

УДК 514.182

к.т.н., доцент Мостовенко А.В.,

a.mostovenko25@gmail.com, ORCID: 0000-0002-3423-4126,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА ЭНЕРГИИ В ПРОИЗВОЛЬНОЙ ТОЧКЕ ПРОСТРАНСТВА ОТ ТОЧЕЧНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ И ЕГО ОТРАЖЕНИЯ

Предложена геометрическая модель определения потенциала энергии в произвольной точке трехмерного пространства от точечного источника энергии и его отражения в экране, который представлен плоскостью общего положения, с учетом того, что не вся энергия от источника отражается в экране. Частично оставшуюся энергию экран поглощает.

Ключевые слова: отражение, поглощение, расстояние, функция от расстояния, влияние, потенциал энергии, точечный источник энергии, физическое поле, гиперповерхность.

Постановка проблемы. При решении различных инженерных задач, связанных с определением потенциала энергии в произвольной точке трехмерного пространства от различного вида точечных источников энергии, необходимо также учитывать как возможность отражения данного вида энергии от заданных в пространстве поверхностей (плоскостей), так и поглощения её теми же самыми поверхностями. Параметрами влияния таких поверхностей на степень поглощения (отражения) энергии могут быть: форма, цвет, текстура, материал поверхности и т.д.

Формулирование целей и задач статьи. Предложить геометрическую модель определения потенциала энергии в произвольной точке трехмерного пространства от точечного источника энергии и его отражения в плоском экране.

Анализ последних исследований и публикаций. В работах [1] и [2] изучалась проблема определения потенциала энергии в точках двумерного и трехмерного пространства при заданных источниках энергии.

В проанализированной литературе отсутствуют работы, связанные с определением потенциала в точке пространства от точечного источника энергии с учётом влияния расстояния между точкой физического поля и точечным источником энергии с возможностью отражения (поглощения) энергии от экрана.

Основная часть. Условие задачи. Задан точечный источник энергии M и отражающий экран в виде плоскости общего положения (рис.1):

$$\frac{x}{a} + \frac{y}{b} + \frac{z}{c} - 1 = 0. \quad (1)$$

Определить потенциал энергии в произвольной точке N от источника M и его отражения в экране M' при условии, что экран ABC отражает только часть энергии источника, а остальную энергию поглощает.

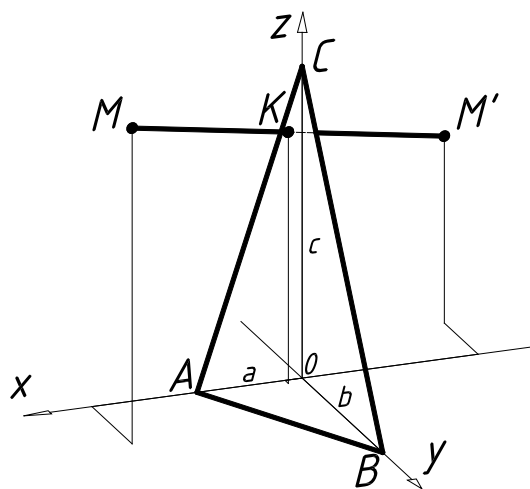


Рис. 1.

Пусть задан коэффициент отражения $r \leq 1$. Тогда отраженная энергия источника M равна:

$$U_o = U \cdot r, \quad (2)$$

где U – энергия, излучаемая источником M .

Тогда для определения потенциала энергетического поля в любой точке пространства необходимо знать координаты отражения M' источника M .

Известно, что отражение источника M находится на перпендикуляре, опущенном из M на плоскость (1) отражающего экрана, причем расстояние от отражения M' равно расстоянию от источника M до этого экрана.

Точка K пересечения перпендикуляра, проходящего через точку M к плоскости (1), с этой плоскостью определяется по формулам:

$$x_K = \frac{a[ax_M(b^2 + c^2) - bc^2y_M - b^2cz_M + b^2c^2]}{b^2c^2 + a^2c^2 + a^2b^2}; \quad (3)$$

$$y_K = \frac{b[-ac^2x_M + by_M(c^2 + a^2) - a^2cz_M + a^2c^2]}{b^2c^2 + a^2c^2 + a^2b^2}; \quad (4)$$

$$z_K = \frac{c[cz_M(a^2 + b^2) - ab^2x_M - a^2by_M + a^2b^2]}{b^2c^2 + a^2c^2 + a^2b^2}. \quad (5)$$

Учитывая равенство расстояний MK и $M'K$, определяем координаты точки M' из условия $x'_M = 2x_K - x_M$; $y'_M = 2y_K - y_M$; $z'_M = 2z_K - z_M$:

$$x_{M'} = \frac{x_M(a^2b^2 + a^2c^2 - b^2c^2) + 2abc(bc - cy_M - bz_M)}{a^2b^2 + a^2c^2 + b^2c^2}; \quad (6)$$

$$y_{M'} = \frac{y_M(a^2b^2 - a^2c^2 + b^2c^2) + 2abc(ac - cx_M - az_M)}{a^2b^2 + a^2c^2 + b^2c^2}; \quad (7)$$

$$z_{M'} = \frac{z_M(-a^2b^2 + a^2c^2 + b^2c^2) + 2abc(ab - bx_M - ay_M)}{a^2b^2 + a^2c^2 + b^2c^2}. \quad (8)$$

Потенциал произвольной точки пространства:

$$U = U_M t_M + U_{M'} t_{M'}, \quad (9)$$

где t_M и $t_{M'}$ – параметры, учитывающие расстояние от точек M и M' до произвольной точки трехмерного пространства:

$$t_M = \frac{s}{s + f(l_M)}; \quad (10)$$

$$t_{M'} = \frac{s}{s + f(l_{M'})}, \quad (11)$$

где $s, f(l_M)$ и $f(l_{M'})$ – соответствуют [3].

Потенциал точки M' :

$$U_{M'} = r \cdot U_M, \quad (12)$$

где r – коэффициент отражения.

Величина параметра t зависит от координат точек трехмерного пространства.

По уравнению (9) с учетом (12) определяется потенциал U произвольной точки трехмерного пространства.

Пример.

Рассмотрим гиперповерхность потенциалов энергии при заданном источнике энергии $M (20; 10; 30)$ и заданном экране в виде плоскости общего положения:

$$\frac{x}{10} + \frac{y}{20} + \frac{z}{30} = 1. \quad (13)$$

В качестве исходных данных примем единичный параметр $s=l$, функцию $f(l)=l$, коэффициент отражения $r=0,5$ и потенциал энергии в точке M равен $U_M=100$.

Тогда параметр t определяется по формуле:

$$t = \frac{1}{1+l}. \quad (14)$$

Координаты отраженной точки M' определяем по формулам (6 – 8):

$$\begin{aligned} x_{M'} &= -16,7347; \\ y_{M'} &= -8,3673; \\ z_{M'} &= 17,7551. \end{aligned} \quad (15)$$

Тогда уравнение (9) принимает вид:

$$\begin{aligned} U &= \frac{100}{1 + \sqrt{(x-20)^2 + (y-10)^2 + (z-30)^2}} + \\ &+ \frac{50}{1 + \sqrt{(x+16,7347)^2 + (y+8,3673)^2 + (z-17,7551)^2}}, \end{aligned} \quad (16)$$

которое является расчетным для определения потенциала энергии в произвольной точке трехмерного пространства. На рис. 2 показаны дискретные значения потенциалов с шагом $h = z_i - z_{i-1} = 10$ на интервале $40 \geq x \geq 0$; $20 \geq y \geq -20$; $40 \geq z \geq 0$.

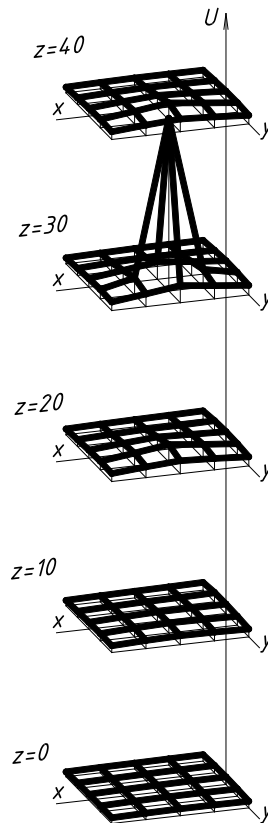


Рис. 2.

Выводы и перспективы. Вышеизложенное исследование показало, что при определении потенциала энергии в произвольной точке трехмерного пространства от точечного источника энергии и его отражения в экране необходимо также учитывать и отражение самого точечного источника в экране, несущее определенный потенциал, которое влияет на суммарный потенциал заданного источника.

Список использованной литературы

1. Скочко В. І. Спеціальні геометричні моделі процесів, що розвиваються в суцільному середовищі: дис...к. техн. наук: 05.01.01. [Текст]:/ В.І. Скочко - К.: КНУБА, 2012. – 269с.
2. Сергейчук О.В. Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків. Дис...д. техн. наук: 05.01.01. [Текст]:/ О.В. Сергейчук - К.: КНУБА, 2008. 425с.

3. Ковалёв С.Н. Интерполяция точек на плоскости с учётом коэффициентов влияния заданных точек / С.Н. Ковалёв, А.В. Мостовенко // Сучасні проблеми моделювання: зб. наук. праць. – Мелітополь: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2018.– Вип. 13. – С. 69-75.

к.т.н. Мостовенко О.В.,
Київський національний університет
будівництва та архітектури

ВИЗНАЧЕННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ЕНЕРГІЇ В ДОВІЛЬНІЙ ТОЧЦІ ПРОСТОРУ ВІД ТОЧКОВОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА ЙОГО ВІДБИТТЯ

В даному дослідженні запропоновано геометричну модель визначення потенціалу енергії в довільній точці тривимірного простору від точкового джерела енергії та його відображення в екрані, який представлено площиною загального положення, з урахуванням того, що не вся енергія від джерела відбивається в екрані. Частково екран поглинає енергію, що залишилась.

Ключові слова: відбиття, поглинання, відстань, функція від відстані, вплив, потенціал енергії, точкове джерело енергії, фізичне поле, гіперповерхня.

PhD. A. Mostovenko,
Kyiv national university
of construction and architectural

DETERMINATION OF THE POTENTIAL OF ENERGY IN AN ARBITRARY SPOT POINT FROM THE POINT SOURCE OF ENERGY AND ITS REFLECTION

In this study, a geometric model is proposed for determining the energy potential at an arbitrary point in three-dimensional space from a point source of energy and its reflection in the screen, which is represented by a general plane, taking into account the fact that not all the energy from the source is reflected in the screen. Partially remaining energy absorbs the screen.

Keywords: reflection, absorption, distance, function from distance, influence, energy potential, point source of energy, physical field, hypersurface.