

УДК 514.18

Воронцов Олег, канд. техн. наук, доцент,  
ORCID: 0000-0001-7339-9196, uaag.poltava2012@gmail.com

Тулупова Лариса, канд. фіз.-мат. наук, доцент,  
ORCID: 0000-0001-6814-9643, lar2dar@gmail.com

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Україна  
Воронцова Ірина, канд. пед. наук, заступник директора із науково-методичної роботи,  
ORCID: 0000-0001-9131-2816, Ira061061@gmail.com

Полтавський коледж нафти і газу Полтавського національного технічного університету  
імені Юрія Кондратюка, Україна

## ДИСКРЕТНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ПОКРИТТІВ ТА ОБОЛОНОК БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД

**Анотація.** На основі геометричного апарату суперпозицій розроблено спосіб дискретного моделювання форм поверхонь покриттів будівельних споруд у вигляді поверхонь паралельного переносу. Застосування для дискретного моделювання поверхонь геометричного апарату суперпозицій у поєднанні із класичним методом скінчених різниць, статико-геометричним методом, математичним апаратом числових послідовностей дає можливість збагачення їх новими ефективними алгоритмами, вдосконалення їх моделюючих можливостей, а також розширення кола практичних задач та оптимізації створюваних для їх реалізації моделей. Розроблений спосіб дозволяє формувати покриття будівельних споруд у вигляді дискретних каркасів поверхонь паралельного переносу без складання і розв'язання громіздких систем лінійних рівнянь, що є неможливим при застосуванні відомих методів скінчених різниць і статико-геометричного.

**Ключові слова:** дискретне моделювання, геометричні образи, метод скінчених різниць, статико-геометричний метод, геометричний апарат суперпозицій, поверхні паралельного переносу.

Vorontsov Oleg, PhD, assistant professor,  
ORCID: 0000-0001-7339-9196, uaag.poltava2012@gmail.com

Tulupova Larissa, PhD, assistant professor,  
ORCID: 0000-0001-6814-9643, lar2dar@gmail.com  
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine

Vorontsova Iryna, PhD, lecturer,  
ORCID: 0000-0001-9131-2816, Ira061061@gmail.com

Poltava Oil and Gas College of  
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University, Ukraine

## DISCRETE MODELING OF COVERING SURFACES AND BUILDING SHELLS

**Abstract.** Using geometric apparatus of superpositions, it was developed a method of discrete modeling of coating surfaces and building shells in the form of parallel transfer surfaces.

For discrete modeling we used surfaces of a geometric apparatus of superpositions in combination with a classical method of finite differences, a static-geometric method and a mathematical apparatus of numerical sequences. This all together gives a possibility to enrich them by new effective algorithms and improving their modeling capabilities. Beside this, a circle of practical problems has become much wider and their implementation models were optimized. The developed method allows forming coatings and building shells in the form of discrete frames of parallel transfer surfaces. Now this is possible to realize without solving bulky systems of linear equations, what was impossible applying traditional finite difference method and static-geometric method.

**Keywords:** discrete modeling, geometric images, finite difference method, static-geometric method, geometric apparatus of superpositions, parallel transfer surfaces.

Сучасний стан проектування криволінійних об'єктів архітектури і будівництва потребує врахування якомога більшої кількості вихідних даних і вимог для забезпечення відповідної точності моделі. При геометричному моделюванні вихідними даними, як правило, виступають геометричні характеристики й умови, найчастіше представлені у числовій формі (координати або значення параметрів), масиви яких можуть бути досить великими. У цих умовах методи глобального неперервного моделювання, коли відшукується єдине рішення, виявляються неефективними, тому що зазвичай вимагають використання достатньо складних математичних алгоритмів та не можуть забезпечити необхідну адекватність моделей. Зазначених недоліків позбавлені методи дискретного геометричного моделювання [1, 2, 3].

Метою даної роботи є розширення можливостей класичного методу скінчених різниць і статико-геометричного методу шляхом застосування геометричного апарату суперпозицій, що дозволяє формувати дискретні каркаси поверхонь без складання і розв'язання великих систем лінійних рівнянь [4].

Виведено у загальному вигляді формули визначення дискретних значень аплікату вузлових точок дискретних каркасів поверхонь паралельного переносу за даними аплікатами контурних та центрального вузлів, або за даними аплікатами контурних вузлів та величиною рекурентної залежності, що тотожна величині зовнішнього формоутворюючого навантаження статико-геометричного методу моделювання поверхонь.

Виведені формули мають вигляд:

$$z_{i+k,j+l} = 0,5 \cdot z_{i+n,j+l} + 0,5 \cdot z_{i+k,j+m} + (k^2 + l^2 - n^2 - m^2) \cdot 0,5 \cdot P ; \quad (1)$$

$$P = \frac{z_{i+k,j+l} - 0,5 \cdot z_{i+n,j+l} - 0,5 \cdot z_{i+k,j+m}}{(k^2 + l^2 - n^2 - m^2) \cdot 0,5} , \quad (2)$$

де:

$k$  — номер шуканого вузла,  $n$  — номер заданого контурного вузла,  $z_{i+n,j+l}$  — задана апліката контурного вузла за напрямом осі  $i$  ;

$l$  — номер шуканого вузла,  $m$  — номер заданого контурного вузла,  $z_{i+k,j+m}$  — задана апліката контурного вузла за напрямом осі  $j$  ;

$P$  — величина рекурентної залежності, що дорівнює 0,25 величини зовнішнього формоутворюючого навантаження статико-геометричного методу:  $P = 0,25 \cdot KP$  .

Приклади сформованих за формулами (1), (2), дискретних каркасів поверхонь наведені на рисунках 1 а), б), в), г).

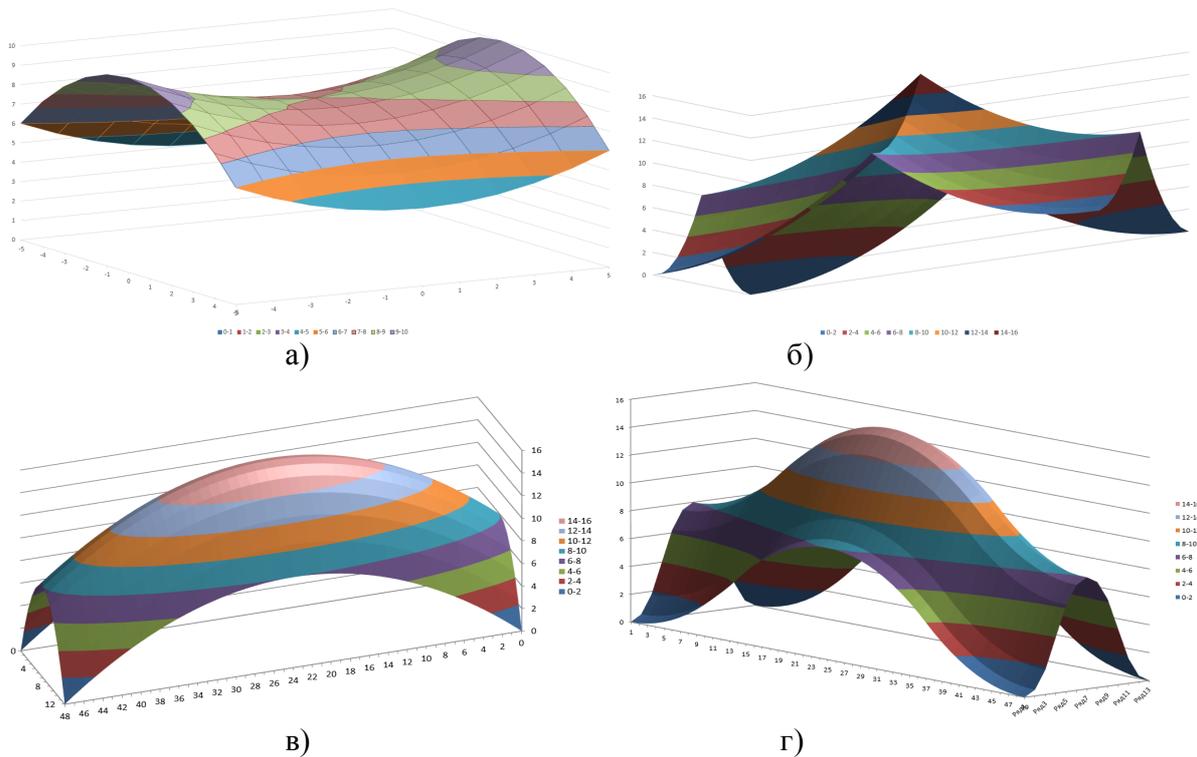


Рисунок 1 а), б), в), г). Сформовані дискретні каркаси поверхонь паралельного переносу за формулами (1), (2).

**Висновки.** Результатом даного дослідження є одержані формули загального вигляду (1), (2), що дозволяють формувати дискретні каркаси поверхонь паралельного переносу, складовими каркаса яких будуть криві другого порядку без складання і розв'язання великих систем рівнянь. Формоутворюючою є величина рекурентної залежності  $P$  (керування формою поверхні здійснюється за рахунок зміни величин рекурентної залежності дискретно заданих ліній контуру).

### Література

1. Самостян В.Р. Вплив геометричних вимог на процеси дискретного моделювання криволінійних об'єктів будівництва: дис. ...канд. техн. наук: 05.01.01 / В.Р. Самостян. – К., 2011. – 182 с.
2. Guoliang Xu, Oing Pan, Chandrajit L. Bajaj. Discrete surface modelling using partial differential equations. [Computer Aided Geometric Design. Volume 23, Issue 2](https://doi.org/10.1016/j.cagd.2005.05.004), February 2006, pp. 125-145, <https://doi.org/10.1016/j.cagd.2005.05.004>
3. Lienhardt P. (1997) Aspects in topology-based geometric modeling Possible tools for discrete geometry?. In: Ahronovitz E., Fiorio C. (eds) Discrete Geometry for Computer Imagery. DGCI 1997. Lecture Notes in Computer Science, vol 1347. Springer, Berlin, Heidelberg pp 33-48. <https://doi.org/10.1007/BFb0024828>
4. Vorontsov O. Discrete modeling of building structures geometric images. / O. Vorontsov, L. Tulupova, O. Vorontsova // International Journal of Engineering & Technology. Vol. 7 No. 3.2 (2018). P. 727 – 731.