

УДК 515.2+563.3

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Ковалёв С.Н. д.т.н.,

Мостовенко Ал-др В., к.т.н.

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
(Украина)

Для решения многих инженерных задач представляет интерес определение потенциала энергии пространства при заданных источниках энергии различной мощности, произвольно расположенных в пространстве, с учетом расстояний от точки пространства до источников энергии, т.к. с увеличением указанных расстояний влияние источников энергии на потенциал энергии заданной точки уменьшается. Зависимость между указанными расстояниями и потенциалами точек физического поля может быть достаточно сложной, т.к. кроме расстояний на нее оказывают влияние различные характеристики среды физического поля. С геометрической точки зрения источники энергии могут быть как точечными, так и линейными или в виде поверхностей (плоскостей).

С увеличением расстояния от точки физического поля до источника энергии потенциал энергии в этой точке уменьшается. При бесконечно большом расстоянии этот потенциал равен нулю, а при бесконечно малом – он принимает максимальное значение. В работе [3] было принято считать, что параметр t влияния источника энергии на потенциал точки физического поля может изменяться от нуля до единицы. При этом основным требованием являлась монотонность увеличения параметра t при монотонном уменьшении расстояния l . В общем случае при использовании перспективного соответствия между рядами t и l получается гиперболическая зависимость между t и l . Эту зависимость можно упростить, если максимальное расстояние ограничить величиной l_{max} [3]. Однако недостатком этой зависимости является то, что геометрическая модель становится ограниченной расстоянием l_{max} .

Этого недостатка можно избежать, если расстояние l_{max} принять переменным, зависящим от положения заданной точки физического поля. В этом случае физическое поле не будет ограниченным, т.к. по мере удаления точки физического поля от источников энергии величина l_{max} увеличивается, а параметр t стремится к нулю.

При определении параметра t удаленность точки физического

поля от источника энергии в зависимости от вида энергии и физических характеристик среды можно учитывать как функцию от расстояния, вид которой зависит от параметров вида энергии и параметров среды.

Ключевые слова: физическое поле, энергия, заданная точка, текущая точка, расстояние, влияние, потенциал энергии, источник энергии.

Постановка проблемы. Для решения многих инженерных задач представляет интерес определение потенциала энергии пространства при заданных источниках энергии различной мощности, произвольно расположенных в пространстве, с учетом расстояний от точки пространства до источников энергии, т.к. с увеличением указанных расстояний влияние источников энергии на потенциал энергии заданной точки уменьшается. Зависимость между указанными расстояниями и потенциалами точек физического поля может быть достаточно сложной, т.к. кроме расстояний на нее оказывают влияние различные характеристики среды физического поля. С геометрической точки зрения источники энергии могут быть как точечными, так и линейными или в виде поверхностей (плоскостей).

Анализ последних исследований. В работах [1] и [2] решались задачи подобного типа известными методами непрерывной или дискретной интерполяции, но без учета влияния расстояний от точки поля до источников энергии. Не учитывалось также то, что при наличии нескольких источников энергии потенциал энергии в точке, совпадающей с точечным источником энергии, должен быть больше, чем потенциал самого источника, т.к. к потенциалу источника добавляются потенциалы энергии от других источников.

Формулирование целей статьи. Предложить способ определения потенциала энергии произвольной точки физического поля при заданных источниках энергии с учетом расстояний от точки физического поля до источников энергии.

Основная часть. Как было сказано в «постановке проблемы» с увеличением расстояния от точки физического поля до источника энергии потенциал энергии в этой точке уменьшается. При бесконечно большом расстоянии этот потенциал равен нулю, а при бесконечно малом – он принимает максимальное значение. В работе [3] было принято считать, что параметр t влияния источника энергии на потенциал точки физического поля может изменяться от нуля до единицы. При этом основным требованием являлась монотонность увеличения параметра t при монотонном уменьшении расстояния l . При этом в общем случае при использовании перспективного

соответствия между рядами t и l получается гиперболическая зависимость между t и l :

$$t = \frac{1}{s + f(l)}, \quad (1)$$

где s – параметр центра перспективного соответствия.

Тогда потенциал энергии заданной точки физического поля определяется по формуле:

$$U = t_1 U_1 + t_2 U_2 + \dots + t_i U_i + \dots + t_n U_n, \quad (2)$$

где U_i – потенциал энергии i -го точечного источника;

t_i – параметр влияния i -го точечного источника энергии на потенциал заданной точки физического поля.

Зависимость (1) можно упростить, если максимальное расстояние ограничить величиной l_{max} [3]:

$$t = \frac{l_{max} - l}{l_{max}}. \quad (3)$$

Недостатком этой зависимости является то, что геометрическая модель становится ограниченной расстоянием l_{max} .

Этого недостатка можно избежать, если расстояние l_{max} принять переменным, зависящим от положения заданной точки физического поля, например:

$$l_{max} = l_1 + l_2 + \dots + l_i + \dots + l_n. \quad (4)$$

В этом случае физическое поле не будет ограниченным, т.к. по мере удаления точки физического поля от источников энергии величина (4) увеличивается, а параметр t стремится к нулю.

При определении параметра t удаленность точки физического поля от источника энергии в зависимости от вида энергии и физических характеристик среды можно учитывать как функцию от расстояния, вид которой зависит от параметров вида энергии и параметров среды. Тогда формула (3) принимает вид:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^n f(l_i) - f(l_i)}{\sum_{i=1}^n f(l_i)}. \quad (5)$$

Пример. Примем $f(l) = l^2$. Задано три точечных источника энергии с потенциалами $U_1 = 1$ условная единица; $U_2 = 2$ усл. ед.; $U_3 = 3$ усл. ед. Заданы координаты этих источников энергии: I ($x=2$ лин. ед.; $y=0$; $z=1$ лин. ед.), II ($x=2$; $y=3$; $z=2$), III ($x=0$; $y=4$; $z=3$).

Определить дискретные значения потенциалов точек физического поля с шагом одна линейная единица в ограниченной области $4 \geq x \geq 0; 4 \geq y \geq 0; 4 \geq z \geq 0$ (рис. 1).

После подстановки всех исходных данных в формулу (2) для определения потенциала произвольной точки пространства получим:

$$U_{i,j,k} = \frac{5l_1^2 + 4l_2^2 + 3l_3^2}{l_1^2 + l_2^2 + l_3^2}. \quad (5)$$

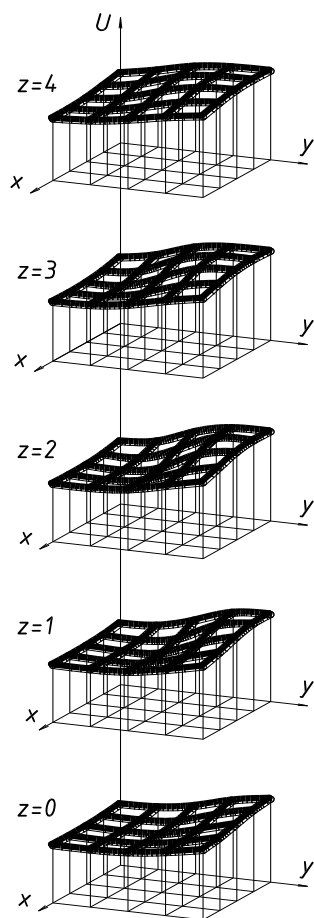


Рис. 1

Выводы. Предложен способ определения потенциала энергии произвольной точки физического поля при заданных источниках энергии с учетом расстояний от точки физического поля до источников энергии.

Литература

1. Скочко В.І. Спеціальні геометричні моделі процесів, що розвиваються в суцільному середовищі: дис. ... к. техн. наук: 05.01.01. К.: КНУБА, 2012. 269с.

2. Сергейчук О.В. Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків. Дис., ... д-ра. техн. наук: 05.01.01. К.: КНУБА, 2008. 425с.
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.

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПОЛІВ

Ковальов С. М., Мостовенко О. В.

Для вирішення багатьох інженерних задач становить інтерес визначення потенціалу енергії простору при заданих джерелах енергії різної потужності, довільно розташованих в просторі, з урахуванням відстаней від точки простору до джерел енергії, тому що зі збільшенням зазначених відстаней вплив джерел енергії на потенціал енергії заданої точки зменшується. Залежність між зазначеними відстанями та потенціалами точок фізичного поля може бути досить складною, тому що крім відстаней на неї впливають різні характеристики середовища фізичного поля. З геометричної точки зору джерела енергії можуть бути як точковими, так і лінійними або у вигляді поверхонь (площин).

Зі збільшенням відстані від точки фізичного поля до джерела енергії потенціал енергії в цій точці зменшується. При нескінченно великій відстані цей потенціал дорівнює нулю, а при нескінченно малій - він приймає максимальне значення. В роботі [3] було прийнято вважати, що параметр t впливу джерела енергії на потенціал точки фізичного поля може змінюватися від нуля до одиниці. При цьому основною вимогою була монотонність збільшення параметра t при монотонному зменшенні відстані l . В загальному випадку при використанні перспективної відповідності між рядами t і l виходить гіперболічна залежність між t і l . Цю залежність можна спростити, якщо максимальну відстань обмежити величиною l_{max} [3]. Однак недоліком цієї залежності є те, що геометрична модель стає обмеженою відстанню l_{max} .

Цього недоліку можна уникнути, якщо відстань l_{max} прийняти змінною, що залежить від положення заданої точки фізичного поля. У цьому випадку фізичне поле не буде обмеженим, тому що по мірі віддалення точки фізичного поля від джерел енергії величина l_{max} збільшується, а параметр t прямує до нуля.

При визначенні параметра t віддаленість точки фізичного поля від джерела енергії в залежності від виду енергії і фізичних характеристик середовища можна враховувати як функцію від

відстані, від якої залежить від параметрів виду енергії і параметрів середовища.

Ключові слова: фізичне поле, енергія, задана точка, поточна точка, відстань, вплив, потенціал енергії, джерело енергії.

GEOMETRICAL MODELING OF PHYSICAL FIELDS

Kovalov S., Mostovenko A.

To solve many engineering problems, it is of interest to determine the space energy potential for given energy sources of different power, arbitrarily located in space, taking into account the distances from the space point to the energy sources, since with an increase in these distances, the influence of energy sources on the energy potential of a given point decreases. The relationship between these distances and the potentials of the points of the physical field can be quite complicated, because besides distances, it is influenced by various characteristics of the medium of a physical field. From a geometric point of view, energy sources can be either point or linear, or in the form of surfaces (planes).

With increasing distance from the point of the physical field to the energy source, the energy potential at this point decreases. For an infinitely large distance, this potential is zero, and for an infinitesimally small one, it takes the maximum value. In [3], it was assumed that the parameter t of the influence of the energy source on the potential of a point of a physical field can vary from zero to one. In this case, the main requirement was the monotonic increase of the parameter t with a monotonic decrease in the distance l . In this case, in the general case, when using the perspective correspondence between the t and l series, a hyperbolic dependence between t and l is obtained. This dependence can be simplified if the maximum distance is limited to l_{max} [3]. However, the disadvantage of this relationship is that the geometric model becomes limited by the distance l_{max} .

This disadvantage can be avoided if the distance l_{max} is taken as variable, depending on the position of the given point of the physical field. In this case, the physical field will not be limited, since as the point of the physical field moves away from energy sources, the value of l_{max} increases, and the parameter t tends to zero.

When determining the parameter t , the distance of a point of a physical field from an energy source, depending on the type of energy and physical characteristics of the medium, can be taken into account as a function of distance, the form of which depends on the parameters of the form of energy and parameters of the medium.

Keywords: physical field, energy, given point, current point, distance, influence, energy potential, energy source.