
ЗАГАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

УДК 574, 550.3:504 , 504:640.522.2:304:364.1

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.3-60.16>

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАКЛАДІВ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я ЯК ЧИННИК ЗМЕНШЕННЯ ВУГЛЕЦЕВОГО СЛІДУ

Оліненченко Ю.О.

Державний університет «Київський авіаційний інститут»
пр. Любомира Гузара, 1, 03058, м. Київ
7232384@stud.kai.edu.ua

Наслідки зміни клімату, що з кожним роком відчуються все сильніше по всьому світу, в поєднанні з енергетичними проблемами через військові дії в Україні, надали питанню енергоефективності закладів охорони здоров'я особливого значення як засобу збереження ресурсів та одночасно чинника зменшення вуглецевого сліду. Медичні заклади являються одними з найбільш енергоємних у сфері послуг, тому вони стали пріоритетом для урядів тих держав, які бажають підвищити енергоефективність даної галузі. Враховуючи критичний характер роботи лікарень і модель надання медичної допомоги (обслуговування 24 години на добу, 7 днів на тиждень), досягти скорочення енергоресурсів досить важко. Огляд міжнародної літератури свідчить, що підвищення енергоефективності закладів охорони здоров'я є складним процесом, який потребує подальших досліджень і відповідного інвестування, яке часто буває обмеженим, хоча в перспективі обертається значною вигодою. У даній роботі розглянуто можливості впровадження енергоефективних заходів як чинника зменшення вуглецевого сліду у медичних закладах при наявності менших або більш значних обсягів початкових інвестицій, що включають стратегії енергетичного моніторингу, модернізацію будівель, використання відновлюваних джерел енергії, збереження ресурсів.

Як приклад кроків по підвищенню енергоефективності наведено заходи, впроваджені у медичному центрі у місті Києві. Так, заміна люмінесцентних ламп на LED та заміна обладнання на енергоефективне дали 55% і 50% економії енергії відповідно. Відмова від спалювання вихлопного органічного палива і перехід на відновлювані джерела енергії для медичних закладів є найбільш сучасним і ефективним шляхом до зменшення карбонового сліду. В умовах України доцільно більше інвестувати в сонячну енергію. У проведених нами дослідженнях по моделюванню сонячних фотоелектричних систем для медичного центру показано прогнозоване зменшення вуглецевого сліду в залежності від кількості використаних панелей та особливостей їх розміщення, від 6 000 до 17 000 кг/рік CO₂. Розглянуті методи досягнення енергоефективності дозволяють медичним закладам зробити внесок у сталий розвиток в секторі охорони здоров'я. *Ключові слова:* вуглецевий слід, зміна клімату, енергоефективність, медичні заклади, відновлювана енергетика, сталий розвиток.

Energy efficiency of healthcare institutions as a factor for changing the carbon footprint. Olinechenko Yu.

The consequences of climate change, which are being felt more and more strongly around the world every year, combined with energy problems due to military operations in Ukraine, have given the issue of energy efficiency in healthcare facilities special importance as a factor in reducing the carbon footprint and at the same time conserving resources. Healthcare facilities are among the most energy-intensive service sectors, making them a priority for governments looking to improve energy efficiency in the sector. Given the critical nature of hospitals and the 24/7 healthcare delivery model, achieving energy savings is difficult. A review of international literature shows that increasing energy efficiency in healthcare facilities is a complex process that requires further research and appropriate investment, which is often limited, although in the long term it turns into a significant benefit. This paper examines the possibilities of implementing energy efficiency measures as a factor in reducing the carbon footprint in healthcare facilities with smaller or larger initial investments, including energy monitoring strategies, building modernization, use of renewable energy sources, resource conservation. As an example of steps to increase energy efficiency, measures implemented in a medical center in the city of Kyiv are given. Thus, replacing fluorescent lamps with LEDs and replacing equipment with energy-efficient ones yielded 55% and 50% energy savings, respectively. Refusing to burn fossil fuels and switching to renewable energy sources for medical institutions is the most modern and effective way to reduce their carbon footprint. In Ukraine, it is advisable to invest more in solar energy. Our research on modeling solar photovoltaic systems for a medical center shows a projected reduction in carbon footprint, depending on the number of panels used and the features of their placement, from 6,000 to 17,000 kg/year of CO₂. The considered methods for achieving energy efficiency allow healthcare institutions to contribute to sustainable development in the healthcare sector. *Key words:* carbon footprint, climate change, energy efficiency, healthcare facilities, renewable energy, sustainable development.

Постановка проблеми. Заклади охорони здоров'я, або медичні заклади (лікарні, поліклініки, медичні центри) – це об'єкти з високим енергоспоживанням, які потребують значної кількості електроенергії внаслідок специфіки своєї цілодобової діяль-

ності для освітлення, опалення, кондиціонування, систем охолодження, підігріву води тощо. Робота спеціалізованого медичного обладнання, яке необхідне для діагностики та забезпечення оптимальних результатів лікування (МРТ-сканери, КТ-сканери,

рентгенівські апарати), потребує також значних енерговитрат для безпечної та ефективної роботи. Необхідність суворого внутрішнього лікарняного екологічного контролю для безпеки персоналу та пацієнтів ще додатково збільшує споживання енергії. Підтримання оптимальної температури, рівня вологості, дезінфекційні заходи мають вирішальне значення для комфорту та запобігання поширенню інфекцій. На відміну від інших установ у сфері послуг, більшість медичних закладів працюють у режимі 24/7, який необхідний для забезпечення безперервного догляду за пацієнтами, але він значно збільшує споживання енергії. Від освітлення в численних палатах і операційних до живлення необхідного медичного обладнання, попит на надійну енергію є постійним і величезним. Таке масове споживання енергії в медичних установах сприяє збільшенню рівня забруднення навколишнього середовища та збільшенню вуглецевого сліду в атмосфері.

За оцінками різних авторів, сектор охорони здоров'я відповідальний за 5% -10% глобальних викидів, що викликають зміну клімату, тож необхідно діяти у напрямку зменшення такого впливу [1, 2]. Це можна зробити, крок за кроком, впровадженням заходів з енергоефективності та переходом на відновлювані джерела енергії. Впроваджуючи заходи з енергоефективності, ми будемо відповідати європейським практикам сталого розвитку у секторі охорони здоров'я, як зазначено у Директиві Європейського Союзу (ЄС/2023/1791) [3].

Актуальність дослідження. Наслідки зміни клімату, які ми спостерігаємо все в більшій мірі, в поєднанні з енергетичною кризою, що стала результатом повномасштабного вторгнення росії в Україну, дали новий поштовх збереженню енергетичних ресурсів та переходу на відновлювані джерела енергії. Швидке потепління, спричинене викидами парникових газів, має серйозні наслідки для громадського здоров'я, посилюючи серцево-судинні захворювання, пов'язані зі спекою, проблеми з диханням та поширенням інфекцій. Доводиться констатувати, що на даний час медичні заклади, які рятують людей від вищевказаних проблем, одночасно мають значний вуглецевий слід внаслідок їх енергоємної діяльності та переважного отримання енергії за рахунок спалювання викопного палива. За таких обставин потреба в покращенні енергоефективності в лікарнях стала ще більш актуальною.

Ставлячи у пріоритет енергоефективність, медичні заклади можуть значно зменшити викиди парникових газів, боротися зі змінами клімату, сприяти чистішому і здоровішому навколишньому середовищу. Крім екологічних міркувань, енергоефективні практики в охороні здоров'я мають позитивні економічні наслідки. Зниження витрат на енергію, ощадливе використання ресурсів і дотримання стандартів сталого розвитку покращують фінансовий стан медичних закладів.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження проводилося в рамках імплементації Європейського зеленого курсу в Україні, виконувалося в межах науково-дослідної теми кафедри екології Факультету екологічної безпеки, інженерії та технологій Державного університету «Київський авіаційний інститут» «Розробка та впровадження практик екологічного управління в медичній галузі» (Державний реєстраційний номер 0125U000196, дата реєстрації 10.01.2025). Дане дослідження є фрагментом дисертаційної роботи на здобуття ступеню доктора філософії (PhD) аспіранта кафедри екології Оліненченко Ю.О.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нагальна необхідність зменшення впливу на довкілля сфери охорони здоров'я становить значну дослідницьку зацікавленість. Вчені зосереджуються на енергоефективності медичних закладів і одночасному зменшенні викидів оксидів карбону та впливі, який вони створюють. Низка публікацій присвячена опису самої проблеми та її важливості, а також методів оцінки і зниження енерговитрат в секторі охорони здоров'я в різних країнах [1,2, 4-9]. Так, у США, де дослідження використання енергії є найбільш просунутими, наводяться наступні середні дані по енергоспоживанню у лікарнях [2]: опалення приміщень 29%, вентиляція 12%, медичне обладнання 11%, охолодження 11%, нагрівання води 11%, освітлення 9%, приготування їжі 7%, холодильна техніка 3%, комп'ютери 5%, офісне обладнання 2%. У Великій Британії галузь охорони здоров'я відповідальна щорічно за 18 млн т викидів CO₂, з яких 22%, за наведеними оцінками, припадає на використання енергії для опалення будівель [5]. Питанням переходу на відновлювані джерела енергії у медичній галузі та різним аспектам застосування сонячної енергії присвячено багато сучасних публікацій, з огляду на надзвичайну важливість декарбонізації для збереження клімату, сприятливого для життя на нашій планеті [13-21].

Виділення невирішених раніше частин проблеми, котрим присвячується означена стаття. В даній статті ми звернули увагу на розробку практичних поетапних кроків при впровадженні енергоефективних заходів, що мають кінцевим результатом не тільки економічний, а й екологічний сенс. Нашою метою є дослідження енергоефективності як чинника зменшення карбонового сліду, зменшення впливу медичних закладів на довкілля, що відповідає стратегії сталого розвитку.

Методологічне або загальнонаукове значення. Оптимізація енергоефективності в лікарнях і медичних закладах є першочерговим питанням у сфері енергозбереження. Модель сталого розвитку спрямована на те, щоб керівники закладів охорони здоров'я ефективно реалізовували стратегії, які мінімізують витрати лікарень, водночас дозволяючи ефективне та результативне

використання наявних ресурсів. Тому аналіз кращих міжнародних практик енергозбереження та зменшення впливу на довкілля у медичних закладах дає напрямок їх врахуванню і впровадженню в Україні. Розглянуті методи досягнення енергоефективності дозволяють медичним закладам робити внесок у підвищення сталого розвитку в секторі охорони здоров'я.

Викладення основного матеріалу. В Україні в даний час функціонує біля 1000 лікарень, без врахування інших медичних закладів. Переважна більшість з них побудовані в період з 1950 до 1990 роках та потребують капітального ремонту, а деякі з них знаходяться в аварійному стані. Як результат, рівень споживання енергоресурсів в 2-2,5 рази перевищує сучасні нормативи та умови в приміщеннях не завжди відповідають нормативним показникам. На опалення в нашому кліматі припадає біля 40% споживання енергії та 36% викидів парникових газів, тому енергетична модернізація будівель є пріоритетом по внеску в економію енергії і зменшення вуглецевого сліду, що показує і міжнародна практика [10, 11]. Доведено, що окрім залежності між споживанням енергії та кількістю користувачів медичних послуг, кількість енергії, яка щоденно використовується в лікарні, прямо корелює з розміром і дизайном лікарні. В цьому плані невеликі лікарні виявляються більш енергоефективними. Вважаємо доцільним мінімізувати кількість непотрібного простору всередині лікарняної будівлі, щоб зменшити споживання енергії. Ця мета може бути досягнута проєктувальниками будівель (або при реконструкції), зменшивши по можливості коридори та інші мало використовувані простори, на які припадає приблизно 20% енергоспоживання в медичних закладах.

Прагнення впровадити енергоефективні заходи часто обмежується фінансовими можливостями. Однак, необхідно робити поступові кроки у цьому напрямку. Шлях до енергоефективності не обов'язково вимагає значних інвестицій для отримання сут-

тєвих результатів. Медичні заклади можуть почати з простих, недорогих заходів, щоб зменшити споживання енергії. Наприклад, з виділених нами, які наведені у табл.1, що потребують невеликих обсягів інвестування. Стратегічне зосередження на недорогих заходах може значно покращити управління енергією. Наприклад, встановлення енергоефективного освітлення, такого як світлодіодні світильники, є яскравим прикладом скромних за обсягом інвестицій, але значних за ефектом. Ці освітлювальні рішення не тільки потребують менше енергії, але й мають довший термін використання, зменшуючи як загальні витрати, так і потреби в обслуговуванні.

Слід зауважити, що успіх на шляху до енергоефективності наряду залежить від усвідомлення колективом закладу засад сталого розвитку і відповідального ставлення до довкілля. Тому пропаганда енергозберігаючої поведінки серед персоналу та пацієнтів є культурним зрушенням в лікарняному середовищі. Такі заохочувальні дії, як вимкнення обладнання, що не використовується, та максимальне використання природного світла можуть допомогти зменшити споживання енергії. З іншого боку, управління енергоефективністю в організаціях охорони здоров'я потребує ретельного моніторингу з боку керівництва організації на всіх етапах: проведення аудиту, розроблення плану управління споживання енергії, моніторингу та оцінки енергоефективності на кожному етапі, а також аналізу тенденцій та вжиття відповідних коригувальних заходів.

При наявності фінансових можливостей заходи по підвищенню енергоефективності лікарняних закладів та зменшенню впливу на довкілля набувають масштабів; вони пропонуються у табл.2.

Як приклад кроків по підвищенню енергоефективності, наводимо заходи, впроваджені у медичному центрі у місті Києві (загальна площа 1000 м², загальне річне споживання електроенергії – 40000 кВт,

Таблиця 1

Заходи по підвищенню енергоефективності медичних закладів з невеликими обсягами інвестування

№	Заходи	Цілі	Досягнення
1	Проведення енергетичних аудитів	Визначення енергетично неефективних ланок. Оцінка ефективності обладнання, схем енергоспоживання	Висновки з аудиту забезпечують основу для розробки плану по енергоефективності
2	Проведення освітніх та рекламних заходів стосовно енергоефективності для персоналу та пацієнтів	Підвищення рівня екологічної свідомості	Практики ефективності демонструють прагнення медичного закладу до сталого розвитку та відповідальне ставлення до довкілля
3	Розроблення плану управління споживання енергії	Впровадження методів економії енергії, визначення перспектив та пріоритетів	Зменшення витрат, зменшення впливу на довкілля
4	Оптимізація освітлення	Впровадження світлодіодного освітлення, датчиків руху та регуляторів світла	Комфортне світлове середовище при економії ресурсів
5	Моніторинг та оцінка енергоефективності на кожному етапі	Застосування систем вимірювання витрат енергії	Аналіз тенденцій та вжиття коригувальних заходів

річне споживання води – 600 м³), (табл. 3). Як видно з даних таблиці, вони дали значний ефект енергозбереження. Для цього медичного центру нами були проведені також дослідження по перспективності впровадження дахової сонячної фотоелектричної системи. Робота виконувалася із застосуванням сучасного програмного забезпечення PV-Sol Premium 2025 [12].

Відмова від спалювання викопного органічного палива і перехід на відновлювані джерела енергії для медичних закладів є найбільш сучасним і ефективним шляхом до зменшення карбонового сліду [13-20]. Незалежність від мереж постачання, значна економія фінансів у перспективі, можливість масштабування при потребі і збільшенні ресурсів є незаперечними перевагами і аргументами для інвестування у такі проекти. Використання додатково систем накопичення

енергії, акумуляторів, надають можливість зберігання надлишків енергії, що підвищує стійкість лікарень і забезпечують резервне живлення під час відключень. У проведених нами дослідженнях по моделюванню сонячних фотоелектричних систем для медичного центру показано прогнозоване зменшення вуглецевого сліду в залежності від кількості використаних панелей, загальної площі та особливостей їх розміщення (табл. 4). У розрахунках використовувались характеристики сонячних фотоелектричних панелей JA Solar Holdings Co., Ltd. – AM72S30-550/MR Vertical.

Разом всі наведені заходи підкреслюють важливість енергоефективного менеджменту в медичних закладах, узгоджуючи його з ширшими цілями економії коштів, покращення надання медичних послуг та сприяння практикам сталого розвитку.

Таблиця 2

**Заходи по підвищенню енергоефективності медичних закладів,
що потребують значних обсягів інвестування**

№	Заходи	Цілі	Досягнення
1	Проектування, модернізація та реконструкція будівель відповідно сучасних технологій для підвищення енергоефективності	Зменшення енергетичних та теплових втрат	Значна економія ресурсів, підвищення комфортності та зменшення впливу на довкілля
2	Впровадження джерел відновлювальної енергії: сонячні батареї, геотермальні системи, біогазові установки	Енергонезалежність від мереж, цілодобове стабільне забезпечення електроенергією, можливість за потреби масштабування систем	Радикальне зменшення викидів парникових газів, декарбонізація, економія ресурсів
3	Оновлення енергоємного обладнання: заміна застарілого енергоефективними альтернативами	Досягнення вищого рівня ефективності при зменшенні енерговитрат	Покращення роботи, економія ресурсів та зменшення впливу на довкілля.
4	Оптимізація систем опалення, вентиляції, охолодження.	Зменшення значного споживання енергії для кондиціонування повітря	Більш комфортне середовище, значна економія ресурсів, зменшення впливу на довкілля

Таблиця 3

Реалізація заходів по підвищенню енергоефективності медичного центру (м. Київ)

№	Заходи	До змін	Після змін	% Економії/ заощадження
1	Заміна люмінесцентних ламп на LED	18000 кВт/рік	7800 кВт/рік	55
2	Заміна водяних бойлерів (із 80л на 50л)	2400 кВт/рік	1700 кВт/рік	30
3	Заміна холодильного обладнання на новітнє та енергоефективніше	1800 кВт/рік	900 кВт/рік	50
4	Встановлення безконтактних сенсорних змішувачів води	600 м ³ /рік	420 м ³ /рік	30

Таблиця 4

**Зменшення вуглецевого сліду при впровадженні фотоелектричних сонячних систем
у медичному закладі**

№	Кількість панелей	Загальна площа панелей, м ²	Загальна потужність панелей, кВт	Загальна річна генерація, кВт·год на рік	Зменшення викидів CO ₂ , кг на рік	Частка задоволення енергетичних потреб, %
1	30	77,5	16,5	14650	6140	35,4
2	94	242,8	51,7	38930	16271	48,6
3	104	268,7	57,2	41366	17076	73,3

Головні висновки. З екологічної та енергетичної точки зору закладам охорони здоров'я необхідно розглянути можливість реконструкції будівель, щоб вони відповідали стандартам енергоефективного будівництва. Рекомендується зменшити непотрібні простори всередині будівель лікарень, щоб зменшити споживання електроенергії. Окрім того, постійний енергетичний менеджмент у лікарнях є важливим фактором, оскільки неефективне управління призводить до збільшення ресурсних витрат та негативного впливу на довкілля.

Політика збереження навколишнього середовища за допомогою впровадження відновлюваних джерел

енергії на сьогодні є найбільш радикальним способом зменшення карбонового сліду, тому доцільно більше інвестувати в сонячну енергію. Перехід до енергоефективності в закладах охорони здоров'я є очевидним безпрограшним рішенням, оскільки економія коштів поєднується з екологічними перевагами зменшення вуглецевого сліду.

Перспективи використання результатів дослідження. Запропоновані підходи до вирішення проблем енергоефективності та зменшення впливу на довкілля, отримані на основі власних досліджень та аналізу сучасної наукової літератури, планується пропагувати та впроваджувати в медичних закладах України.

Література

1. Hough E., Cohen Tanugi-Carresse A. Supporting Decarbonization of Health Systems – A Review of International Policy and Practice on Health Care and Climate Change. *Curr Environ Health Rep.* 2024 Feb 15;11(2):266–278. doi: 10.1007/s40572-024-00434-x
2. Pichler, P.-P.; Jaccard, I.S.; Weisz, U.; Weisz, H. International comparison of health care carbon footprints. *Environ. Res. Lett.* 2019, 14, 064004. [Google Scholar] [CrossRef]
3. European Union Energy Efficiency Directive (EU/2023/1791).
4. Dion H., Evans M., Farrell, P. (2023), Hospitals management transformative initiatives; towards energy efficiency and environmental sustainability in healthcare facilities, „Journal of Engineering, Design and Technology, Vol. 21 No. 2, s. 552–584. <https://doi.org/10.1108/JEDT-04-2022-0200>.
5. Jie Dong, Amr Hamada, Meysam Akbari Paydar, Nishesh Jain, Nick Macdonald Smith, Esfandiar Burman Identifying decarbonization pathways for primary healthcare buildings using energy certificate models in England and Wales. *Building and Environment.* V. 274, 2025, 112794.
6. Tomanek Michał, 2024, Energy Efficiency in Hospitals – towards Sustainable Healthcare, „Builder” 03 (320). DOI: 10.5604/01.3001.0054.3461
7. Salas, R.N.; Maibach, E.; Pencheon, D.; Watts, N.; Frumkin, H. A pathway to net zero emissions for healthcare. *BMJ* 2020, 371, m3785. [Google Scholar] [CrossRef]
8. Alotaiby Rana, Krenyacz Eva Energy efficiency in healthcare institutions, *Society and Economy*, V.45, Issue 4, 2023. – P.495-511.
9. Psillaki M., Apostolopoulos N., Makris I., Liargovas P., Apostolopoulos S., Dimitrakopoulos P., Sklias G., Hospitals' Energy Efficiency in the Perspective of Saving Resources and Providing Quality Services through Technological Options: A Systematic Literature Review, *Energies* 2023, 16(2), 755; <https://doi.org/10.3390/en16020755>
10. Borges de Oliveira K., Ferro dos Santos E., Faria Neto A., de Mello Santos V., José de Oliveira O., Guidelines for efficient and sustainable energy management in hospital buildings, „Journal of Cleaner Production”, Vol. 329, 20 (December 2021).
11. Papadopoulos A.M., Energy Efficiency in Hospitals: Historical Development, Trends and Perspectives, *Energy Performance of Buildings*, s. 217–233, Springer (2016).
12. PV*SOL Premium: https://PV*SOL.software/en/
13. Відновлювані джерела енергії. За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.
14. Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: Матеріали XXV міжнародної науково-практичної конференції (Київ, 22–24 травня 2024 р.). К.: Інститут відновлюваної енергетики НАН України. 2024. 545 с. (С. 197–288). <https://doi.org/10.36296/renewable.conf.22-24.05.2024>.
15. Soto E.A., Hernandez-Guzman A., Vizcarrondo-Ortega A., McNealey A., Hernandez-Guzman A., Vizcarrondo-Ortega A., McNealey A., Bosman L. A. Solar Energy Implementation for Health-Care Facilities in Developing and Underdeveloped Countries: Overview, Opportunities, and Challenges. *Energies.* 2022, 15(22), 8602; <https://doi.org/10.3390/en15228602>
16. Noorollahi, Y.; Golshanfard, A.; Ansaripour, S.; Khaleedi, A.; Shadi, M. Solar energy for sustainable heating and cooling energy system planning in arid climates. *Energy.* 2021, 218, 119421. [Google Scholar] [CrossRef]
17. Shafqat Mughal, Yog Raj Sood, R.K. Jarial. A Review on Solar Photovoltaic Technology and Future Trends. *International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology.* Volume 4, Issue 1, April 2018. ISSN: 2456-3307
18. Sevda Kuşkaya, Faik Bilgili, Erhan Muğaloğlu, Kamran Khan, Mohammad Enamul Hoque, Nurhan Toguç The role of solar energy usage in environmental sustainability: Fresh evidence through time-frequency/Renewable Energy, V. 206, April 2023, P. 858-871.
19. Herrando, M., Pantaleo, A. M., Wang, K., & Markides, C. N. (2019). Solar combined cooling, heating and power systems based on hybrid PVT, PV or solar-thermal collectors for building applications. *Renewable Energy.* doi:10.1016/j.renene.2019.05.004
20. Kazem H.A., Chaichan M.T., Al-Waeli A. H. A., Gholami A. A systematic review of solar photovoltaic energy systems design modelling, algorithms, and software. *Energy Sources. Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects.* V. 44, Issue 3, 2022. – P. 6709-6736.
21. Tomson Ch., Reducing the carbon footprint of hospital-based care, „Future Hospital”, 57–62, (February 2015).