

ВПЛИВ ПЕРЕВИЩЕННЯ ПРОМЕНЯ ЗОРУ НА ТОЧНІТЬ РОЗРАХУНКУ БЕЗПЕРЕШКОДНОЇ ВИДИМОСТІ ЗА НАБЛИЖЕНИМИ ФОРМУЛАМИ

Кундрат Т. М., к.т.н.

kundratt@i.ua, ORCID: 0000-0001-9345-3161

Літніцький С. І., к.т.н., доцент

gavran88@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4962-7800

Пугачов Є. В., д.т.н., професор

rev1957@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4771-0942

Зданевич В. А.

vasy1.zdanevych@gmail.com, ORCID: 0000-0002-9875-8463

Національний університет водного господарства та природокористування
(Україна, м. Рівне)

Анотація. Робота присвячена виявленню впливу перевищення променя зору на точність розрахунку безперешкодної видимості за наближеними формулами при розміщенні рядів по кривій найменшого підйому. Наведені наближені і точна формули розрахунку і за ними обчислені ординати монокулярних очей глядачів для перевищень променя зору 0,06; 0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,15; 0,16; 0,18 м. Результати обчислень представлені у вигляді кривих підйому монокулярних очей глядачів. Наведені криві абсолютних похибок для згаданих перевищень променя зору, які обчислювались як різниця між ординатами очей глядачів, розрахованих за наближеними формулами, і точною рекурентною формулою. На основі аналізу кривих абсолютних похибок зроблено висновок, що наближені формули дають прийнятну похибку для перевищення променя зору, наближеного до 0,12 м, яка зростає із збільшенням кількості рядів. Абсолютна похибка із зростанням перевищення променя зору може змінювати знак.

Ключові слова: безперешкодна видимість; крива найменшого підйому; перевищення променя зору; абсолютна похибка; фокусна точка; глибина ряду

Постановка проблеми. Коректне використання наближених формул для розрахунку безперешкодної видимості при розміщенні рядів для глядачів на розрізі залу по кривій найменшого підйому повинно спиратись на визначення області їх застосування, яка залежить від меж зміни параметрів формул. Зокрема, від меж зміни висоти перевищення зору C , яке за даними [3-5] може змінюватись від 0,06 до 0,15 м залежно від призначення приміщення. Окрім того, в літературі з проектування видимості подекуди рекомендують для задніх рядів в великих залах збільшувати перевищення променя зору до 0,20 м.

Аналіз останніх досліджень. В роботах [6-7] порівнювались результати розрахунків за наближеними формулами з результатами, отриманими за точною рекурентною формулою, але при цьому перевищення променя зору C задавалось сталим ($C = 0,12$ м). Решта параметрів розрахунку мали такі значення: кількість рядів $n = 15$, глибина ряду $d = 0,9$ м, висота фокусної точки над рівнем підлоги

першого ряду $Y_f = 1,5$ м, відстань в плані від першого ряду до фокусної точки $x_1 = 2,5$ м, висота очей сидячого глядача над рівнем підлоги $h = 1,2$ м.

Формулювання цілей. В роботі поставлена мета – виявити вплив зміни перевищення променя зору і кількості рядів на точність розрахунків безперешкодної видимості за наближеними формулами при розміщенні рядів на розрізі залу по кривій найменшого підйому і надати відповідні рекомендації стосовно використання наближених формул.

Основна частина. Точні значення координат монокулярних очей глядачів обчислювались за відомою формулою [6-7], яка відповідає геометричній суті алгоритму:

$$y_i = \frac{(y_{i-1} + C - y_f)(x_1 + d(i - 1))}{x_1 + d(i - 2)} + y_f, \quad i = 2, 3, \dots, n, \quad (1)$$

де y_{i-1} , y_i – ординати монокулярних очей глядачів $(i-1)$ -го та i -го рядів (y_1 – дорівнює висоті очей сидячого глядача над рівнем підлоги h), C – перевищення променя зору, y_f – ордината фокусної точки (висота над рівнем підлоги першого ряду), x_1 – відстань в плані від фокусної точки до першого ряду, d – глибина ряду (відстань між спинками крісел суміжних рядів).

Формула (1) має рекурентний характер і не дозволяє відразу обчислити висоту очей останнього ряду. Тому використовують наближену формулу [2]:

$$y_{1i} = (x_1 + d(i - 1)) \left(\frac{H_0}{x_1} + \frac{2,4C}{d} \log \frac{x_1 + d(i - 1)}{x_1} \right) + y_f, \quad (2)$$

де H_0 – висота монокулярного ока глядача першого ряду над рівнем фокусної точки, яка береться алгебраїчно (зі знаком «+», якщо $h > y_f$, або зі знаком «-», якщо $h < y_f$).

Або наближену формулу [1]:

$$y_{2i} = \left(\frac{H_0}{x_1} + \frac{2,3026C}{d} \log \frac{x_1 + d(i - 1) - 0,5d}{x_1 - 0,5d} \right) (x_1 + d(i - 1)) + h. \quad (3)$$

За наведеними формулами (1-3) в середовищі MathCad обчислювались ординати монокулярних очей глядачів для значень перевищення зору 0,06; 0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,15; 0,16; 0,18 м. Кількість рядів n у всіх випадках дорівнювала 30. Решта параметрів мали такі ж значення, як і наведені в пункті **Аналіз останніх досліджень**.

Криві, обчислені за точною рекурентною формулою (1), представлені на рис. 1. Як видно з рис. 1, криві майже накладаються одна на одну, і ордината очей змінюється від 1,2 м до приблизно до 8 м з невеликою різницею (від 7,96 до 8,09 м).

Криві, обчислені за наближеною формулою (2) показані на рис. 2. Як видно з рисунку, підйом кривих суттєво залежить від перевищення променя зору і змінюється від 1,2 м до 2,91 м для перевищення променя зору 0,06 м до 12,59 м для перевищення променя зору 0,18 м.

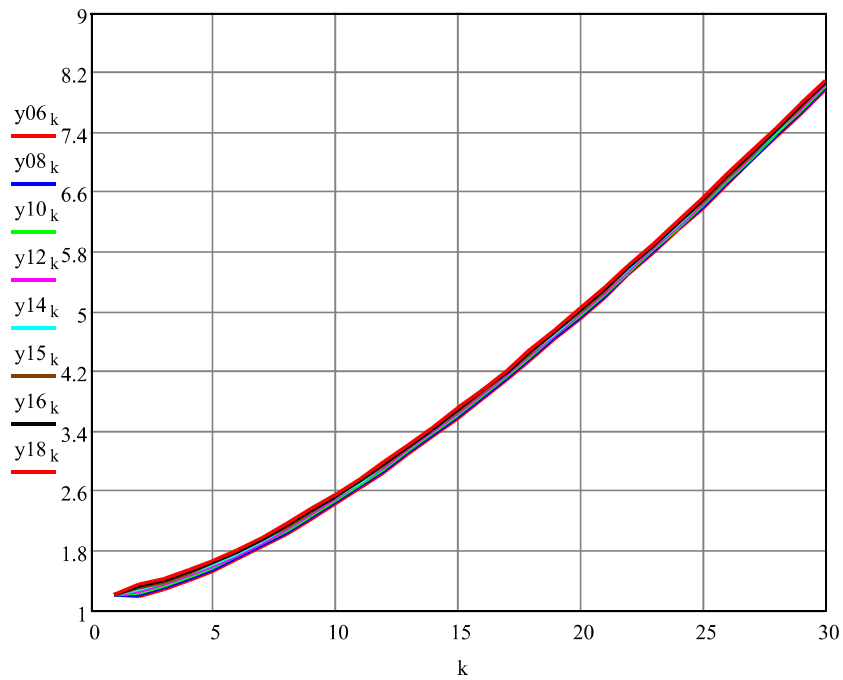


Рис. 1. Криві мінімального підйому монокулярних очей глядачів, обчислені за точною рекурентною формулою для різних перевищень променя зору ($C = 0,06$; $0,08$; $0,10$; $0,12$; $0,14$; $0,15$; $0,16$; $0,18$ м)

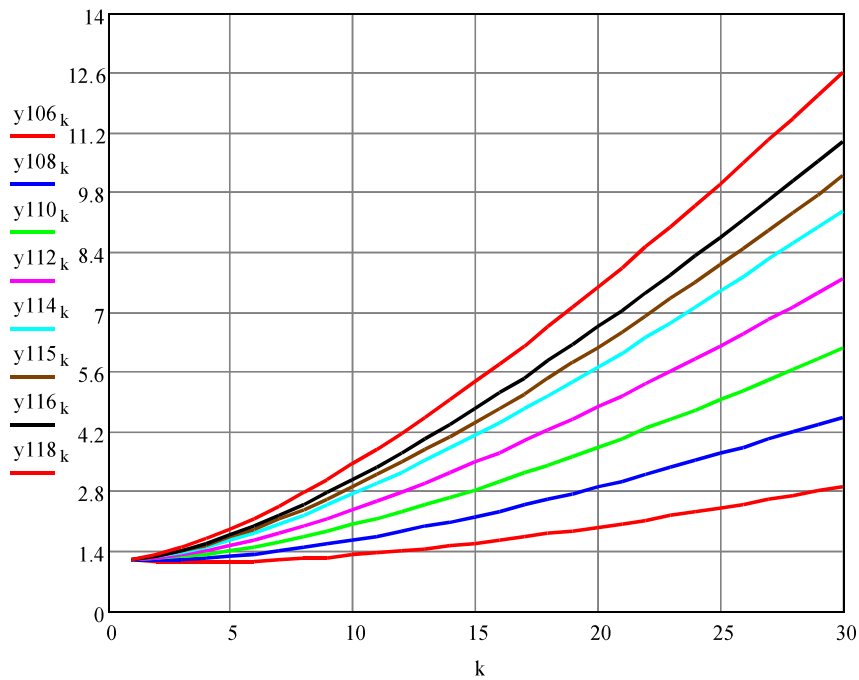


Рис. 2. Криві мінімального підйому монокулярних очей глядачів, обчислені за наближеною формулою (2) для різних перевищень променя зору ($C = 0,06$; $0,08$; $0,10$; $0,12$; $0,14$; $0,15$; $0,16$; $0,18$ м, нижня крива відповідає перевищенню променя зору $0,06$ м, а верхня – $0,18$ м)

Аналогічно з невеликими відмінностями по висоті виглядають криві (рис. 3), обчислені за наближеною формулою (3).

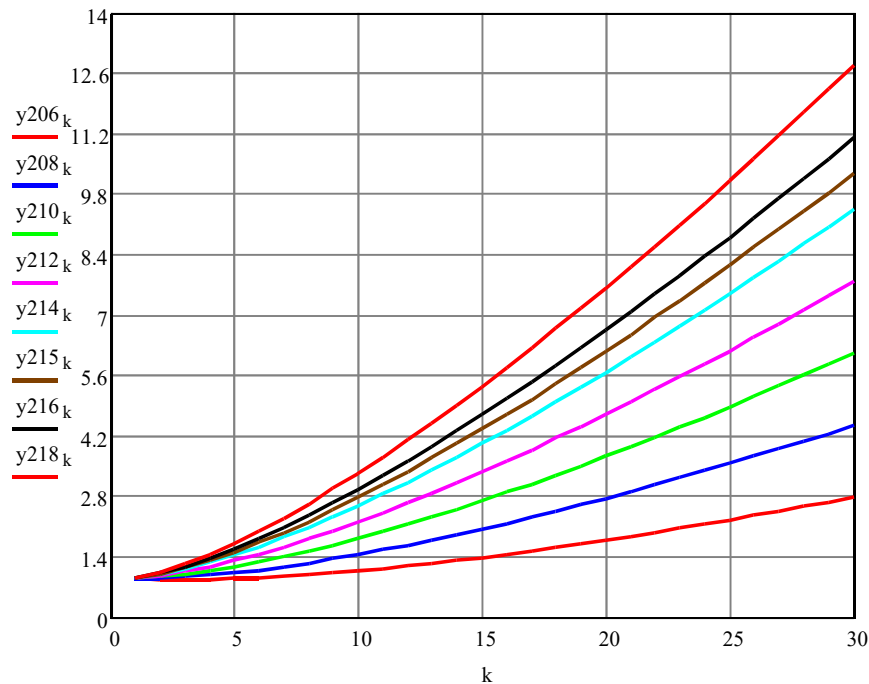


Рис. 3. Криві мінімального підйому монокулярних очей глядачів, обчислені за наближеною формулою (3) для різних перевищень променя зору ($C = 0,06; 0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,15; 0,16; 0,18$ м, нижня крива відповідає перевищенню променя зору $0,06$ м, а верхня – $0,18$ м)

На рис. 4 показані криві абсолютної похибки, визначені як різниця між ординатами очей глядачів, обчислених за наближеною формулою (2) і за точною рекурентною формулою (1). З рис. 4 зрозуміло, що тільки для перевищення зору $C = 0,12$ м похибка є мінімальною і змінюється від 0 для глядача першого ряду до $-0,2736$ м для глядача останнього 30-го ряду. Слід відмітити, що абсолютна похибка змінює знак.

Аналогічна картина спостерігається і для абсолютних похибок (рис. 5), обчислених для наближеної формули (3), з тією відмінністю, що для перевищення променя зору $C = 0,12$ м мінімальна похибка змінюється від 0 до $0,2704$ м.

Висновки. Наближені формули для розрахунку безперешкодної видимості на розрізі залу при підйомі рядів по кривій мінімального підйому дають прийнятну абсолютну похибку лише для перевищення променя зору, наближеного до $C = 0,12$ м. Похибка збільшується при збільшенні кількості рядів і може змінювати знак. Додатна похибка означає, що безперешкодна видимість забезпечується із запасом, а від'ємна – що насправді виникає затуляння. Наближені формули слід використовувати лише для швидкої варіантної оцінки підйому рядів при невеликій їх кількості.

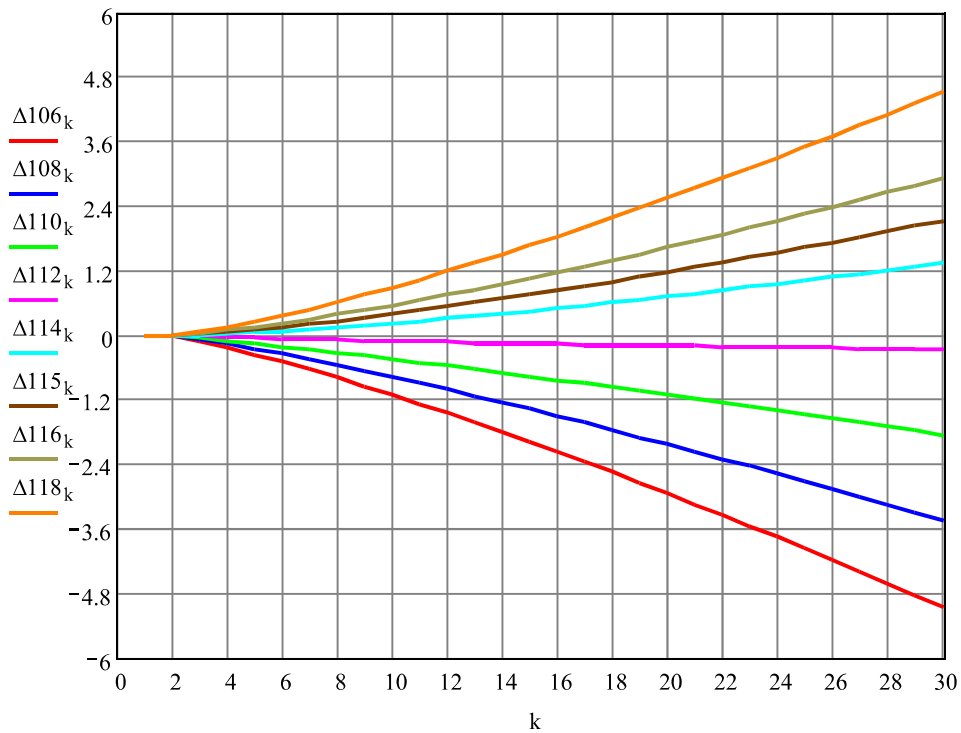


Рис. 4. Криві абсолютних похибок, обчислені для наближеної формули (2) для різних значень перевищення зору (нижня крива – для $C = 0,06$ м, верхня – для $C = 0,18$ м)

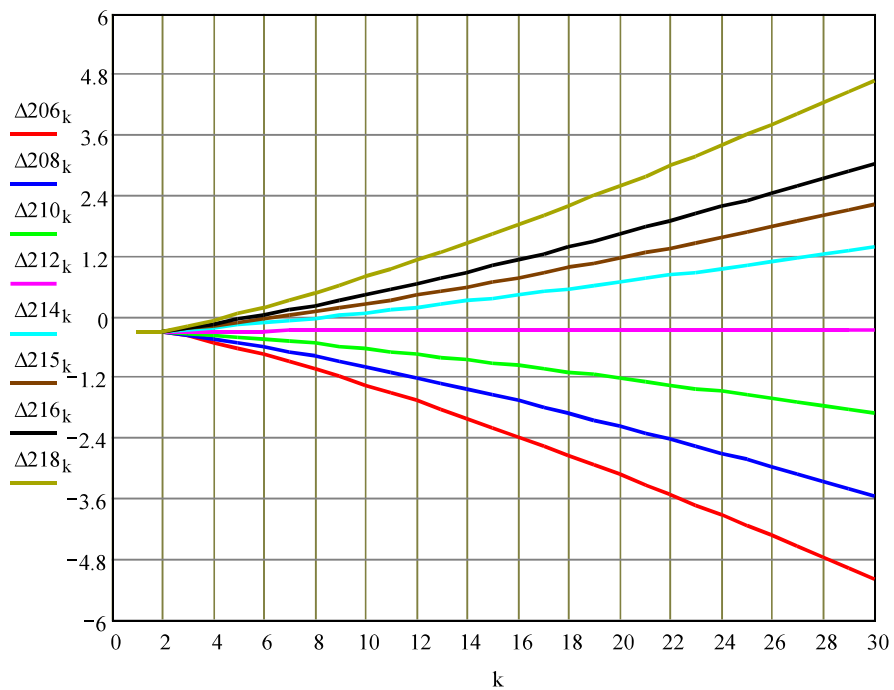


Рис. 5. Криві абсолютних похибок, обчислені для наближеної формули (3) для різних значень перевищення зору (нижня крива – для $C = 0,06$ м, верхня – для $C = 0,18$ м)

Бібліографічний список

1. Богословский В. А., Данилюк А. М. Расчет видимости и построение мест для зрителей в зрелищно-массовых сооружениях. М.: Государственное архитектурное издательство академии архитектуры СССР, 1940. 140 с.
2. Гнедовский Ю. П., Савченко М. Р. Кинотеатры (основы проектирования). М.: Стройиздат, 1968. 240 с.
3. ДБН В.2.2-16-2005. Культурно-видовищні та дозвіллеві заклади. Київ : Держбуд України, 2005. 64 с.
4. ДБН В.2.2-13-2003. Будинки і споруди. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. Київ: Державний комітет України з будівництва та архітектури, 2004. 105 с.
5. ДБН В.2.2-3:2018. Заклади освіти. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2018. 57 с.
6. Пугачов Є. В. Порівняння і аналіз формул для розрахунку безперешкодної видимості. Вісник НУВГП. 2007. Вип. 2(38). С. 220-227.
7. Пугачов Є. В., Зданевич В. А. Видимість і зорове сприйняття в будівлях і спорудах для глядачів. Рівне: НУВГП, 2014. 150 с.
8. Пугачов Є. В., Зданевич В. А., Кундрат Т. М, Літницький С. І. Зорове сприйняття, видимість та оцінка затуляння в будівлях і спорудах для глядачів: монографія. – Рівне: Волинські обереги, 2023. 346 с.