

ВИКОРИСТАННЯ КЛІМАТОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ СОНЦЕЗАХИСТУ БУДІВЕЛЬ

В. С. Буравченко

Київський національний університет будівництва і архітектури
просп. Повітрофлотський, 31, м. Київ, 03680, Україна. E-mail: vburav4@gmail.com

Розглянуто методику розробки рекомендацій для проектування сонцезахисних пристроїв для енергоефективних будівель, запропонована в виданому в КНУБА методичному посібнику «Солнцезащита зданий». Наведена методика дозволяє визначити оптимальний тип сонцезахисних пристроїв за положенням прямої їх затінюючих елементів в залежності від орієнтації світлопрозорої конструкції та кліматологічної інформації про район будівництва. Методика ефективно відображає місцеві особливості клімату, в тому числі широтну і висотну поясність та міру його континентальності, дозволяє виконувати розрахунок без складних обчислень і з використанням мінімальної необхідної інформації, яку можна знайти в загальнодоступних джерелах Всесвітньої мережі. Наведені якості роблять її зручною та корисною для широкого кола користувачів, та дозволяє запровадити її в навчальний процес, в учбові і практичне проектування та в розробку нормативної бази України та інших країн.

Ключові слова: сонцезахист, сонцезахисні пристрої, енергоефективність, енергетичний баланс.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КЛИМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОЛНЦЕЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

В. С. Буравченко

Киевский национальный университет строительства и архитектуры
просп. Воздухофлотский, 31, г. Киев, 03680, Украина. E-mail: vburav4@gmail.com

Рассмотрена методика разработки рекомендаций для проектирования солнцезащитных устройств для энергоэффективных зданий, предложенная в выпущенном в КНУСА методическом пособии «Солнцезащита зданий». Приведенная методика позволяет определить оптимальный тип солнцезащитных устройств по положению направляющей их затеняющих элементов в зависимости от ориентации светопрозрачной конструкции и климатологической информации о районе строительства. Методика эффективно отображает местные особенности климата, в том числе широтную и высотную поясность, меру континентальности, позволяет выполнить расчёт без сложных вычислений и с использованием минимальной необходимой информации, которую можно получить в общедоступных источниках Интернета. Приведенные качества делают её удобной и полезной для широкого круга пользователей и позволяют внедрить в учебный процесс, в учебное и практическое проектирование и в разработку нормативной базы Украины и других стран.

Ключевые слова: солнцезащита, солнцезащитные устройства, энергоэффективность, энергетический баланс.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ. Як показав досвід проектної практики останнього десятиріччя, проектування будівель з великими обсягами скління не тільки не втратило своєї популярності, але продовжує розвиватися швидкими темпами, як у середовищі студентів архітекторів, так і серед провідних фірм, що практикують великобюджетні проекти. При цьому створені проекти часто відрізняються підвищеними тепловтратами протягом опалювального сезону та надлишковим навантаженням на системи кондиціонування протягом періоду перегріву. При цьому світлопрозорі фасади хмарочосів влітку вкриваються різноманітними імпровізованими засобами сонцезахисту – шторами та плівками, практична ефективність яких є досить низькою. Не є панацеєю і тоноване сонцезахисне скло, що має іноді таку низьку прозорість, що примушує навіть вдень вмикати світло в приміщеннях, і це в будівлях з майже повністю скляними фасадами!

Одним з напрямків вирішення наведеної проблеми є запровадження геометричних сонцезахисних пристроїв. Застосування та розрахунок ефективності останніх [3–5, 10–11] вимагає попереднього вибору їх типу та геометричних параметрів, що

ускладнюється тим, що архітектор, не завжди може правильно зробити попередній вибір зі свого досвіду. Особливо який проектує це характерно для архітектурних фірм, які розробляють проекти для будівництва в інших країнах. Так само студенти, що навчаються за кордоном, часто набувають досвід проектування у кліматичних умовах країни навчання [1, 7], а викладачі не мають доступу до нормативних документів країни походження студента та без достатніх кліматичних даних не можуть допомогти йому з рекомендаціями для його майбутнього місця роботи.

Метою роботи є розробка матеріалів методичного посібника «Солнцезащита зданий», який міг би бути корисним, як для робочого, так і для учбового проектування на архітектурних та інших спеціальностях.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ. Особливість методики полягає в використанні мінімальної кількості кліматологічної інформації про район будівництва. В попередніх працях [2] автор намагався врахувати якомога більшу кількість параметрів стану погоди, як відносну вологість і щогодинні значення ефективної температури повітря

тощо, для підвищення точності результатів. Як показав практичний досвід розробки рекомендацій, це не є необхідним. Врахування великої кількості параметрів підвищує складність розрахунку та збору інформації, проте не змінює суттєво отриманий результат. Таким чином, для виконання подальших розрахунків достатньо знати: географічну широту, щомісячні середні значення температури повітря та її добової амплітуди. В наведеному розрахунку

використані кліматичні дані для м. Києва з Державного стандарту [1], а в розрахунках для міст інших країн, що виконувалися цього року на кафедрі архітектурних конструкцій КНУБА були використані дані Інтернет-сайту www.pogoda.ru.

Для району будівництва будується стереографічна сонячна карта із використанням метода подвійної проекції на основі моделі добового конусу сонячних променів [5] (рис. 1).

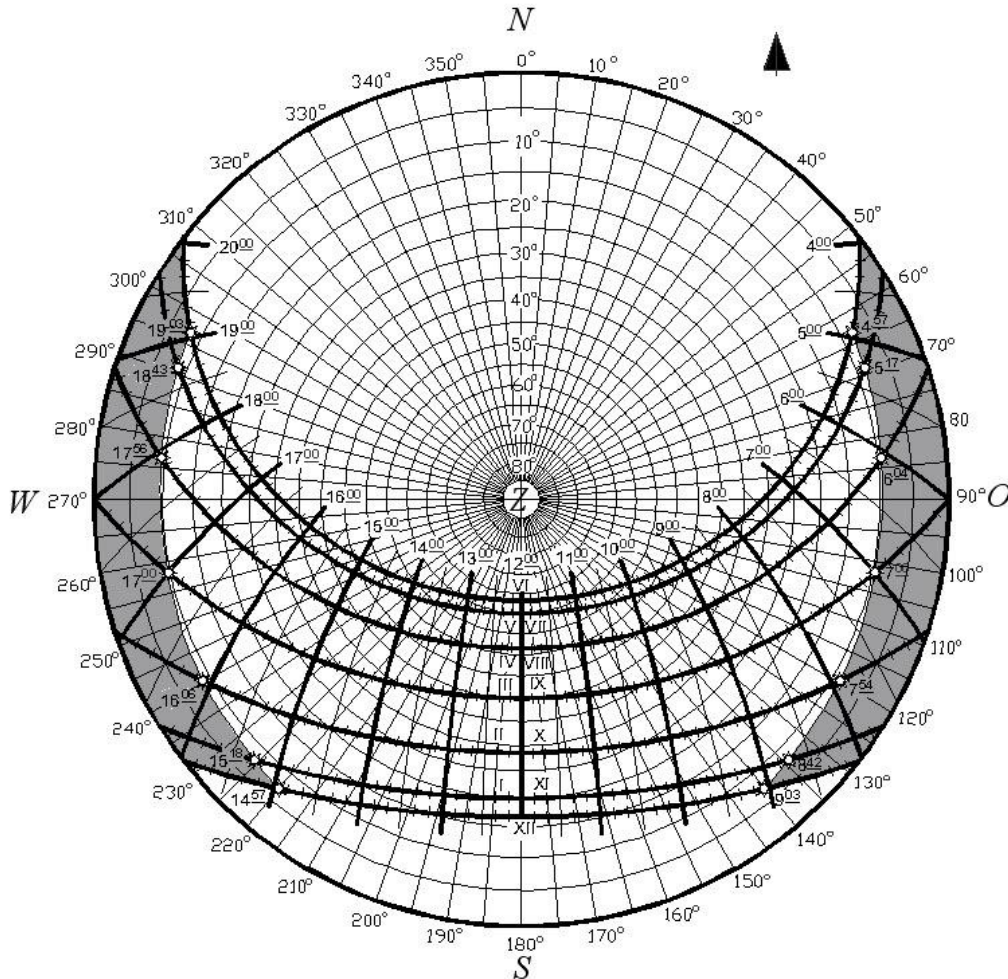


Рисунок 1 – Сонячна карта для 50° Пн.ш. (м. Київ)

Дані про середньомісячний добовий хід температури повітря (табл. 1) дозволяють знайти час початку і кінця періоду опалення ($<8^{\circ}\text{C}$) і перегріву ($>21^{\circ}\text{C}$), за умови наявності їх у місяці, та умови, що добовий хід температури перетинає означені межі (що місяць не належить повністю одному з означених періодів). У табл. 1 використані наступні позначення t – середньомісячна температура повітря, A – середньомісячна амплітуда добового ходу температури повітря, t_{max} , t_{min} – середньомісячні добові мінімум і максимум температури відповідно, T_{min} – час добового мінімуму температури повітря (15 хвилин після світанку, визначається за допомогою сонячної карти), T_{incr} , T_{decr} – тривалість періодів зростання та пониження температури повітря (час максимуму температури приймається у 15 год. за сонячним часом).

Як показує табл. 1, часткові періоди перегріву в Києві спостерігатимуться в червні-серпні, а період опалення – в жовтні-квітні, при чому місяці з листопада по березень належатимуть йому повністю. Температура змінюється від мінімуму до максимуму і навпаки як це показано на рис. 2. Подібні графіки будуються для кожного місяця, який частково належить періоду опалення чи перегріву. Результати розрахунку узагальнені в табл. 2.

Час початку та кінця означених періодів, якщо він знаходиться у світлій частині доби, наноситься на траєкторії ходу сонця сонячної карти із допомогою часових ліній. З'єднуючи нанесені відмітки, ми отримуємо межі зон опалення та перегріву відповідно.

Отримана комплексна сонячна карта є цінним і наочним засобом для аналізу місцевих особливостей клімату [2, 8, 9] (рис. 3).

Таблиця 1 – Узагальнення кліматичної інформації для м. Києва

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$t^{\circ}C$	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5
$A^{\circ}C$	5,5	5,7	6,6	8,8	9,8	9,6	9,4	9,6	9,1	7,5	4,7	4,7
$t_{max}^{\circ}C$	-2,0	-0,8	4,3	13,4	20,1	23,1	24,5	23,8	18,5	11,9	4,3	-0,2
$t_{min}^{\circ}C$	-7,5	-6,5	-2,3	4,6	10,3	13,5	15,1	14,2	9,4	4,4	-0,5	-4,9
T_{min} , ГОД. ХВ	-	-	-	5,20	-	4,10	4,30	5,20	-	- *	-	-
T_{incr} , ГОД. ХВ	-	-	-	9,40	-	10,50	10,30	9,40	-	- *	-	-
T_{decr} , ГОД. ХВ	-	-	-	14,20	-	13,10	13,30	14,20	-	- *	-	-

* Межі періоду опалення в жовтні можна не розраховувати, оскільки траєкторія ходу сонця в жовтні (X) співпадає з траєкторією лютого (II), який повністю належить періоду опалення.

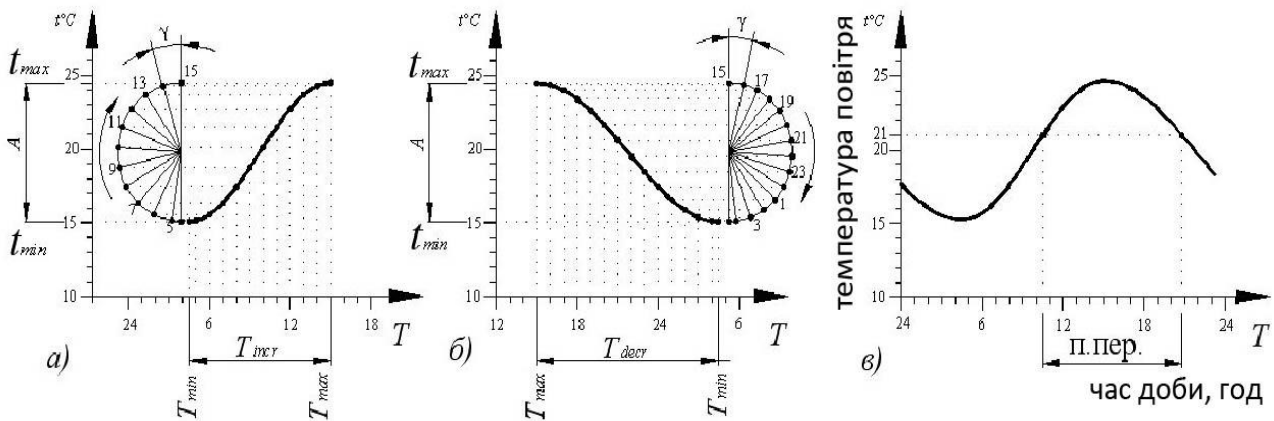


Рисунок 2 – Аналіз добового ходу температури в липні в м. Києві
 а) – період підвищення температури; б) – період пониження температури;
 в) – визначення меж періоду перегріву

Таблиця 2 – Межі періодів опалення та перегріву в різних місяцях в м. Києві

Місяць		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
період опалення	кінець	-	-	-	9.30	-	-	-	-	-	-	-	-
	початок	-	-	-	23.10	-	-	-	-	-	-	-	-
період перегріву	початок	-	-	-	-	-	11.40	10.30	11.30	-	-	-	-
	кінець	-	-	-	-	-	20.05	20.40	20.10	-	-	-	-

Для подальшого дослідження використовується набір шаблонів – тінювих масок для горизонтальних, вертикальних сонцезахисних пристроїв та СЗП загального положення (рис. 4), наведений в додатках до посібника. Тінюві кутоміри для перших двох груп СЗП вже давно використовуються в учбовому процесі в КНУБА та були запроваджені в нормативну базу України [5]. Тінюві кутоміри для останнього типу СЗП були розроблені на кафедрі архітектурних конструкцій КНУБА і вперше запроваджені при розрахунку сонцезахисту офісної будівлі в Києві в 2009 р. [6] Прикладаючи шаблони до комплексної сонячної карти, користувач може перевірити, чи виникає для світлопрозорих конс-

трукцій заданої орієнтації потреба в сонцезахисті з метою захисту від перегріву, та СЗП якою конфігурації, або якої сукупності наборів ламелей різного положення (вертикальні та горизонтальні, або вертикальні та загального положення тощо) здатні ефективно виконати поставлену задачу (захистити приміщення від інсоляції протягом періоду перегріву, мінімально впливаючи на неї протягом іншого часу) (рис. 5).

Дослідження проводиться для світлопрозорих конструкцій, орієнтованих на вісім сторін світу (рис. 6). При необхідності, з метою уточнення рекомендацій, можна провести і для інших, проміжних напрямків.

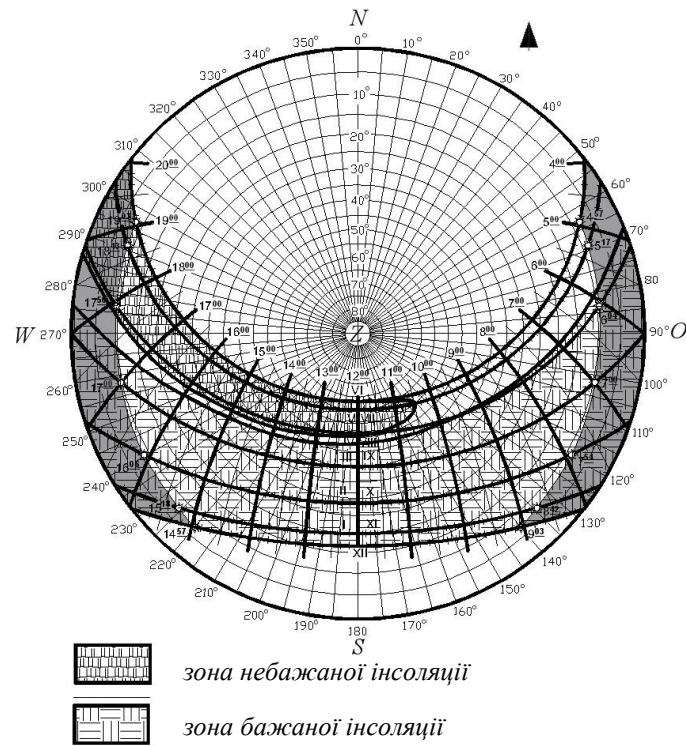


Рисунок 3 – Комплексна сонячна карта для м. Києва

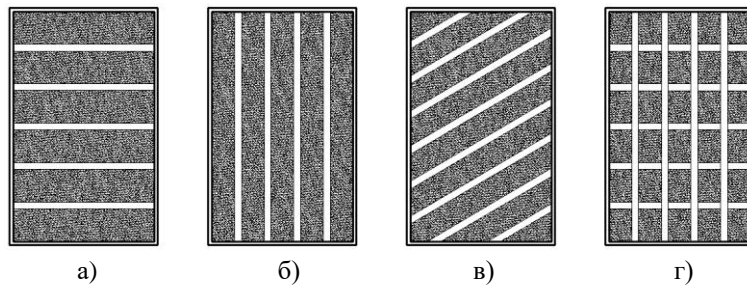


Рисунок 4 – Класифікація СЗП за положенням напрямної ламелі:
а) – горизонтальні; б) – вертикальні; в) – загального положення; г) – комбіновані

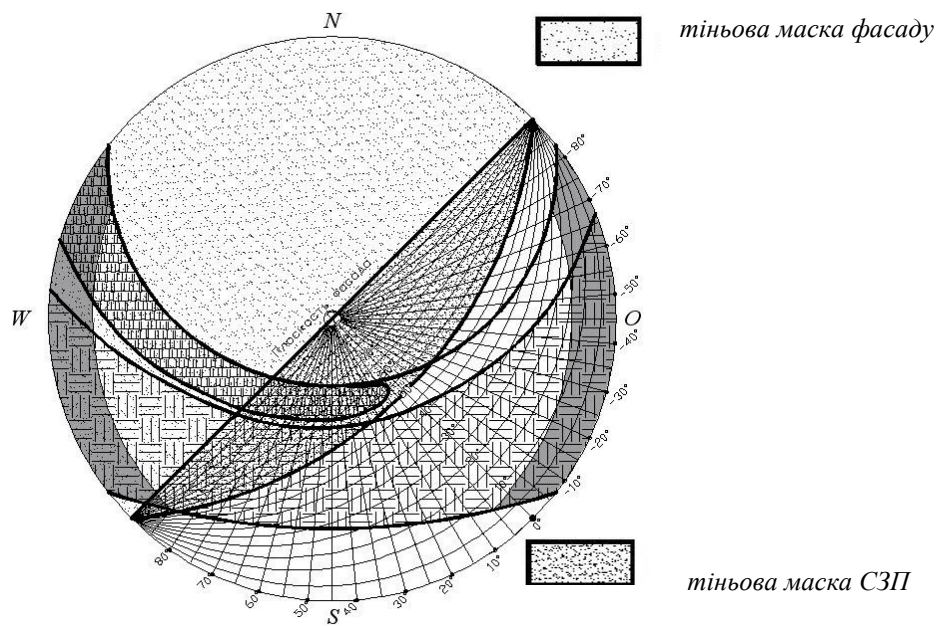


Рисунок 5 – Рішення для фасаду південно-східної орієнтації за допомогою горизонтальних сонцезахисних пристроїв

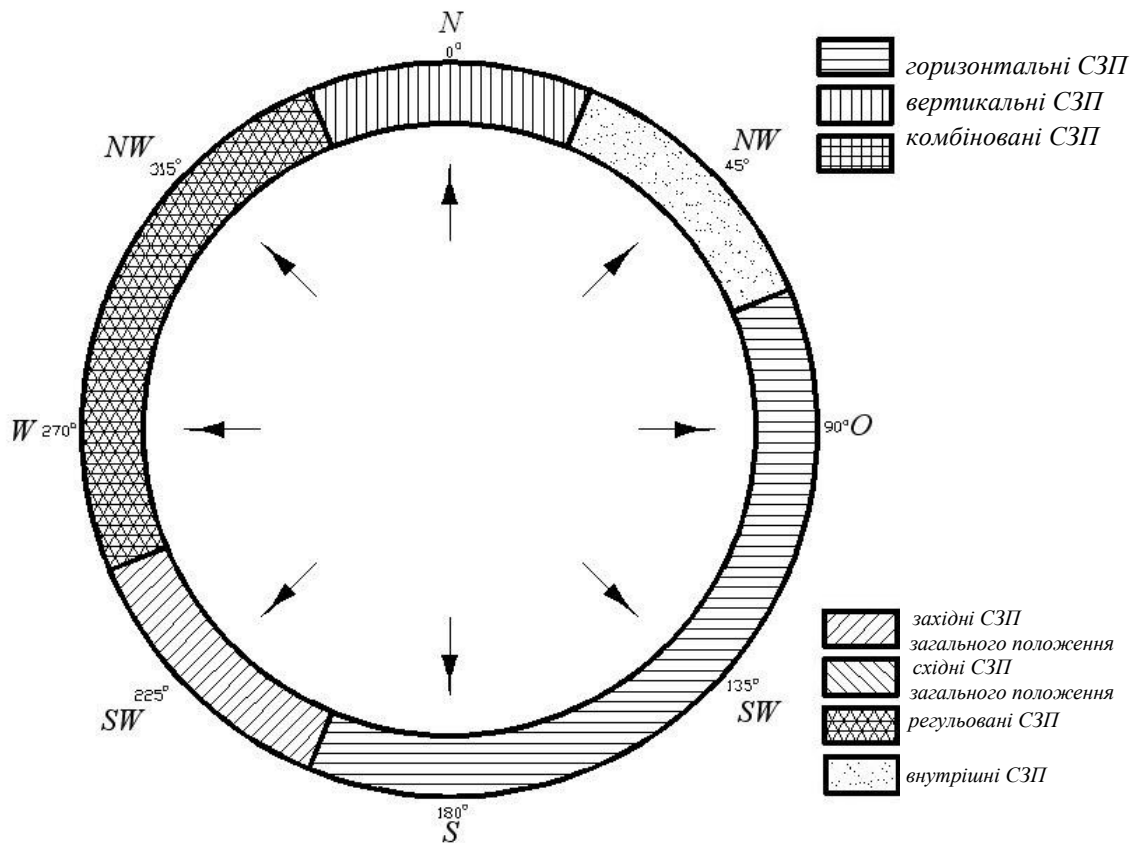


Рисунок 6 – Діаграма для вибору оптимального типу сонцезахисних пристроїв в залежності від орієнтації світлопрозорих конструкцій для м. Києва та Київської області

ВИСНОВКИ. Наведена методика дозволяє швидко достовірно отримати рекомендації для проектування сонцезахисних пристроїв, зокрема при створенні проектів для будівництва в інших країнах, клімат яких є малознайомим проектувальникові.

Подібним чином автором в найближчий час планується розробити приклади вирішення наведеної задачі для ряду міст не тільки на території України, але й інших країн та континентів, що стане корисним інструментом при навчанні вітчизняних та іноземних студентів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний від 2011-11-01] / Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Національний стандарт України).
2. Буравченко В.С. Комплексні сонячні карти // Прикладна геометрія та інженерна графіка – К.: УАПГ, 2006. – №76. – С. 147–152.
3. Зоколей С.В. Архитектурное проектирование, эксплуатация объектов, их связь с окружающей средой. – М.: Стройиздат, 1984. – 670 с.
4. Маркус Т.А., Моррис Э.Н. Здания, климат и энергия. – Л.: Гидрометеиздат, 1996. – 543 с.
5. Настанова з розрахунку інсоляції об'єктів цивільного призначення: ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010. – [Чинні від 2011-01-01] / Мінрегіонбуд України. –

К.: Укрархбудінформ, 2010. – 90 с. – (Національний стандарт України).

6. Сергейчук О.В., Буравченко В.С. Особенности врахування сонцезахисних пристроїв при проведенні енергетичної паспортизації будівель // Праці Тавр. держ. агротехнол. ун-ту. Прикл. геом. та інж. графіка. – Мелітополь: ТДАТА, 2010. – Вип. 4, т. 47. – С.164–170.

7. Сергейчук О.В. Вопросы разработки ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2011 «Строительная климатология» // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2012. – Вип. 2/2012(73) – С. 192–196.

8. Сергейчук О.В., Мартинов В.Л. Побудова комплексних сонячних карт за нормативними кліматичними даними // Сучасні проблеми моделювання. – Мелітополь: МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2014. – С. 149–153.

9. Сергейчук О.В. Энергетические солнечные карты для расчёта эффективности солнцезащиты // Строительство и техногенная безопасность. – Симферополь: НАПКС. – Вып. 50. – С. 5–9.

10. Харкнесс Е., Мехта М. Регулирование солнечной энергии в зданиях – М.: Стройиздат, 1984. – 176 с.

11. Штейнберг А.Я. Солнцезащита зданий; под ред. д-ра техн. наук А.Л. Подгорного. – К.: Будівельник, 1986. – 84 с.

USE OF CLIMATOLOGICAL INFORMATION TO DESIGN THE SOLAR PROTECTION DEVICES

V. Buravchenko

Kiev National University of Construction and Architecture
prosp. Povitroflotsky, 31, Kiev, 03680, Ukraine. E-mail: vburav4@gmail.com

The article discusses the technique of working out the recommendations for the design of solar protection devices for energy-efficient buildings proposed in manual "Solar protection of buildings", issued in KNUCA. The above method allows to determine the best type of solar protection devices according to the allignment of shading elements, depending on the orientation of the glazing and local climatological information of the construction area. The technique effectively reflects specific of local climate, such as latitude and altitude zones, influence of continental air masses and allows to work out the recommendations without complex calculations and using the minimum necessary information, which is available in the public domain of the Internet. These qualities make it convenient and useful for a wide range of users and allow to introduce it into training and practical architectural design and the development of construction code, both in Ukraine and abroad. References 11, tables 2, figures 6.

Key words: solar control, solar protection devices, energy efficiency, energy balance.

REFERENCES

1. *Budivelna klimatologiya: DSTU-N B V.1.1 – 27:2010 – Natsionalniy standart Ukrayini* [Climatology for Construction: DSTU-N B V.1.1 – 27:2010 – National standard of Ukraine] (2011), Ministry of Construction and Regional Development of Ukraine, Ukrarkhbudinform, Kiev, Ukraine.
2. Buravchenko, V.S. (2006), "Complex Solar maps", *Prykladna Heometriya ta Inzhenerna Grafika*, no. 76, pp. 147–152.
3. Szokolay, S.V. (1984), *Arhitekturnoe proektirovanie, ekspluatatsiya ob'ektov, ih svyaz s okruzhayushey sredoy* [Architectural design, exploitation of objects, and their relationship with the environment], Stroyizdat, Moscow, Russia.
4. Marcus T., Maurice E., (1985), *Zdaniya, klimat i energiya* [Buildings, Climate, Energy], Gidrometeoizdat, Leningrad, Russia.
5. *Nastanova z rozrahunku Insolyatsiyi ob'Ektiv tsivl'nogo pryznachennya: DSTU-N B V.2.2-27:2010. – Natsionalniy standart Ukrayini* [Instruction for Calculation of Insolation in Civil Objects: DSTU-N B V.2.2-27:2010 – National standard of Ukraine] (2010), Ministry of Construction and Regional Development of Ukraine, Ukrarkhbudinform, Kiev, Ukraine.
6. Sergeichuk, O.V., Buravchenko, V.S. (2010), "Specificities of introduction of solar protection devices into energy passport of building", *Prykladna heometriya ta inzhenerna grafika*, no. 47, pp. 164–170.
7. Sergeichuk, O.V. (2012), "Questions of the Development of National Standard DSTU-N B V.1.1-27:2011 "Climatology for Construction", *Transactions of Kremenchuk Mykhailo Ostrohradskyi National University*, no. 2(73), pp. 192–196.
8. Sergeichuk, O.V., Martynov, V.L. (2014), "Development of complex solar maps from normative climatological statistics", *Suchasni Problemy Modelyuvannya*, pp. 149–153.
9. Sergeichuk, O.V. (2014), "Energy solar maps for calculation of efficiency of solar protection", *Stroitel'stvo I Tekhnogennaya Bezopasnost'*, no. 50, pp. 5–9.
10. Harkness, E., Mehta, M. (1984), *Regulirovanie solnechnoy energii v zdaniyah* [Solar Radiation Control in buildings], Stroyizdat, Moscow, Russia.
11. Shteynberg, A.Ya. (1986), *Solntsezashchita zdaniy* [Solar Protection of Buildings], Budivel'nyk, Kiev, Ukraine.

Стаття надійшла 17.08.2015.