УДК 514.18:725.8

Кокоч М. В., аспірант (Луцький національний технічний університет),
Пугачев Є. В., д.т.н., проф. (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

МОДЕЛЮВАННЯ ФАКТИЧНОГО ЗАТУЛЯННЯ В ЗАЛІ КІНОТЕАТРУ З ЛАМАНИМИ В ПЛАНІ РЯДАМИ МІСЦЬ І ЦИЛІНДРИЧНИМ КІНОЕКРАНОМ

Запропонована геометрична модель визначення площі затуляння циліндричного кіноекрану для випадку, коли ряди місць в плані є двохланковою ламаною. Проаналізовано зміну площі затуляння залежно від номера ряду. Наведено криву залежності площі затуляння від номера ряду та показники затуляння для залу: мінімальна та максимальна площі затуляння, сумарна і середня площі затуляння.
Ключові слова: видимість, площа затуляння кіноекрану, фокусна лінія.

Предложена геометрическая модель определения площади загораживания цилиндрического киноэкрана для случая, когда ряды мест в плане представляют собой двухзвенную ломаную. Проанализировано изменение площади загораживания в зависимости от номера ряда. Приведена кривая зависимости площади загораживания от номера ряда и показатели загораживания для зала: минимальная и максимальная площади загораживания, суммарная и средняя площади загораживания.
Ключевые слова: видимость, площадь загораживания киноэкрана, фокусная линия.

The geometrical model of definition of the area screening a cylindrical screen for a case when numbers of places in the plan represent two-link a broken line is offered. Area change screening depending on number of places is analysed. The curve of dependence of the area screening from number of places and indicators screening for a hall is resulted: the minimum and maximum area screening, the total and average area screening.
Keywords: visibility, the screening of cinema screen, a focal line.

Безперешкодну видимість проектують, як правило, за двовимірною моделлю [1-5,], тобто при визначеному розміщенні рядів місць в плані на розрізі визначають їх розміщення по висоті. При цьому висоту всіх місць даного ряду приймають однаковою. Такий метод розрахунку дає правильні результати тільки для двох варіантів розміщення рядів в плані: коли фокусна лінія [7-10], видимість якої забезпечує видимість об’єкта спостереження в цілому, пара-

лельна рядам, і коли вона і ряди в плані є концентричними колами. Проте в практиці проектування залів зустрічаються різні за формою фокусні лінії і ряди в плані, як і різні їх сполучення [6, 7], що призводить при використанні двовимірної моделі видимості до виникнення в залі фактичного затуляння, різного для кожного глядача або для глядачів різних рядів. Для кінотеатрів оцінити затуляння можна за площею, обмеженою зверху лінією проекції маківок глядачів попереднього ряду на екран з монокулярного ока глядача наступного ряду, а знизу – нижньою кромкою екрану. З боків площа обмежується боковими кромками екрану. Оцінка затуляння в залах для глядачів, зокрема, кінотеатрах необхідна для порівняння залів між собою та зонування місць в залі. Критерієм порівняння залів може бути сумарна площа затуляння або середня площа затуляння на одного глядача. Підґрунтям зонування – площа затуляння для кожного глядача.

В роботі [9] розглядалася аналогічна задача для рядів в плані у вигляді концентричних кіл. Проте спрощена порівняно з цим випадком форма рядів в плані (двохланкові ламані) призводить до спрощення моделі і, відповідно, інших результатів моделювання. Окрім того, в згаданій роботі розглядався кінотеатр з плоским екраном, а не з циліндричним.

В роботі поставлено мету: на прикладі кінотеатру з циліндричним екраном і формою рядів в плані у вигляді двохланкових ламаних розробити геометричну модель визначення площі затуляння і проаналізувати за допомогою комп'ютерної реалізації моделі отримані результати.

На рис. 1 показано розташування рядів для глядачів в плані, основні параметри зони для глядачів [5], та циліндричний кіноекран. Крива найменшого підйому розраховувалася за відомими рекурентними формулами [1-4, 11] (фокусна точка – середина нижньої кромки екрану) у вертикальній площині, інцидентній осі X. Глибина ряду вздовж осі X є більшою за d, а саме $d1 = d / \sin 80^\circ$. Вона и приймалася для розрахунку аплікат монокулярних очей глядачів кожного ряду.

В межах ряду монокулярні очі глядачів знаходилися на однаковій висоті і лежали на горизонтальних прямих. Лінія маківок глядачів – теж горизонтальна пряма – утворювалася додаванням до висот очей глядачів антропометричного перевищення C0 (приймалося рівним 0,12 м). Таким чином, лінія маківок попереднього ряду та лінія очей глядачів наступного ряду є паралельними прямими. Тому проекція лінії маківок глядачів попереднього ряду на екран з монокулярного ока будь-якого глядача наступного ряду є еліпсом, який утворюється в результаті перетину площини, інцидентної згаданим вище двом прямим, з коловим циліндром екрану. Зрозуміло, що проекція складається з двох віток еліпсів відповідно до лінії маківок, яка є двохланковою ламаною, а площа області затуляння не залежить від положення глядача в конкретному ряді, тобто однакова для всіх глядачів ряду.

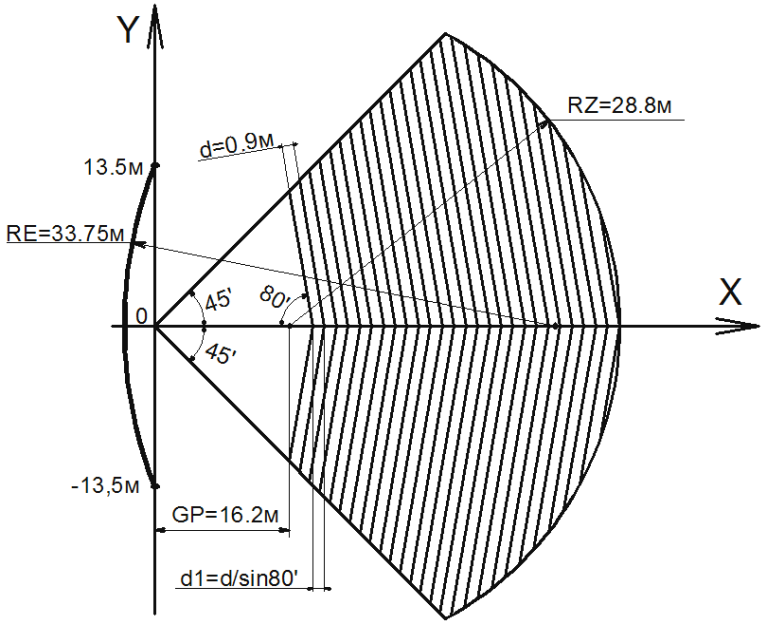

Рис. 1. Розташування рядів та циліндричного кіноекрану

На рис. 2 показано нижню частину циліндричного екрану, дві вітки еліпсів, що зверху обмежують область затуляння для глядачів 29-го (останнього) ряду (верхні криві), та аналогічні дві вітки еліпсів для глядачів 2-го ряду нижні криві). А на рис. 3 – в площині параметрів Z – (висота екрану) та φ – (кутовий параметр екрану) криві, що обмежують зону затуляння зверху для глядачів 2-го, 9-го, 16-го, 23-го та 29-го рядів. Всі криві проходять через середину нижньої кромки екрану, оскільки вона є фокусною точкою при розрахунку підйому рядів за двовимірною моделлю видимості. З рисунку видно, що площа області затуляння зростає по мірі віддалення рядів від фокусної лінії. Її обчислення дозволили побудувати графік залежності площі області затуляння від номера ряду (рис. 4). Зрозуміло, що для глядачів першого ряду затуляння не виникає.

Слід зазначити, що площа області затуляння для ряду визначалася як площа одного з криволінійних трикутників, обмежених зверху віткою еліпса, знизу – нижньою кромкою екрану, а збоку – його боковою кромкою. Одного – оскільки для конкретного глядача ряду (залежно від його положення – вище чи нижче осі X) затулюється тільки один кут екрану – правий чи лівий.

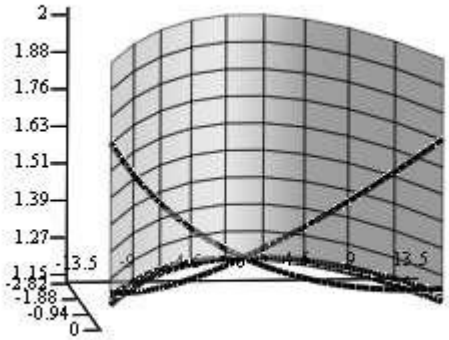

Рис. 2. Нижня частина циліндричного кіноекрану та вітки еліпсів, що обмежують області затуляння для глядачів 29-го та 2-го рядів

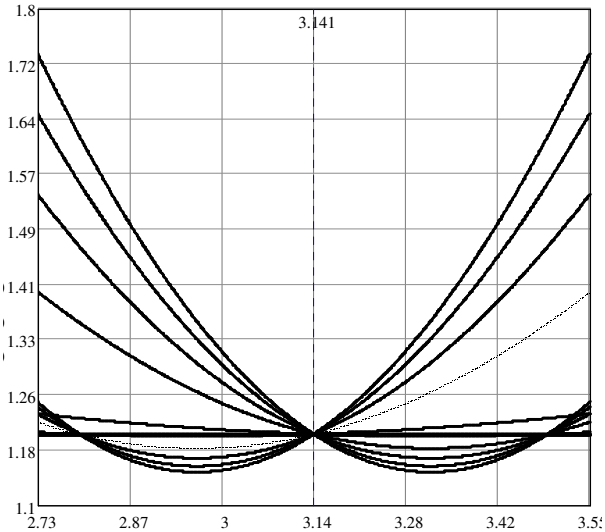

Рис. 3. Криві, що обмежують область затуляння зверху для 2-го, 9-го, 16-го, 23-го, та 29-го рядів

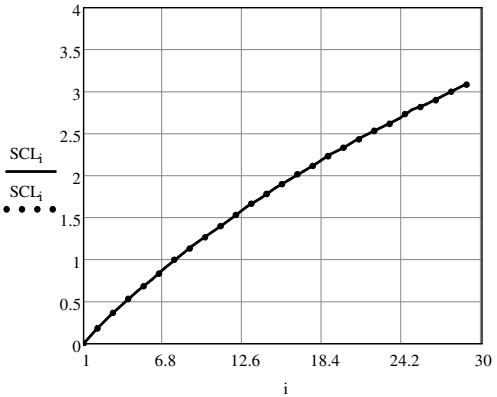

Рис. 4. Залежність площі області затуляння від номера ряду для випадку циліндричного кіноекрану

Мінімальна площа області затуляння (для глядачів другого ряду) становила 0,164 $м^2$, максимальна (для глядачів останнього ряду) – 3,085 $м^2$. Сумарна площа затуляння дорівнювала 6009,5 $м^2$. Вона обчислювалася як сума площ затуляння для кожного глядача, починаючи з другого ряду. Середня площа затуляння на одного глядача становила 1,994 $м^2$. Вона визначалася діленням сумарної площі затуляння на кількість місць без урахування місць першого ряду.

Для порівняння аналогічні показники були обчислені для залу кінотеатру з тим же розташуванням місць, але плоским екраном (ширина екрану однакова – 27 м, для циліндричного екрану – довжина хорди): мінімальна площа області затуляння – 0,101 $м^2$, максимальна – 1,825 $м^2$, сумарна площа затуляння – 3589, 6 $м^2$, середня на глядача – 1,191. Суттєво більші показники для кінотеатру з циліндричним екраном пояснюються його кривиною. На їх значення також вплинуло те, що висоти монокулярних очей глядачів, розраховані за кривої найменшого підйому, були меншими для випадку циліндричного екрану. Останнє спричинено збільшенням відстані в плані від спинки крісел першого ряду до середини нижньої кромки екрану (фокусної точки).

На рис. 5 показано залежності площі області затуляння від номера ряду для випадків циліндричного і плоского кіноекранів та різниця між ними.

Запропонована модель дозволила вперше оціните фактичне затуляння, що виникає в залі кінотеатру з циліндричним екраном, якщо ряди місць в плані є двохланковими ламаними, показати його нерівномірний характер та розміщення на кіноекрані області затуляння.

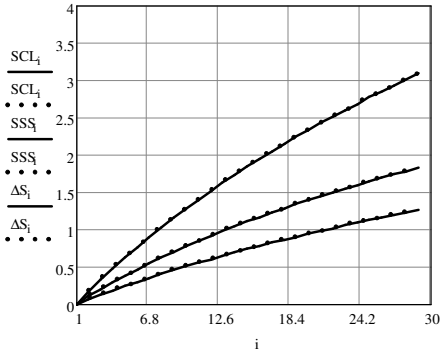

Рис. 5. Залежності площі області затуляння від номера ряду для випадків циліндричного кіноекрані (верхня крива) і плоского кіноекрану (середня крива) та різниці між ними (нижня крива)

Подальші дослідження можна спрямувати на моделювання площі затуляння при інших комбінаціях форм рядів в плані і форм фокусних ліній, а також – об'єму затуляння, наприклад, в театральних будівлях. Цікавим і невирішеним питанням залишається також зонування місць для глядачів кінотеатру з урахуванням затуляння кіноекрану.

1. Архитектура гражданских и промышленных зданий. / Л. Б. Великовский, Н. Ф. Гуляницкий, В. М. Ильинский и др. – М.: Стройиздат, 1976. – Т.2. Основы проектирования. – 215 с. **2.** Богословский В. А. Расчет видимости и построение мест для зрителей в зрелищно-массовых сооружениях / В. А. Богословский, А. М. Данилюк. – М. : Государственное архитектурное издательство академии архитектуры СССР, 1940. – 140 с. **3.** Гаклина Е. Д., Иванов В. М., Савченко М. Р. Пособие по проектированию видимости в зрительных залах / Гаклина Е. Д., Иванов В. М., Савченко М. Р. – М. : Стройиздат, 1976. – 70 с. **4.** Гнедовский Ю. П. Кинотеатры (основы проектирования) / Ю. П. Гнедовский, М. Р. Савченко. – М. : Стройиздат, 1986. – 240 с. **5.** ДБН В.2.2-16-2005. Культурно-видовищні та дозвіллєві заклади. – К. : Держбуд України, 2005. – 63 с. **6.** Кокоч М. В. Геометрична класифікація рядів для глядачів / М. В. Кокоч, Є. В. Пугачов // Технічна естетика і дизайн. – 2010. – Вип. 8. – С. 164-168. **7.** Кокоч М. В. Класифікація форм фокусних ліній / М. В. Кокоч, Є. В. Пугачов // Наукові нотатки. – 2011. – Вип. 33. – С. 74-79. **8.** Кокоч М. В. Вплив параметрів розрахунку видимості на характеристики поверхні глядачів / М. В. Кокоч, Є. В. Пугачов // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука виробництво. – 2011. – № 6. – С. 124-128. **9.** Кокоч М. В. Моделювання фактичного затуляння в залі кінотеатру / М. В. Кокоч, Є. В. Пугачов // Технічна естетика і дизайн. – 2012. – Вип. 10. – С. 93-97. **10.** Пугачов Є. В. Розрахунок безперешкодної видимості для тривимірної моделі залу / Є. В. Пугачов // Прикладна геометрія та інженерна графіка. – 2010. – Вип. 85. – С. 102-107. **11.** Пугачов Є. В. Порівняння і аналіз формул для розрахунку безперешкодної видимості / Є. В. Пугачов // Вісник НУВГП. – 2007. – Вип. 2(38). – С. 220-227.

Рецензент: доктор архітектури, професор Ричков П. А. (НУВГП)