

УДК 515.2+563.3

НАОЧНА ГЕОМЕТРИЧНА МОДЕЛЬ СИЛОВОГО ПОЛЯ З ДВОМА ТОЧКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Ковальов С.М. д.т.н.,

Мостовенко Ол-др В., к.т.н.

*Київський національний університет будівництва і архітектури
(Україна)*

Однією з проблем геометричного моделювання є наочне представлення результатів та даних, що отримано експериментальним шляхом, у вигляді зрозумілого геометричного образу. Наочність геометричних моделей, процесів та явищ сприяє кращому розумінню суті даного процесу та явища.

Особливу значимість набуває наочність зображень багатовимірних процесів. Підвищення такої наочності сприяє відображенню процесу або явища множинами ліній, що характеризують особливості процесу або явища.

Геометричною інтерпретацією будь-якого силового поля є багатовид, вимірність якого залежить від кількості параметрів поля, які враховано при його моделюванні. Наочне уявлення багатовиду так само, як і будь-якої поверхні, залежить від вибору множин кривих (або прямих) ліній, на які можна розширивати багатовид. Так, наприклад, сітка кривих на поверхні може як підвищити, так і зменшити наочність її зображення. На поверхнях, які утворено каркасно-кінематичним способом, за ці лінії, як правило, обираються твірні і траєкторії руху твірної. Такі сім'ї ліній не тільки представляють поверхню, але й демонструють процес її утворення.

Будь-який багатовид можна розширивати на різні множини поверхонь (площин), кожна з яких може бути представлена своїм сітчастим або лінійним каркасом.

У даній статті пропонується чотиривимірне силове поле графічно відобразити у вигляді множин ліній рівних потенціалів і силових ліній.

На потенціал силового поля у довільній точці тривимірного простору впливають відстані від точок поля до джерел енергії. Цей вплив зменшується зі збільшенням відстані від точок простору до джерел енергії. У роботі [3] авторами запропоновано такий геометричний апарат, що враховує вплив віддаленості джерела енергії від точок енергетичного поля на потенціали цих точок, а також різноманітні схеми цього апарата в залежності від виду

енергії від джерел та серед, в якій розповсюджується енергетичне поле.

Уявлення фізичного поля як множини ліній взаємного перетину однопараметричних множин софокусних еліпсоїдів, двопорожнинних гіперboloїдів та однопараметричної в'язки площин дозволяє геометрично моделювати поле у вигляді множин ізоліній та силових ліній, що посилює наочність геометричної моделі.

Множини ізоліній і силових ліній поля з двома точковими джерелами енергії утворюють геометричну модель поля у вигляді ортогональної структури ліній.

Ключові слова: силова лінія, силове поле, ізолінія, ізоповерхня, багатовид, фізичне поле, енергія, джерело енергії, відстань, вплив відстані, потенціал енергії.

Постановка проблеми. Наочність геометричних моделей, процесів та явищ сприяє кращому розумінню суті даного процесу та явища. Особливу значимість набуває наочність зображень багатовимірних процесів. Підвищення такої наочності сприяє відображенню процесу або явища множинами ліній, що характеризують особливості процесу або явища.

У даній статті пропонується чотиривимірне силове поле графічно відобразити в вигляді множин ліній рівних потенціалів і силових ліній.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У роботах [1] та [2] вирішувалися задачі визначення потенціалів точок методами неперервної або дискретної інтерполяції, але без врахування впливу відстаней від точок поля до джерел енергії на потенціали енергії в цих точках. Не враховувалося також те, що при наявності декількох джерел енергії, потенціал енергії в точці, яка співпадає з точковим джерелом енергії, повинен бути більшим, ніж потенціал цього джерела, так як до потенціалу енергії джерела додаються потенціали енергії від інших джерел.

У роботі [3] авторами запропоновано геометричний апарат, що враховує вплив віддаленості джерела енергії від точок енергетичного поля на потенціали цих точок.

Формулювання цілей статті. Метою статті є визначення множин ізоліній і силових ліній, які характеризують фізичне поле, що генерується двома точковими джерелами енергії.

Основна частина. Геометричною інтерпретацією будь-якого силового поля є багатовид, вимірність якого залежить від кількості параметрів поля, які враховано при його моделюванні. Наочне уявлення багатовиду так само, як і будь-якої поверхні залежить від вибору множин кривих (або прямих) ліній, на які можна розшарувати

багатовид. Так, наприклад, сітка кривих на поверхні може як підвищити, так і зменшити наочність її зображення. На поверхнях, які утворено каркасно-кінематичним способом, за ці лінії, як правило, обираються твірні і траєкторії руху твірної. Такі сім'ї ліній не тільки представляють поверхню, але й демонструють процес її утворення.

Будь-який багатовид можна розшарувати на різні множини поверхонь (площин), кожна з яких може бути представлена своїм сітчастим або лінійним каркасом.

Покажемо таке розшарування силового поля з двома точковими джерелами енергії.

На потенціал силового поля у довільній точці тривимірного простору впливають відстані від точок поля до джерел енергії. Цей вплив зменшується зі збільшенням відстані від точок простору до джерел енергії.

Потенціал енергії будь-якої точки простору можна підрахувати за формулою [3]:

$$U = t_1 U_1 + t_2 U_2, \quad (1)$$

де U_1, U_2 – потужності точкових джерел енергії;

t_1, t_2 – параметри, які дозволяють врахувати вплив відстаней від точки поля до джерел енергії на потенціал цієї точки.

В залежності від параметрів джерел енергії та серед, в якій розповсюджується енергія, можливі різні схеми визначення параметра t [3].

В окремому випадку при обмеженні зазначених відстаней величиною l_{max} , на якій вплив джерела енергії практично зникає, параметр t визначається за формулою [3]:

$$t_i = \frac{l_{max} - l_i}{l_{max}}, \quad (2)$$

де l_i – відстань від точки поля до i^{ro} джерела енергії.

Тоді рівняння (1) можна записати у вигляді:

$$U_1 l_1 + U_2 l_2 = l_{max}(U_1 + U_2 - U). \quad (3)$$

При заданому потенціалі, а саме, права частина рівняння (3) є величиною сталою. Рівняння (3) описує еліпсоїд обертання, який є ізоповерхнею рівних потенціалів.

Еліпсоїд (3) має півосі:

$$a = \frac{U_1 l_1 + U_2 l_2}{2}, \quad b = \frac{\sqrt{(U_1 l_1 + U_2 l_2)^2 - U x_2^2}}{2}, \quad (4)$$

де $x_2 = -x_1$ – абсциси заданих джерел енергії.

Джерела 1 і 2 енергії знаходяться на осі Ox симетрично відносно площини zOy .

Множина сталих величин U розшаровує чотиривимірний багатовид енергетичного поля на множину ізоповерхонь, які є софокусними еліпсоїдами обертання. З іншого боку множину цих

еліпсоїдів можна представити двопараметричною множиною еліпсів в однопараметричній в'язці площин з віссю Ox (рис.1).

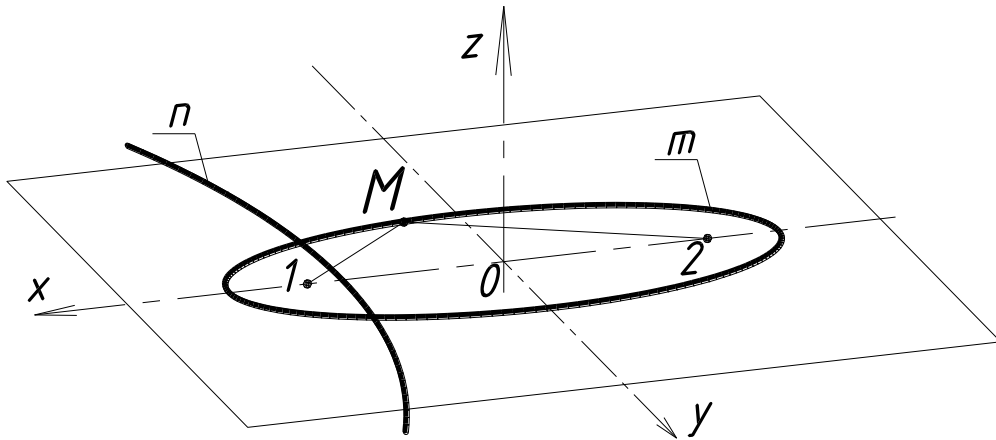


Рис. 1.

Відомо [4], що силові лінії фізичного поля разом з множиною ізоповерхонь утворюють просторову ортогональну систему. Цю систему можна розшарувати на однопараметричну множину плоских ортогональних сіток у площинах однопараметричної в'язки з віссю Ox . У кожній площині в'язки маємо ортогональну сітку софокусних еліпсів і гіпербол (рис.2).

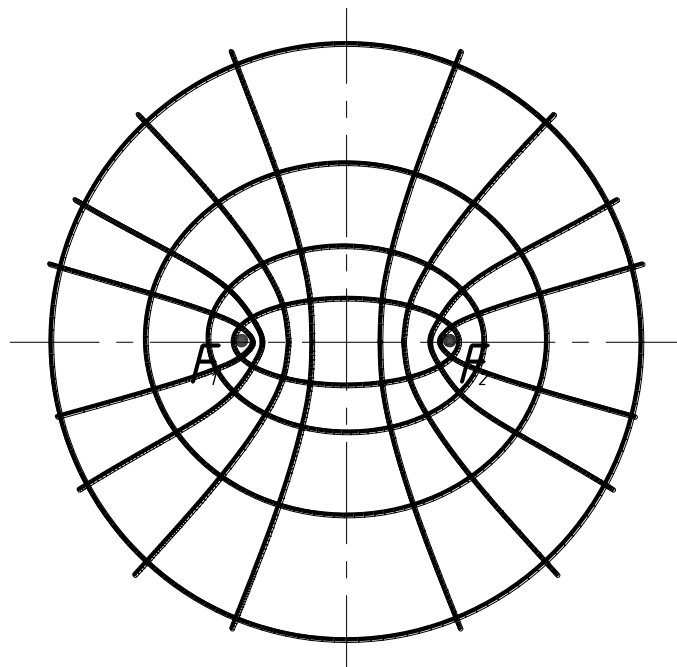


Рис. 2.

Множина ортогональних сіток у площинах в'язки з віссю Ox дає наочне уявлення фізичного поля у вигляді двопараметричної множини

еліптичних ізоліній і двопараметричної множини силових ліній у вигляді гіпербол, які є софокусними з еліптичними ізолініями.

Висновки. Уявлення фізичного поля як множини ліній взаємного перетину однопараметричних множин софокусних еліпсоїдів, двопорожнинних гіперболоїдів та однопараметричної в'язки площин дозволяє геометрично моделювати поле у вигляді множин ізоліній та силових ліній, що посилює наочність геометричної моделі.

Множини ізоліній і силових ліній поля з двома точковими джерелами енергії утворюють модель поля у вигляді ортогональної структури ліній.

Література

1. Сергейчук О.В. Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків : дис...д. техн. наук: 05.01.01. К.: КНУБА, 2008. 425с.
2. Скочко В.І. Спеціальні геометричні моделі процесів, що розвиваються в суцільному середовищі: дис...к. техн. наук: 05.01.01. К.: КНУБА, 2012. 269с.
3. Ковальов С.М. Мостовенко А.В. Вплив відстаней між точками інтерполянта та заданими точками на його форму. *Управління розвитком складних систем*, 2019. №37. С. 78 – 82.
4. Гильберт Д., Кон-Фоссен С. Наглядная геометрия. М. : Наука, 1981. 344 с.

НАГЛЯДНАЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИЛОВОГО ПОЛЯ С ДВУМЯ ТОЧЕЧНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ

Ковалёв С.Н., Мостовенко А.В.

Одной из проблем геометрического моделирования является наглядное представление результатов и данных, полученных экспериментальным путем, в виде понятного геометрического образа. Наглядность геометрических моделей, процессов и явлений способствует лучшему пониманию сути данного процесса и явления.

Особую значимость приобретает наглядность изображений многомерных процессов. Повышение такой наглядности способствует отражению процесса или явления множествами линий, характеризующими особенности процесса или явления.

Геометрической интерпретацией любого силового поля есть многообразие, размерность которого зависит от количества параметров поля, которые учтены при его моделировании. Наглядное представление многообразий так же, как и любой поверхности,

зависит от выбора множеств кривых (или прямых) линий, на которые можно расслоить многообразие. Так, например, сетка кривых на поверхности может как повысить, так и снизить наглядность ее изображения. На поверхностях, которые созданы каркасно-кинематической способом, за эти линии, как правило, выбираются образующие и траектории движения образующей. Такие семьи линий не только представляют поверхность, но и демонстрируют процесс ее образования.

Любое многообразие можно расслоить на различные множества поверхностей (плоскостей), каждая из которых может быть представлена своим сетчатым или линейным каркасом.

В данной статье предлагается четырехмерное силовое поле графически отобразить в виде множества линий равных потенциалов и силовых линий.

На потенциал силового поля в произвольной точке трехмерного пространства влияет расстояние от точки поля до источников энергии. Это влияние уменьшается с увеличением расстояния от точки пространства до источников энергии. В работе [3] авторами предложен такой геометрический аппарат, учитывающий влияние удаленности источника энергии от точек энергетического поля на потенциалы этих точек, а также различные схемы этого аппарата в зависимости от вида энергии источников и среды, в которой распространяется энергетическое поле.

Представление физического поля как множества линий взаимного пересечения однопараметрических множеств софокусных эллипсоидов, двуполостных гиперболоидов и однопараметрической связки плоскостей позволяет геометрически моделировать поле в виде множеств изолиний и силовых линий, а также усиливает наглядность геометрической модели.

Множества изолиний и силовых линий поля с двумя точечными источниками энергии образуют геометрическую модель поля в виде ортогональной структуры линий.

Ключевые слова: силовая линия, силовое поле, изолиния, изоповерхность, многообразие, физическое поле, энергия, источник энергии, расстояние, влияние расстояния, потенциал энергии.

VISUAL GEOMETRIC POWER FIELD MODEL WITH TWO POINT ENERGY SOURCES

Kovalov S., Mostovenko O.

One of the problems of geometric modeling is the visual representation of the results and data obtained experimentally in the form of an understandable geometric image. The visibility of geometric models,

processes and phenomena contributes to a better understanding of the essence of this process and phenomenon.

Of particular importance is the visibility of images of multidimensional processes. The increase in such visibility contributes to the reflection of a process or phenomenon by the set of lines characterizing the features of the process or phenomenon.

A geometric interpretation of any force field is a manifold whose dimension depends on the number of field parameters that are taken into account when modeling it. The visual representation of varieties as well as any surface depends on the choice of the sets of curves (or straight lines) into which the manifold can be stratified. For example, a grid of curves on a surface can both increase and decrease the visibility of its image. On surfaces that are created by the skeleton-kinematic method, generators and trajectories of the generatrix are usually selected for these lines. Such families of lines not only represent the surface, but also demonstrate the process of its formation.

Any variety can be stratified into various sets of surfaces (planes), each of which can be represented by its mesh or linear skeleton.

This article proposes a four-dimensional force field to be graphically displayed as a set of lines of equal potentials and lines of force.

The force field potential at an arbitrary point in three-dimensional space is affected by the distance from the field point to energy sources. This effect decreases with increasing distance from a point in space to energy sources. In [3], the authors proposed such a geometric apparatus that takes into account the influence of the distance of the energy source from the points of the energy field on the potentials of these points, as well as various schemes of this device depending on the type of energy of the sources and the medium in which the energy field propagates.

Representation of the physical field as the set of lines of intersection of one-parameter sets of confocal ellipsoids, two-sheeted hyperboloids and one-parameter bundles of planes allows you to geometrically simulate the field in the form of sets of isolines and lines of force, and also enhances the visibility of the geometric model.

The set of isolines and field lines with two point sources of energy form a geometric model of the field in the form of an orthogonal line structure.

Keywords: field line, force field, contour, isosurface, manifold, physical field, energy, energy source, distance, distance effect, energy potential.