

УДК338.43:666.9.012

В. П. Якобчук,
к. е. н., професор, Житомирський національний агроекологічний університет
С. В. Тищенко,
к. е. н., доцент, Житомирський національний агроекологічний університет
С. В. Ярош,
здобувач, Житомирський національний агроекологічний університет.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

V. Yakobchuk,
PhD (Economics), professor, Zhytomyr National Agroecological University
S. Tyshchenko,
PhD (Economics), Associate Professor, Zhytomyr National Agroecological University
S. Yarosh,
Applicant, Zhytomyr National Agroecological University

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF ENERGY AUDIT

У статті представлено обґрунтовані авторами теоретико-методичні засади та розроблені практичні рекомендації щодо проведення енергетичного аудиту в Житомирському національному агроекологічному університеті. Розкрито на базі авторських схем та методик механізм проведення енергоаудиту, запропоновано алгоритм енергетичного обстеження, який базується на комплексному економіко-технологічному аналізі об'єкта та його енергосистем, а саме: визначення виду енергетичного обстеження; порядок проведення і складання кошторису обстеження; аналіз ступеня ефективності використання енергії і енергоносіїв (електрична енергія, теплова енергія, вода); розробку потенційних енергозберігаючих заходів; особливості побудови енергетичного балансу. Висвітлено сучасний стан та основні тенденції проведення енергоаудиту соціально-значимих об'єктів, який дає можливість знайти альтернативні шляхи економії енергоресурсів, виявити першочергові енергозберігаючі заходи та технології, а також розробити основні прогностичні показники отримання економічного ефекту від впровадження системи енергоаудиту в цілому з урахуванням основних напрямів стратегії розвитку об'єкту.

In the article the authors proved the theoretical and methodological foundations and practical recommendations on conducting energy audit in Zhytomyr agroecological National University. Exposed at the author's schemes and methods mechanism of energy audit, energy audit algorithm is based on a comprehensive economic and technological analysis and object and its energy systems, including: determining the type of energy audit; procedure of examination and budgeting, analysis of the degree of energy efficiency and energy (electricity, heat, water); the development potential of energy saving measures; features of energy balance. The modern state and main trends of energy socially significant facilities which enables to find alternative ways of energy savings, identify priority energy efficiency measures and technologies, and develop key forecast indicators obtain economic benefits from the introduction of energy in general, with the main directions development strategy object.

Ключові слова: енергетичний аудит, енергоефективність, теоретико-методичні засади, енергозабезпеченість.

Key words: energy audit, energy efficiency, methodology, powersupply.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Сучасні системи енергозабезпечення соціально-значимих об'єктів побудовані на базі типових рішень. Переважна більшість енергосистем вищезазначених об'єктів мають низьку

запроектовану енергоефективність та значні перевитрати в споживанні енергії по відношенню до проектних показників. Вибір технічних рішень, що забезпечують збільшення енергоефективності, на наше переконання, повинен

базуватися на комплексному аналізі та оцінці економічних ефектів альтернативних варіантів споживання енергії за даними всеохоплюючого енергетичного обстеження. Тому енергетичний аудит є основою для регулювання взаємовідносин між споживачами та постачальниками енергії щодо прийняття взаємоузгоджених рішень. Як вважає більшість науковців світу, проблема підвищення ефективності використання та економії енергоресурсів стане однією з найактуальніших для кожної країни в умовах поглиблення глобальної енергетичної кризи.

Однією за найбільш гострих проблем України на сучасному етапі її розвитку є стабільність енергозабезпечення і ефективність використання енергоресурсів. Процедури, засоби та методи енергетичного аудиту мають проходити крізь науково-технічне обґрунтування. Положення про порядок організації енергетичних обстежень, затверджене наказом Держкоменергозбереження України від 29.04.1999 р. за № 27, стосується тільки нормативних та правових засад проведення енергетичних обстежень. За підрахунками науковців на сьогодні в Україні на енергопостачання будівель витрачається біля 40% паливно-енергетичних ресурсів, таким чином в умовах фінансової та енергетичної кризи є гостра необхідність та доцільність суттєвого зменшення енерговитрат. Таким змінам може сприяти широке впровадження передових західних технологій енергозбереження та збільшення використання сучасних новітніх приладів, систем, технічних засобів та рішень для підвищення ефективності використання енергії. У зв'язку з чим, формування системи науково-технічного аналізу процедури, методів та засобів енергетичного аудиту стає першочерговим як для науки так і для практики господарювання.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Основою формування системи проведення енергетичного аудиту є застосування наукового підходу до розробки технологічно обґрунтованих, прогресивних норм витрат енергоспоживачів, який проводиться на засадах дослідження та планування витрат енергоресурсів з врахуванням динаміки їх споживання за тривалий період часу.

Цей підхід достатньо детально висвітлений у роботах С.С. Антоненко [8], М.А. Голуб [12], Я.В. Белинская [13], В.М. Кошельник [7], Л.Л. Тоньянський [6], С.В. Кострюков [9], Ю.В. Шульгин [7], В.О. Юрескул [11], М.М. Шовкалюк [12] та ін. Енергетичне обстеження дуже тісно по-

в'язане із енергозбереженням Стівен Шульц (Schultz, 2011). Разом з тим, звертає на себе увагу та обставина, що в багатьох виконаних роботах недостатньо аргументованим є глумачення ролі та місця потенціалу енергозбереження систем теплопостачання незважаючи на те, що саме дослідження потенціалу енергозбереження є однією з основних цілей проведення енергетичного аудиту.

МЕТА ДОСЛІДЖЕННЯ

Метою дослідження є на основі виявлення нових теоретичних засад формування системи енергоаудиту та вдосконалення існуючих механізмів його проведення запропонувати практичні рекомендації щодо удосконалення методики енергоаудиту як основного інструменту забезпечення мотивації енергоощадження об'єктів господарювання і покращення енергетичного балансу країни в цілому.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Проведення енергетичних обстежень на основі нових теоретико-методичних засад, що здатні об'єктивно та якісно визначити потенціал енергозбереження системи теплопостачання та забезпечити ранжування і якісну оцінку показників економічної ефективності інвестицій в енергозберігаючі заходи основне завдання системи сучасного аудиту. Разом з тим, сучасний стан економіки не дозволяє розраховувати у найближчий період обсяги та джерела фінансування технічного переоснащення виробництва та запровадження енергоефективних технологій. Тому сучасна методика проведення енергоаудиту потребує внесення суттєвих коригувань в оцінку основних техніко-економічних показників функціонування об'єктів у майбутні періоди, особливо після часткового впровадження енергозберігаючих заходів. При формуванні системи енергетичного аудиту особлива увага повинна приділятися аналізу нормативної літератури, щодо питань виконання енергетичних обстежень систем теплопостачання та аналізу розроблених для деяких міст України міських енергетичних планів, схем теплопостачання та енергетичних аудитів [13]. На наше переконання, сучасний енергоаудит передбачає комплексне обстеження підприємств, організацій, будинків і окремих виробництв з їх ініціативи з метою визначення можливостей економії споживаної енергії і допомоги підприємству в здійсненні економії на практиці шляхом впровадження механізмів енергетичної ефективності, а також з метою впровадження системи енергетичного менеджменту.

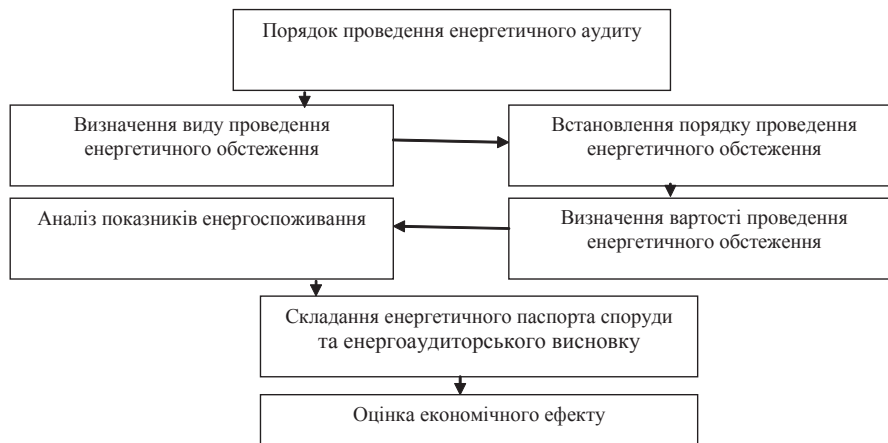


Рис. 1. Методика визначення етапів порядку проведення енергетичного аудиту

Джерело: авторське бачення побудоване на матеріалах [1; 3; 4; 13].

Енергетичний аудит можна проводити за всіма напрямками діяльності підприємства такими, як теплопостачання, вентиляція й кондиціювання, водопостачання й водопідготовка, водовідведення й очищення стоків, електропостачання, контрольно-вимірювальні прилади і апаратура, газопостачання, димовідведення, будівництво та технології, технічна діагностика будівельних конструкцій будинків, екологія та ін. Предметом енергетичного аудиту є забезпечення системного обстеження витрат палива й енергії, аналіз і розробка рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів. Головною метою енергетичного аудиту є пошук можливостей енергозбереження і допомога суб'єктам господарювання у визначенні напрямів ефективного енерговикористання.

Наше бачення призначення сучасного енергетичного аудиту базується на розширенні спектру комплексного вирішення наступних задач: формування карти використання об'єктом паливно-енергетичних ресурсів; розробка на основі техніко-економічного аналізу заходів, спрямованих на зниження втрат енергії; пропонування програми економії енергоресурсів і раціонального енергокористування та визначення потенціалу енергозбереження; фінансова оцінка енергозберігаючих заходів.

Енергетичний аудит проводиться енергосервісними компаніями чи незалежними експертами (енергоаудиторами), що уповноважені суб'єктами господарювання на його проведення. Методика проведення енергетичного аудиту перш за все залежить від повноти інформації, що прагне одержати і за яку бажає платити клієнт (рис. 1).

Енергоаудит поділяють на простий (огляд енергоспоживання, заснованого на даних лічильників будинку) та комплексний і трудо-

місткий (визначення та ідентифікація всіх напрямів витрат енергії і передбачення установки нового стаціонарного вимірювального устаткування його тестування), після детальної перевірки видаються обґрунтовані рекомендації. Існують різні способи проведення енергоаудиту. За термінами проведення енергетичні обстеження поділяють на: первинні; чергові; позачергові. За обсягами робіт, є просте (експрес — обстеження); повне (комплексне) інструментальне обстеження. Простий енергетичний аудит передбачає поверховий збір інформації з енерговикористання та розроблення типових для даного об'єкту енергоспоживання рекомендацій з енергозбереження. Він забезпечує базове енергетичне обстеження, робить загальні висновки про споживання енергії.

На наше переконання, повний (комплексний) енергетичний аудит як аналітично-розрахунковий метод обстеження з більш детальною оцінкою потенціалу енергозбереження, створення енергетичного паспорту, розробки питомих норм на споживання паливно-енергетичних ресурсів і плану організаційно-технічних заходів щодо енергозбереження. Цей метод допомагає визначити потенційну економію енергії. По перше, варто підрахувати кількість енергії, спожитої всіма основними видами устаткування і порівняти дану величину з загальним енергоспоживанням. Також дозволяє провести високоякісний енергоаудит, заснований на науковому підході, дослідженні і вимірі різних параметрів, а також на досвіді експерта, тобто забезпечує детальне енергетичне обстеження; використовує такі прийоми, як регресійний аналіз і енергетичний баланс, для точного визначення енергоспоживання; розглядає широкое коло можливостей енергозбереження, включаючи структурні зміни такі, як когенера-

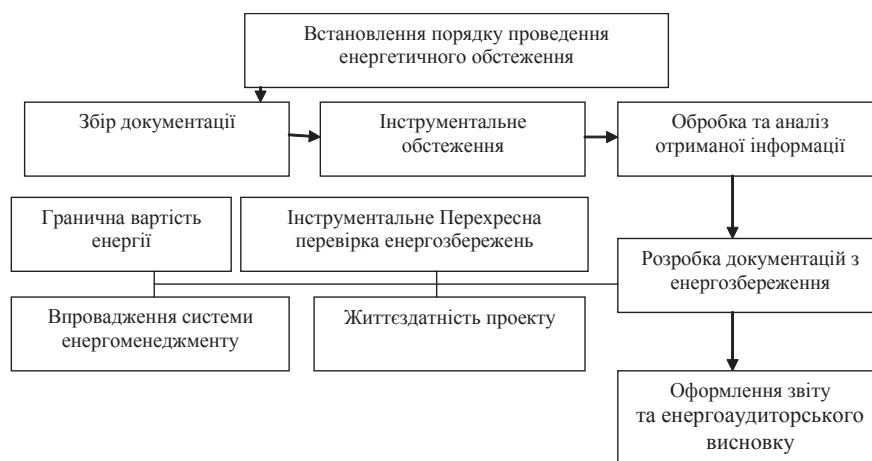


Рис. 2. Методика визначення порядку проведення енергетичного аудиту

Джерело: авторське бачення побудоване на матеріалах [1; 3; 4; 13].

ція чи децентралізація на базі використання альтернативних джерел палива. Методика проведення енергетичного аудиту передбачає наступні етапи (рис. 2).

У реальному житті частіше зустрічається об'єднання кількох методів проведення енергетичного обстеження. Такий підхід має на увазі використання складних аудиторських прийомів, але, замість пошуку широкого кола можливостей з економії енергії, він фокусується на невеликій кількості технологій енергозбереження.

Однією з найбільш складних обговорюваних умов у переговорному процесі між енергоаудиторською компанією та енергоспоживачем є визначення вартості проведення енергетичного обстеження, яка залежить від структурної складності громадської організації та, як наслідок, обсягу обстеження. Необхідно здійснити попередній виїзд спеціалістів-енергоаудиторів до громадської організації з метою огляду та проведення робочих зустрічей з керівництвом та персоналом.

Обчислення капітальної вартості проекту з енергозбереження — це ключовий момент звіту. Неправильно оцінені витрати можуть

легко підірвати довіру до цілого звіту. Звичайно причина недооцінки витрат викликана не недооцінюванням витрат, а не урахуванням загальної вартості компонентів. До них слід віднести такі компоненти, які є невичерпаними: вартість закупівлі енергозберігаючого устаткування; закупівельна вартість допоміжного устаткування; витрати на доставку (митні формальності й установка устаткування); страхування; витрати на ізоляцію; тестування і введення установки в експлуатацію; виплати за консультації; витрати на переміщення виробничого устаткування та ін.

Основні джерел інформації з енергоспоживання включають: витрати за період (рік, декада, місяць), за паливо, воду, електричну енергію, покази лічильників, характеристика огорожувальних конструкцій, проектна документація по об'єкту. При цьому враховуються як обсяг споживання, так і тарифи та вартість різних видів спожитої енергії та енергоносіїв. У разі відсутності лічильників при енергоаудиті може бути застосовано спеціальне вимірювальне обладнання. Методика проведення аналізу показників енергоспоживання наведено на рисунку 3.



Рис. 3. Методика аналізу показників енергоспоживання

Джерело: авторське бачення побудоване на матеріалах [1; 3; 4; 13].

Таблиця 1. Оцінка економічного ефекту енергозбереження в 2016 р. при енергетичному аудиті Житомирського національного агроекологічного університету

	Ціна, грн з ПДВ	Витрати палива, м3 (тон)	Річні витрати, грн. / рік з ПДВ	Економія, грн. / рік
Природний газ	7920	100 486,00	795 849,12	401 257,75
Пелета деревини	2000	197,30	394 591,37	

Джерело: власне дослідження.

Споживач повинен збирати покази лічильників не менше як раз на місяць, щоб одержувати ймовірну інформацію про енергоспоживання. Чим більше буде контрольно-вимірювальних приладів для моніторингу споживання паливно-енергетичних ресурсів тим точнішим буде аналіз.

За визначеними теоретико-методичними засадами опрацьованими здобувачем та кафедрою економічної теорії та інтелектуальної власності Житомирського національного агроекологічного університету було проведено у м. Житомир організацією "СТРОВ ЕНЕРЖИ" (опалювальне обладнання) енергетичний аудит у Житомирському Національному Агроекологічному Університеті за адресою: вул. Корольова, 39, м. Житомир щодо реконструкції системи опалення будівель університету з новим будівництвом автоматизованої котельні на біомасі (пелети деревини). Проектом передбачається, відповідно до вимог чинних нормативних документів заходи:

- перерізи провідників обрані по довгостроково припустимому струмі в нормальному, аварійному і після аварійному режимах, навантажень по вітру і ожеледиці, а також по припустимим відхиленням напруги;
- децентралізоване керування світильниками з урахуванням зміни природного освітлення.

Проведений енергетичний аудит дозволив здійснити економію закладу у грошовому еквіваленті на 401257,75 грн. у рік.

ВИСНОВКИ

Таким чином, запропоновані теоретико-методичні засади проведення енергетичного аудиту дають можливість здійснити аналіз використання енергетичних потужностей, виявити позитивні та негативні їх наслідки, економічний ефект від впровадження Енергетичний аудит — це комплексне енергетичне обстеження будівлі, що включає: збір вихідних даних, складання балансів споживання та розподілу енергії, аналізу фінансової та технічної інформації, виявлення нераціональних витрат, розробку енергозберігаючих заходів, видачі рекомендацій і визначення ефекту від їх впровадження.

Його основною метою є оцінка ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів і розробка ефективних заходів для зниження витрат будівлі. Результатом робіт з енергоаудиту є інформаційний продукт, оформле-

ний у вигляді технічного звіту. Можливостями енергетичного аудиту є правильне визначення стратегії і тактики енергозбереження, визначення заходів енергозбереження, досягнення енергонезалежності будівлі, скорочення прямих і непрямих витрат на виробництво і собівартість продукції, отримання кредитів та застосування інвестицій [2].

За допомогою удосконалення теоретико-методичних засад проведення енергетичного аудиту можливо здійснити експертизу стану енергоспоживання та обрахувати економічний ефект від впроваджених заходів. Це надасть можливість всім секторам економіки перейти на шлях енергозаощадження і покращити енергетичний баланс в цілому у країні.

Література:

1. Тищенко С.В., Ярош С.В. Ефективне використання енергоресурсів на підприємствах. / С.В. Тищенко, С.В. Ярош // Наукові праці Кіровоградського національного технічного університету. Економічні науки. — 2012. — № 21. — С. 303 — 307.
2. Белинска Я.В., Чаплигін А.В. Оцінка економічної ефективності інвестицій в енергоефективні проекти / Я.В. Белинска, А.В. Чаплигін // Економічний часопис. — 2013. — № 11 — 12 (1) С. 103 — 106.
3. Енергетичний аудит, його задачі та основні етапи. 2015. Матеріали взяті [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://nebo-ok.net/book_energetichnij-menedzhment_-665_page_56/
4. Тищенко С.В. Методологія дослідження енергозбереження державної та комунальної сфер. / С.В. Тищенко // Електронна наукова фахова видання "Ефективна економіка" [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/2970/1/Efektivna_ekonomika_2014_5.pdf
5. Тищенко С.В. Підвищення енергоефективності об'єктів бюджетної та комунальної сфери міста Житомира. / Тищенко С.В. // Ста-

лий розвиток економіки. — 2014. — № 1. — С. 73—77.

6. Товажнянський Л.А. Перспективи і практика розвитку галузей паливно-енергетичного комплексу [Текст]: навч. посібник / Л.А. Товажнянський, Б.О. Левченко, Л.Й. Маріїч. — Харків: НТУ "ХПІ", 2013. — 300 с.

7. Кошельник В.М., Шульгин Ю.В., Кошельник О.В., Соловей В.В. Основи проектування теплотехнічних установок підприємств промисловості будівельних матеріалів: навч. посібник. — Х.: Вид-во "Підручник НТУ "ХПІ", 2013. — 216 с.

8. Антоненко С.С. Енергетичне обстеження та визначення напрямків підвищення енергетичної ефективності об'єктів комунальної власності [Текст] / С.С. Антоненко, А.С. Мандрика // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. — 2008. — № 2. — С. 122—125.

9. Енергетичне законодавство. Основні законодавчі акти / Упоряд. С.В. Кострюков. — Д.: Національний гірничий університет, 2013. — Ч. I. — 168 с.

10. ДСТУ 4713:2007 "Енергозбереження. Енергетичний аудит промислових підприємств. Порядок проведення та вимоги до організації робіт [Текст]. — Введ. с 2007.07.01. — К.: Держспоживстандарт України, 2007. — 18 с.

11. Юрескул В.О. Щодо вдосконалення правового регулювання енергозбереження в будівлях / В.О. Юрескул // Актуальні проблеми політики. 2014. Вип. 52. — С. — 362—372.

12. Шовкалюк М.М., Голуб М.А. Аналіз енергетичної ефективності діяльності підприємства з виробництва пива / М.М. Шовкалюк, М.А. Голуб // "Молодий вчений". — № 2 (17). — 2015. — С. 62—65.

13. До питання методології проведення енергетичного аудиту систем теплопостачання. тепловий баланс — основа алгоритму проведення енергетичних обстежень. від 22.09.2013 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.tecom.com.ua/development.html?action=one&num=72&room=6>

14. Schultz S. Trends in global energy efficiency / S. Schultz. — Zurich: ABB, 2011. — 160 p.

References:

1. Tyshchenko, S. V. and Yarosh, S. V. (2012), Efficient use of energy resources in enterprises. Scientific works of Kirovograd national technical University. The economic science, 21, pp. 303—307.

2. Belinska, Y. and Chaplygin, O. (2013), Evaluation of economic efficiency of investments in

energy efficiency projects. EkonomichniyCasopis-XXI (Economic annals-XXI). 11-12(1),103-106 (in Ukr.).

3. Energy audit, its objectives and milestones (2015). Retrieved from: http://nebook.net/book_energetichnij-menedzhment_665_page_56/ (in Ukr.).

4. Tyshchenko, S. V. (2015), Research methodology-saving the state and public spheres. "EfficienteconomyRetrievedfrom" http://ir.znau.edu.ua/bitstream/123456789/2970/1/Efektivna_ekonomika_2014_5.pdf

5. Tyshchenko, S. V. (2014), Improving energy efficiency in municipal and public utilities of the city of Zhitomir. Stalyrozvutokekonomiky (Sustainable development of the economy), 1, pp. 73—77. (in Ukr.).

6. Tovazhnyanskiy, L. L. (2013), The Perspectives and practice of development of branches of fuel and energy complex. Tutorial. Kharkiv (in Ukr.).

7. Kostelnik, V. M. Shulgin, Y. V. Koscelnik, A. V. (2013), Basics of design of thermal plants of the enterprises of the industry of construction materials: training manual, H.: Typein "Parusnik NTU "KHPI" (in Ukr.).

8. Antonenko, S. S. (2008), Energy audit and identify areas for improving energy efficiency of municipal property. Visnuk Sumskogo derzhavnogo yniversity (Bulletin of Sumy state University. Series Technical Sciences), 2, pp. 122—125 (in Ukr.).

9. Kostyukov, S. V. (2013), Energy legislation. The main legislative acts. National mining University. Dnepropetrovsk, NMU (in Ukr.).

10. DSTU 4713:2007 "Energy. Energy audit of industrial enterprises. The procedure and requirements to the organization of work. (2007). K.: State Committee Of Ukraine. (in Ukr.).

11. Yureskul, V. A. (2014), On improvement of legal regulation of energy efficiency in buildings. Aktyalniproblemypolituku (Actual problems of policy), 52, pp. 362—372.

12. Shovkaluk, M. M. and Golub, M. A. (2015), Analysis of energy efficiency activity of the enterprise for production of beer. Moliduyvchenyu (Young scientist), 2, pp. 62—65 (in Ukr.)

13. On the methodology of the energy audit of heat supply systems. the heat balance is the basis of the algorithm of carrying out of energetic surveys (2013), Retrieved from <http://www.tecom.com.ua/development.html?action=one&num=72&room=6> (in Ukr.).

14. Schultz, S. (2011). Trends in global energy efficiency, Zurich: ABB.

Стаття надійшла до редакції 30.03.2016 р.