикою ІБКіЦБ розділялася на фракції: 1) коренеплоди (непошкоджені, дуже пошкоджені, слабо пошкоджені); 2) грудки землі (діаметром до 50мм, більше 50мм); 3) рослинні залишки (гичка, бур'яни). Одержані експериментальні дані піддавалися дисперсійному аналізу.



Рис. 2. Лабораторно-польова установка для відбору проб

Як видно з рис. 3, за твердості ґрунту вище за 3,5 МПа кількість грудок діаметром понад 50 мм у разі використання експериментальних гелікоїдальних шнеків суттєво зменшувалася як у разі порівняння прямого і похилого, так і відносно контрольного варіанта (12,3%, 16,9% проти 19,8% за  $HP_{05}=2,5\%$ ). За твердості ґрунту 4,0–4,5 МПа забрудненість грудками зменшувалася майже вдвічі (17,9%, 18,5% проти 35,7%).

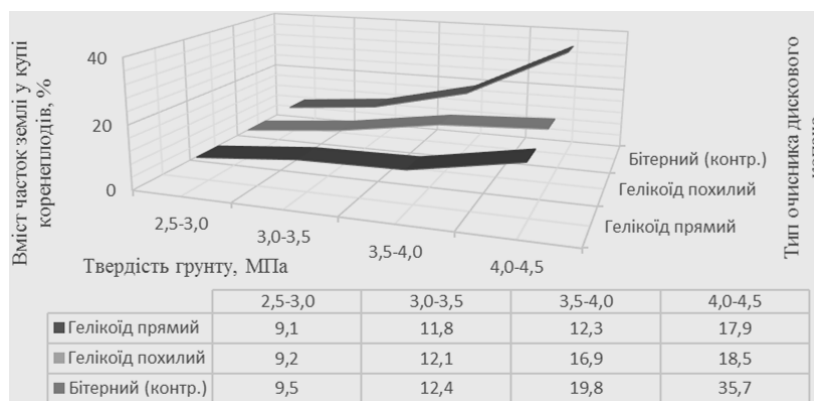


Рис. 3. Вплив твердості ґрунту і типу очисника копача на утворення часток землі діаметром > 50 мм (глибина підкопування 8–10 см)

Вміст домішок у вигляді зеленої маси (гички і залишків бур'янів) (рис. 4) та кількість пошкоджених коренеплодів (рис. 5) були найнижчими (1,7% та 4,3% відповідно) у разі використання похилого гелікоїдального шнека. Засвідчено суттєве зниження порівняно з бітерним пристрем за показником зеленої маси (6,9%,  $НІР_{05}=3,4\%$ ) і несуттєве (0,2%) – за показником пошкоджень коренеплодів. При роботі копачів на ґрунтах підвищеної твердості (понад 3,5 МПа) кількість дуже пошкоджених коренеплодів різко збільшується, хоча гелікоїдальні очисники отримують суттєву перевагу над бітерними. Зокрема, за твердості 4,0-4,5 МПа маса пошкоджених коренеплодів похилим гелікоїдальним шнеком досягала 21,1%, прямим – 23,6%, бітерним очисником – 29,6% за  $НІР_{05} = 2,7\%$  (рис. 5).

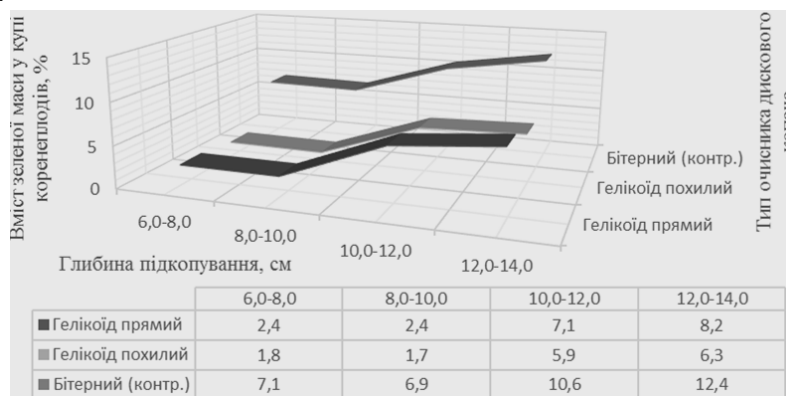


Рис. 4. Вплив глибини підкопування і типу очисника копача на кількість зеленої маси у купі коренеплодів (твердість ґрунту 2,5–3,0 МПа)

**Висновки.** Гелікоїдальні поверхні очисників викопувальних робочих органів коренезбиральних машин здатні у складних умовах збирання БЦ виконувати інтенсивне первинне очищення від землі і гички викопаних коренеплодів, і, як наслідок, забезпечувати збереження родючості ґрунтів при збиранні урожаю.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що використання нових гелікоїдальних (прямий, похилий) шнеків навіть за твердості ґрунту 4,0–4,5 МПа призводить до суттєвого зменшення забрудненості коренеплодів

грудками землі як у порівнянні між собою так і відносно контрольного шнека (12,3%, 16,9% проти 19,8% за  $HP_{05} = 2,5\%$ ).

Показники вмісту домішок у вигляді зеленої маси (гички і залишків бур'янів) та кількості пошкоджених коренеплодів виявилися найнижчими (1,7% та 4,3% відповідно) у разі використання похилого гелікоїдального шнека, що суттєво нижче порівняно з бітерним пристроєм за показником зеленої маси (6,9%,  $HP_{05}=3,4\%$ ), і несуттєвими (0,2%) – за показником пошкоджень коренеплодів.

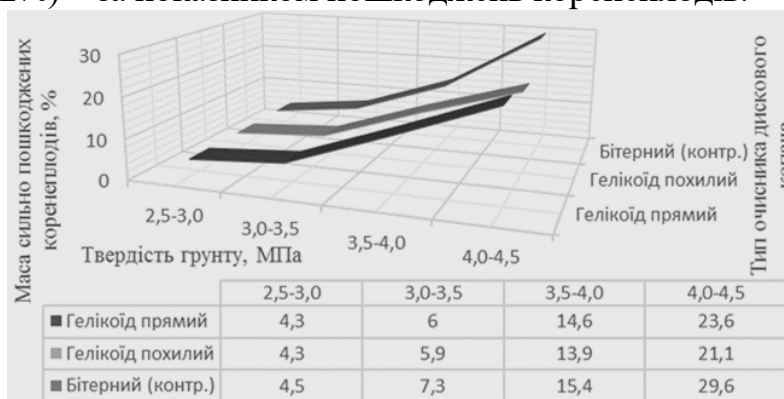


Рис. 5. Вплив твердості ґрунту і типу очисника копача на ступінь пошкодження коренеплодів при викопуванні (глибина 8–10 см)

### Література

1. Пам'ятка буряководу/ Балан В.М., Сілаков М.І., Садовий І.П., Бевз М.М. – Погребище: ІЦБ «Вінниця цукор», 2000. – 72 с.
2. Барановський В.М. Механіко-технологічні основи розробки адаптованих коренезбиральних машин: автореф. дис. ... докт. техн. наук: 05.05.11. – Тернопіль, 2013. – 44 с.
3. Волоха М.П. Технологічний комплекс машин для виробництва буряків цукрових: ширина міжрядь. Теорія, моделювання, результати випробувань [монографія] / М.П. Волоха. – К.: ТОВ «Центр учбової літератури», 2015. – 220с.
4. Патент №59726 Україна, МПК A01D25/04. Робочий орган для викопування коренеплодів / В.П. Юрчук, М.П. Волоха, О.Т. Башта, Л.В. Болдирєва; заявник і власник – Національний авіаційний університет. – № u201013625; заявл. 16.11.2010, опубл. 25.05.2011, Бюл. № 10.
5. Патент №78042 Україна, МПК A01D25/00. Копач для коренеплодів/ Ю.О. Дорошенко, М.П. Волоха, Л.В. Болдирєва; заявник і власник – Національний авіаційний університет. – № u201208785; заявл. 17.07.2012, опубл. 11.03.2013, Бюл. № 5.
6. Волоха М.П. Екологічні аспекти моделювання копачів машин для збирання коренеплодів цукрових буряків / М.П. Волоха, Ю.О. Дорошенко // Архітектура та екологія: Матеріали V міжн. науково-практ. конф. (м. Київ, 29–30 жовтня 2013р.). – Ч. 2. – К.: НАУ, 2013. – С. 183–187.
7. Волоха М.П. Експериментальні дослідження якості роботи нової поверхні шнека копача коренеплодів цукрових буряків / М.П. Волоха, В.С. Осійчук // Вісник Інженерної академії України. – 2014. – № 2. – С. 149–152.

УДК 621.87

## ВИМІРЮВАЛЬНО-РЕЄСТРУЮЧЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИНАМІКИ МЕХАНІЗМУ ПОВОРОТУ СТІЛОВОГО КРАНА

**В.С. Ловейкін, І.О. Кадикало**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В результаті проведеного динамічного аналізу механізму повороту баштового крана виявлено, що в елементах приводу та металоконструкції з вантажем на гнучкому підвісі під час роботи механізму повороту, зокрема під час процесу пуску, виникають динамічні навантаження, які значно перевищують навантаження в процесі усталеного руху [1,2].

Для виявлення динамічних навантажень в фізичній моделі механізму повороту стрілового крана проведено експериментальні дослідження динаміки руху механізму повороту під час процесу пуску та порівняно їх з теоретичними результатами. Для проведення експериментальних досліджень підібрано вимірювально-реєструюче обладнання, розташування якого показано на рис.1.

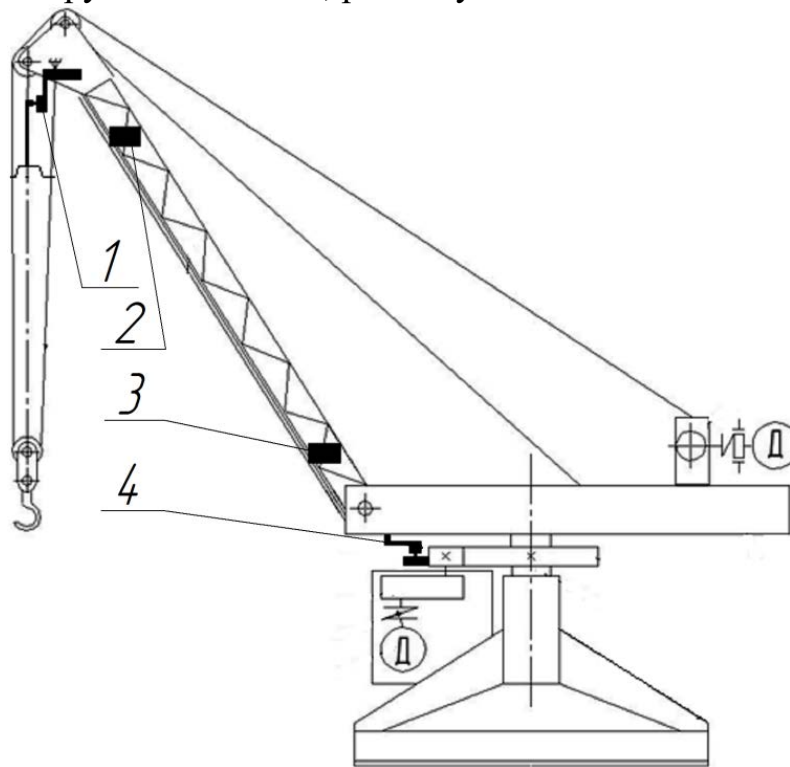


Рис.1. Схема розташування датчиків для дослідження механізму повороту стрілового (баштового) крана:

1 – датчик для вимірювання амплітуди кутового відхилення гнучкого підвісу та вантажу;

2,3 – датчик прискорення стрілової системи;

4 – датчик визначення швидкості поворотної частини.

Для збору даних використано реєструюче обладнання, яке складається з аналого-цифрового перетворювача m-DAQ 14 та комп'ютера зі встановленим на нього певним програмним забезпеченням. Цей пристрій підключається до комп'ютера за допомогою USB-порту і забезпечує збір даних з вимірювального обладнання.

В якості вимірювального обладнання використані наступні датчики. Для вимірювання амплітуди кутового відхилення гнучкого підвісу з вантажем від вертикалі використано кутовий енкодер Megatron-Impulsgeber MOL40 6 3600 – BZ N [3]. Енкодер приєднується до оголовка стріли за допомогою штанги, яка кріпиться до енкодера за допомогою муфти, що сприймає кутові відхилення канату з вантажем під час пуску механізму повороту стрілового крана.

Для визначення прискорення вібрацій в стріловій системі баштового крана під час роботи механізму повороту у горизонтальній площині використано акселерометр MMA7260QT [4]. Акселерометр кріпиться безпосередньо до стріли крана. При цьому один датчик розташований на кінці стріли, а інший на початку.

Для визначення швидкості поворотної частини баштового крана під час роботи механізму повороту також використано інкрементальний енкодер Megatron-Impulsgeber MOL40 6 3600 – BZ N, який за допомогою шестерні, що знаходиться на валу енкодера сприймає оберти, які виникають в поворотній частині під час пуску та роботи механізму повороту баштового крана.

Під час збору даних для реєструючого обладнання потрібно стабілізований блок живлення з малим рівнем пульсацій – HYelec HUA YI ELECTRONICS DC POWER SUPPLY HY3003M-3 [5].

Вибране вимірювально-реєструюче обладнання дало змогу провести експериментальні дослідження динаміки механізму повороту баштового крана.

### Література

1. Ловейкін В.С., Пилипака С.Ф., Кадикало І.О. Динамічний аналіз механізму повороту стрілового крана. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК.Київ. 2017. Вип. 258. С. 192–202.
2. Loveikin, V.S., Loveikin, Ju.V., Kadykalo, I.O. (2018). Analysis of Modes of Motion of Rotation Mechanism of Jib Crane. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. Vol. 18. No 1. 15-25.
3. Інструкція: URL: <https://micropribor.com.ua/product/mol40> (дата звернення 11.03.2019)
4. Інструкція <http://html.alldatasheet.com/html-pdf/246043/FREESCALE/MMA7260QT/488/1/MMA7260QT.html> (дата звернення 11.03.2019)
5. Інструкція <https://toolboom.com/en/triple-dc-power-supply-hyelec-hy3003m-3/> (дата звернення 11.03.2019)

УДК 631.3:636

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ**

***В.І. Ребенко***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Тваринницька ферма і комплекс представляють собою не тільки складну динамічну біотехнічну систему, але і досить складний об'єкт управління. На ефективність роботи такої системи впливає безліч факторів, зокрема, якість, кількість і вартість кормів, умови зовнішнього середовища, технологія утримання, засоби механізації, тварини та інші параметри, керуючи якими можна впливати на якість виробництва в цілому [1].

Створення технічних засобів і ПЕОМ, що мають достатню обчислювальну потужність і обсяг пам'яті, розвинену мережу периферійних пристроїв, зумовило широке поширення автоматизованих систем контролю і управління технологічним процесом у тваринництві. На молочних фермах за допомогою мікроЕОМ програмується раціони кожній корові, реєструється продуктивність в кожне доїння, проводиться контроль за зміною маси, враховуються і інші індивідуальні дані тварин, а також здійснюється планування різних зоотехнічних заходів.

Найбільш ефективні системи з управління технологічним процесами на фермах розроблені фірмами «DeLaval» (Швеція), «Lely» (Нідерланди), «GEA» (Німеччина), «SAC» (Данія), «SAE Affikim» (Ізраїль), «Boumatic» (США), «Fullwood» (Великобританія) та інші.

Технічні системи мають багаторівневу функціональну структуру і включають такі підсистеми: управління стадом, мікрокліматом в приміщеннях, годуванням, доїнням, зооветеринарною обробкою, контролю роботи технологічного рівня та ін. Підсистеми забезпечують автоматизацію функцій планування і контролю витрат кормів і режимів годівлі тварин, планування, збору та накопичення інформації, контролю зоотехнічної та ветеринарної роботи, контролю роботи технологічного обладнання і управління технологічними операціями на фермі.

До складу системи входять автоматизовані робочі модулі зоотехніка-технолога по годівлі тварин, зоотехніка-селекціонера, ветеринарного лікаря, інженера по механізації ферми, технічного і виробничого персоналу.

Підсистема «Управління годуванням» призначена для знімання, обробки, реєстрації та видачі фахівцям ферми або комплексу інформації, необхідної для управління годуванням на фермі. По кожній технологічній групі тварин підсистема забезпечує виконання таких функцій: розрахунок поживності, складу і вартості раціонів годування тварин; розрахунок оптимальних раціонів годівлі при задаються обмеження в залежності від продуктивності та фізіологічного

стану груп; розрахунок плану годування на поточний місяць, відхилень фактично розданого раціону від запланованого за складовими раціон видам кормів, хімічним складом, вартості; облік кількості витрачених кормів за день, місяць і наростаючим підсумком з початку року.

У складі основних програм, що забезпечують планування доз концкормів, що видаються кожній корові, управління кормовими станціями, контроль і облік поїдання коровами концкормів, накопичення даних і ведення довідника про деякі фізіологічних показниках кожної тварини (дата отелення, запліднення, індивідуальний удій, плановані дати приходу в охоту, ректального обстеження, початок сухостійного періоду і отелення, кількість надоеного молока за минулий лактацію і з початку поточного та ін.).

Комплекс технічних засобів таких систем включає засоби автоматизованого розпізнавання тварин і видачі їм концкормів у станку доїльної установки, вимірювання індивідуальної продуктивності, автоматичного відключення доїльного апарату і промивання доїльної системи.

*Підсистема «Управління зоотехнічною та ветеринарною роботою»* призначена для знімання, передачі, обробки, реєстрації та видачі виробничому і зооветеринарної персоналу молочної ферми або комплексу інформації, необхідної для ведення зоотехнічної та ветеринарної роботи, і забезпечує наступні функції: автоматичний збір зоотехнічної та ветеринарної інформації з пристроїв введення або вимірювальних перетворювачів, розташованих в місцях перебування тварин і виробничих приміщеннях; передачу отриманої інформації по каналах зв'язку в центральний комп'ютер ферми; накопичення одержуваної інформації на носії та її первинну обробку; пошук на носії необхідних даних і їх передачу у вигляді команд і повідомлень виробничому і технічному персоналу ферми на інформаційні табло, розташовані в місцях перебування тварин і у виробничих приміщеннях; введення зоотехнічної та ветеринарної інформації з пристроїв, розташованих на робочих місцях завідувача фермою (начальника комплексу), зоотехніка і ветеринарного лікаря; обробку і виведення на монітори і друкують устрою звітних і облікових даних, необхідних для ведення зоотехнічної та ветеринарної роботи.

*Підсистема «Контроль роботи технологічного обладнання»* призначена для знімання, передачі, обробки та видачі керівнику ферми або комплексу і фахівцям оперативної та облікової інформації про роботу технологічного обладнання і автоматизації окремих операцій.

За кожною одиницею технологічного обладнання підсистема забезпечує виконання таких функцій: автоматичну реєстрацію моментів включення і виключення; автоматичний збір даних з вимірювальних перетворювачів будь-якого типу з уніфікованим виходом про безперервні і дискретні контрольовані параметри; видачу керуючих сигналів на виконавчі механізми технологічного обладнання з уніфікованим входом (для вирішення завдань автоматизації); розрахунок і накопичення даних про відхилення значень контрольованих параметрів від заданих; накопичення і видачу фахівцям ферми даних про хід роботи за певний проміжок часу.

*Підсистема «Контроль технології утримання»* забезпечує розрахунок прогнозованих значень групової продуктивності на 5-7 днів вперед (поточне прогнозування) та на рік (довгострокове прогнозування), а також отримання достовірної оцінки рівня технології утримання за короткі проміжки часу з метою виявлення порушень технології, що вплинули на продуктивність корів.

У підсистемі для поточного тижневого прогнозування продуктивності груп дійних корів використовують інформацію про склад групи на даний момент, характеристики кожної тварини групи, одержувані з довідників «корови» і «контрольні доїння» підсистеми «Управління зоотехнічної та ветеринарної роботою», записаних в комп'ютері, а також фактичні значення продуктивності даної групи корів за минулий тиждень. З використанням програмного забезпечення підсистеми вирішуються наступні завдання: обчислення узагальненого показника; поточне прогнозування продуктивності груп корів; оцінка втрат молока; прогнозування продуктивності на рік.

*Підсистема «Аналіз технологічних процесів»* являє собою комплекс алгоритмів і програм, призначених для виконання наступних функцій: статистична обробка інформації, що накопичується; кореляційний та спектральний аналіз процесів; факторний аналіз накопиченої інформації; регресійний аналіз для побудови і досліджень математичних моделей технологічних процесів.

*Підсистема «Управління господарською діяльністю»* дозволяє вирішити основні завдання бухгалтерського обліку і звітності, планування, обліку і аналізу праці та заробітної плати, обліку кадрів, аналізу економічної та фінансової діяльності ферми або комплексу. Використання підсистеми дозволяє скоротити терміни обробки інформації, звільнити управлінський апарат від виконання робіт, пов'язаних з підготовкою звітних документів про господарську діяльність ферми, підвищити, в кінцевому рахунку, ефективність управлінських рішень.

В цілому ефект від впровадження автоматизованої системи управління технологічним процесом на фермі становить близько 10-25% капітальних затрат при терміні окупності витрат 4-9 років.

### Література

1. Погорельй Л.В., Луценко М.М. Биотехнические системы в животноводстве. – К.: Урожай, 1992. – 344с.

## СУЧАСНИЙ СТАН ТА ДЕЯКІ ПЕРСПЕКТИВИ ВИКЛАДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА» ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

*Н.В. Білицька, О.Г. Гетьман, Г.О. Гнітецька, О.О. Голова*

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Постановка проблеми.** Для України в сучасних умовах існує цілий ряд важливих задач щодо підвищення ефективності взаємодії вищої школи з ринковою економікою та наукою. Дисципліна «Інженерна графіка» становить одну з основ загальної технічної освіти фахівців різних спеціальностей. Нинішній етап розвитку суспільства характеризується широким впровадженням комп'ютерних інформаційних технологій у всі сфери життя. Подані факти обумовлюють актуальність проблеми удосконалення викладання графічних дисциплін студентам вищих навчальних закладів нашої держави.

**Аналіз останніх досліджень.** У праці [1] зазначається, що процвітання економіки передових країн світу обумовлено технічним прогресом, який неможливий без активної участі в ньому висококваліфікованих інженерів різних спеціальностей. Публікація [2] висвітлює певні існуючі проблеми графічної підготовки студентів. У виданні [3] наведено комплексний підхід до викладання дисципліни «Інженерна та комп'ютерна графіка», що включає навчальний матеріал із нарисної геометрії, креслення й комп'ютерної графіки на прикладі програми AutoCAD. У посібниках [4, 5] подано відомості відповідно з розробки конструкторської документації та автоматизації цих процесів у середовищі системи КОМПАС-3D. Стаття [6] знайомить з основами нового напрямку структурно-параметричного формоутворення, запропонованого науковою школою прикладної геометрії КПП ім. Ігоря Сікорського.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати сучасний стан та деякі перспективи викладання дисципліни «Інженерна графіка» засобами комп'ютерних інформаційних технологій на прикладі НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського».

**Основний матеріал.** Можна повністю погодитись з авторами публікації [2], що нинішніми головними проблемами графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей є два наступні фактори. Перший, це обмежене викладання креслення в середній школі. Другий, це зміст нових методик подання графічних дисциплін, який пов'язаний із широким впровадженням у практику комп'ютерних інформаційних технологій систем CAD/CAM/CAE (Computer-Aided Design /Computer-Aided Manufacturing/ Computer-Aided Engineering).

Підготовка студентів технічних спеціальностей спрямована на успішне виконання ними конструкторсько-технологічно-експлуатаційних робіт. Цьому сприяє наведений у літературних джерелах [3-6] комплексний підхід викладання

дисципліни «Інженерна графіка», що забезпечує фундаментальні наукові знання та пристосованість випускників вищих навчальних закладів до потреб ринкової економіки. Напрацьовані нові освітні методи базуються на використанні комп'ютерних засобів, інноваційних способах подання матеріалу, висвітлені міждисциплінарних зв'язків, формуванні фахівців, здатних самостійно приймати відповідальні інженерні рішення, спрямованих на неперервний процес навчання та творчу діяльність.

Для досягнення окресленої мети важливим педагогічним моментом є не тільки зміст дисципліни, а й форма проведення навчальних занять. Так на лекціях варто широко застосовувати мультимедійні засоби, в певних випадках проводити невеликі дискусії, заслуховувати короткі студентські презентації, доповіді тощо. На практичних заняттях доречно приділяти увагу не тільки індивідуальним завданням, а і груповим проектам. Це формує навички злагодженої роботи у творчих інженерних колективах.

Не можна залишати поза увагою також питання організації ефективної взаємодії університетів та підприємств. Доцільно на останніх мати філіали вищих навчальних закладів, що сприяє набуттю студентами потрібного професійного досвіду, а зазначені підприємства забезпечує необхідними фахівцями.

**Висновки.** Удосконалення змісту, форм і методів навчання дисципліни «Інженерна графіка» на базі комп'ютерних засобів є важливим компонентом підвищення якості технічної освіти в університетах України. Проаналізований підхід не тільки відповідає сучасним вимогам, а й позитивно впливає на соціально-економічний розвиток нашої країни. Розглянуті питання потребують свого подальшого теоретичного опрацювання та належного впровадження у практику.

### Література

1. Карпаш М., Крижанівський Є., Карпаш О. Вища інженерна освіта в умовах сталого розвитку суспільства // Вища освіта України. Київ: Педагогічна преса, 2014. № 2. С. 55-60.
2. Янків В.В., Баранович С.М., Стукалець І.Г. Проблеми графічної підготовки студентів інженерних спеціальностей // Професійно-прикладні дидактики. Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2016. Вип. 1. С. 192-199.
3. Михайленко В.Є., Ванін В.В., Ковальов С.М. Інженерна та комп'ютерна графіка. Київ: Каравела, 2012. 368 с.
4. Ванін В.В., Блюк А.В., Гнітецька Г.О. Оформлення конструкторської документації. Київ: Каравела, 2012. 200 с.
5. Белицкая Н.В., Гетьман А.Г., Шепель В.П., Злобина В.С. Автоматизация разработки конструкторской документации в системе КОМПАС-3D V10. Киев: НТУУ «КПИ», 2011. 165 с.
6. Ванін В.В., Вірченко Г.А. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків: ХДУХТ, 2009. Вип. 23. С. 42-48.

УДК 372.862:004.92

## ДИНАМІЧНЕ ФОРМОУТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЯК СУЧАСНИЙ НАПРЯМОК РОЗВИТКУ СТРУКТУРНО- ПАРАМЕТРИЧНОГО ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

**В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, С.Г. Вірченко**

*Національний технічний університет України «Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського»*

**Постановка проблеми.** Нині використання інформаційних технологій у вигляді систем автоматизованого проектування – це один із продуктивних засобів підвищення якості технічних об'єктів, зменшення витрат на їх розроблення, виготовлення та експлуатацію. Важливим компонентом зазначених систем є комп'ютерне геометричне моделювання, сучасний ефективний напрямок розвитку якого становить структурно-параметричне формоутворення, запропоноване наукою школою прикладної геометрії КПІ ім. Ігоря Сікорського. Подальше вдосконалення даного підходу є актуальною науково-прикладною проблемою.

**Аналіз останніх досліджень.** У праці [1] подано визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання, в публікації [2] – теоретичні засади розробленої на базі нього концепції динамічного формоутворення технічних об'єктів. Дослідження [3] присвячено комп'ютерному варіантному динамічному геометричному моделюванню промислової продукції на прикладі крила літака, видання [4] – застосуванню зазначеного підходу для проектування інженерних конструкцій, споруд та будівель, а статтю [5] – комплексному інтегрованому динамічному формоутворенню.

**Формулювання цілей.** Проаналізувати динамічне комп'ютерне геометричне моделювання технічних об'єктів як сучасний напрямок удосконалення структурно-параметричного формоутворення, окреслити деякі перспективи подальшого розвитку даних наукових досліджень.

**Основний матеріал.** Головна перевага теорії структурно-параметричного геометричного моделювання полягає в універсальності та ефективності розроблених принципів, методів, способів та алгоритмів. Це дозволяє їх використовувати для опрацювання всіляких технічних об'єктів (літаків, автомобілів, верстатів, приладів, споруд, будівель і т. д.) на різних стадіях та етапах життєвого циклу - під час проектування, виробництва й експлуатації.

Застосування принципів (*системного підходу, варіантності, універсальності й уніфікації, оптимальності, відкритості та розвитку, комплексного підходу, динамічного формоутворення*) сприяє проведенню структурно-параметричної оптимізації промислової продукції. Важливим при цьому є забезпечення можливості варіантного відображення різноманітних складних технічних систем і процесів.

На базі запропонованої загальної концепції комп'ютерного динамічного формоутворення розроблено нові способи та прийоми автоматизованих геометричних побудов, зокрема: *спосіб універсальних, уніфікованих і комплексних модулів; спосіб керованого динамічного формоутворення; спосіб поєднання конструкторських і технологічних геометричних моделей* тощо. Наведені способи та напрацьовані на їх основі прийоми та алгоритми дозволяють скорочувати терміни розроблення комп'ютерних динамічних моделей, підвищувати їх точність і реалістичність, поліпшувати якість процесів проектування, виготовлення та експлуатації технічних об'єктів.

У публікації [3] подано приклади комп'ютерних динамічних геометричних моделей процесів свердління, зенкування, клепання. Опрацьовано й операції точіння та фрезерування. Дані моделі за рахунок використання точних траєкторій руху інструмента, відповідних значень швидкостей і прискорень допоміжних та робочих ходів забезпечують підвищення точності визначення різноманітних технологічних параметрів і характеристик, сприяють їх оптимізації. Це стосується також інженерних споруд і будівель [4], комплексного динамічного формоутворення [5].

Напрямки подальшого розвитку теорії та практики динамічного геометричного моделювання технічних об'єктів на засадах структурно-параметричного підходу полягають в удосконаленні застосовуваного математичного апарату для більш широкого кола процесів як машинобудування (ливарних, штампувальних, зварювальних тощо), так і решти галузей промисловості, наприклад, металургійної, хімічної, нафтової, газової і т. д.

**Висновки.** Проаналізовано динамічне формоутворення технічних об'єктів як сучасний напрямок розвитку структурно-параметричного геометричного моделювання, окреслено перспективи подальших наукових досліджень.

### Література

1. Ванін В.В., Вірченко Г.А. Визначення та основні положення структурно-параметричного геометричного моделювання // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Харків: ХДУХТ, 2009. Вип. 23. С. 42-48.

2. Вірченко С.Г. Застосування структурно-параметричного підходу для динамічного формоутворення технічних об'єктів // Технічна естетика і дизайн. Київ: КНУБА, 2017. Вип. 13. С. 47-51.

3. Vanin V., Virchenko G., Virchenko S., Nezenko A. Computer variant dynamic forming of technical objects on the example of the aircraft wing // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. Kharkiv: Technology Center, 2017. № 6/7 (90). P. 67-73.

4. Вірченко С.Г., Шамбина С.Л. Использование компьютерного динамического вариантного формообразования для моделирования инженерных конструкций и сооружений // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. Москва: РУДН, 2017. №2. С. 3-7.

5. Вірченко С.Г. Деякі питання комплексного динамічного формоутворення на прикладі проектування крила літака // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Київ: КНУБА, 2018. Вип. 94. С. 20-25.

УДК 514.18

## **КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ ПОКРИТТЯ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ ЗАДАНОЇ ОБЛАСТІ З ДИСКРЕТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ**

**С.Я. Кравців, О.М. Соболь**

*Національний університет цивільного захисту України*

Розглянемо комп'ютерну реалізацію оптимального методу покриття оперативно-рятувальними підрозділами, що розроблено в роботі [1] на прикладі Близнюківського району Харківської області. Вибір даного об'єкта обумовлений тим, що він відноситься до об'єктів з найменшим коефіцієнтом покриття (0,23) районами виїзду оперативно-рятувальних підрозділів. Як наслідок, середній час прямування на небезпечні події становить 30,74 хв, що перевищує нормативний час, який становить 20 хв.

На території Близнюківського району Харківської області знаходяться 7 потенційно небезпечних об'єктів та 1 об'єкт підвищеної небезпеки, а саме:

– 6 потенційно-небезпечних об'єктів та 1 об'єкт підвищеної небезпеки у смт. Близнюки;

– 1 потенційно-небезпечних об'єкт у с. Самійлівка.

Слід відзначити, що на даних об'єктах існує можливість виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних з пожежею та вибухом, з викидом небезпечних хімічних речовин.

На теперішній час на території Близнюківського району функціонує один оперативно-рятувальний підрозділ (ДПРЧ-10 [2]), район виїзду якого наведений на рисунок 1. При розрахунку району виїзду було враховано обмеження (7), наведеного в роботі [1] математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів, причому швидкість оперативно-рятувального автомобіля по існуючій сітці доріг становить 30 км/год. [3].

У якості припустимих місць розподілу оперативно-рятувальних підрозділів було розглянуто 19 населених пунктів, з яких у перспективі будуть сформовані 3 об'єднані територіальні громади [4], а саме: с. Алісівка, с. Башилівка, с. Берестове, с. Бурбулатове, с. Верхня Самара, с. Добровілля, с. Квітневе, с. Криштопівка, с. Лукашівка, с. Надеждине, с. Новонадеждине, с. Новоукраїнка, с. Олексіївка, с. Острівщина, с. Вишневе, с. Самійлівка, с. Семенівка, с. Софіївка Перша, с. Уплатне.

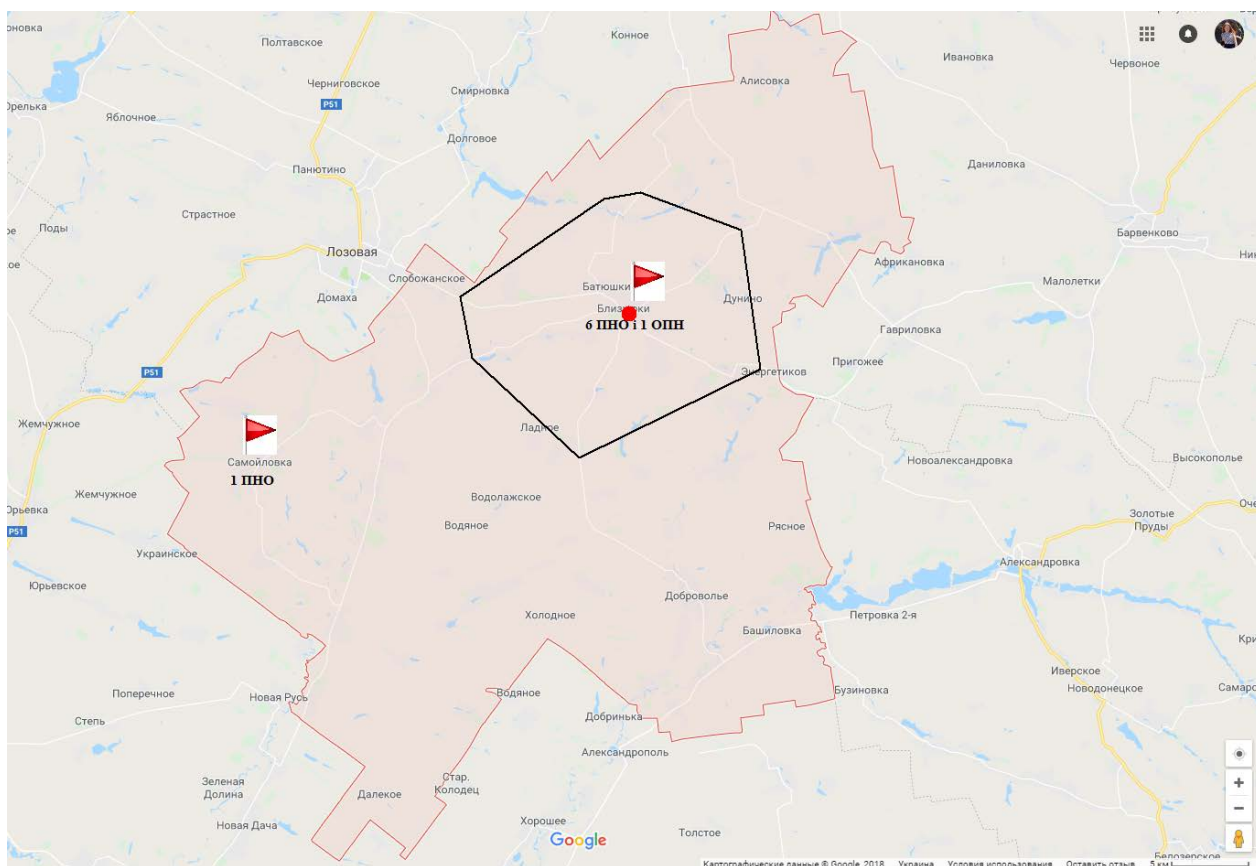


Рисунок 1 – Район виїзду оперативно-рятувального підрозділу, розташованого в смт. Близнюки

Оскільки задача розподілу оперативно-рятувальних підрозділів розв'язується з урахуванням району виїзду існуючого підрозділу, то для реалізації математичної моделі (2)÷(8), що розроблена в роботі [1] необхідно врахувати наступне:

1) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в ОТГ (населених пунктах)  $S_d$ ,  $d = 1, \dots, D$  ( $S_d$  – це об'єкти підвищеної небезпеки та потенційно небезпечні події, що належать заданій області), в яких (поруч з якими) знаходяться потенційно небезпечні об'єкти та/або об'єкти підвищеної небезпеки. При цьому враховуються райони виїзду існуючих оперативно-рятувальних підрозділів.

2) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах)  $S_d$ ,  $d = 1, \dots, D$ , в яких (поруч з якими) знаходяться потенційно небезпечні об'єкти та/або об'єкти підвищеної небезпеки. При цьому враховуються райони виїзду існуючих оперативно-рятувальних підрозділів та обмежені ресурси на створення відповідних підрозділів.

3) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах), що належать області

$\bigcap_{d=1}^D P_d'$  ( $P_d'$  – район обслуговування оперативно-рятувального підрозділу в населеному пункті з об'єктом підвищеної небезпеки та/або потенційно-небезпечним об'єктом). При цьому враховуються райони виїзду існуючих оперативно-рятувальних підрозділів.

4) Оперативно-рятувальні підрозділи мають обов'язково створюватись в об'єднаних територіальних громадах (населених пунктах), що належать області

$\bigcap_{d=1}^D P_d'$ . При цьому враховуються райони виїзду існуючих оперативно-рятувальних підрозділів та обмежені ресурси на створення відповідних підрозділів.

Разом з тим, оскільки в даному випадку область  $\bigcap_{d=1}^D P_d' = \emptyset$ , тобто не існує

множини населених пунктів, з яких в рамках нормованого часу прямування можна здійснити захист потенційно небезпечних об'єктів у Близнюківському районі.

Результат розподілу оперативно-рятувальних підрозділів разом з урахуванням всіх обмежень наведено на рисунку 2.

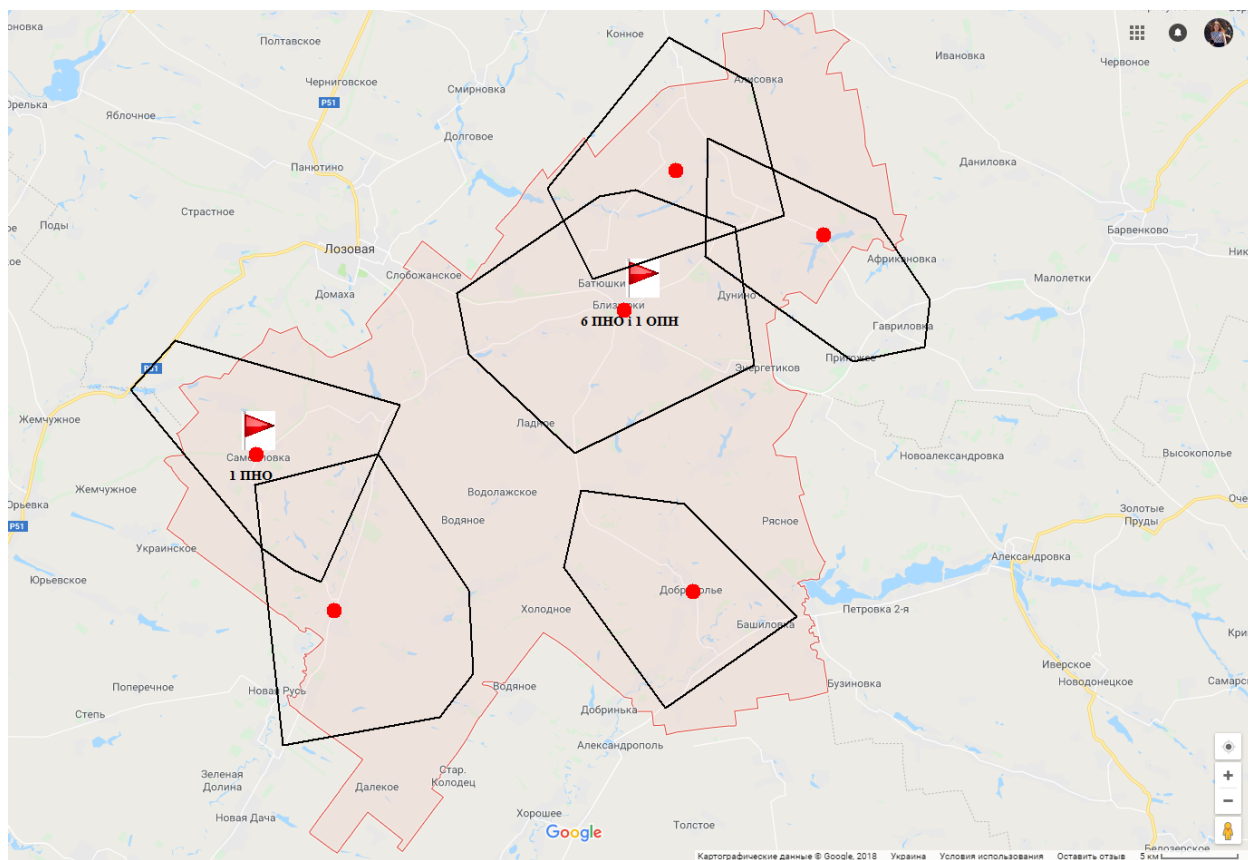


Рисунок 2 – Розподіл оперативно-рятувальних підрозділів по території Близнюківського району

Можна зробити висновок, що всі обмеження математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів виконані, при цьому рекомендується створення нових підрозділів в таких населених пунктах: с. Самійлівка (місцевий підрозділ), с. Добровілля (добровільний підрозділ), с. Криштопівка (добровільний підрозділ), с. Новонадеждине (добровільний підрозділ), с. Семенівка (добровільний підрозділ).

Слід відзначити, що аналогічно можна здійснити розподіл оперативно-рятувальних підрозділів по території всіх районів не тільки Харківської області, але й інших адміністративно-територіальних одиниць України з урахуванням цільової функції та обмежень математичної моделі розподілу оперативно-рятувальних підрозділів.

### Література

1. Комяк В.М., Соболев О.М., Кравців С.Я. Модель та метод оптимального покриття неопуклими багатокутниками заданої області з дискретними елементами. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнічного університету*. Мелітополь, 2018. Вип. 8, Т.1. С. 11–22.

2. 114. ГУ ДСНС України в Харківській області (офіційний сайт ГУ). URL: <http://kharkiv.dsns.gov.ua/ua/Pidporyadkovani-pidrozdzili-Golovnogo-upravlinnya.html/>.

3. Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту та Статуту дій органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту під час гасіння пожеж: затв. наказом МВС України від 26 квітня 2018 р. № 340. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0801-18/sp:max20#n10>.

4. Харківська обласна рада (офіційний сайт обласної ради). URL: <http://oblrada.kharkov.ua/ua/196-pres-tsentr/news-all/13049-459-gromad-kharkivskoji-oblasti-planuetsya-ob-ednati-u-62-teritorialni-gromadi>.

## ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ІЗОЛЬОВАНИХ ОСОБЛИВИХ ТОЧОК ДИСКРЕТНОГО НЕВПОРЯДКОВАНОГО ВЕКТОРНОГО ПОЛЯ В ДВОВИМІРНОМУ ПРОСТОРИ

**В.І. Черняк**

*Кременецький лісотехнічний коледж*

З поняттям векторного поля  $\mathbf{a}$  на площині класична теорія зв'язує лінійну систему диференціальних рівнянь виду [1]:

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{B}\mathbf{x} \quad (1)$$

де  $\mathbf{x} = \{x_1, x_2\}$  – точка на площині;

$\mathbf{B}$  – матриця  $2 \times 2$ .

Залежно від власних значень  $\lambda$  і  $\mu$  матриці  $\mathbf{B}$  в працях [1, 2] розглядають такі типи особливих точок (рис.1):

1. Якщо  $\lambda$  і  $\mu$  мають дійсні значення та

- мають різні знаки,  $\lambda\mu < 0$  – *сідло*;
- мають однакові знаки,  $\lambda\mu > 0$  – *вузол*;
- $\lambda = 0$  – *сідло-вузол*;

2. Якщо  $\lambda$  і  $\mu$  мають комплексні значення,  $\lambda = \alpha + i\omega$ ;

- $\alpha = 0$  – *центр*;
- $\alpha \neq 0$  – *фокус*.

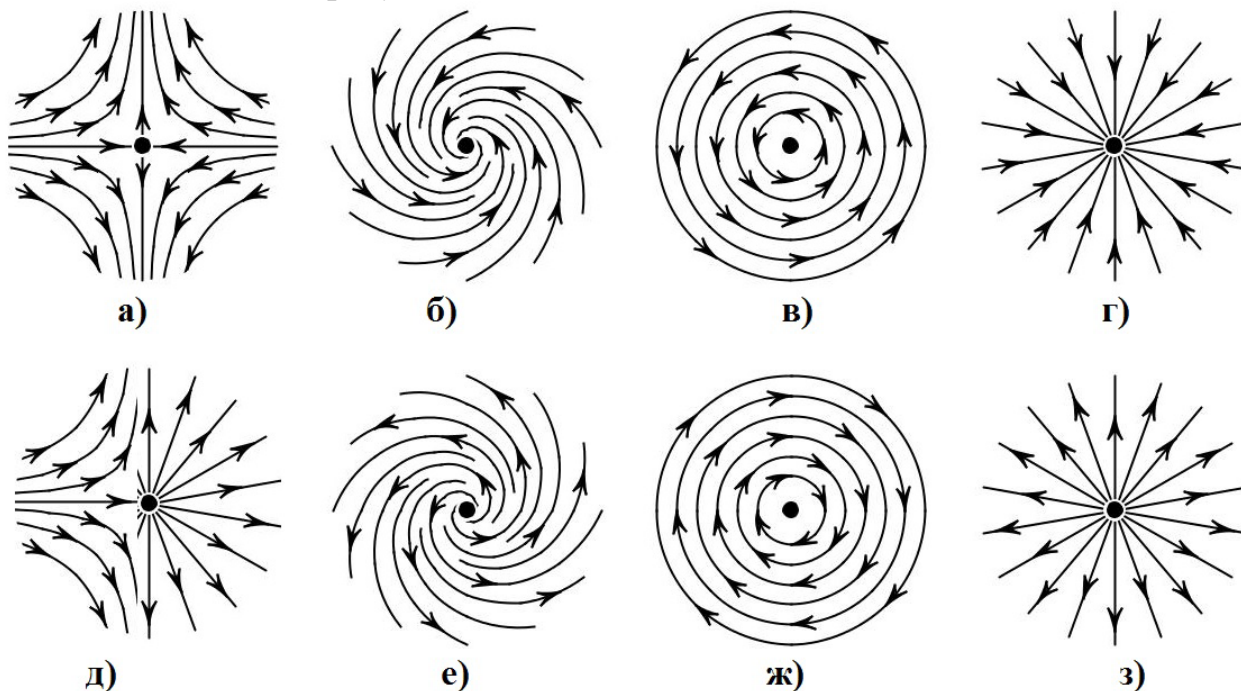


Рис. 1. Фазові портрети особливих точок в класичній теорії векторного поля на площині: а – *сідло*; б – *стійкий фокус*; в, ж – *центр*; г – *стійкий вузол, поглинач*; д – *сідло-вузол*; е – *нестійкий фокус*; з – *нестійкий вузол, джерело*.

Якщо вектори поля направлені до особливої точки, то така точка називається *стійкою* (на рис. 1 це буде *стійкий фокус* і *стійкий вузол*), якщо вектори направлені від особливої точки – *нестійкою* (на рис. 1 це буде *нестійкий фокус* і *нестійкий вузол*) [1, 3].

В праці [3] нестійкий вузол називають джерелом, а стійкий – поглиначем.

В працях [1, 2] та в багатьох інших описані методи визначення типу особливих точок векторного поля, заданого континуально. Проте аналіз літератури з прикладної геометрії показав повну відсутність розроблених методів визначення типу особливих точок для дискретно представлених векторних полів, тому метою даної роботи є розробка алгоритму визначення типу особливих точок дискретно представленого на нерівномірній сітці векторного поля в двовимірному просторі.

Вихідними даними для розробки алгоритму є координати особливої точки, координати точок поля та координати векторів в цих точках. Для спрощення умовно прийнято, що особлива точка знаходиться в початку координат  $O$ .

Пропонується два способи визначення типу особливих точок.

**Перший** спосіб ґрунтується на візуальній оцінці фазових траєкторій особливих точок (рис. 1) і визначенні кута  $A_1$  між вектором поля  $a_1$  в точці  $1$  і вектором  $r_1$ , протилежним до радіус-вектора цієї точки поля (рис. 2).

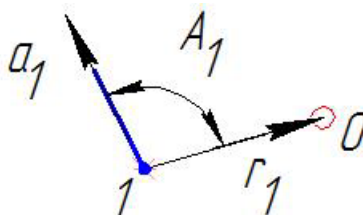


Рис. 2 До визначення кута між радіус-вектором точки поля та вектором поля в цій точці

Значення кута  $A_1$  може бути в межах від  $-180^\circ$  до  $180^\circ$ . Кут  $A_1$  вважатимемо додатнім, якщо вектор  $a_1$  обертається навколо точки  $1$  відносно вектора  $r_1$  проти руху годинникової стрілки.

Візуальна оцінка фазових траєкторій особливих точок дозволяє стверджувати, що:

- Якщо кути  $A_1$  всіх точок поля мають один і той самий знак та рівні  $90^\circ$ , то така особлива точка є *центром*;
- Якщо кути  $A_1$  всіх точок поля мають один і той самий знак та менші  $90^\circ$ , то така особлива точка є *стійким фокусом*;
- Якщо кути  $A_1$  всіх точок поля мають один і той самий знак та більші  $90^\circ$ , то така особлива точка є *нестійким фокусом*;
- Якщо кути  $A_1$  всіх точок поля мають різні знаки та менші  $90^\circ$ , то така особлива точка є *стійким вузлом*;
- Якщо кути  $A_1$  всіх точок поля мають різні знаки та більші  $90^\circ$ , то така особлива точка є *нестійким вузлом*;

е) Якщо більшість кутів  $A_1$  направлені в одну сторону, то така особлива точка є *сідлом-вузлом*;

є) Якщо попередні умови не виконуються, то така особлива точка є *сідлом*;

Вище згадані висновки справедливі тільки в тому випадку, якщо координати особливої точки є коректними. Якщо ж координати особливої точки вказані з деякою похибкою, то в твердженнях *а-д* слова "всіх точок" необхідно замінити на „більшість точок”, тому що змінюється при цьому величина і знак кута  $A_1$  деяких точок поля. Шляхом обчислювальних експериментів встановлено, що під терміном більшість точок – це мінімум 80 відсотків від загальної кількості точок поля.

Тому алгоритм визначення типу ізольованої особливої точки першим способом буде таким.

1. Визначаємо окремо значення і знак кута  $A_1$  для всіх точок поля
2. Визначаємо кут  $A$  як середнє значення кутів  $A_1$  за формулою

$$A = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n A_1, \quad (2)$$

де  $n$  – кількість точок поля.

Цей крок дозволяє трохи згладити неточність визначення координат особливої точки.

3. Якщо кути більшості точок поля мають один і той самий знак та кут  $A$  рівний  $90^\circ \pm \Delta A$ , то така особлива точка є *центром*.
  4. Якщо кути більшості точок поля мають один і той самий знак та кут  $A$  менший  $90^\circ - \Delta A$ , то така особлива точка є *стійким фокусом*.
  5. Якщо кути  $A_1$  більшості точок поля мають один і той самий знак та кут  $A$  більший  $90^\circ + \Delta A$ , то така особлива точка є *нестійким фокусом*.
  6. Якщо кути більшості точок поля мають різні знаки та кут  $A$  менший  $90^\circ - \Delta A$ , то така особлива точка є *стійким вузлом*.
  7. Якщо кути більшості точок поля мають різні знаки та кут  $A$  більший  $90^\circ + \Delta A$ , то така особлива точка є *нестійким вузлом*.
  8. Якщо більшість кутів  $A_1$  направлені в одну сторону, то така особлива точка є *сідлом-вузлом*.
  9. Якщо попередні умови не виконуються, то така особлива точка є *сідлом*.
- Шляхом обчислювальних експериментів встановлено, що похибка для кута становить  $\Delta A \approx 5^\circ$ .

**Другий** спосіб ґрунтується на застосуванні матриці  $B$  з формули (1).

В праці [1] матриця  $B$  обчислюється за формулою

$$B = \begin{vmatrix} \frac{\partial a_x}{\partial x} & \frac{\partial a_x}{\partial y} \\ \frac{\partial a_y}{\partial x} & \frac{\partial a_y}{\partial y} \end{vmatrix}. \quad (3)$$

Для дискретно представлених полів формула (3) набуває вигляду

$$B = \begin{vmatrix} \frac{a_{2x} - a_{1x}}{2\partial x} & \frac{a_{4x} - a_{3x}}{2\partial y} \\ \frac{a_{2y} - a_{1y}}{2\partial x} & \frac{a_{4y} - a_{3y}}{2\partial y} \end{vmatrix}. \quad (4)$$

В (4)  $a_{1x}, \dots, a_{4x}, a_{1y}, \dots, a_{4y}$  – значення координат векторів поля у вузлах сітки **1-4** (рис. 3) з центром в особливій точці **O** (початок координат);  $\partial x, \partial y$  відхилення вершин сітки від особливої точки по відповідних осях.

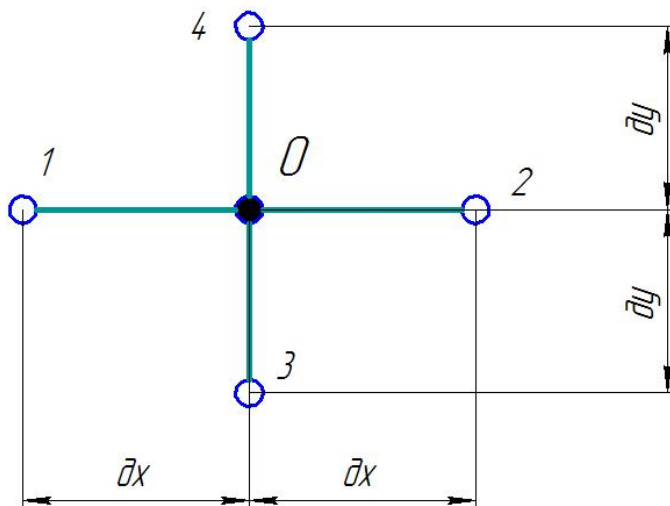


Рис. 3 Фрагмент прямокутної сітки з центром в особливій точці.

Ідея полягає в тому, що спочатку на особливу точку накладається прямокутна сітка і методом інтерполяції визначаються координати векторів поля у вершинах 1, 2, 3 і 4 цієї сітки, а потім за формулою (4) визначається матриця **B** та її власні значення  $\lambda$  і  $\mu$ . За цими значеннями визначаємо тип особливої точки згідно класифікації, розробленої в працях [1, 2], яка описана на початку статті.

Перевірка адекватності результатів роботи даних алгоритмів проводилась таким чином. З праць [1, 2] були запозичені аналітичні рівняння координат векторів полів і відповідно визначеними типами особливих точок. В точках нерівномірної сітки було визначено координати векторів полів за наведеними вище рівняннями, після чого автором за допомогою розроблених алгоритмів проводилось визначення типу особливої точки. Результати виконання алгоритмів повністю співпали з аналітично визначеними типами особливих точок при умові, що координати особливої точки є точними. Якщо ж координати особливої точки задати з відхиленнями, то спостерігались некоректні результати роботи алгоритмів, які наведені в таблиці 1.

Як видно з таблиці 1, при не великих відхиленнях особливої точки від дійсного положення, тільки другий спосіб некоректно визначає особливу точку типу *сідло-вузол*. При більших відхиленнях обидва способи некоректно визначають особливі точки типів *нестійкий фокус* і *стійкий фокус*.

Таблиця 1. Типи особливих точок, які визначені авторськими способами та аналітично

| Дійсні типи особливих точок | Номер способу | Типи особливих точок, які визначені розробленими способами, при координатах особливої точки |                                     |                                                  |
|-----------------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|
|                             |               | {0, 0}                                                                                      | {0.5, 0.5}                          | {1, 1}                                           |
| центр                       | 1<br>2        | центр<br>центр                                                                              | центр<br>центр                      | центр<br>центр                                   |
| стійкий фокус               | 1<br>2        | стійкий фокус<br>стійкий фокус                                                              | стійкий фокус<br>стійкий фокус      | <i>стійкий вузол</i><br><i>стійкий вузол</i>     |
| нестійкий фокус             | 1<br>2        | нестійкий фокус<br>нестійкий фокус                                                          | нестійкий фокус<br>нестійкий фокус  | <i>нестійкий вузол</i><br><i>нестійкий вузол</i> |
| стійкий вузол               | 1<br>2        | стійкий вузол<br>стійкий вузол                                                              | стійкий вузол<br>стійкий вузол      | стійкий вузол<br>стійкий вузол                   |
| нестійкий вузол             | 1<br>2        | нестійкий вузол<br>нестійкий вузол                                                          | нестійкий вузол<br>нестійкий вузол  | нестійкий вузол<br>нестійкий вузол               |
| сідло-вузол                 | 1<br>2        | сідло-вузол<br>сідло-вузол                                                                  | сідло-вузол<br><i>стійкий вузол</i> | сідло-вузол<br><i>стійкий вузол</i>              |
| сідло                       | 1<br>2        | сідло<br>сідло                                                                              | сідло<br>сідло                      | сідло<br>сідло                                   |

**Висновки.** В статті запропоновано алгоритм визначення типу особливих точок дискретно представленого невпорядкованого векторного поля в двовимірному просторі. Подальші дослідження можна спрямувати на розробку алгоритмів визначення типу особливих точок дискретно представленого векторних полів в тривимірному і багатовимірному просторах.

### Література

1. Илья Щуров. Обыкновенные дифференциальные уравнения (Интерактивный учебник) – Электронный ресурс режим доступа: <http://math-info.hse.ru/odebook/chapter/label/chap:10prim:linearization/>
2. Медведева Н. Б. Особые точки векторных полей на плоскости [Текст] / Н.Б. Медведева // Соросовский образовательный журнал. – 1999. – № 5. – С. 121–127 – Электронный ресурс режим доступа: [http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9905\\_121.pdf](http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/9905_121.pdf)
3. Гольдфайн И.А. Векторный анализ и теория поля / И.А.Гольдфайн – М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962. – 132с.

УДК 514.18

## УЧАСТЬ СТУДЕНТІВ НТУУ «КПІ ІМ. І. СІКОРСЬКОГО» В ПРОГРАМІ «ЕРАЗМУС+»

**В.П. Юрчук, А.Г. Козловський**

*Національний Технічний Університет України «КПІ ім. Ігоря Сікорського»*

Для студента-магістра НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» Козловського Андрія 2018 рік відзначився не просто навчанням в стінах рідного університету, але і п'ятимісяцевим відрядженням на навчання до університету RUG (Rijksuniversiteit Groningen, м. Гронінген, Нідерланди) - за підтримки міжнародної програми «Еразмус+», [1].

Маленьке місто Гронінген, чиє ім'я закріплене за університетом, є «вічно молодим» містечком, адже в ньому живуть і тимчасово проживають десятки тисяч міжнародних студентів. Навіть жителі інших міст країни приїждять сюди, щоб побачити життя молодого покоління, - адже університет, в якому навчаються 25 тис. студентів, відомий на весь світ!

Розташування студентських корпусів нагадує наше студмістечко НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», а гуртожитки розміщені таким чином, що «добирання» до університету потребує від 5 до 20 хвилин їзди на велосипеді. Доречі, велосипеди там користуються великою популярністю, адже на них їздять практично всі жителі міста, а особливо студенти.

Рівень підготовки А. Козловського, отриманий на перших трьох курсах КПІ, був достатній для вільного розуміння, комунікації, засвоєння нових термінів, читання підручників, які написаних самими викладачами університету та велись лише англійською мовою. Викладачі на заняттях завжди перепитують, пояснюють та наводять приклади вирішення наукових проблем подібно як і у нас. Новий студент вільно, на що зверніть увагу, обирає вільно, за власним бажанням. Ці предмети будуть продовженням тих акумулятивних знань, які він отримав в стінах рідного університету КПІ.

За час навчання за в Нідерландах йому вдалось відвідати науково-лабораторний центр, що знаходився при університеті, де аспіранти проводять досліді і за результатами яких, отримують передові науково-технічні знання та роблять висновки зі свого майбутнього напрямку освіти. Так багато дослідів проводилось під «грифом секретності», але насправді викладачі охоче ділились передовими ідеями, от лише фотографувати забороняли.

Потрібно відмітити, що RUG університет є добре фінансово забезпечений державою (учбовий заклад, адже кошти, що надходять для студентів на навчання теж відіграють роль). При цьому, хочеться відмітити, що для студентів не з країн ЄС надходить їх значно більше, порівняно з європейцями - через високу вартість навчання для перших). Тому студенти, навчаючись в RUG університеті, мають змогу реалізувати практично всі задуми і наукові досліді, що забажають

(зокрема у науково-технічній сфері, оснащений матеріалами та верстатами з ЧПУ та важливою іншою дослідною апаратурою).

Навчатись А. Козловському було дуже цікаво, на парах було весело, але на екзаменах було дуже важко, адже багато учбового матеріалу виноситься на самостійне опрацювання. Іноді практичних годин не є достатньо для перевірки домашнього завдання у всіх студентів, а на виконання запланованої програми винесено саме на дану пару. Що йому не сподобалось, так це те, що вам даються роздруківки із завданням і ви їх виконуєте. Ніхто не пояснює, не наводить приклади як робити – лише написана умова самого завдання. При цьому завдання оцінюються лише правильність кінцевого результату, не за хід рішення – але ж у нас, в стінах НТУУ «КПІ» доцільніше – за хід рішення!

Ви здаєте роботу, вам ставлять бали, які ви набрали: чесно, строго, швидко, але адекватно! Хоча завдання не були дуже важкими, але потрібно багато через різні «наукові терни», щоб «підтягнутись» у знаннях та успішно здати заліки та екзамени.

Форма проведення пар виражена у лекційних та практичних заняттях, на яких частково була і робота за персональним комп'ютером і обговорення, в межах маленької групки, (3 студенти) складної технічної проблеми, наприклад очищення морського дна, перспективні автозаправні електричні станції, водяний острів, космічні польоти та ін. До речі, на групки студенти розділяються по 2-10 чоловік за вказівкою викладач - це лише його рішення. Найчастіше розбивають всіх по 2, рідше по 3 студенти. Також є у практиці індивідуальні заняття, але форма навчання студентів та аспірантів – завжди групова, а одиночної групи не існує.

Лекції частково проводив провідний інженер з конкретного виробництва наприклад полімерів, що говорить про правильно реалізовані зв'язки університету з промисловими підприємствами.

Тому хочеться проаналізувати, зі сторони студентів, що дає їм система навчання в стінах НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»? Перш за все – це стабільний розвиток системи знань студента, де вони навчаються на вищому рівні технічно мислити і правильно вирішувати поставлені задачі, адже це пізніше дуже пригодиться студентам в подальшому житті при вирішенні більш узагальнених та більш важливих проблем. Також НТУУ КПІ надає студентам можливість приймати участь в програмах обміну студентами, показати свої вміння і знання, позмагатись за вправність та показати себе з кращої сторони. Приємно нам, викладачам те, що в цьому вони наш університет не підводять. Адже кращі студенти пам'ятають, що знання самі в голову не прийдуть, тому потрібно сумлінно навчатися і вміти знаходити найголовніше і найцікавіше з того, що нам дають викладачі і присвячувати цьому час – розвиваючись самостійно, тому що викладач має обмежену навчальну програму предметів, часто скорочену кількість годин, яка вміщає знайомство студентів з методами їх виконання та виконання самих базових навчальних задач.

Взагалі, навчатись в нашому університеті КПІ – задача не з простих! Тут без виконання лабораторних робіт, графічно-розрахункових, курсових робіт і проектів, навіть оцінку 3 («Е») – вам не поставлять. Справа в тому, що викладачі повинні готувати розумних та перспективних молодих спеціалістів, які вмітимуть мислити швидко і правильно. Це ж чому в нас українці прославляються кожного року на весь світ! І досить часто прославлять саме наш університет – майбутні Корольови та Сікорські, тому що саме у стінах нашого ВУЗу не просто навчають, але і шукають та підбирають нові підходи, шукати нові методи заохочення до навчання. Насамперед, це використання візуальних засобів викладання, організація студентських наукових кружків, презентації та цікаві фрагменти відеоматеріалів за темою, що вивчається.

Хочеться нам, як викладачу та студенту, виділити основні фактори, що допоможуть, на наш погляд, нашому університету стати ще кращим:

1. Вводити нові перспективні предмети, для чого провести опитування студентів щодо актуальності вивчення матеріалу, що вивчається.

2. Використовувати передову електронно-цифрову техніку, комп'ютерні засоби навчання.

3. Залучати представників з фірм та заводів, для розкриття основних практичних проблем, що виникають у відповідних (до факультету чи конкретних тематик кафедри) можливих сфер зайнятості на майбутньому на виробництві.

4. Збільшити кількість місць для обміну за кордоном, при цьому ввести систему обміну студентами в інші передові світові університети.

5. Розробити програми для застосування студентами здобутих теоретичних знань на лекційних та практичних заняттях, отриманих в цих університетах.

Жаль, що студенти не розуміють, що потрібно постійно розвиватися самостійно! Студенти, поїхавши за кордон, повертаються з великою мотивацією, тому дуже важливо підтримати студентів після «європейського культурного шоку», повинні зуміти правильно спрямувати свою «енергію», вкласти її в саморозвиток, розвиток кафедри, університету, країни, тобто зробити так, щоб було і у нас краще, не гірше ніж у сусідів з Європи. Всі ми окремо – маленькі люди, але і «маленькі» люди підкоряли світ. Якщо ми зробимо хоча б одну, маленьку добру та перспективну справу, що зможемо, тобто на що вистачить наших сил – то неодмінно станемо кращими! Стане кращим та багатшим наш рідний КПІ, стане багатшою наша Україна.

І якщо дехто із студентів в КПІ каже, що навчання – це просто, тобто можна не ходити на пари, а потім все здати – то нехай навіть і в цьому використовують час раціонально – направляють на саморозвиток, цікаву в перспективі роботу, навчальні курси, вивчення іноземних мов, участь у конференціях, програмах обміну, проведенні активного відпочинку та ін.

Не потрібно студенту опускати голову і зупинятися на тому, що я сьогодні зробив лабораторну роботу на одній із старих мов програмування, що мені ніколи в житті не знадобиться. Вам поставили ціль розібратися в старій, але простій мові програмування – ви розібрались, тепер ви вже зможете самостійно

розібратись з новою, передовою на даний час мовою програмування – і в цьому є раціональність. Тобто йти вперед, показувати нові знання.

Також з точки зору викладача університету, хочу сказати, що Андрій Козловський як студент-першокурсник перших днів навчання показав себе як здібний студент, оскільки ще у школі розробляв з батьком нові технічні рішення, розробляв перспективну конструкцію спеціального пристрою для обробітку присадибної ділянки, та мав бажання її офіційно оформити як нове патентне рішення. І він, з допомогою викладачів нашої кафедри нарисної геометрії та комп'ютерної графіки отримав його вже на першому курсі – це був патент України на корисну модель №105721 «Універсальний пристрій для обробітку присадибної ділянки», [2]. Тоді ж він, за допомогою викладачів, розкрив його конструкцію на кафедральній науковій конференції студентів, аспірантів та молодих вчених, яка проводиться щорічно на нашій кафедрі нарисної геометрії, інженерної та комп'ютерної графіки НТУУ КПІ. Тобто, хочеться сказати, що ми, викладачі, уже на першому курсі навчання побачили в ньому майбутнього науковця. Зараз Козловський Андрій є студентом-магістром шостого курсу, має 24 наукових публікацій (чотири на кафедральній науковій конференції), має також 6 патентів на корисні моделі та винаходи (два перших на нашій кафедрі) та кілька виступів на різних перспективних наукових конференціях.

Таких студентів-науковців на нашій кафедрі стало уже більше 40, які на першому курсі отримали патенти, виступили на наукових конференції кафедри, багато із них уже захистили кандидатські дисертації, стали викладачами КПІ та інших ВУЗів. За ними майбутнє нашого університету, нашої та України.

### Література

1. <https://www.rug.nl/?lang=en>

2. Бюл. №8, від 11.04.2016 р. Автори Юрчук В.П., Козловський А.Г., Бакалова В.М.

УДК 621.43

## ВИКОРИСТАННЯ USB ОСЦИЛОГРАФА ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

**С.І. Топчій, П.С. Попик**

*Ніжинський агротехнічний коледж,  
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Розвиток автотракторобудування викликав необхідність створення спеціалізованих лабораторій для вивчення процесів, які відбуваються в механізмах і системах мобільних машин. Оскільки ефективність і економічність роботи тракторів і автомобілів в основному залежить від роботи енергетичних установок, то їх удосконаленню і дослідженню приділяється величезна увага.

Двигуни внутрішнього згоряння понад сто років застосовуються в різних сферах діяльності людини. За цей час їхня конструкція була суттєво змінена, що продовжується і тепер. Основні напрями подальшого розвитку двигунів пов'язані з удосконалюванням процесів згоряння, газообміну, підвищенням питомої потужності, зниженням теплонапруженості, шкідливих викидів, питомої витрати палива.

У зв'язку з цим отримання достовірної дослідної інформації та її аналіз виходить на передній план у всьому комплексі задач, які потрібно вирішувати при випробуваннях механізмів та систем двигунів внутрішнього згоряння.

Одним з оптимальних варіантів вимірювання показників роботи двигунів та їх систем в реальному часі є використання USB осцилографів.

Серед великої кількості вказаних пристроїв, що випускаються різними виробниками, одним з найоптимальніших варіантів за надійністю роботи, можливостях та вартості є 8-канальний USB осцилограф фірми „Injector Servis”.

Програма USB осцилографа дає можливість:

1. Працювати в режимі 8-канального аналогового осцилографа або цифрового аналізатора;
2. Виводити сигнали в реальному режимі часу на монітор персонального комп'ютера;
3. Здійснювати синхронізацію по передньому або задньому фронту заданого рівня;
4. Проводити запис досліджуваного сигналу в режимі аналогового осцилографа з частотою оцифровки 250/500 кГц – 47/23 хв; цифрового аналізатора з частотою оцифровки 500 кГц – 71 хв;
5. Проводити автоматичне маркування і коментувати характерні ділянки осцилограми;
6. Одержувати жорстку копію осцилограми у вигляді JPEG-малюнка.

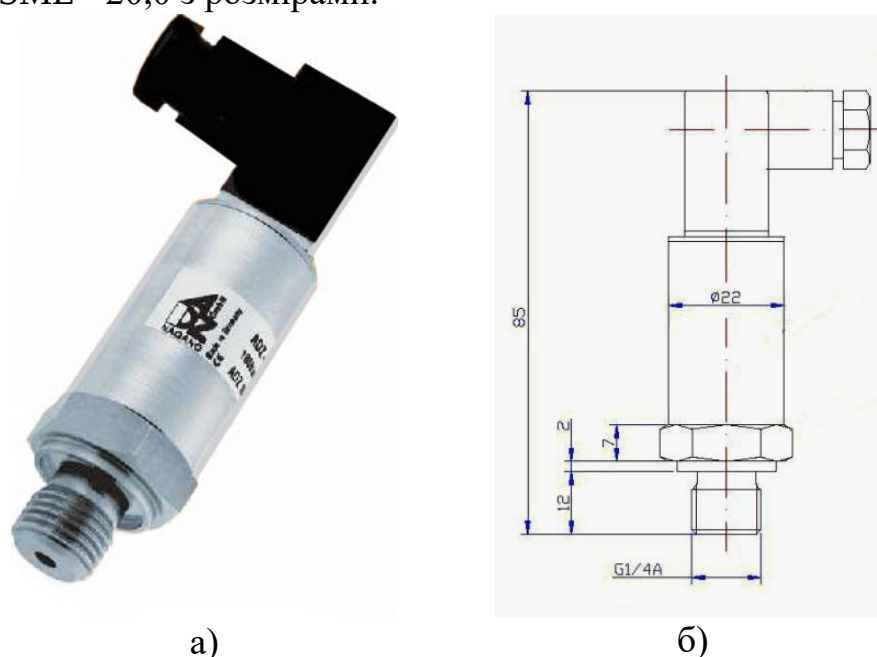
Осцилографічні методи дослідження робочого процесу двигунів та діагностування роботи їх систем передбачають виконання індиціювання

двигуна, тобто зняття індикаторних діаграм, які показують зміну тиску в циліндрах двигуна в процесі його роботи.

Індикаторні діаграми дають можливість найбільш достовірно оцінити особливості протікання окремих робочих процесів і на основі отриманих даних визначити показники політроп стиснення і розширення, температуру робочого тіла, закономірності виділення тепла при згорянні, швидкість згоряння і т.д.

Для індичіювання можуть використовуватися датчики тиску різних виробників.

При діагностуванні технічного стану ЦПГ датчик встановлюється замість свічки запалювання або замість форсунки. На рис. 1 зображено загальний вид датчика ADZ-SML - 20,0 з розмірами.



а) б)  
Рис. 1. Датчик тиску ADZ-SML - 20,0.

а – загальний вигляд датчика; б – розміри датчика.

При правильному підборі вимірювальних датчиків USB-осцилограф забезпечує високу точність результатів вимірювань з можливістю їх запису. Інтерфейс програми простий у використуванні і не вимагає спеціальної і поглибленої підготовки користувача персональним комп'ютером.

Використання осцилографічних методів досліджень значно спрощує процес отримання достовірної інформації про технічний стан і особливості роботи механізмів і систем двигунів внутрішнього згоряння в процесі їх випробувань.

Окрім цього USB-осцилограф можна широко використовувати для виявлення несправностей і діагностики систем тракторів і автомобілів у процесі їх експлуатації.

УДК 631.331.85

## УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИСІВУ НАСІННЯ ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР

**П.С. Попик**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У технологічному процесі виробництва зерна технічних культур велике значення має операція посіву. Від якості виконання цієї операції значною мірою залежить майбутній врожай технічних культур. Тому вдосконалення робочого процесу сівалок точного висіву є актуальним завданням для розробників посівної техніки.

Одним з основних показників якості робочого процесу сівалки точного висіву є рівномірність закладення насіння в ґрунт.

В основу розробки експериментальної установки покладено принцип дозування насіння з організацією регулярного однозернового потоку при забезпеченні виконання всіх фаз робочого циклу.

Схема експериментальної установки для дослідження точності висіву дозатором направленої дії представлена на рис. 1.

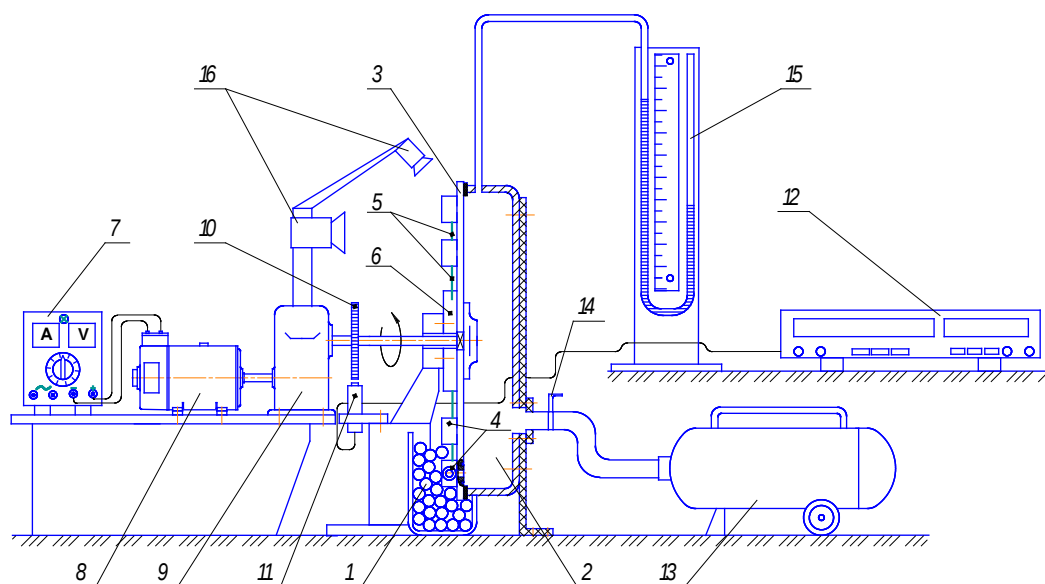


Рис. 1. Схема експериментальної установки для дослідження точності висіву: 1 – насіннева камера; 2 – вакуумна камера; 3 – дозуючий диск; 4 – поворотна присмоктувача комірка; 5 – важіль; 6 – нерухомий копір; 7 – блок управління; 8 – електродвигун; 9 – редуктор приводу; 10 – диск синхронізації; 11 – індуктивний датчик обертів; 12 – частотомір; 13 – вакуумна установка; 14 – регулятор розрідження; 15 – рідинний вакууметр; 16 – відеокамери.

Працює установка наступним чином. Крутний момент від електродвигуна 8 передається до понижуючого редуктора 9 і далі до висівного диска 3, який обертається з необхідною для кожного експерименту частотою. Ступінь розрідження у вакуумній камері 2 створюється вакуумною установкою 13 і установлюється регулятором розрідження 14. Контролюється розрідження за допомогою рідинного вакуумметра 15.

Заповнення дозуючих поворотних комірок 4 насінинами виконується в насінневій камері 1 (рис. 1) за рахунок присмоктуючої сили, що діє в отворі комірки. Сила виникає в наслідок розрідження повітря з другого боку диска, тобто у вакуумній камері 2. За рахунок розрідження з насінневої камери 1 до поворотних комірок 4 висівного диска 3 присмоктуються насінини і обертаються разом з висівним диском 3. При цьому кожна поворотна комірка 4 з насіниною копіює за рахунок важелів 5 робочу поверхню нерухомого копіра 6. В своєму кутовому переміщенні висівний диск 3 з присмоктуючими дозуючими поворотними комірками 4 проходить за один оберт всі фази роботи пневмомеханічного висівного апарата від захвату насінин до їх скидання у сошник.

Важливим параметром роботи установки є швидкість переміщення дозуючої поворотної комірки 4 відносно маси насінневого матеріалу у насінневій камері. При постійному радіусі розміщення дозуючих поворотних комірок 4 відносно центра диска, лінійна швидкість визначається з його кутової швидкості (частоти обертання). Вона змінюється за допомогою електродвигуна постійного струму 8, живлення якого здійснюється від блоку регулювання 7.

Частота обертання висівного диска контролюється за допомогою індуктивного датчика 11, що при кожному оберті надає імпульсний сигнал на вхід частотоміра 12.

Імпульсні сигнали від індуктивного датчика обертів 11 обробляються частотоміром 12, а інформація про швидкість обертання або загальну кількість обертів виводиться на передню панель приладу.

Пропуски (не заповнення комірок) та одночасний захват коміркою декількох насінин (двійники) при роботі висівного диска з направленим вектором дії фіксуються двома відеокамерами 16, які розміщені в різних зонах фаз роботи апарата.

Підвищення ефективності робочого процесу сівалки може бути досягнуто як за рахунок покращення її робочих органів, так і за рахунок обладнання сівалки засобами контролю і регулювання.

УДК 631.334.001.4

**РОБОЧИЙ ОРГАН ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА**

***О.О. Котречко, З.В. Ружило, А.В. Новицький, Ю.І. Ревенко, П.С. Попик***  
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Запропонована розробка відноситься до сільськогосподарських машин і може бути використана для глибокого розпушування важких перезволожених ґрунтів.

Відомий глибокорозпушувач [1], робочими органами якого є долотоподібні лапи, виконані у вигляді стояків. До недоліку відомого глибокорозпушувача можна віднести значні енерговитрати, особливо при деформації важких і перезволожених ґрунтів, а також недостатнє їх розпушування.

Відомий ґрунтообробний робочий орган глибокорозпушувача [2], що містить стояк з наральником і долотом, який прикріплений до шатуна шарнірно з'єданого знизу з рамою, а зверху – із штоком гідровібратора, встановленого на кронштейн рами за допомогою шарніру. При цьому шарніри, з метою запобігання передачі коливань на раму знаряддя, розміщують у гумових втулках.

До недоліку відомого ґрунтообробного робочого органу, взятого за прототип, можна віднести те, що під час роботи плуга, долото розпушувача і стояк піднімають вгору і подрібнюють шар ґрунту малої ширини.

В зв'язку з цим, поставлена задача підвищення продуктивності роботи відомого робочого органу за рахунок удосконалення його конструкції, що забезпечить збільшення ширини обробітку ґрунту.

Поставлене завдання вирішується тим, що робочий орган глибокорозпушувача, який містить стояк з наральником і долотом, прикріплений до шатуна шарнірно з'єданого знизу з рамою, а зверху – із штоком гідровібратора встановленим на кронштейні рами. При цьому на стояк кріплять лапу, ширина захвату якої становить 510 мм, а кут розхилу між її різальними крайками знаходиться в межах  $\gamma = 120-140^\circ$ . Крім того, у вертикальній площині по напрямку руху плуга на лезо лапи встановлюють ножі у вигляді пластин з вирізами і двома різальними верхньою і нижньою кромками.

На кресленні представлений загальний вид глибокорозпушувача.

Глибокорозпушувач складається із стояка 1 прикріпленого до шатуна 2, який знизу за допомогою шарніра 3 з'єднаний із рамою 4, а зверху – із штоком 5 гідровібратора 6 встановленого на кронштейні 7 рами за допомогою шарніра 8. З метою запобігання передачі коливань на раму знаряддя шарніри розміщують у гумових втулках 9. Знизу до стояка 1 прикріплена лапа 10, на якій у вертикальній площині по напрямку руху знаряддя встановлені ножі 11 виконані у вигляді пластин з вирізом 12 і двома різальними верхньою 13 і нижньою 14 кромками.

Працює робочий орган глибокорозпушувача наступним чином. Під час руху знаряддя відбувається деформація ґрунту у вертикальній площині ножами

11, а у горизонтальній – лапою 10. При цьому пласти ґрунту товщиною визначеною агротехнічними вимогами перерізуються верхніми різальними кромками ножів 11 і переміщуються по робочій поверхні лапи 10, а потім під дією коливань створених гідро вібратором 6 розпушуються. Одночасно нижні різальні кромки ножів 11 створюють у ґрунті щілини, в наслідок чого дно борозни не ущільнюється.

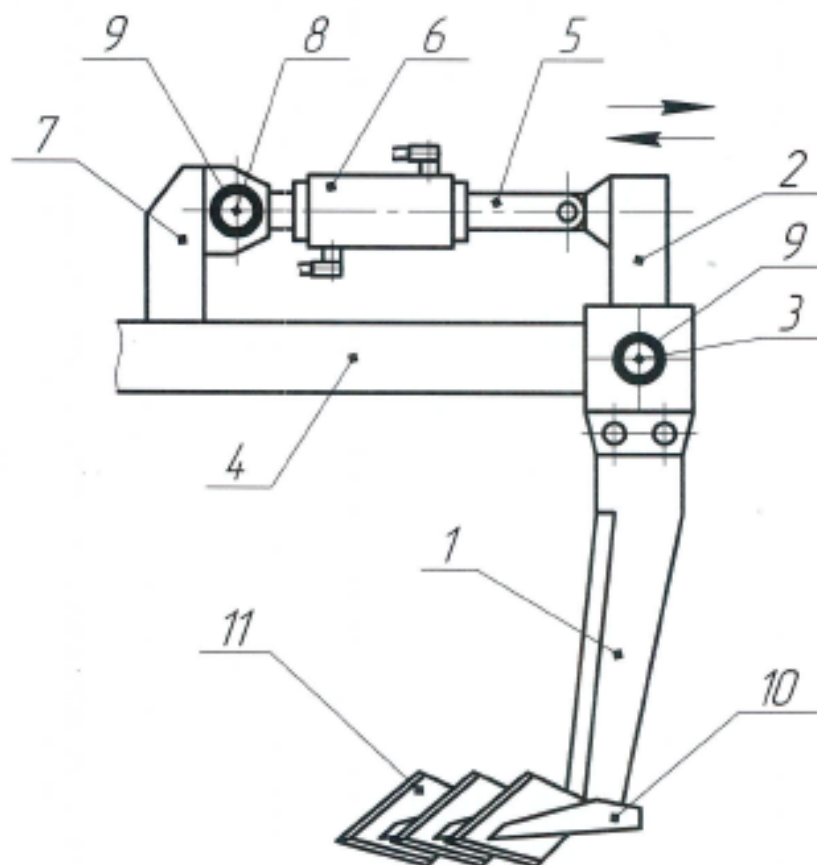


Рис. Робочий орган глибокорозпушувача

Доцільність використання робочого органу глибокорозпушувача підтверджена патентом України на корисну модель №1319. Бюл. №17 від 10.09.2015р.

### Література

1. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. 2-е вид. К.: Каравела, 2008. 552с.
2. Патент України на корисну модель №88951, опуб. 10.04.2014 р. бюл. №7, А01 В 79/00.

УДК 378.147:004.9

## ЗНАЧЕННЯ ГРАФІЧНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ У ПІДГОТОВЦІ БАКАЛАВРІВ ІЗ АГРОІНЖЕНЕРІЇ

**О.А. Дьомін**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Як відомо, на сьогоднішній день системи комп'ютерної графіки широко впроваджуються в різних галузях людської діяльності. За допомогою цих систем цілком реально створювати як плоскі (2D), так і об'ємні (3D) цифрові зображення. Зокрема графічна освіта є важливим напрямом при підготовці майбутніх бакалаврів із агроінженерії.

До науковців, які висвітлюють аспекти створення цифрового зображення у різноманітних інженерно-графічних системах, можна впевнено віднести таких вчених як М.М. Козяр, А.В. Краснюк, Е.М.Кравцов, Д.В. Нечаєва, М.М.Ожга, В.Я. Поліщук, М.Ф. Юсупова та інші.

Зокрема М.М.Ожга ґрунтовно аналізує функціональні можливості інженерних комп'ютерно-графічних систем, а також систем тривимірного проектування та обґрунтовує вибір оптимального програмного пакету для навчання, а також створення об'ємного комп'ютерного проекту в процесі підготовки майбутніх інженерів.

Згідно багатьом дослідженням вчених, класично у підготовці майбутніх бакалаврів із агроінженерії застосовуються програмні продукти для побудови технічних креслень у галузі сільськогосподарського машинобудування. За своєю складністю такі системи вчені умовно ділять за рівнем їх складності:

- *легкий рівень* – системи створення простих двовірних (2D) креслень, можуть мати невеликий набір функцій для тривимірного (3D) моделювання. Здебільшого це “урізані” версії систем більш високого рівня, призначені тільки для навчання;

- *середній рівень* – більш поширені системи, вони повнофункціональні, передбачають можливість складного параметричного моделювання, підключення зовнішніх модулів та включають спеціалізовані бібліотеки елементів;

- *важкий рівень* (клас high-end) – системи, які мають багатфункціональні можливості. Вони передбачають роботу зі складними кресленнями, що включають в себе велику кількість деталей та вузлів. Важкий рівень систем характеризується тим, що, крім власне систем автоматизованого проектування, вони мають безліч модулів, які інтегруються [2].

З аналізу навчальних планів та програм, а також наукових робіт М.М.Ожга наголошує, що найбільшою популярністю серед інженерно-графічних програмних продуктів, користуються пакети AutoCAD (важкий рівень), SolidWorks та КОМПАС (середній рівень) [1].

А.В.Бугаєв, В.О.Занора, Р.В. Юринець [3] зазначають, що питання вибору САПР є дуже важливим, адже вони повинні задовольняти таким вимогам:

1. оперативність виконання проектів,
2. великий ресурс,
3. високі технологічні характеристики,
4. якість виконуваних робіт,
5. простота і зручність операторського обслуговування,
6. надійність роботи,
7. прийнятна вартість.

Для конструювання, наприклад, сільськогосподарських машин та механізмів авторами розглянуто такі програмні пакети, як SolidWorks, T-FLEX, КОМПАС, описано функціональні особливості кожного з них та сформовано таблицю порівняння цих САПР. Функціональні можливості AutoCAD'у розглянуто в роботі [4].

За допомогою цих програмних пакетів можна створювати як 2D так і 3D зображення, але системи автоматизованого проектування розраховані здебільшого на роботу з технічною документацією (кресленнями тощо), створення окремих деталей або їх зборок. Вони не призначені для створення реалістичних віртуальних виробничих ситуацій, в яких би були присутні всі характерні особливості основних задач діяльності бакалавра із агроінженерії.

### Література

1. Ожга М. М. Проблеми графічної підготовки майбутніх інженерів-педагогів у наукових дослідженнях / М. М. Ожга // Проблеми інженерно-педагогічної освіти : зб. наук. пр. / Укр. інж.-пед. акад. – Х., 2012. – Вип. 34-35. – С. 226–233.
2. Юсупова М. Ф. Компьютерные информационные технологии в обучении начертательной геометрии: монография / М. Ф. Юсупова. – К. : НПУ им. М. П. Драгоманова, 2006. – 280 с.
3. Бугаєв А. В. Аналіз сучасних САПР і їх порівняльна характеристика [Електронний ресурс] / А. В. Бугаєв, В. О. Занора, Р. В. Юринець // Вісник Черкаського державного технологічного університету : зб. наук. пр. – Черкаси : ЧДТУ, 2008. – № 1. – С. 96–99. Режим доступу: [http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/vchdtu/2008\\_1/articles/Mashinobud/4\\_Bugaev.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/vchdtu/2008_1/articles/Mashinobud/4_Bugaev.pdf)
4. Кравцов Е. М. Застосування методів комп'ютерної графіки в курсовому проектуванні з дисципліни "Деталі машин" [Електронний ресурс] / Е.М. Кравцова, Л. В. Карпюк. – Режим доступу: [http://www.nbu.gov.ua/portal/soc\\_gum/vsunu/2010\\_7\\_2/kravcova.pdf](http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/vsunu/2010_7_2/kravcova.pdf)

УДК 159.944 : 656.045.6/.053

## ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ВОДІЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА БЕЗПЕКУ РУХУ

**Ю.В. Шатківська**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Працездатність водія – це його спроможність з найменшими затратами енергії безпечно керувати автомобілем без зниження темпу та якості протягом тривалого часу.

Внаслідок погіршення працездатності водія трапляється велика кількість ДТП. Основною причиною цього є стомлення: процес, що настає внаслідок тривалої напруженої діяльності. Фізіологічний ступінь стомлення полягає в сигналізації організму про те, що роботу треба припинити або знизити її інтенсивність. Внаслідок втоми у водія розладнюються сформовані навички: він змінює позу, сідає глибше, нахилиє тулуб уперед або завалюється назад. Така поза ускладнює користування всіма органами керування. Стомлений водій не виправдано часто повертає рульове колесо, менш точно виконує прийоми керування, пропускає необхідні коригувальні дії. Все це разом зі зростанням часу реакції під час втоми призводить до створення водієм аварійних ситуацій або до неможливості уникнення аварійних ситуацій, які створюють інші водії.

Позитивні емоції під час водіння ТЗ підвищують відповідальність водія й безпеку руху, а негативні навпаки призводять до невпевненості, сумнівів і страху. Справа в тому, що під час емоційного збудження мозок людини виявляється не готовим нормально працювати в складних умовах руху. У психічному апараті водія відбуваються збої: нейрони головного мозку надсилають м'язам рук і ніг помилкові сигнали. У такому стані водій у критичній ситуації замість педалі гальма може натиснути на педаль акселератора – наслідки такого збою очевидні. Тому сідати за кермо під впливом негативних емоцій небезпечно як для самого водія, так і для інших учасників дорожнього руху. Перед поїздкою необхідно позбавлятися негативних емоцій, щоб не виплескувати їх на дорозі. Велика кількість ДТП з вини водіїв відбувається саме з причини їх негативного збудженого стану. Такі ДТП важко піддаються обліку, але досвід самих водіїв, що скоювали ДТП в емоційно збудженому стані, свідчить саме про це.

Отже, перед поїздкою негативних емоцій треба позбутися. Для зняття негативних емоцій іноді достатньо просто зробити декілька улюблених фізичних вправ, прийняти заспокійливу ванну і т.ін. Дуже допомагає в знятті негативних емоцій дихальна гімнастика індійських йогів. Вона не потребує багато часу та спеціальних умов, але є надзвичайно ефективною та зручною для водія. Для швидкого зняття негативних емоцій і втоми, достатньо зупинитися в не дуже загазованому місці біля дороги та зробити декілька дихальних вправ.

Повертаючись до такого негативного явища як стомленість водія, необхідно зауважити, що на неї впливають не тільки характер інформації та

ставлення до неї водія, а й її кількісні характеристики, що називаються інформаційним навантаженням. Велику частину такого навантаження на водія становить інтенсивність руху. За великої інтенсивності руху (понад 300 автомобілів/год) стомлення настає досить швидко. Однак в умовах руху, коли на дорозі тривалий час немає інших учасників дорожнього руху, за одноманітного ландшафту місцевості, через вимушену бездіяльність водій може швидше втомитися, ніж під час керування ТЗ в умовах інтенсивного руху у місті. Протягом поїздки водієві доводиться працювати в різноманітних умовах, у тому числі в потоках неоднакової інтенсивності, тому йому потрібно бути готовим до зміни емоційної напруженості. Небезпечним може стати несподіване зростання складності дорожніх умов (наприклад, під час виїзду з тихого провулку на напружений за інтенсивністю руху проспект міста). Якщо водій внутрішньо заздалегідь підготувався до таких змін, то емоційна напруженість зміниться не так істотно, як у випадку його непередбачуваності, і ймовірність скоєння ним ДТП буде зведена до мінімуму.

Втомлений водій може уникнути помилок навіть у разі несподіваного ускладнення дорожньої обстановки, якщо примусить себе бути уважним. Для цього необхідне волевове зусилля, завдяки якому протягом певного часу працездатність зберігається на належному рівні. Тому, відчуваючи стомлення, необхідно не боротися з ним зусиллям волі, а змінити рід діяльності або просто перепочити. Після відпочинку або тимчасової зміни роду діяльності втома зазвичай минає. У протилежному випадку можна констатувати перевтомлення, причиною якого може бути недостатній сон уночі протягом декількох днів. Перевтомлення супроводжується підвищеною дратівливістю, сонливістю вдень і поганим сном уночі, загальною слабкістю, головним болем, погіршенням пам'яті та апетиту. За появи ознак перевтомлення сідати за кермо не можна, натомість слід звернутися до лікаря [1].

Навіть у фізично здорового водія під час довготривалої поїздки можуть виникати ознаки втомленості: важкість тіла, розсіяна увага, зміна частоти пульсу та артеріального тиску. Бажання змінити позу чи положення рук на рульовому колесі є першими ознаками стомленості. Вони не є небезпечними і легко усуваються короточасним відпочинком. Характерними ознаками стомлення є сонливість і засинання водія за кермом, що призводить до ДТП з тяжкими наслідками. Стомлений водій може протягом певного часу долати сонливість і надійно керувати автомобілем, але засинання може спіткати зненацька й призвести до виїзду на смугу зустрічного руху або в кювет.

Таким чином, за перших ознак засинання за кермом необхідно зупинитись і на короткий час заснути (достатньо 10-15 хв розслабитись і полежати стуливши очі) або виконати енергійні фізичні вправи. Попередженню стомленості сприяють усунення зайвих рухів, раціональна організація робочого місця, правильна робоча поза, тренування.

### Література

1. Основи безпеки дорожнього руху: Навч. посіб. / За ред. В.М. Бесчастного. – К.: Знання, 2007. – 312 с.

УДК 159 : 656.045

## ПРИНЦИП РОБОТИ ПСИХІЧНОГО АПАРАТУ ВОДІЯ

**А.Р. Фоменко**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Керування автомобілем – це процес, що постійно супроводжується підвищеною небезпекою як для водія й пасажирів, так і для пішоходів та інших учасників дорожнього руху. Тому водіння автомобіля потребує від людини максимально ефективного використання всіх набутих нею за життя психофізіологічних властивостей і навичок. Психофізіологічні властивості водія визначають особливості психічних і фізіологічних процесів, що відбуваються в його організмі під час керування транспортним засобом. До цих властивостей належать: сприйняття, увага, мислення, пам'ять, емоції, воля, а також особисті риси, такі як характер, дисциплінованість, працездатність, темперамент, переконання та ін.

Під час керування автомобілем водій постійно отримує інформацію про дорогу та все, що на ній відбувається в межах його поля зору. Відповідно до мети поїздки, власних можливостей і особливостей транспортного засобу, водій визначає режим руху автомобіля (швидкість, напрямок). Також водій безперервно контролює та аналізує дії інших учасників дорожнього руху та приймає відповідні рішення щодо безпечного керування власним автомобілем. Більшість інформації водій отримує не від інформаційних приладів автомобіля, а шляхом безпосереднього спостереження за дорожньою обстановкою. Великий обсяг і швидкі зміни інформації під час інтенсивного руху іноді позбавляють недосвідченого водія можливості своєчасно прийняти правильне рішення. Крім того, безперервність руху постійно порушується заборонними знаками, знаками пріоритету, сигналами світлофорів і регулювальників, діями інших учасників дорожнього руху. Останнім часом увага водія відволікається також великою кількістю рекламоносіїв, які здебільшого необґрунтовано та безконтрольно встановлюють на проїзній частині та в межах смуги відводу доріг. Тому в разі раптового виникнення небезпечної ситуації водії, навіть ті, що мають великий досвід водіння, здебільшого внаслідок об'єктивних причин, пов'язаних із особливостями роботи їх психічного апарату та стану його готовності, не встигають прийняти правильне рішення, що й призводить до ДТП. Для того щоб не потрапляти в аварійні ситуації, психічний апарат сучасного водія має постійно перебувати в оптимальному стані. Кожен водій повинен знати принцип роботи свого психічного апарату й постійно його вдосконалювати.

Робота психічного апарату водія відбувається так. Водій органами зору сприймає до 90 % усієї інформації, яка у вигляді сигналів, що трансформуються в електричні імпульси, потрапляє до головного мозку. Мозок відшукує відповідні нейрони, що зберігають інформацію про те, як необхідно діяти в цій ситуації. Відшукані нейрони надсилають відповідний імпульс до спинного

мозку. Останній, у свою чергу, надсилає виконавчі імпульси нервовими волокнами до м'язів рук і ніг, котрі виконують відповідні дії з керування автомобілем.

Як і кожна досконала система, психічний апарат водія має дієвий зворотний зв'язок. Сигнали від м'язів рук і ніг, що виконали потрібні дії, повертаються до головного мозку, інформують його про виконану роботу, після чого відповідний нейрон припиняє надсилати збуджуючі імпульси до спинного мозку. Отже передача сигналів у нервовій системі відбувається протягом певного часу, що зумовлює затримку (реакцію) у виконанні дій водія з керування автомобілем. Величина цієї затримки змінюється в діапазоні від 0,001 до 0,5 с.

За наявності достатнього практичного досвіду, затримка буває незначною, операції з керування автомобілем виконуються немовби автоматично. Цей автоматизм ґрунтується на рефлексорних зв'язках, що набуваються відпрацюванням професійної навички. У разі, коли водій стикається з ситуацією, з якою він ніколи раніше не стикався, нейронів, що мали б інформацію про відповідну дію, немає. Якщо вони колись і були, внаслідок їх рідкого використання вони відшукуються мозком із великою затримкою, що призводить до уповільнення реакції.

Уникнути ДТП у небезпечній ситуації можна, постійно збагачуючи свою пам'ять інформацією про оптимальну поведінку в конкретній ситуації, тобто постійно підвищуючи професійну майстерність і досвід.

Крім того, водієві необхідно працювати над скороченням центрального моменту реакції, що пов'язаний із пам'яттю. Тобто необхідно привчити свій мозок швидко відшукувати необхідні нейрони з потрібною інформацією. Це досягається, наприклад, заучуванням віршів із подальшим їх декламуванням напам'ять та іншими подібними вправами.

За автоматичні дії водія відповідає так званий старий мозок, що знаходиться в нижній задній частині голови. Він зберігає тисячі правильних вирішень тих чи інших ситуацій, розв'язаних раніше. "Старий мозок" – це ніби згусток нейронів, у ньому нейронів більше, ніж у всьому іншому мозку. "Старий мозок" немовби остороно спостерігає за процесом вибору рішень "іншим" мозком, а потім "завантажує" в себе правильні рішення для збереження й подальшого швидкого використання в аналогічних ситуаціях. Неправильні рішення "старий мозок" відкидає.

Отже, як дослідили американські вчені, саме "старий мозок" остаточно формується в людини приблизно до 25-30 років. Тому молодим водіям необхідно оволодівати навичками ідеомоторного тренування.

Найтиповіша реакція водія-новачка в небезпечній ситуації – це переляк: "Ой! Наскочу на стовп". І частіше за все він таки "наскакує" саме на стовп, причому на один єдиний, що був на його шляху. Науково доведено, що коли людина постійно думає про певний рух, то вона його потім і виконує, сама того не помічаючи. Такі рухи називають ідеомоторними. У водіїв-початківців вони зазвичай призводять до помилок в аварійних ситуаціях і до ДТП.

Але ідеомоторні рухи можуть бути й корисними, допомагати

вдосконалювати водійську майстерність, якщо їх правильно використовувати. Автогонщики завжди користуються ідеомоторними рухами. Тобто після кожної гонки вони по думки декілька разів поспіль проходять усю трасу й доводять свої рухи до автоматизму, щоб під час наступної гонки не витратити на це час. Перед гонкою вони також подумки проходять усю трасу й уявляють собі всі майбутні рухи під час гонки [1].

Отже, кожен водій повинен завжди заздалегідь подумки проходити весь майбутній маршрут своєї поїздки, передбачати всі можливі позаштатні ситуації, що можуть виникнути, й свої позитивні дії щодо виходу з них. Такі вміння та навички необхідно виховувати в собі кожному водієві.

### Література

1. Основи безпеки дорожнього руху: Навч. посіб. / За ред. В.М. Бесчастного. – К.: Знання, 2007. – 312 с.

УДК 631.3

## ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ГІДРОЦИЛІНДРІВ

*А.В. Новицький, В.І. Мельник, С.А. Лугина*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

У гідравлічних системах вітчизняних і зарубіжних машинах та обладнанні лісового комплексу широко застосовуються гідравлічні циліндри.

Гідравлічні циліндри призначені для перетворення енергії, отриманої робочою рідиною від насоса, в механічну енергію зворотно-поступального руху і служать для переміщення навісних і причіпних робочих органів.

В Україні найбільшим заводом, що випускає гідравлічні циліндри є ВАТ «Гідросила». Основними зарубіжними виробниками гідравлічних циліндрів є: BOSCH-REXROTH, EATON-VICKERS, DENISON, HYDAC, Intermormen, EPE, Hydropa, HFR, ORSTA. Найбільшого поширення в гідроприводах мобільних енергетичних засобів знайшли поршневі гідроциліндри двохсторонньої дії серії C (C55 / 30, C75 / 30, C90 / 30, C100 / 40) [1].

У гідравлічних приводах машин застосовуються силові циліндри односторонньої та двосторонньої дії. Гідроциліндри односторонньої дії здатні розвивати рушійне зусилля тільки в одному напрямку, зворотний хід відбувається під дією сили тяжіння піднятого робочого органу машини. Гідроциліндри двосторонньої дії розвивають рухаючі зусилля в двох напрямках – при виштовхуванні і втягуванні штока.

Існує помилкова думка, що гідроциліндри є найнадійнішими агрегатами гідросистеми. Досвід експлуатації гідроциліндрів обладнання лісового комплексу показав, що на гідроциліндри припадає від 17 до 30% відмов від всіх елементів гідросистеми.

На надійність гідроциліндрів впливає цілий ряд експлуатаційних – ступенем навантаження за один цикл роботи, числом вмикань за одиницю часу, використанням номінального тиску, температурою робочої рідини і навколишнього повітря та інших.

Досвід використання обладнання лісового комплексу показує, що близько 7...19% відмов гідравлічних навісних систем нових тракторів тягового класу 1,4 і 3,0 пов'язано з відмовами гідроциліндрів. Щодо характерних відмов, то близько 40% від сумарної їх кількості обумовлені несправностями ущільнюючих вузлів, близько 45% – несправностями штокового вузла і близько 35% - поршневого вузла.

Встановлено, що в процес експлуатації схильні до спільної дії раптових і поступових відмов. До раптових відносяться відмови гідроциліндрів, що виникли в зв'язку з утворенням дефектів на робочих поверхнях деталей, пов'язаних з ущільнювачем. До поступових відносяться відмови, які пов'язані зі зношуванням робочих поверхонь деталей. Погнутість штока можна віднести як до раптових, так і до поступових відмов, вважаючи їх результатом втоми і втрати стійкості.

Рівень надійності гідравлічних циліндрів повинен оцінюватись на всіх етапах життєвого циклу машин з метою забезпечення їх працездатності [2].

### Література

1. Чумаков П. В. Технология ремонта силовых гидроцилиндров сельскохозяйственной техники электроискровым методом: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: 05.20.03 – «Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве» / Чумаков Павел Васильевич : Мордовский гос. ун-т им Н. П. Огарева. - Саранск, 2013. – 24 с.

2. Стецюк С.В. Етапи управління якістю продукції машинобудування / С. В. Стецюк, А. В. Новицький, А. І. Нікітюк, В. В. Дукач // Програма V Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» з нагоди 111-ї річниці від дня народження доктора технічних наук, професора, члена- кореспондента ВАСГНІЛ, віце-президента УАСГН Крамарова Володимира Савовича (1906-1987) 22-23 лютий 2018 р., м. Київ / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України, Національний науковий центр «ІМЕСГ» НААН. – К.: Видавничий центр НУБіП України, 2018. – С. 163 – 165.

УДК 006.91:621

## ОНОВЛЕННЯ ЗАКОНОДАВЧОЇ БАЗИ ЩОДО МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

**В. Мельник М. Пундик**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Визначальну роль у вирішенні проблеми підвищення якості продукції у промисловості має метрологічне забезпечення контролю виробів.

Головним завданням метрологічного забезпечення є раціональна організація вимірювального процесу, забезпечення достовірності його результатів.

За останні 20 років кількість машинобудівних підприємств України скоротилося удвічі і не відповідає європейським стандартам. В результаті цього значно зросло навантаження на зношене обладнання і метрологічне забезпечення, через що порушуються вимоги щодо якості робіт і виготовлення продукції, збільшуються економічні втрати під час виробництва.

Основними видами обладнання і засобами вимірюваної техніки промисловість забезпечена на 55-60 % від нормативного рівня. За якістю засобів вимірювальної техніки, які ще не були в експлуатації, а лише знаходяться у продажу, має стежити ринковий нагляд, а за тими, що перебувають в експлуатації, – метрологічний нагляд.

Активний інтеграційний процес України в міжнародний економічний простір обумовив необхідність зміни підходів до якості продукції, загалом процесу виробництва і, як наслідок, до різних аспектів метрологічної галузі. Водночас принципи єдності та точності вимірювань і дотримання прав споживачів залишаються пріоритетними. В країнах ЄС до точності вимірювань ставляться з усією відповідальністю, ця юридична відповідальність значно серйозніша, ніж в Україні, й бажаючих свідомо порушувати метрологічні правила в європейських країнах практично немає. Тому нагальною потребою України стало формування оновленої, адаптованої до міжнародних вимог і гармонізованої з ними законодавчої системи метрологічного забезпечення виробництва.

Так, з 01 січня 2016 року набрав чинності [Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність" від 05.06.2014 р. № 1314-VII](#). Головна ідея ухвалення нової редакції згаданого закону полягає у створенні умов для розвитку українського виробництва шляхом підвищення його конкурентоспроможності на внутрішньому і зовнішньому ринках, розвитку підприємств-виробників технічних засобів вимірювання (ЗВТ) в Україні.

Пріоритетною задачею державної політики на сучасному етапі має бути діяльність, яка буде спрямована на метрологічне забезпечення виробництва, здійснення організаційно-економічних, фінансових і технічних заходів для виготовлення якісної продукції.

УДК 536:621

## МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА НА ТВЕРДОМУ АБО ГАЗОПОДІБНОМУ ПАЛИВІ

**В.О. Грищенко**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

При оптимізації режимних параметрів теплогенераторів для нагріву повітря або створенні систем автоматики, важливо знати їх статичні і динамічні характеристики, які визначаються аналітично або експериментально. Аналітичні методи більш універсальні і дозволять вивчити внутрішню структуру зв'язків досліджуваного об'єкта, визначити вплив на динаміку різних конструкційних і режимних факторів та дозволяють проектувати систему автоматичного регулювання одночасно з об'єктом [1,3,5,6].

Повітрянагрівачі (теплогенератори), які працюють на спалюванні рідкого або газоподібного палива реалізують складні процеси теплообміну, які відбуваються в умовах рухомого і випромінюючого середовища у взаємозв'язку окремих частинних процесів (рух повітря, горіння, змінення складу властивостей середовища та інші) (Рис. 1). Враховуючи складності вихідної системи рівнянь, якими описують усю сукупність процесів складного теплообміну, при визначенні динамічних характеристик можна використати спрощені уявлення і, відповідно, рівняння теплового балансу.

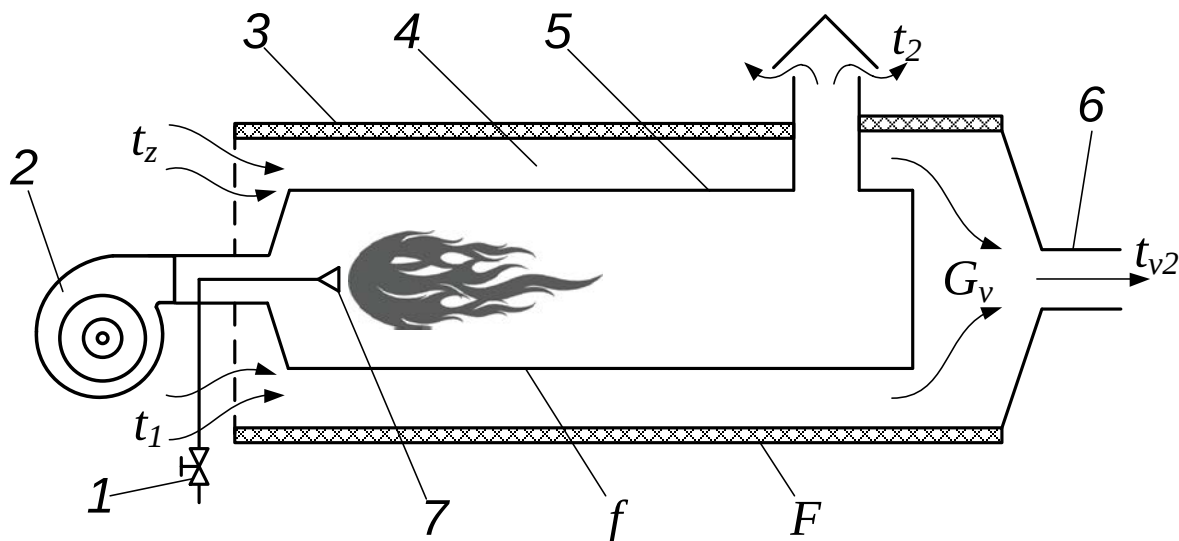


Рис. 1. Принципова технологічна схема теплогенератора:

- 1 – заслінка подачі палива; 2 – вентилятор подачі повітря в камеру згорання; 3 – корпус; 4 – теплообмінний канал подачі повітря (кільцевий); 5 – камера згорання; 6 – вхідний отвір для нагрітого повітря; 7 – пальник.

Фізична модель процесу: теплота, отримана в результаті спалювання палива, частково передається випромінюванням та конвекцією до стінки камери згорання і витрачається на збільшення її температури, а інша частина

видаляється із камери з відпрацьованим (викидним) енергоносієм. Теплота передана від стінки камери спалювання до повітря, витрачається на його нагрів і виділяється в навколишнє середовище [1-4].

При складанні математичної моделі (диференціальних рівнянь теплового балансу) приймаємо наступні припущення які спрощують математичний опис: теплопередача випромінюванням і теплопровідністю враховується коефіцієнтом теплообміну; теплофізичні параметри металу і середовища від температури не залежать і в часі не змінюється; температура продуктів згоряння і їх суміш з повітрям, подана в камеру однакова за довжиною і перетині і дорівнює температурі на виході (завдяки інтенсивному перемішуванню) [3, 4].

Отримані рівняння описують динаміку процесів теплообміну в теплогенераторі. Використовуючи аналітичний метод визначення динамічних характеристик об'єкта моделювання припускаємо усереднення рухомих сил, взаємодіючих середовищ і прийняття умови лінійності зміни показників процесу за всією довжиною теплообмінного апарата. Після відповідних спрощень запишемо рівняння статички, перепишемо його змінні параметри у вигляді суми сталого значення і приросту. Підставляючи значення змінних параметрів в отримані рівняння, після множення, віднімання рівнянь статички і нехтування складовими другого ступеню малосності, отримаємо систему лінійних диференціальних рівнянь які описують динаміку теплогенератора.

Застосовуючи до отриманих рівнянь перетворення Лапласа при нульових початкових умовах, отримаємо систему диференціальних рівнянь в операторній формі:

$$(T_1 p + 1) \Delta \theta_c(p) = k_1 \Delta q_T(p) + k_2 \Delta t_2(p) + k_3 \Delta t_1(p) + k_4 \Delta G_{nc}(p), \quad (1)$$

$$(T_2 p + 1) \Delta t_{v2}(p) = k_5 \Delta t_{v1}(p) + k_6 \Delta G_v(p) + k_7 \Delta \theta_k(p) + k_8 \Delta \theta_c(p), \quad (2)$$

$$(T_3 p + 1) \Delta \theta_k(p) = k_9 \Delta t_{v1}(p) + k_{10} \Delta t_{v2}(p) + k_{11} \Delta t_z(p). \quad (3)$$

Передатні функції об'єкту по окремих каналах регульованих і регулюючих параметрів отримаємо у вигляді:

$$\begin{aligned} W_1(p) &= \frac{\Delta \theta_c(p)}{\Delta q_T(p)} = \frac{k_1}{T_1 p + 1}, & W_2(p) &= \frac{\Delta \theta_c(p)}{\Delta t_2(p)} = \frac{k_2}{T_1 p + 1}, & W_3(p) &= \frac{\Delta \theta_c(p)}{\Delta t_1(p)} = \frac{k_3}{T_1 p + 1}, \\ W_4(p) &= \frac{\Delta \theta_c(p)}{\Delta G_{nc}(p)} = \frac{k_4}{T_1 p + 1}, & W_5(p) &= \frac{\Delta t_{v2}(p)}{\Delta t_{v1}(p)} = \frac{k_5}{T_2 p + 1}, & W_6(p) &= \frac{\Delta t_{v2}(p)}{\Delta G_v(p)} = \frac{k_6}{T_2 p + 1}, \\ W_7(p) &= \frac{\Delta t_{v2}(p)}{\Delta \theta_k(p)} = \frac{k_7}{T_2 p + 1}, & W_8(p) &= \frac{\Delta t_{v2}(p)}{\Delta \theta_c(p)} = \frac{k_8}{T_2 p + 1}, & W_9(p) &= \frac{\Delta \theta_k(p)}{\Delta t_{v1}(p)} = \frac{k_9}{T_3 p + 1}, \\ W_{10}(p) &= \frac{\Delta \theta_k(p)}{\Delta t_{v2}(p)} = \frac{k_{10}}{T_3 p + 1}, & W_{11}(p) &= \frac{\Delta \theta_k(p)}{\Delta t_z(p)} = \frac{k_{11}}{T_3 p + 1}. \end{aligned}$$

На основі системи рівнянь (1) – (3) і визначених передатних функцій, отримана лінійна математична модель динаміки теплогенератора у вигляді структурної схеми (рис. 2).

Отриманий математичний опис передатними функціями повністю визначає динамічні властивості теплогенератора з урахуванням інерційності металевих конструкцій і теплових втрат у зовнішнє середовище.

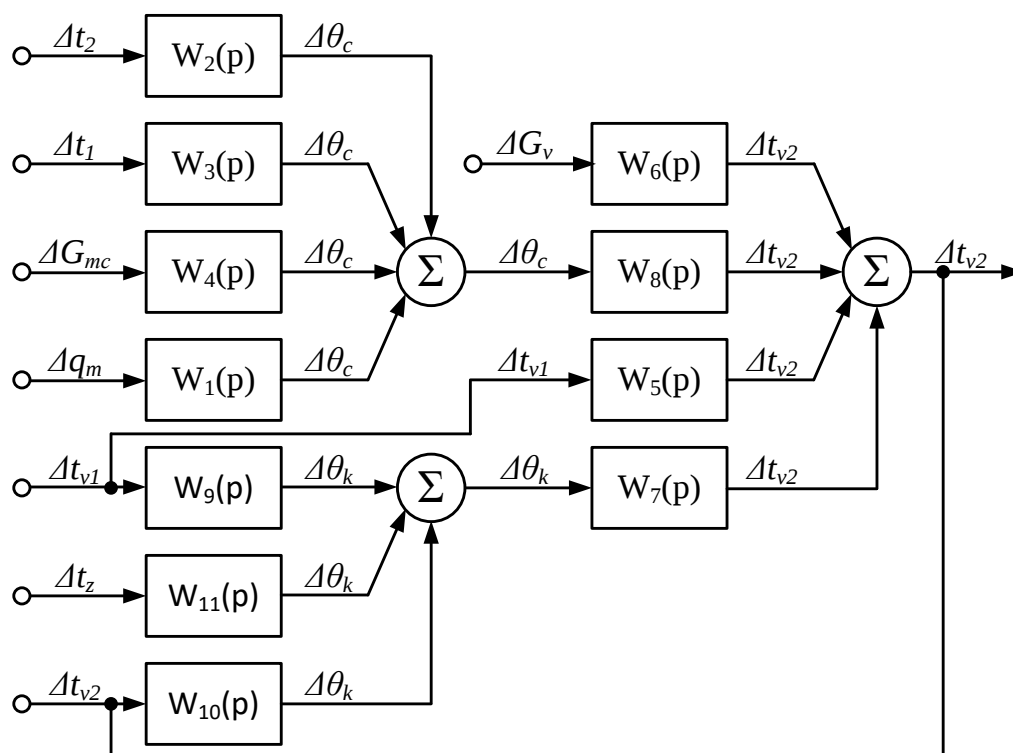


Рис. 2. Структурна схема лінійної математичної моделі динаміки теплових процесів в теплогенераторі

### Література

1. Антипов С. Машины и аппараты пищевых производств. 2008. 591 с.
2. Бакластов А. М., Горбенко В. А., Данилов О. Л. Промышленные теплообменные процессы и установки. Ред. Бакластова А. М. Москва: Энергоатомиздат, 1986. 328 с.
3. Гинзбург А. С. Расчет и проектирование сушильных установок пищевой промышленности. Москва: Агропромиздат, 1985. 336 с.
4. Лыков А. В. Теплообмен : справочник. Москва: Энергия, 1971.- 550 с.
5. Чернокрилюк В. В. Підвищення ефективності роботи теплогенераторів малої потужності на різних видах палива : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.03. Харків, 2015. 19 с.
6. Сенчук М. П. Підвищення ефективності використання твердого палива в теплогенераторах для систем тепlopостачання : автореф. дис... канд. техн. наук: 05.23.03. К., 1997. 18 с.

УДК 631.363

**ОБГРУНТУВАННЯ КРАТНОСТІ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ТВАРИНАМ****В.С. Хмельовський***Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Постановка проблеми.** Однією з найважливіших галузей господарського комплексу України є сільське господарство, яке на сучасному етапі відіграє важливу роль у зміцненні економіки країни, адже формує 16—22% національного доходу, підвищенні життєвого рівня населення і вирішенні соціально-економічних проблем в сільській місцевості, оскільки являється високоінтенсивним виробництвом [9, 10].

Механізація та автоматизація виробничих процесів у тваринництві є основою галузі, тоді як їх рівень визначає технологію виробництва. Інженерно-технічний рівень галузі тваринництва забезпечує збільшення рентабельності виробництва та продуктивність праці. Підвищення ефективності роботи тваринницьких підприємств можна досягти шляхом збільшення обсягів виробництва кормів та покращення якості їх приготування та роздавання. На рівні підсистеми забезпечення якості тваринницької продукції, повинна бути модель приготування та роздавання кормів і конверсії їх у продукцію. Головне завдання такої моделі полягає в оптимізації параметрів процесів та машин, які забезпечують якість приготування кормів та заданий рівень продуктивності тварин [7].

Часте роздавання кормів має свій позитивний результат, оскільки корови з'їдять з апетитом більшу частину свіжих, не окислених, без домішок слини кормів. Але зворотною стороною безсистемного багатократного роздавання кормів є те, що машинними агрегатами може порушуватись відпочинок тварин, а також їхні жуйні процеси, що негативно позначиться на засвоюванні кормів, і, як наслідок, утворенні молока. Крім того, кожне додаткове роздавання кормів пов'язане зі збільшенням витрат праці та енергетичних ресурсів [2, 3, 5, 6]. Для ефективного застосування багатократного роздавання кормової суміші, важливою умовою є те, що роздану кількість кормів тварини повинні з'їсти на 80-90% до початку наступного роздавання; тривалість інтервалів між двома основними суміжними роздаваннями кормів не повинна бути менша тривалості одного кормового циклу (2-2,5 год.), щоб коровам залишити час для пережовування [8]. Широке застосування на молочних фермах годівлі тварин вологими й напіввологими кормовими сумішами на основі силосу і сінажу має свої обмеження - суміш не можна зберігати на кормовому столі (чи в годівниці) більш ніж 9-12 год.

**Формулювання цілей.** На підставі технічних рішень та економічної доцільності обґрунтувати кратність роздавання кормової суміші, яку готують та роздають за допомогою мобільних комбінованих кормоприготувальних агрегатів та показати резерв економії при виробництві продукції тваринництва.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** В процесі годівлі тварин з використанням машин та обладнання, обов'язковими операціями є подрібнення кормових компонентів, змішування та рівномірне роздавання кормової суміші. Основними вимогами до оброблених кормів рецепту суміші є рівновеличність часток та однорідність при перемішуванні [7]. Проте, необхідно пам'ятати, що змішувати можна лише високоякісні корми, які входять до рецепту кормової суміші. Згодовування сумішей, до складу яких входять доброякісні і зіпсовані корми, призводить до втрати ефективної дії всієї суміші.

Для обґрунтування кратності роздавання кормової суміші, потрібно задатись вихідними даними та порівняти засоби для приготування та роздавання кормової суміші. На сьогодні, одним із важливих напрямів підвищення продуктивності великої рогатої худоби є професійне використання сучасних кормозмішувачів, за допомогою яких можна приготувати збалансовані за складом кормові суміші [2, 3, 4, 5].

Для роздавання розрахованого об'єму кормової суміші, доцільно використовувати мобільні комбіновані кормоприготувальні агрегати (МККПА) з різним об'ємом бункера. Об'єм бункера роздавача повинна максимально відповідати об'єму кормової суміші, яку потрібно приготувати та роздати тваринам. Обґрунтування кратності роздавання кормової суміші тваринам за допомогою кормоприготувального агрегату, передбачає уточнення добової потреби кормів для ферми, разовий обсяг їх видачі, вартість машин та обладнання, експлуатаційні затрати на виконанні процесу годівлі тварин, вартість та потребу паливо-мастильних матеріалів для виконання технологічних операцій, пов'язаних із годівлею тварин.

Результати розрахунку технічно-економічного обґрунтування кратності роздавання кормів тваринам подано у табл. 1.

Таблиця 1. Технічно-економічне обґрунтування кратності роздавання кормів

| № варіанту | Поголів'я, шт. | Кіль-сть тварин у приміщенні, голів | Кіль-сть приміщень, шт. | Об'єм корму для при-міщення, м <sup>3</sup> | Вар-сть агрегату, / та трактора грн | Потуж-ність на ВВП тракто-ра, кВт | Експлу-атаційні затрати на агре-гат, / та трактор, грн | Вар-сть паливо-мастиль-них матеріалів, грн. за рік | Сума затрат, грн. | Еконо-мічний ефект, грн. |
|------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------------|--------------------------|
| 1          | 400            | 200                                 | 2                       | 11,25                                       | 973050 / 74000                      | 59                                | 136647 / 103600                                        | 365365                                             | 1581662           | -                        |
| 2          | 400            | 200                                 | 2                       | 7,5                                         | 852300 / 520000                     | 44                                | 119322 / 72800                                         | 282100                                             | 1326521           | 255141                   |

Кратність годівлі: 1 – дворазова, 2- триразова.

Економічний ефект отримано за рахунок різниці вартості машин, які використовуються в процесі годівлі тварин.

**Висновки.** Аналіз багаторазового роздавання кормів свідчить про те, що кожне роздавання чергової порції кормової суміші не тільки стимулює тварин до її поїдання, а й змушує переривати процес ремигання, чи відпочинку.

Отримані результати обґрунтували кратність роздавання кормової суміші на фермі ВРХ та довели, що триразове роздавання кормової суміші продовж доби є доцільнішим, порівнюючи із двократним, оскільки тварини частіше отримують свіжу кормову суміш та забезпечується економія затрат на придбання і експлуатацію технічних засобів.

Проведений аналіз дає можливість визначати якісний та кількісний склад технічних засобів для ефективного виробництва на тваринницьких фермах та комплексах тваринницької продукції.

### Література

1. Костенко В.І. Режим годівлі корів - [Електронний ресурс] – Режим доступу: [agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/.../8106-rezhym-hodivli-koriv.ht](http://agro-business.com.ua/agro/suchasne-tvarynnytstvo/.../8106-rezhym-hodivli-koriv.ht).
2. Доруда С.О., Алієв Е.Б. До оцінки якості роботи змішувача-кормороздавача потокового типу - [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://aliev.in.ua/doc/stat/2015/stat\\_5.pdf](http://aliev.in.ua/doc/stat/2015/stat_5.pdf)
3. Кравчук В.І. Прогресивні технології заготівлі, приготування і роздавання кормів : [науково-практичний посібник] / В.І. Кравчук, М.М. Луценко, В.П. Мечта. – К. : Фенікс, 2008. – 104 с.
4. Балащенко С. Технологія механізації приготування й роздавання кормів - [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://propozitsiya.com/ua/tehnologiya-mehanizaciyi-prigotuvannya-y-rozdavannya-kormiv>
5. Сич В. Технологія повного змішаного раціону. Вибір кормозмішувача - [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.animal-show.kiev.ua/uk/novini-v-d-kompan-y/m-zhnarodniy-sem-nar-praktikum-na-temu-efektivn-technolog-god-vl-v-molochnomu-stad.html>
6. Хмельовський В. С., Ачкевич О. М. Дослідження процесу приготування високоенергетичної кормової суміші для ВРХ. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 304—314.
7. Ревенко І. І., Хмельовський В. С. Оцінка якості змішування кормів мобільним комбінованим кормоприготувальним агрегатом. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2016. Вип. 251. С. 91—100.
8. Потіха А. Сільське господарство в економічній системі України – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://nbuviar.gov.ua/>
9. Державна служба статистики України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua)
10. Хмельовський В.С. Перспективні технологічні рішення підготовки кормів для згодовування рогатій худобі / В.С. Хмельовський // Науковий вісник НУБіП України. – 2013. – Вип. 182. – Ч. 2.– С. 185-192.

УДК 665.73:54-414

## КІНЕТИКА ПРОЦЕСІВ ПОГЛИНАННЯ БЕНЗИНУ ПРИ ОЧИЩЕННІ СОРБЕНТАМИ

*М.Ф. Калівошко*

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*Актуальність теми.* Робота транспортних засобів базується на використанні бензину. Проте, при перевезенні та використанні бензину має місце його проливання, що завдає шкоди довкіллю. Для очищення ґрунтів та води широко використовують сорбенти. Важливим показником, який характеризує матеріали, що можуть застосовуватися в якості сорбентів при очистці від розливів бензину являється їх поглинальна здатність (активність). Ця характеристика залежить як від особливостей самих взаємодіючих компонентів, так і від зовнішніх умов, що склалися. Результати очищення від забруднення, в значній мірі, залежать від швидкості процесів поглинання. При потраплянні на земну поверхню бензин, в залежності від типу ґрунту, мігрує в нижні горизонти, ґрунтові води, завдаючи екологічної шкоди природі. Чим швидше бензин буде поглинутий сорбентами, тим менша небезпека їх довкіллю, що обумовлено, перш за все, кінетикою процесів поглинання сорбентів.

*Метою* досліджень було вивчити як поглинальну здатність (активність) сорбентів мінерального та органічного походження, так і швидкість процесів поглинання. Зверталась увага на комплексний підхід вирішення поставленого завдання. Враховався характер дії сорбентів, в залежності від їх структури, з бензином, температурні показники при яких проходить процес, вологість сорбентів, швидкість, повнота та ефективність прийому, що обумовлює проходження сорбних процесів, в залежності від фізико-хімічних та ємнісних характеристик.

*За результатами* наших досліджень, які проводились при кімнатній (оптимальній) температурі (20-22°C) й природній вологості (біля 50%), кінетика протікання процесів поглинання бензину, що показана на рис. 1,2, перш за все, залежить від природи сорбентів. Найвищу кінетику процесів поглинання бензину має сорбенти органічного походження, а саме, стружка і тирса деревини. Звертає на себе увагу факт високої швидкості насичення досліджуваними сорбентами найпоширенішого бензину А-82. Це, в значній мірі, пов'язано з відносно не великою його в'язкістю, що особливо проявляється у випадку заповнення закритих пор тріщин і в каналах невеликого розміру, а також в масі відходів деревини (нами використання тирси і стружки лісоматеріалів хвойних порід дерев).

Як видно з рисунку 1 та 2, насичення більшості сорбентів бензином марки А-82, в більшості випадків, практично завершується за 2 – 4 години, а тирси та стружки дерев навіть швидше та в значно більших об'ємах.

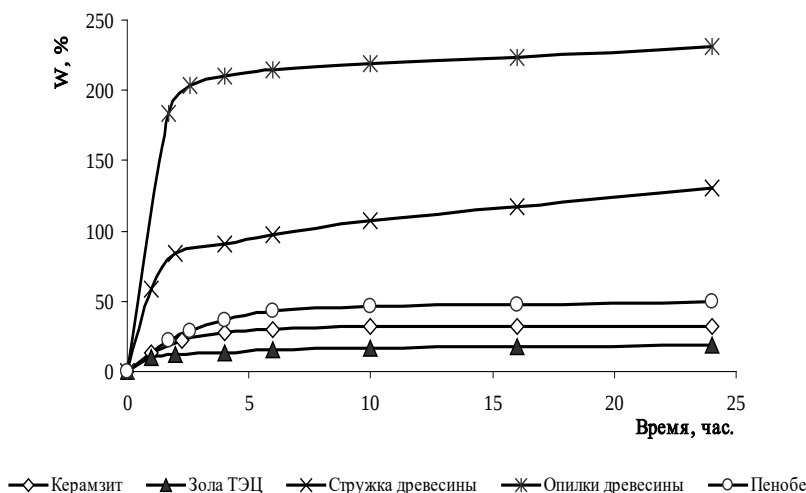


Рис. 1. Кінетика процесу поглинання бензину А-82 різними матеріалами

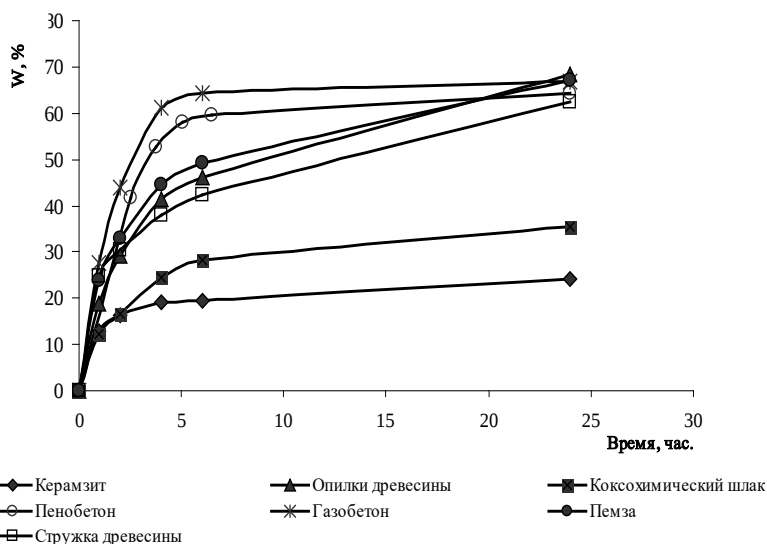


Рис.2. Кінетика процесів поглинання бензину марки А-82

**Висновки.** За результатами наших досліджень можна зробити висновки, що найвищу кінетику процесів поглинання бензину має стружка і тирса деревини. Сорбенти на мінеральній основі мають значно нижчу кінетику поглинання бензину.

### Література.

1. Набаткин А.Н., Хлебников В.Н. Применение сорбентов для ликвидации нефтяных разливов. *Экология*. 2000. №11. С.61-68.
2. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки от нефтепродуктов. К.: Наукова думка, 1981. 208 с.
3. Швед Д.И. и др. Углеродные сорбенты растительного происхождения для очистки грунтовых и водных поверхностей от нефти. *Экотехнологии и ресурсосбережение*. 2003. №4. С. 29-31.

УДК 631.35.001.66

## **ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗПИЛЮЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ОБПРИСКУВАЧА ДЛЯ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

***В.Б. Онищенко, В.С. Ужва, В.М. Барановський***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

Для покращення якості розпилювання та забезпечення необхідної дози рідких добрив при роботі обприскувача польових культур необхідно використовувати одночасно різні за продуктивністю розпилювачі, а беручи до уваги розмір ділянки є необхідність в управлінні кожною форсункою окремо.

Автоматичний пристрій Varioselect, розроблений фірмою Lechler за частки секунди може налаштуватись на відповідну даній ділянці норму витрати. Модульна будова та оснащення різними розпилювачами дає змогу безступінчасто регулювати витрату КАС в діапазоні від 60-620 л/га. При обробці змінними нормами можна регулювати подавання витратних матеріалів, не зупиняючи обприскувач. Розпилювачі управляються контролером за допомогою пневматичних клапанів, кількість яких відповідає кількості розпилювачів. Розпилювачі однієї форсунки, як і самі форсунки, не впливають на рівномірність розподілу рідких добрив. Відкривання розпилювача проводиться за рахунок стисненого повітря, закривання за рахунок пружини. Витрата повітря незначна. Джерелом стиснутого повітря слугує компресор гальмівної системи трактора. Принцип регулювання дуже простий, при збільшенні заданої величини витрати, і досягши максимального рівня об'ємної витрати розпилювача, комп'ютер вмикає наступний за величиною продуктивності розпилювач або комбінує їх роботу. Одночасно встановлюється відповідний тиск. У протилежній ситуації регулювання відбувається у бік меншого за продуктивністю розпилювача.

Для роботи форсунки в режимі ВАРІО необхідно обладнати форсунку однотипними розпилювачами різної продуктивності. Так наприклад при використанні розпилювачів IDK 01, 02, 04, 05 при тиску в 5 бар можливо змінювати витрату рідких добрив в межах від 60 л/га до 300 л/га при роботі одного розпилювача. Одночасна робота чотирьох розпилювачів при тиску 5 бар забезпечує витрату 730 л/га рідких добрив. Таким чином при постійній швидкості застосування автоматичного пристрою дає можливість змінювати витрату робочої рідини в значному діапазоні при постійній якості розпилювання.

Керування системою виконується за допомогою відповідного контроле-ра, який вмикає відповідний розпилювач при необхідному значенню витрати.



Рис.1. Автоматичний пристрій Varioselect

Для виготовлення розпилювача використовують полімерні матеріали і кераміка, які на відміну від кольорових металів, як наприклад, латунь, не піддаються корозії.

Отже, на сьогоднішній день існує великий вибір наконечників, спеціально розроблених для максимального результату від внесення рідких добрив. Сучасні обприскувачі обладнуються розпилювальними наконечниками виробництва відомих зарубіжних фірм, різних типів для проведення різноманітних видів хімічної обробки рослин - суцільне нанесення хімічних препаратів, стрічкова обробка міжрядь, прикоренева обробка рослин, поверхнєве внесення рідких мінеральних добрив тощо. Конструкція їх різниться між собою в залежності від призначення та умов експлуатації.

#### Література:

1. Теоретичні дослідження процесу осідання краплі змінної маси у відкритому просторі.

/ В. Онищенко, канд. техн. наук, Б. Онищенко, канд. техн. наук, І. Любченко // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – К., 2013. – Вип. 17(31). – С. 220 – 226.

УДК 631.33і

## **РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО СТРІЧКОВОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

***В.Б. Онищенко, А.Ю. Бринський, В.М. Барановський***

*Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

Одним із факторів, що обмежують ефективність підживлення рослин, є недосконалість способів і технологій внесення добрив. Відцентрові розкидачі і авіаційні засоби розподіляють добрива по площі поля з нерівномірністю, яка перевищує допустиму в 2 - 3 рази. Тукосуміші, що складаються з частин з різними фізико - механічними характеристиками, при внесенні цими машинами розшаровуються. Це погіршує збалансованість поживних речовин в зоні кореневої системи рослин. В результаті розвиток сільськогосподарських культур на 10 - 15% нижче того рівня, який міг би забезпечити внесення добрив з нерівномірністю, що задовольняє агротехнічним вимоги.

Незадовільно проводиться і наступна заробка добрив в ґрунт. Добрива, внесені під зяблеву 'оранку довго взаємодіють з великою кількістю ґрунту, що збільшує втрати озону, посилює перехід фосфора і калія в менш доступні для рослин форми. Крім того, при оранці добрива розміщуються в ґрунті надто глибоко і майже недоступні для кореневої системи рослин в початковий період вегетації. Культиватори і дискові борони зароблюють велику частину добрив, раніше внесених поверхневим методом, в верхній 3 см. шар ґрунту, (цей шар ґрунту дуже висихає), що знижує ефективність внесення добрив.

Зарубіжна практика, результати багаторічних досліджень і виробничий досвід багатьох сільськогосподарських підприємств нашої країни свідчать про доцільність переходу до більш удосконаленої технології-внутрішньогрунтового внесення добрив стрічками без попереднього розкидання їх по поверхні поля. Використання такого способу внесення добрив дозволяє підвищити розвиток рослин. При чому, вартість додаткової продукції багаторазово відшкодовує додаткові затрати на удосконалення техніки та витрат палива.

Слід також врахувати, що внутрішньогрунтовий спосіб внесення знижує забруднення навколишнього середовища.

Крім того, завдяки використанню внутрішньогрунтового внесення добрив замість розкидного внесення поверхневим способом можна зменшити дози основного внесення добрив в 1,5 - 2 рази. При цьому будуть забезпечуватись приблизно такаж прибавки врожаю як при внесенні повних доз поверхневим розкиданням. Із збільшенням доз добрив до біологічного оптимального рівня прибавки врожаю від стрічкового внесення добрив в порівнянні з поверхневим розкидним розподілом не зменшується а збільшується. Біологічно оптимальні дози добрив при стрічковому внесенні звичайно на 10 - 30% нижчі, а забезпечувані ними максимальні врожаї значно вищі ніж при розкидному поверхневому внесенні.

При дефіциті мінеральних добрив, що обумовлює внесення їх не під всі культури і не на всіх полях, доцільно вносити основні дози добрив внутрішньогрунтовими стрічками, зменшивши дози на 30 - 50%. В господарствах, які забезпечені мінеральними добривами в достатній мірі, їх використовують дозами які близькі до біологічно оптимальних.

Новий спосіб внесення базується на використанні машин, обладнаних сошниками для внесення добрив безпосередньо в ґрунт з концентрованим розміщенням їх на заданій глибині.

### **Література:**

1. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.-2000.- №3.- С.10-12.
2. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.

## ЗМІСТ

Стор.

## ЕТАПИ РОЗВИТКУ КЛАСИЧНОЇ ТЕОРІЇ МІНІМАЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ

*С.Ф. Пилипака, М.М. Муквич*

4

ЗАГАЛЬНА СХЕМА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ КОВЗАННЯ  
ЧАСТИНКИ ПО ШОРСТКІЙ РУХОМІЙ ПЛОЩИНІ, ЯКА ЗДІЙСНЮЄ  
ПОСТУПАЛЬНИЙ РУХ В ПРОСТОРИ*В.М. Несвідомін, Д.В. Кузнюк*

9

КОНСТРУЮВАННЯ ТОРСІВ, ЩО ПРОХОДЯТЬ ЧЕРЕЗ ЗАДАНУ ПЛОСКУ  
КРИВУ*Т.А. Кресан*

11

НАНЕСЕННЯ ЛОГОТИПУ КАФЕДРИ НА ПОВЕРХНЮ ТОРА  
ВІДНЕСЕНОГО ДО ІЗОМЕТРИЧНИХ КООРДИНАТ*О.В. Несвідоміна*

14

## ТЕСТОВІ ФУНКЦІЇ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЙНИХ АЛГОРИТМІВ

*Ю.О. Ромасевич, В.С. Ловейкін*

16

## КОВЗАННЯ ЧАСТИНКИ ПО ЦИКЛОЇДАЛЬНОМУ ЦИЛІНДРУ

*А.В. Несвідомін, В.М. Бабка*

19

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГРАВІТАЦІЙНОГО  
ДОЗАТОРА КОМБІКОРМІВ*В.В. Братішко<sup>1</sup>, В.І. Дешко<sup>2</sup>, С.А. Яцко<sup>2</sup>*

21

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИТРАТ  
ІНВЕСТИЦІЙНО-БУДІВЕЛЬНОГО ПРОЕКТУ АВТОМОБІЛЬНОЇ ДОРОГИ*О.М. Загурський*

24

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО РУХУ ЧАСТИНКИ ПО  
ПОХИЛІЙ ПОВЕРХНІ ОБЕРТОВОГО ЦИЛІНДРА*Г.А. Голуб, О.А. Марус*

27

## УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТІЙКИ ДИСКОВОГО ПЛУГА

*В. В. Гикавчук, В. П. Курка*

30

## ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ НА ФОРМУ ДИЗАЙНУ ВИРОБІВ

*П.А. Василів, І.Ю. Грищенко*

33

## ОСНОВИ КОМПОЗИЦІЇ В ПРОЕКТУВАННІ ТЕХНІКИ

*П.А. Василів, І.Ю. Грищенко*

35

|                                                                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ФУНКЦІОНАЛЬНІСТЬ І ФОРМА В ДИЗАЙНІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН                                                                         |    |
| <i>П.А. Василів, І.Ю. Грищенко</i>                                                                                                     | 38 |
| ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИВИМІРНИХ ПРОЦЕСІВ ШЛЯХОМ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ЇХ ДВОВИМІРНИХ РОЗРАХУНКІВ                                                       |    |
| <i>Д.В. Котляр, Д.А. Волік</i>                                                                                                         | 41 |
| КЛАСИФІКАЦІЯ НАПУВАЛОК ДЛЯ ВРХ                                                                                                         |    |
| <i>С.Є. Потапова, М.Д. Обараз</i>                                                                                                      | 43 |
| СУЧАСНІ ЗАСОБИ ОБСЛУГОВУВАННЯ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ ПРИ ГОДІВЛІ ЗБАЛАНСОВАНИМИ КОРМОСУМІШКАМИ                                         |    |
| <i>О.О.Заболотько, В.В. Майданевич</i>                                                                                                 | 45 |
| ГЕОМЕТРИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ІНТЕРПОЛЯЦІЙНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ БАЗИСНИХ ФУНКЦІЙ                                                          |    |
| <i>А.П. Мотайло</i>                                                                                                                    | 48 |
| ІНТЕГРОВАНЕ КОМПЛЕКСНЕ ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ                                                                      |    |
| <i>П.М. Яблонський</i>                                                                                                                 | 52 |
| ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРАФІКИ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ГРОМАДЯНСЬКИХ ПОЧУТТІВ ДІТЕЙ СТАРШОГО ДОШКІЛЬНОГО ВІКУ ЗАСОБАМИ УКРАЇНСЬКОЇ СИМВОЛІКИ |    |
| <i>В.В. Вірченко</i>                                                                                                                   | 55 |
| ВСТАНОВЛЕННЯ ВТРАТ ВАКУУММЕТРИЧНОГО ТИСКУ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ МОЛОКА ВІД КОЛЕКТОРА                                                     |    |
| <i>В.І. Ачкевич, О.М. Ачкевич</i>                                                                                                      | 58 |
| ФОРМОТВОРЕННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ ШНЕКА-ОЧИСНИКА ДИСКОВОГО КОПАЧА КОРЕНЕПЛОДІВ                                                            |    |
| <i>М.П. Волоха<sup>1</sup>, Ю.О. Дорошенко<sup>2</sup></i>                                                                             | 63 |
| ВИМІРЮВАЛЬНО-РЕЄСТРУЮЧЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИНАМІКИ МЕХАНІЗМУ ПОВОРOTУ СТІЛОВОГО КРАНА                                          |    |
| <i>В.С. Ловейкін, І.О. Кадикало</i>                                                                                                    | 68 |
| ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ТВАРИННИЦЬКИХ ФЕРМ ШЛЯХОМ АВТОМАТИЗОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ                                 |    |
| <i>В.І. Ребенко</i>                                                                                                                    | 70 |

|                                                                                                                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| СУЧАСНИЙ СТАН ТА ДЕЯКІ ПЕРСПЕКТИВИ ВИКЛАДАННЯ<br>ДИСЦИПЛІНИ «ІНЖЕНЕРНА ГРАФІКА» ЗАСОБАМИ КОМП'ЮТЕРНИХ<br>ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ<br><i>Н.В. Білицька, О.Г. Гетьман, Г.О. Гнітецька, О.О. Голова</i> | 73  |
| ДИНАМІЧНЕ ФОРМОУТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ЯК СУЧАСНИЙ<br>НАПРЯМОК РОЗВИТКУ СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧНОГО<br>ГЕОМЕТРИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ<br><i>В.В. Ванін, Г.А. Вірченко, С.Г. Вірченко</i>               | 75  |
| КОМП'ЮТЕРНА РЕАЛІЗАЦІЯ ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДУ ПОКРИТТЯ<br>ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИМИ ПІДРОЗДІЛАМИ ЗАДАНОЇ ОБЛАСТІ З<br>ДИСКРЕТНИМИ ЕЛЕМЕНТАМИ<br><i>С.Я. Кравців, О.М. Соболь</i>                          | 77  |
| ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ІЗОЛЬОВАНИХ ОСОБЛИВИХ ТОЧОК<br>ДИСКРЕТНОГО НЕВПОРЯДКОВАНОГО ВЕКТОРНОГО ПОЛЯ В<br>ДВОВИМІРНОМУ ПРОСТОРІ<br><i>В.І. Черняк</i>                                                         | 81  |
| УЧАСТЬ СТУДЕНТІВ НТУУ «КПІ ІМ. І. СІКОРСЬКОГО» В ПРОГРАМІ<br>«ЕРАЗМУС+»<br><i>В.П. Юрчук, А.Г. Козловський</i>                                                                                       | 86  |
| ВИКОРИСТАННЯ USB ОСЦИЛОГРАФА ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ<br>ГАЗОРОЗПОДІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО<br>ЗГОРЯННЯ<br><i>С.І. Топчій, П.С. Попик</i>                                                      | 90  |
| УСТАНОВКА ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИСІВУ НАСІННЯ<br>ТЕХНІЧНИХ КУЛЬТУР<br><i>П.С. Попик</i>                                                                                                          | 92  |
| РОБОЧИЙ ОРГАН ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА<br><i>О.О. Котречко, З.В. Ружило, А.В. Новицький, Ю.І. Ревенко, П.С. Попик</i>                                                                                      | 94  |
| ЗНАЧЕННЯ ГРАФІЧНИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ У ПІДГОТОВЦІ<br>БАКАЛАВРІВ ІЗ АГРОІНЖЕНЕРІЇ<br><i>О.А. Дьомін</i>                                                                                             | 96  |
| ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ВОДІЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА БЕЗПЕКУ РУХУ<br><i>Ю.В. Шатківська</i>                                                                                                                           | 98  |
| ПРИНЦИП РОБОТИ ПСИХІЧНОГО АПАРАТУ ВОДІЯ<br><i>А.Р. Фоменко</i>                                                                                                                                       | 100 |

|                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ГІДРОЦИЛІНДРІВ<br><i>А.В. Новицький, В.І. Мельник, С.А. Лугина</i>                                       | 102 |
| ООНОВЛЕННЯ ЗАКОНОДАВЧОЇ БАЗИ ЩОДО МЕТРОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МАШИНОБУДУВАННЯ<br><i>В. Мельник М. Пундик</i>                                                   | 104 |
| МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІЧНИХ РЕЖИМІВ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА НА ТВЕРДОМУ АБО ГАЗОПОДІБНОМУ ПАЛИВІ<br><i>В.О. Грищенко</i>                                                    | 105 |
| ОБГРУНТУВАННЯ КРАТНОСТІ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ ТВАРИНАМ<br><i>В.С. Хмельовський</i>                                                                                 | 108 |
| КІНЕТИКА ПРОЦЕСІВ ПОГЛИНАННЯ БЕНЗИНУ ПРИ ОЧИЩЕННІ СОРБЕНТАМИ<br><i>М.Ф. Калівошко</i>                                                                          | 111 |
| ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОЗПИЛЮЮЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ОБПРИСКУВАЧА ДЛЯ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ<br><i>В.Б. Онищенко, В.С. Ужва, В.М. Барановський</i> | 113 |
| РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО СТРІЧКОВОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ<br><i>В.Б. Онищенко, А.Ю. Бринський, В.М. Барановський</i> | 115 |

Наукове видання

Збірник

тез доповідей

XIV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«ОБУХОВСЬКІ ЧИТАННЯ»

з нагоди 93-ї річниці від дня народження  
доктора технічних наук, професора, академіка ВШ України,  
Обухової Віолетти Сергіївни  
(1926-2005)

(29 березня 2019 року)

*Відповідальні за випуск:*

*І.Л. Роговський* – заступник декана з наукової роботи механіко-технологічного факультету НУБіП України.

*Редактор – І.Л. Роговський.*

*Дизайн і верстка – кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України.*

*Адреса колегії – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12<sup>б</sup>,  
НУБіП України, навч. корп. 11, кімн. 208.*

---

Підписано до друку 22.03.2019. Формат 60×84 1/16.

Папір Maestro Print. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman та Arial.

Друк. арк. 5,4. Ум.-друк. арк. 5,5. Наклад 100 прим.

Зам. № 10097 від 22.03.2019.

Видавничий центр НУБіП України

03041, Київ, вул. Героїв оборони, 15. т. 527-80-49, к. 117

---

© НУБіП України, 2019