

Інтенсивність сонячної радіації у місті Львові

Ірина Венгрин¹, Степан Шаповал²

Національний університет «Львівська політехніка»
вул. С. Бандери 12, м. Львів, Україна, 79013,
iryna.venhryn@gmail.com, orcid.org/0000-0002-2317-0913¹
shapovalstepan@gmail.com, orcid.org/0000-0003-4985-0930²

DOI: 10.32347/2310-0516.2019.12.77-84

Анотація. Паливно-енергетичний потенціал України характеризується масштабністю, багатоконпонентністю й неабиякою цінністю запасів корисних копалин. Енергозбереження є одним із основних політично-економічних напрямків розвитку в Україні. Проте, за умов постійно виснаження запасів природних ресурсів, зростання вартості нафти, зміни кліматичних умов внаслідок збільшення викидів у атмосферу вуглекислого газу виникає важлива проблема підвищення ефективності енергозбереження за рахунок застосування систем теплоізоляції або збільшення обсягів використання відновлюваних джерел енергії.

Сонячна енергія використовується як нетрадиційне джерело енергії. Також, є невичерпним джерелом енергії для людства та значною мірою керує кліматом на планеті Земля. Для трансформації сонячної енергії, що надходить на поверхню планети розроблені спеціальні установки, які постійно вдосконалюються. Завдяки подібним установкам негативну зміну клімату в майбутньому можна зупинити. Оскільки, Організація Об'єднаних Націй вважає зміну клімату пріоритетною загрозою для людства в XXI столітті, то пріоритетним є розвиток теплопостачання та електропостачання від сонячної енергії.

Зміна клімату – це важливе та довготривале варіювання параметрів в статистичному розподілі погодних умов за тривалий час, тому використання сонячної енергії потребує постійного оновлення даних щодо її обсягу який надходить на площину.

В роботі проаналізовано на досліджуваній місцевості стан сонячної радіації, яка надхо-



Ірина Венгрин
аспірант



Степан Шаповал
к.т.н., доцент кафедри
«Теплогазопостачання та
вентиляція»

дить на територію України, зокрема в місті Львові у липні місяці. На сьогодні існує ряд досліджень щодо рівня надходження сонячної радіації на територію України. Зокрема, встановлено сумарну сонячну радіацію та середньодобову сумарну густину потоку сонячної енергії, що надходить на горизонтальну площину на територію України за умов ясного неба [11, 12].

В наших дослідженнях отримано, дані сонячної радіації за різними румбами світу, що надходить на горизонтальну площину геліополя в липні місяці. Проаналізовано дані надходження сонячної радіації, що надходить на похилу поверхню геліополя, яка встановлена під кутом 45° відносно горизонту.

Ключові слова. Сонячна радіація; густина потоку сонячної енергії; інтенсивність; похила поверхня; румб; азимут.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

За умов сучасного розвитку економіки та паливно-енергетичного комплексу в Україні пошук нових технологій управління та автоматизації в секторі відновлюваних джерел енергії, набуває особливої актуальності [1, 2, 3].

Конструкції, які застосовуються в галузі використання відновлюваних джерел енергії (вітрові, сонячні колектори, фотоелектричні електростанції) залежать від регулярних, точних і прогнозованих метеоданих [4] в обсязі, який достатній для їхньої ефективної роботи, а саме для подачі якісної не дорогої енергії до споживача з потужністю згідно встановлених нормативів в країні [5]. Необхідними для таких конструкцій є дані щодо швидкості і напрямку вітру, інтенсивності сонячної радіації, хмарності, температури, атмосферного тиску і вологості, кількості і виду опадів, утворення ожеледі, штормових попереджень, грозової активності [6].

Дані метеорологічних спостережень застосовуються при архітектурному проектуванні. Згідно стандартів будівельного проектування інженери споруджують будівлі так, щоб отримати максимальну природню сонячну інсоляцію в приміщенні. У залежності від впливу сонячного випромінювання виникає різниця температур між освітленою і затіненою частинами споруди. [7, 8]

Отже, визначення перерозподілу сонячної радіації на поверхні є одним із важливих питань в напрямку геліодосліджень [9]. Перерозподіл потоків прямої, розсіяної та сумарної радіації у процесі надходження на нерухому приймальну поверхню геліоустановок розраховується за формулами сферичної геометрії [10].

Для можливості використання в Україні, наприклад, потенціалу сонячної енергії необхідно оновлювати інформацію про зміну геліозалежних показників, вчасно проводити актуальний, детальний, комплексний, теоретично-експериментальний аналіз рівня сонячної радіації, що надходить на територію України.

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

В зв'язку з впровадженням у будівництві світлопрозорих фасадів будівель були широко досліджені, детально проаналізовані і описані теоретичні розрахунки для різноорієнтованих вертикальних і горизонтальних поверхонь. В праці [11] отримано функціональні рівняння для оптимізації форми тіла загального вигляду, що знаходиться у довільному радіаційному тепловому полі.

Велику увагу щодо вивчення сонячної радіації приділили Вейнберг В.Б., Гамбург П.Ю., Николе М. Босси Л., Пивоварова З.І. [12-15].

У цих працях детально проаналізовані дані вивчення загальних характеристик поверхностей за умов постійної інсоляції будівлі/споруди, без затінення від навколишніх предметів та без урахування орієнтації поверхностей за сторонами горизонту.

Кількість сонячної радіації, що потрапляє на поверхню будівлі чи споруди, може бути визначена за результатами багаторічних спостережень, експериментально або теоретично [7]. В літературі відсутня оцінка рівня надходження і використання сонячної енергії в Україні в умовах сьогодення.

Для розробки в перспективі сучасних комбінованих систем сонячного теплопостачання інтегрованих в світлопрозорі фасади будівель в місті Львові, що розташований на $49^{\circ}50'30''$ пн. ш., необхідно провести детальний аналіз надходження сонячної радіації на горизонтальну та похилі поверхні відносно різних сторін горизонту.

ФОРМУЛЮВАННЯ МЕТИ СТАТТІ

Зважаючи на актуальність тематики використання сонячної енергії, метою даної праці було проаналізувати рівень надходження інтенсивності сонячної радіації на геліоповерхні за різних положень для визначення найбільш енергетично-вигідного орієнтування конструкцій геліоустановок відносно горизонту у місті Львові.

ОСНОВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

За даними метеорологічних, експериментальних спостережень існує ряд аналітичних формул розрахунку сонячної радіації за якими можна достатньо точно передбачити кількість надходження сонячної радіації за умов відсутності практичних експериментальних даних для обраної місцевості.

Сонячні колектори сприймають сумарну сонячну радіацію, яка складається з прямої, розсіяної та відбитої. Щільність потоку прямої сонячної радіації в площині досліджуваного геліополя H_{np} , що розташований під кутом до горизонтальної поверхні можна визначити за залежністю:

$$H_{np} = H_{sc} \cdot K \cdot K_{at}, \quad (1)$$

де K – коефіцієнт перерахунку надходження прямої сонячної радіації з горизонтальної на похилу поверхню; K_{at} – коефіцієнт, який враховує поправку на повітряну масу через яку проходить сонячне випромінювання.

В попередніх наших дослідженнях проаналізовано дані сумарної сонячної енергії. Встановлено, що в середньому по широтах України, на горизонтальну поверхню, припадає ~ 333 МДж/м² сумарної сонячної енергії за місяць. [16, 17]

Теоретично інтенсивність (щільність) потоку сонячної радіації для будь-якого просторового положення сонячного колектора в довільний момент часу можна визначити за формулою (2) [18]:

$$J = J_S \cdot P_S + J_D \cdot P_D, \quad (2)$$

де, J_S і J_D – інтенсивності потоків прямої і розсіяної сонячної радіації відповідно, що надходять на горизонтальну поверхню; P_S і P_D – коефіцієнти положення сонячного колектора для прямої і розсіяної сонячної радіації відповідно.

Коефіцієнти положення сонячного колектора можна розрахувати за формулами (3) та (4):

$$P_D = \frac{\cos^2 \beta}{2} \quad (3)$$

$$P_S = \frac{\cos i}{\sin \alpha} \quad (4)$$

де, α – це кут у вертикальній площині між сонячним промінням та його проекцією на горизонтальну площину; $\cos i$ – це кут падіння сонячних променів на довільно орієнтовану поверхню, що має азимут α_{Π} і кут нахилу до горизонту β .

Формулу (5) можна частково використати для знаходження площі геліоколектора (його геліополя), яка затінена різними об'єктами [19]:

$$\begin{aligned} \cos i = \sin \beta [& \cos \delta \cdot (\sin \varphi \cdot \cos \alpha_{\Pi} \cdot \cos \omega + \\ & + \sin \alpha_{\Pi} \cdot \sin \omega) - \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \alpha_{\Pi}] + \\ & + \cos \beta (\cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos \omega + \sin \delta \cdot \sin \varphi) \end{aligned} \quad (5)$$

Коефіцієнт переходу K_s або коефіцієнт перерозподілу потоків сонячної радіації з похилої поверхні на горизонтальну можна знайти застосовуючи значення переходу від потоку сонячної радіації на горизонтальну поверхню до її значень на похилій поверхні за формулою (6) [10]:

$$K_s = \frac{\sum S_{\Pi}}{\sum S'} \quad (6)$$

де $\sum S_{\Pi}$ – годинні або добові суми прямої радіації на похилу поверхню (що має кут нахилу відносно горизонту); $\sum S'$ – аналогічні значення на горизонтальній поверхні.

Для отримання максимально ефективної кількості (за розрахунковий період) сонячної енергії колектор встановлюють у похилому положенні з оптимальним кутом нахилу до горизонту β , який визначається розрахунковим шляхом і залежить від періоду експлуатації сонячного колектора.

За Південної орієнтації сонячних колекторів значення β і φ можна прийняти рівними для цілорічних геліосистем, тоді як для сезонних геліосистем $\beta = \varphi - 15^\circ$ (період експлуатації квітень – жовтень).

У попередніх наших дослідженнях було проаналізовано надходження густини потоку сонячного випромінювання (інтенсивності) та кількість променистої сонячної енергії, що досягає поверхні Землі. Однак, такий параметр має змінний характер впродовж доби, місяця, року, тому доцільно провести його аналіз на території України залежно від град. пн. ш. [20]

Експериментально інтенсивність потоку сонячної енергії замірювали за допомогою піранометра.

У дослідженнях було виконано заміри інтенсивності потоку сонячної енергії на площину колектора та на горизонтальну поверхню за різних орієнтацій до горизонту.

Інтенсивність сонячної радіації в площині нахиленій під кутом 45° до горизонту

має параболічну форму та змінюються в межах $200-1000 \text{ Вт/м}^2$ (рис. 1). Такі коливання можна пояснити тим, що заміри проводили за умов незначної хмарності в липні місяці. За умов Південної орієнтації геліополя відносно горизонту максимальна інтенсивність сонячної радіації протягом доби становила 986 Вт/м^2 . Встановлено, що надходження інтенсивності сонячної радіації за орієнтування похилої поверхні на Південно-Західний румб, становило на 7% менше ніж за Південно-Східного румба відносно їхнього максимального значення (рис. 2). Варто звернути увагу, що інтенсивність надходження сонячної радіації за умов Північно-Східного румба є максимальною до 13^{00} , тоді як за Північно-Західного румба – пізніше.

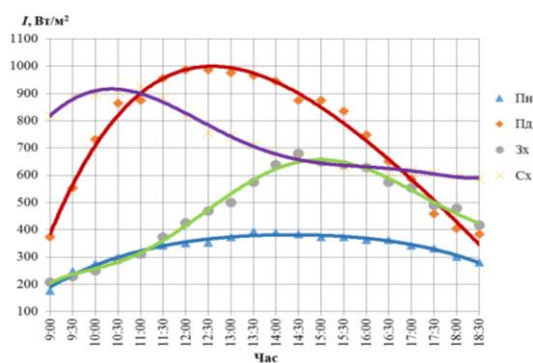


Рис. 1. Зміна інтенсивності сонячної радіації в липні місяці для міста Львова, впродовж дня, для орієнтації похилої поверхні (кут 45°) у Північному (Пн), Південному (Пд), Західному (Зх) та Східному (Сх) напрямках.

Fig. 1. The change of the intensity of solar radiation in July for the city of Lviv, during the day, for the orientation of the inclined surface (angle 45°) in the North, South, West and East directions.

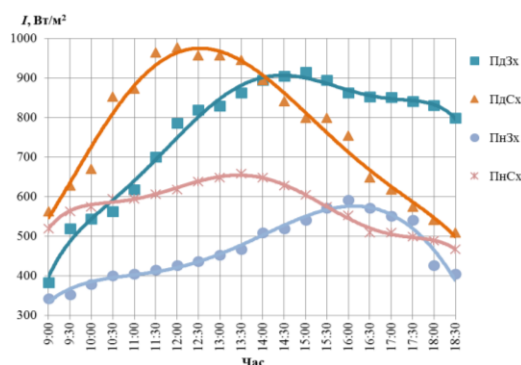


Рис. 2. Зміна інтенсивності сонячної радіації в липні місяці для міста Львова, впродовж дня, для орієнтації похилої поверхні (кут 45°) у Південно-Західному (ПдЗх), Південно-Східному (ПдСх), Північно-Західному (ПнЗх) та Північно-Східному (ПнСх) напрямках.

Fig. 2. The change of the intensity of solar radiation in July for the city of Lviv, during the day, for the orientation of the inclined surface (angle 45°) in the South-West, South-East, North-West and North-East directions.

При орієнтуванні похилої поверхні геліополя в напрямку досліджуваних румбів, одночасно замірювали показники з використанням горизонтальної поверхні як контроль (Рис. 3 та Рис. 4). Максимальні значення надходження інтенсивності сонячної радіації спостерігаються за умов Південної орієнтації похилої поверхні та становлять $\approx 950 \text{ Вт/м}^2$ (Рис. 3). Значення показників за умов Східної орієнтації відрізняються від Північної на 14%. Крім цього, максимального значення надходження інтенсивності

сонячної радіації на горизонтальну поверхню, за умов Східної орієнтації похилої поверхні, досягає з 13⁰⁰ до 14⁰⁰ години дня і становить 894 Вт/м^2 , так само як і за умов Північної орієнтації і становить 770 Вт/м^2 .

Встановлено, що інтенсивність сонячної радіації для горизонтальної площини за умов одночасного орієнтування похилої поверхні за Південно-Східного та Південно-Західного румба є подібною до параметрів за Південного орієнтування (рис. 3 та рис. 4).

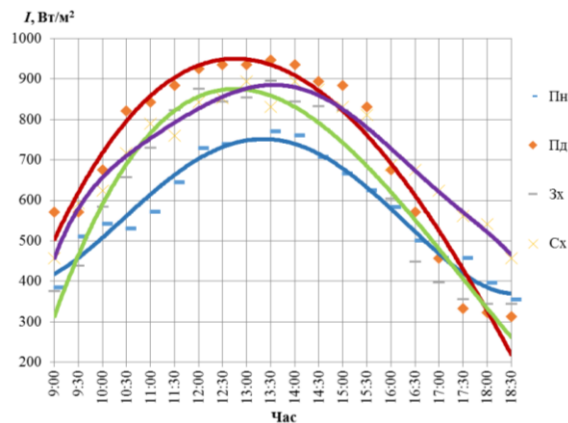


Рис. 3. Зміна інтенсивності сонячної радіації в липні місяці для міста Львова, впродовж дня, для потоку сонячного випромінювання на горизонтальну поверхню за умов орієнтації похилої поверхні у Північному (Пн), Південному (Пд), Західному (Зх) та Східному (Сх) напрямках

Fig. 3. The change of the intensity of solar radiation in July for the city of Lviv, during the day, for the flow of solar radiation on the horizontal surface in conditions of the orientation of the inclined surface in the North, South, West and East directions.

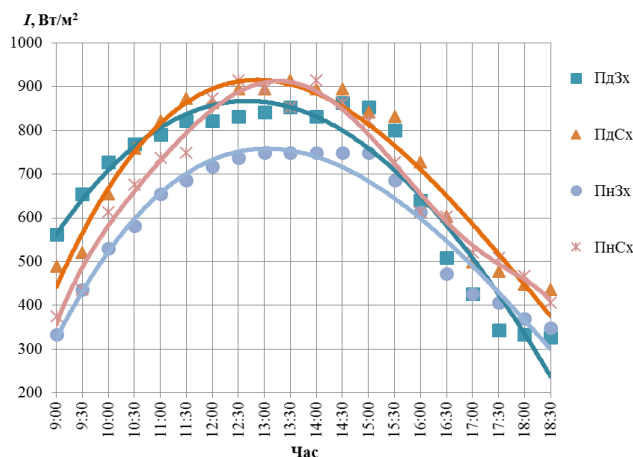


Рис. 4. Зміна інтенсивності сонячної радіації в липні місяці року для міста Львова, впродовж дня, для потоку сонячного випромінювання на горизонтальну поверхню за умов орієнтування похилої поверхні у Південно-Західному (ПдЗх), Південно-Східному (ПдСх), Північно-Західному (ПнЗх) та Північно-Східному (ПнСх) напрямках.

Fig. 4. The change of the intensity of solar radiation in July for the city of Lviv, during the day, for the flow of solar radiation on the horizontal surface in conditions of the orientation of the inclined surface in the South-West, South-East, North-West and North-East directions.

У результаті проведених експериментальних спостережень та розрахунків інтенсивності сонячної радіації, можна припустити, що в ранковий період доби ефективність геліополя буде зростати за умов Південно-Східної орієнтації. В обідню пору доби ефективність геліополя для похилої поверхні буде мати позитивнішу тенденцію за Південного встановлення геліополя, а в вечірню пору – за Західної орієнтації.

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

В дослідженнях було проаналізовано теоретичні розрахунки сонячної радіації та підібрано формули для розрахунку надходження інтенсивності сонячного випромінювання, з врахуванням затінення геліополя. Зокрема, описано аналітичні залежності потоку сонячної радіації для будь-якого просторового положення сонячного колектора в довільний момент часу та коефіцієнта перерозподілу потоків сонячної радіації з похилої поверхні на горизонтальну.

Було проаналізовано, дані рівня надходження сонячної радіації в липні місяці в залежності від орієнтації встановлення геліополя відносно сторін горизонту. Досліджено інтенсивність надходження сонячної радіації на горизонтальну площину на території міста Львова.

Встановлено, що інтенсивність сонячної радіації, яка надходила на похилу поверхню (кут 45°) відносно горизонту приймає параболічну форму та змінюються в межах $200-1000 \text{ Вт/м}^2$. Як контроль горизонтальна поверхня одночасно має тенденцію більш виражених параболічних кривих відносно похилої поверхні. Зміна надходження інтенсивності сонячної радіації на горизонтальну поверхню варіюється в межах $300-950 \text{ Вт/м}^2$.

ЛІТЕРАТУРА

1. **Язвінська Н.В., Барановська А.А.** Особливості ринкового позиціонування продукції для сонячної енергетики України. *Маркетинг і менеджмент інновацій*. 2015. №2. С. 221-233.
2. **Shapoval S.** Economic efficiency of application of solar window. *Selected scientific papers*.

Journ. of civil engineering. 2017. №12. P. 31-38.

3. **Rodríguez L. R., Lissén J. S., Ramos J. S. & other.** Analysis of the economic feasibility and reduction of a building's energy consumption and emissions when integrating hybrid solar thermal/PV/micro-CHP systems. *Applied Energy*. 2016. №165. P. 828–838.
4. **Barzin R., Chen J., Young B., Farid M.** Application of weather forecast in conjunction with price-based method for PCM solar passive buildings – An experimental study. *Applied Energy*. 2016. №163. P. 9–18.
5. Технічна експлуатація електричних станцій і мереж. Правила. Київ: Об'єднання енергетичних підприємств "Галузевий резервноінвестиційний фонд розвитку енергетики" (ОЕП "ГРІФРЕ"), 2003. 613 с.
6. **Bazhenov V., Lizunov P., Pidgorny O. ets.** Applied Software «Atmospheric Radiation» for an Energy Efficient Building. *14th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (27–29 June 2012, Moscow)*.
7. **Кордун О.І.** Огляд міжнародних норм і правил визначення кліматичного температурного впливу на будівлі та споруди. *Зб. наук. праць укр. ін-ту сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського*. 2014. №14. С. 79-85.
8. **Lai C.M., Hokoi S.,** Solar façades: a review, *Build. Environ.* 92, 2015. 152–165.
9. **Igliński B., Cichosz M., Kujawski W. et al.** Helioenergy in Poland – Current state, surveys and prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. №58. 862–870 p.
10. **Дмитренко Л., Барандіч С.** Оцінка кліматичних ресурсів сонячної енергії в Україні. *Наук. праці УкрНДГМІНаук*. 2007. №256. С. 121-129.
11. **Сергейчук О.В.** Геометричне моделювання фізичних процесів при оптимізації форми енергоефективних будинків : дис. докт. техн. наук : 05.01.01 / Сергейчук Олег Васильович. Київ, 2008. 425 с.
12. **Вейнберг В.Б.** Естественное освещение школ. Гос. изд-во литературы по строительству и архитектуре. Ленингр. отд-ние, 1951. 174 с.
13. **Гамбург П.Ю.** Расчет солнечной радиации в строительстве. Учет тепла, вносимого солнечной радиацией [Текст] : производственно-практическое издание. Изд. 2-е, испр. и доп. Москва : Стройиздат, 1966. 140 с.

14. Nicolet M., Bossy L. Ensoleillement et Orientation en Belgique. II, Mémoires. V. XXXVI. Bruxelles, 1950.
15. Кондратьев К.Я., Пивоварова З.И., Федорова М.П. Радиационный режим наклонных поверхностей. Л. : Гидрометеиздат, 1978. 215 с.
16. Желих В.М., Омельчук О.В., Шаповал С.П., Венгрин І.І. Енергетичний потенціал сонячної радіації на території України. Теорія і практика будівництва. Вісн. Нац. ун-ту «ЛП». 2015. № 823. С. 117-121.
17. Желих В.М., Венгрин І.І., Шаповал С.П., Касинець М.Є., Козак Х.Р., Пашкевич В.З. Системи сонячного теплопостачання інтегровані в світлопрозорі фасади будівель. Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. 2018. Вип. 26. С. 62-68.
18. Козирський В.В., Мартинюк Л.В. Інтенсивність сонячного випромінювання, спрямованого на похилу поверхню. Наук. вісн. нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК. 2012. Вип. 174(1). С. 112-119.
19. Валов М.И., Горшков В.Н., Некрасова Э.И. О точности определения интенсивности солнечной радиации при расчетах гелиоустановок. Гелиотехника. 1982. №6.
20. Будівельна кліматологія. ДСТУ — Н Б В. 1.1 — 27:2010. К. : Мінрегіонбуд, 2011. 123 с.
5. **Technical operation of electric power stations and networks. Rules. (2003).** Kyiv: Union of Energy Companies "Sectoral Reserve Investment Fund for Energy Development" (ORE "GRIFRE"), 613. ISBN: 966-96099-1-7
6. **Bazhenov V., Lizunov P., Pidgorny O. (2012).** Applied Software «Atmospheric Radiation» for an Energy Efficient Building. 14th Inter-national Conference on Computing in Civil and Building Engineering.
7. **Kordun, O. (2014).** Review of international norms and rules for determining the temperature and climate impact on buildings and structures. Collection of scientific works of the Ukrainian Institute of Steel Structures named after V.M. Shimanovsky, 14, 79-85.
8. **Lai C.M., Hokoi S. (2015),** Solar façades: a review, Build. Environ. 92, 152–165.
9. **Igliński B., Cichosz M., Kujawski W. et al. (2016).** Helioenergy in Poland. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 58, 862–870.
10. **Dmitrenko, L., Barandich S. (2007).** Estimation of climatic resources of solar energy in Ukraine. Science Works of UkrNDGMI, 256, 121-129.
11. **Sergeychuk, O. (2008).** Geometrical modeling of physical processes in optimizing the form of energy-efficient houses: diss. doc. tech Sciences: 05.01.01. Kyiv, 425.
12. **Weinberg, V. (1951).** Natural lighting schools. State publishing house of literature on construction and architecture, Leningr. separation, 174.
13. **Hamburg, P. (1966).** Calculation of solar radiation in construction. Accounting for heat introduced by solar radiation. Production and practical edition. M. : stroiizdat, 140.
14. **Nicolet, M., Bossy, L. (1950).** Ensoleillement et Orientation en Belgique. Mémoires, Bruxelles, XXXVI.
15. **Kondratiev, K., Pivovarova, Z., Fedorova, M. (1978).** Radiation regime of inclined surfaces. L: Hydrometeoizdat, 215.
16. **Zhelykh, Omelchuk O., Shapoval S., Venhryn I. (2015).** Energy potential of solar radiation in Ukraine. Visn. nat. in-tion "Lviv. Polytechnic". Theory and practice in the building, 823, 117-121.
17. **Zhelykh, V., Venhryn, I., Shapoval, S., Kasinets, M., Kozak, H., Pashkevich, V. (2018).** Solar heat supply systems are integrated in transparent translucent facades of buildings. Ventilation, lighting and heat-supply, 26, 62-68.

REFERENCES

1. **Yazvenskaya, N., Baranovska, A. (2015).** Features of the market positioning of products for the solar power industry of Ukraine. Marketing and Innovation Management, 2, 221-233.
2. **Shapoval, S. (2017).** Economic efficiency of application of solar window. Selected Scientific Papers. Journal of Civil Engineering, 12, 31–38.
3. **Rodríguez L. R., Lissén J. S., Ramos J. S. et al. (2016).** Analysis of the economic feasibility and reduction of a building's energy consumption and emissions when integrating hybrid solar thermal/PV/micro-CHP systems. Applied Energy. 165, 828–838.
4. **Barzin R., Chen J., Young B., Farid M. (2016).** Application of weather forecast in conjunction with price-based method for PCM solar passive buildings. An experimental study. Applied Energy. 163, 9–18.

18. **Kozyrsky, V., Martyniuk L. (2012).** Intensity of solar radiation directed to a sloping surface. Science wisn. nat. in-tion bioresources and natural resources of Ukraine. Series: Engineering and Power Engineering of the Agroindustrial Complex, 174 (1), 112-119.
19. **Valov, M., Gorshkov, V., Nekrasova, E. (1982).** About the accuracy of determining the intensity of solar radiation in the calculations of solar power plants. Solar technology, 6.
20. **Construction Climatology. (2011).** DSTU N B V. 1.1 27: 2010. K. : Minregionstroy, 123.

The intensity of solar radiation in the city of Lviv

Iryna Venhryn, Stepan Sapoval

Abstract. The fuel and energy potential of Ukraine is characterized by the scale, multi-component and high value of mineral reserves. Energy saving is one of the main political and economic directions of development in Ukraine. However, in conditions of constant depletion of natural resources, the increase in the cost of oil, changes in climatic conditions due to increased emissions of carbon dioxide, there is an important problem of improving energy efficiency through the use of thermal insulation systems or increasing the use of renewable energy sources.

Solar energy is used as an unconventional source of energy. It is also an inexhaustible source of energy for humanity and largely controls the

climate on the planet Earth. For the transformation of solar energy coming to the surface of the planet, special installations have been developed, which are constantly being improved. Thanks to such installations, negative climate change in the future can be stopped. The United Nations considers climate change a priority threat to humanity in the XXI century. Thus, the priority is the development of heat supply and electricity supply from solar energy. The climate change is the important and long-term variation of parameters in the statistical distribution of weather conditions for a long time, so the use of solar energy requires constant updating of data on its volume entering the plane.

The paper analyzes the study area of the state of solar radiation, which enters the territory of Ukraine, in particular in the city of Lviv in July.

Today there are a number of studies on the level of solar radiation on the territory of Ukraine. In particular, the total solar radiation and the average daily total density of the solar energy flow entering the horizontal plane on the territory of Ukraine under the condition of the clear sky were established [11, 12].

In our studies, we obtained data on solar radiation with different points of the world entering the horizontal plane of the solar field in July. The data of solar radiation entering the inclined surface of the solar field, which is set at an angle of 45° relative to the horizon, are analyzed.

Keywords. The solar radiation; the solar energy flux density; the intensity; the inclined surface; points of the compass; azimuth.