

8. *Ивахненко А.Г.* Индуктивный метод самоорганизации моделей сложных систем / *А.Г. Ивахненко.* – К.: Наукова думка, 1982. – 296 с.
9. *Ивахненко А.Г.* Помехоустойчивость моделирования // *А.Г. Ивахненко, В.С. Степашко.* – К.: Наукова думка, 1985. – 216 с.
10. *Delphi Method: Techniques and Applications* // *Harold A. Linstone* (Editor), *Murray Turoff* (Editor), Publisher: Addison-Wesley Educational Publishers Inc. – 1975. – 621 p.

В статье приведены концептуальные основы создания системной технологии конструирования логистических схем сбора и транспортировки урожая зерновых культур. Такие схемы есть в свою очередь технологиями. Показано, что одним из эффективных путей решения поставленной проблемы может быть применение индуктивных процедур системных информационно-аналитических исследований сложных систем.

Логистические технологии, зерноуборочный комбайн, системно-аналитическое исследование, моделирование.

The paper presents conceptual framework of complex technology development of logistics schemes design for grain harvest and transportation crops. Such schemes are in turn technology. It is shown that one of the most effective ways to solve given problem may be use of inductive procedures of system information-analytical research of complex systems.

Logistics technologies, combine harvesters, system-analytical research, modeling.

УДК 514.18

АНАЛІТИЧНИЙ ПОШУК ПОВЕРХОНЬ ОБЕРТАННЯ, ВІДНЕСЕНИХ ДО ІЗОМЕТРИЧНИХ КООРДИНАТ

***Т.С. Пилипака, І.Ю. Грищенко, кандидати технічних наук
Т.С. Кремець, магістр***

Запропоновано алгоритм відшукування параметричних рівнянь меридіана поверхні обертання, при яких поверхня буде віднесена до ізометричних координат. За наведеним алгоритмом отримано нові поверхні, які поповнили бібліотеку відомих. Побудовано комп'ютерне зображення їх із нанесенням рисунків, аналогом яких на площині є різні комбінації кіл або їх дуг.

Меридіана поверхні обертання, комп'ютерне зображення.

© Т.С. Пилипака, І.Ю. Грищенко, Т.С. Кремець, 2012

Постановка проблеми. При проектуванні художніх виробів, в архітектурній практиці, ландшафтній архітектурі тощо виникає задача нанесення написів або інших зображень на поверхню. Якщо поверхню можна віднести до ізометричної сітки координатних ліній, то нанесення на неї зображень спрощується, оскільки кожному елементу плоскої сітки зображення ставиться у відповідність елемент сітки на поверхні. В такому випадку плоске зображення в декартовій системі координат конформно відображається на ізометричну сітку поверхні. Проте не всякі поверхні можна віднести до ізометричної сітки координатних ліній. Наприклад, серед поверхонь обертання до неї неможливо віднести такі поверхні, як параболоїд, гіперболоїд, еліпсоїд.

Аналіз останніх досліджень. В праці [1] розглянуто спосіб нанесення плоских зображень на поверхню конуса і кулі. Для цього ці поверхні було віднесено до координатних ліній, що утворюють ізометричну сітку. В праці [2] показано відображення ліній псевдосфери на плоскі ізометричні сітки: декартову і полярну. Перехід від прямокутної сітки із паралелей і меридіанів поверхні обертання до ізометричної детально розглянуто в [3]. Існують також інші підходи щодо нанесення плоских зображень на поверхню [4, 5].

Мета досліджень. Поповнити бібліотеку відомих поверхонь обертання, що можуть бути віднесені до ізометричних сіток координатних ліній, новими поверхнями.

Результати досліджень. До відомих поверхонь обертання, що можуть бути віднесені до координатних ізометричних сіток, відносяться куля, циліндр, конус, катеноїд, тор, псевдосфера. В праці [3] показано аналітичний шлях переходу від ортогональної сітки координатних ліній до ізометричної. Якщо поверхня обертання задана параметричними рівняннями у вигляді:

$$X = \varphi \cos v; \quad Y = \varphi \sin v; \quad Z = \psi, \quad (1)$$

де $\varphi = \varphi(t)$; $\psi = \psi(t)$ - параметричні рівняння плоскої кривої – меридіана поверхні обертання, то потрібно перейти у рівняннях меридіана від змінної t до змінної u за формулою:

$$u = \int \frac{\sqrt{\varphi_t'^2 + \psi_t'^2}}{\varphi} dt. \quad (2)$$

Складність переходу полягає в тому, що необхідно проінтегрувати вираз (2) і з отриманого виразу знайти залежність $t = t(u)$, яка має бути підставлена у вирази $\varphi = \varphi(t)$; $\psi = \psi(t)$. Для деяких поверхонь уже перший етап інтегрування виразу (2) не може бути виконаний, для інших (наприклад, параболоїда) не вдається знайти залежність $t = t(u)$. Тому ми можемо піти наступним шляхом:

задати тільки один вираз $\varphi = \varphi(t)$, а другий вираз $\psi = \psi(t)$ підбирати таким чином, щоб отриманий інтеграл (2) міг бути проінтегрований і отримана внаслідок інтегрування залежність $u=u(t)$ була нескладною, принаймні такою, щоб можна було із неї знайти вираз $t = t(u)$.

Розглянемо найпростішу залежність $u=t$. В цьому випадку інтеграл (2) можна привести до простого вигляду:

$$\psi = \int \sqrt{\varphi_u^2 - \varphi'_u{}^2} du. \quad (3)$$

Із виразу (3) ми можемо отримати відомі поверхні обертання, що можуть бути віднесені до ізометричних координат. Наприклад, при $\varphi = \cosh u$ із (3) отримуємо: $\psi = u$. Отже меридіаном є графік гіперболічного косинуса, а підстановка отриманих виразів у (1) дає відому поверхню обертання – катеноїд. При $\varphi = r - \text{const}$ отримуємо циліндр. Проте підібрати таку функцію $\varphi = \varphi(u)$, щоб можна було проінтегрувати вираз (3) не так просто. Нами було отримано результат, згідно якого вираз (3) може бути проінтегрований, якщо взяти залежність виду $\varphi = u^n$ при будь-якому цілому n . В табл. 1 наведено рівняння меридіана та зображення самих поверхонь для деяких додатних і від'ємних n . При $n=-1$ отримуємо псевдосферу, при $n=-3$ меридіаном поверхні є астроїда. Взагалі при всіх від'ємних n поверхні подібні між собою, так само як і для додатних. В останньому випадку поверхні схожі із параболоїдом обертання, проте мають отвір, в якому поверхні не існує (від'ємне значення підкореневого виразу у рівнянні меридіана). На поверхні впорядковано нанесено дуги кіл, які створюють певний візерунок. Математичне описання такого нанесення наведено в праці [3]. Слід зазначити, що всі наведені меридіани мають аналітичний вираз довжини дуги s . Перетворивши (3), можна записати:

$$\varphi = \sqrt{\psi'_u{}^2 + \varphi'_u{}^2} \quad \text{або} \quad \varphi = \sqrt{\psi'_u{}^2 + \varphi'_u{}^2} = \frac{ds}{du}. \quad (4)$$

Отже, довжина дуги визначиться наступним чином:

$$s = \int \varphi du = \int u^n du = \frac{u^{n+1}}{n+1}. \quad (5)$$

Тепер розглянемо складніший варіант – задамо залежність $\varphi = \varphi(t)$ і $u' = u'(t)$. Із виразу (2) знайдемо залежність $\psi = \psi(t)$:

$$\psi = \int \sqrt{\varphi_t^2 u_t'^2 - \varphi_t'^2} dt. \quad (6)$$

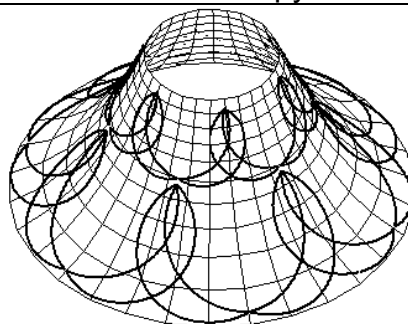
1. Аналітичний опис поверхонь обертання, віднесених до ізометричних сіток координатних ліній, та їх зображення.

Параметричні рівняння меридіана поверхні	Зображення поверхні з нанесеними візерунками
--	--

Псевдосфера

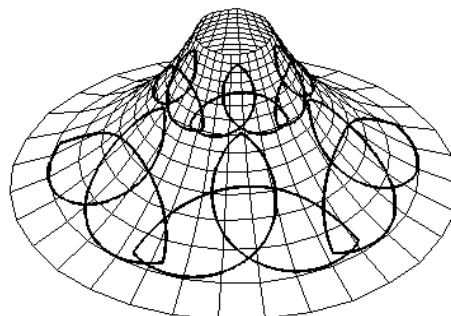
$$\varphi = \frac{1}{u};$$

$$\psi = \ln\left(u + \sqrt{u^2 - 1}\right) - \frac{1}{u}\sqrt{u^2 - 1}.$$



$$\varphi = \frac{1}{u^2};$$

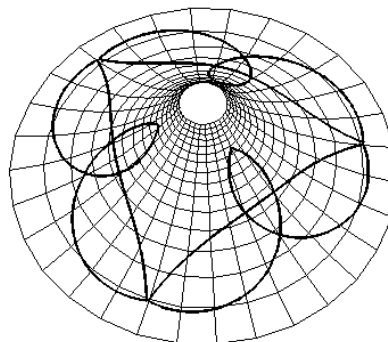
$$\psi = -\frac{1}{4} \operatorname{Arctg}\left(\frac{2}{\sqrt{u^2 - 4}}\right) - \frac{1}{2u^2}\sqrt{u^2 - 4}.$$



Поверхня обертання астрои́ди

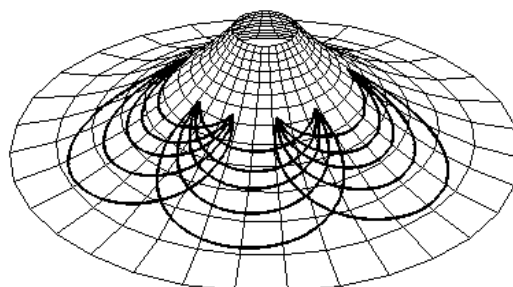
$$\varphi = \frac{1}{u^3};$$

$$\psi = \frac{(u^2 - 9)^{3/2}}{27u^3}.$$



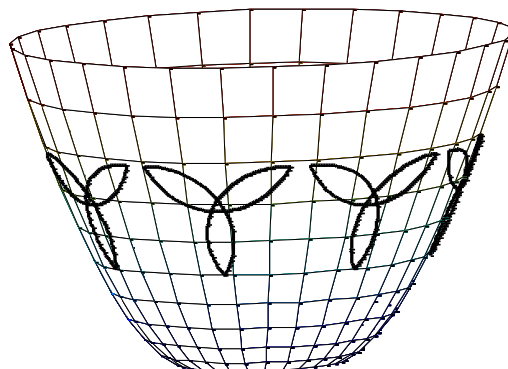
$$\varphi = \frac{1}{u^4};$$

$$\psi = \frac{u^2 - 32}{128u^4}\sqrt{u^2 - 16} - \frac{1}{512} \operatorname{Arctg}\left(\frac{4}{\sqrt{u^2 - 16}}\right).$$

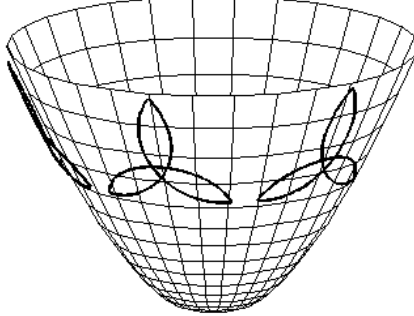
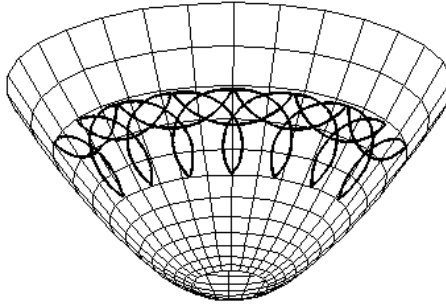
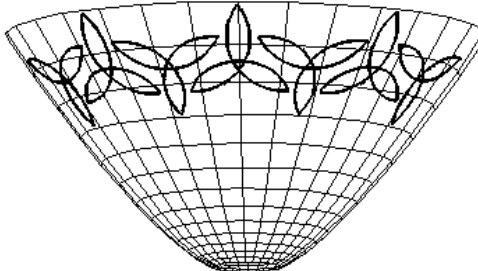


$$\varphi = u;$$

$$\psi = \frac{u}{2}\sqrt{u^2 - 1} - \frac{1}{2} \operatorname{Arcsinh}\sqrt{u^2 - 1}.$$



Продовження табл. 1

Параметричні рівняння меридіана поверхні	Зображення поверхні з нанесеними візерунками
$\varphi = u^2;$ $\psi = \frac{(u^2 - 4)^{3/2}}{3}.$	
$\varphi = u^3;$ $\psi = \frac{u(2u^2 - 9)\sqrt{u^2 - 9}}{8} - \frac{81}{8} \ln(u + \sqrt{u^2 - 9}).$	
$\varphi = u^4;$ $\psi = \frac{1}{15}(3u^2 + 32)(u^2 - 16)^{3/2}.$	

Розглянемо приклад. Нехай $\varphi = \text{Cosh}[t]$. Тоді $\varphi' = \partial_t \varphi = \partial_t \text{Cosh}[t] = \text{Sinh}[t]$. Формули наводимо в символах програмного продукту «Mathematica» і за синтаксисом їх представлення. Задамо також залежність $w = \text{Coth}[t]$. Інтеграл (6) в цьому випадку можна проінтегрувати:

$$\psi = \int \sqrt{\cosh^2(t)\coth^2(t) - \sinh^2(t)} dt =$$

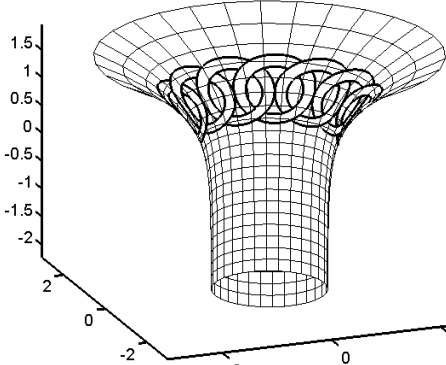
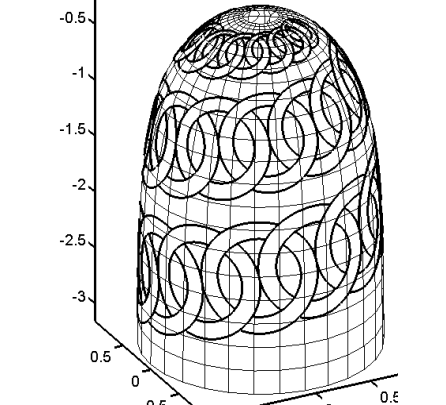
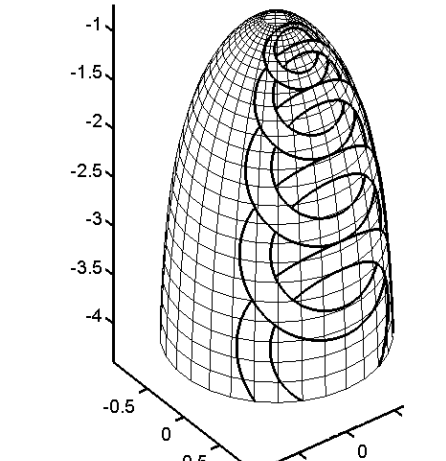
$$= \frac{\sinh(t)\sqrt{\coth^2(t) + 1}(\sqrt{2}\log(\sqrt{2}\cosh(t) + \sqrt{\cosh(2t)}) - \tanh^{-1}(\frac{\cosh(t)}{\sqrt{\cosh(2t)}}))}{\sqrt{\cosh(2t)}}.$$

Тепер знаходимо залежність $u=u(t)$: $u = \int \text{Coth}[t] dt = \text{Log}[\text{Sinh}[t]]$. З отриманої залежності знаходимо вираз $t=t(u)$: $t = \text{ArcSinh}[e^u]$. Тепер залишилося підставити отриманий вираз $t = \text{ArcSinh}[e^u]$ в залежності $\varphi = \varphi(t)$ і $\psi = \psi(t)$: $\varphi = \text{Cosh}[t] = \text{Cosh}[\text{ArcSinh}[e^u]] = \sqrt{1 + e^{2u}}$. Аналогічним чином знаходимо залежність $\psi = \psi(u)$:

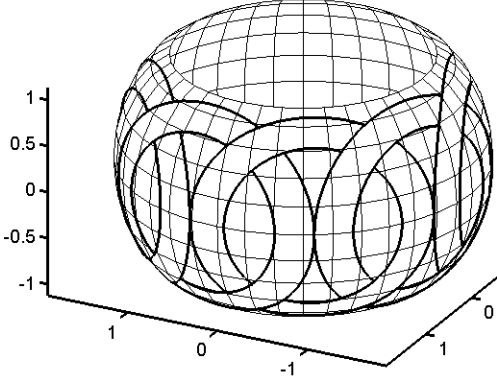
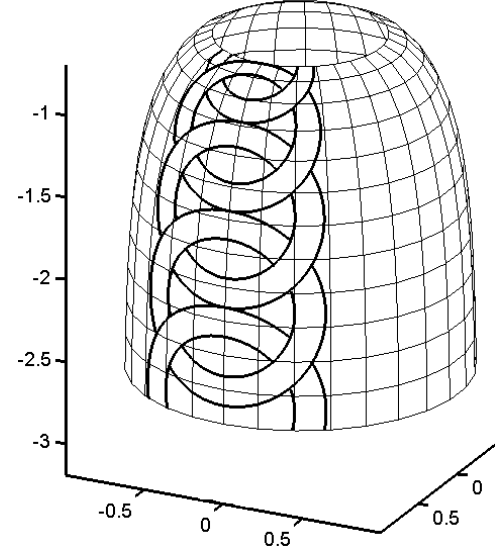
$$\psi = -\frac{1}{2}\text{Log}[3 + 2e^{-2u}] + \sqrt{2}\text{Log}[\sqrt{1 + 2e^{2u}} + 2\sqrt{e^u\text{Cosh}[u]}]$$

Таким чином, маючи параметричні рівняння меридіана у вигляді залежностей $\varphi=\varphi(u)$ і $\psi=\psi(u)$, можемо записати рівняння поверхні обертання, віднесеної до ізометричної сітки координатних ліній. Рівняння поверхні і її зображення наведені в табл. 2 під номером 1.

2. Параметричні рівняння поверхонь обертання, віднесених до ізометричних сіток координатних ліній, та їх зображення.

№ п/п	Параметричні рівняння поверхні	Зображення поверхні з нанесеними візерунками
1	$X = \sqrt{1 + e^{2u}} * \text{Cos}[v];$ $Y = \sqrt{1 + e^{2u}} * \text{Sin}[v]$ $Z = -\frac{1}{2}\text{Log}[3 + 2e^{-2u}] +$ $+\sqrt{2}\text{Log}[\sqrt{1 + 2e^{2u}} + 2\sqrt{e^u\text{Cosh}[u]}].$	
2	$X = \frac{1}{\sqrt{1 + e^{2u}}} * \text{Cos}[v];$ $Y = \frac{1}{\sqrt{1 + e^{2u}}} * \text{Sin}[v];$ $Z = \frac{\sqrt{1 + 2e^{2u}}}{\sqrt{1 + e^{2u}}} - \text{ArcTanh}\left[\frac{\sqrt{1 + e^{2u}}}{\sqrt{1 + 2e^{2u}}}\right].$	
3	$X = \frac{e^u}{a + e^u} * \text{Cos}[v];$ $Y = \frac{e^u}{a + e^u} * \text{Sin}[v];$ $Z = -\frac{\sqrt{e^u(2a + e^u)}}{a + e^u} +$ $+2\text{Log}[\sqrt{e^u} + \sqrt{2a + e^u}],$ <p>де a – стала величина</p>	

Продовження табл. 2

№ п/п	Параметричні рівняння поверхні	Зображення поверхні з нанесеними візерунками
4	$X = \frac{\text{Cos}[au]^2}{a^2} * \text{Cos}[v];$ $Y = \frac{\text{Cos}[au]^2}{a^2} * \text{Sin}[v];$ $Z = \frac{1}{2a^3 * \sqrt{1 + 4a^2}} * \text{ArcTan} \left[\frac{\sqrt{1 + 4a^2} \text{Tan}[au]}{\sqrt{1 - 4a^2} \text{Tan}[au]^2} \right] + \frac{1}{4a^3} * \sqrt{1 - 4a^2} \text{Tan}[au]^2 \text{Sin}[2au].$	
5	$X = \frac{1}{1 + e^{2u}} * \text{Cos}[v];$ $Y = \frac{1}{1 + e^{2u}} * \text{Sin}[v];$ $Z = \frac{\sqrt{1 + 2e^{2u} - 3e^{4u}}}{2 + 2e^{2u}} + u - \frac{1}{2} \text{Log}[2(1 + e^{2u} + \sqrt{1 + 2e^{2u} - 3e^{4u}})]$	

Подібним чином, підбором функцій $\varphi = \varphi(t)$ і $u = u(t)$ знайдені і побудовані деякі інші поверхні, наведені в табл. 2. Наприклад, для знаходження параметричних рівнянь поверхні № 2 (табл. 2) за початкові функції $\varphi = \varphi(t)$ і $u' = u'(t)$ було прийнято: $\varphi = \text{Sech}[t]$ і $u = \text{Coth}[t]$. Для всіх поверхонь, наведених у таблицях, виконується умова (3), що є свідченням ізометричності сім'ї координатних ліній. В зв'язку з цим перша квадратична форма поверхні приймає простий вигляд:

$$dS^2 = \varphi^2 (du^2 + dv^2), \tag{7}$$

де $\varphi = \varphi(u)$ – одне із двох параметричних рівнянь меридіана.

Висновок. Розроблено шлях пошуку поверхонь обертання, описаних параметричними рівняннями так, що сім'ї координатних ліній утворюють ізометричну сітку. Він зводиться до підбору однієї або двох функцій, після перетворення і інтегрування яких знаходять параметричні рівняння меридіана у вигляді $\varphi=\varphi(u)$; $\psi=\psi(u)$. За запропонованим алгоритмом значно розширено описаний клас новими поверхнями. Свідченням того, що знайдені поверхні справді віднесені до ізометричних координат, є виконання умови $\varphi^2 = \psi'^2 + \varphi'^2$. На такі поверхні зручно наносити зображення, побудовані у плоскій декартовій системі координат. На знайдених нових поверхнях, представлених у двох таблицях, показано візерунки, які утворені комбінаціями дуг кіл на площині.

Список літератури

1. *Кремец Т.С.* Конформне відображення написів на ізометричні сітки конуса та кулі / *Т.С. Кремец* // Технічна естетика і дизайн. – К.: Віпол, 2011. – Вип. 9. – С. 112–117.
2. *Пилипака С.Ф.* Конформне відображення геометричних елементів поверхні, віднесеної до ізометричних координат / *С.Ф. Пилипака, В.В. Дзюба, Е.О. Чернишова* // Науковий вісник Національного аграрного університету. – К.: НАУ, 2006. – Вип. 101. – С. 194.
3. *Несвідомін В.М.* Конструювання поверхонь обертання, віднесених до ізометричних сіток координатних ліній / *В.М. Несвідомін, Т.С. Кремец* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – К.: КНУБА, 2012. – Вип. 89. – С. 271–276.
4. *Яценко А.А.* Отображение плоских рисунков на произвольную поверхность / *А.А. Яценко, С.Н. Камалов* // Прикладная геометрия и инженерная графика. – К.: Будівельник, 1990. – Вип. 50. – С. 92–94.
5. *Шепелев В.В.* Відображення площини на поверхню на основі топологічної відповідності комірок координатних сіток / *В.В. Шепелев* // Геометричне та комп'ютерне моделювання. – Харків: Харківський державний університет харчування та торгівлі, 2005. – Вип. 9. – С. 66–72.

Предложен алгоритм отыскания параметрических уравнений меридиана поверхности вращения, при которых поверхность будет отнесена к изометрическим координатам. По приведенному алгоритму получены новые поверхности, которые дополнили библиотеку известных. Построено компьютерное изображение их из нанесением рисунков, аналогом которых на плоскости есть разные комбинации окружностей или их дуг.

Меридиана поверхности вращения, компьютерное изображение.

The algorithm of search of parametrical equations of meridian of surface of revolution at which surface will be referred to isometric co-

ordinates is offered. On directed algorithm new surfaces which have supplemented library of known are received. Their computer image from drawing of drawings different combinations of circles or their arcs are which analogue on plane is constructed.

Meridian of surface of revolution, computer image from drawing.

УДК 631.372

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ АГРЕГАТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОДУЛІВ З САМОХІДНИМ ШАСІ

***С.П. Погорілий, кандидат технічних наук
Національна академія аграрних наук України***

***Г.В. Шкарівський, кандидат технічних наук
Національний університет біоресурсів і
природокористування України***

Р.В. Оляднічук, інженер

Уманський національний університет садівництва

Наведено результати експериментальних досліджень процесу агрегування технологічних модулів з самохідним шасі типу Т-16МГ. Встановлено вплив основних конструкційних параметрів технологічних модулів на технологічні параметри самохідного шасі.

Процес агрегування, пристрій для агрегування технологічний модуль, самохідне шасі.

Постановка проблеми. Однією з найбільш вагомих складових собівартості продукції сільськогосподарського виробництва є вартість енергоресурсів. У сільськогосподарському виробництві України близько 30% всіх енергетичних потужностей припадає на мобільні енергетичні засоби (МЕЗ). Останнє концентрує увагу щодо зниження собівартості продукції аграрного сектора економіки саме на забезпеченні реалізації технологічних процесів побудованих на використанні високоефективних енергетичних засобів, що багато в чому визначається умовами їх агрегування з знаряддями і машинами. В цьому плані на увагу заслуговують МЕЗ типу самохідних шасі з їх потенційними зонами установки технологічного обладнання та пристрої і їх параметри покликані забезпечити установку

© С.П. Погорілий, Г.В. Шкарівський, Р.В. Оляднічук, 2012