

УДК 658.567

СВІТОВІ ТЕНДЕНЦІЇ УПРАВЛІННЯ ВІДХОДАМИ ВИРОБНИЦТВ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ УКЛАДІВ

Хомяков В.І., д.т.н., професор,
Коробченко Н.М.

Черкаський державний технологічний університет

В статье исследованы и изучены мировые тенденции управления отходами производств современных технологических укладов. Проанализированы методы утилизации электрического, электронного оборудования и автомобилей.

Ключевые слова: отходы электрического и электронного оборудования, технологический уклад, управление отходами.

In the article global trends of the management by waste of modern technological structures industries are studied and investigated. The methods of the utilization of electrical, electronic equipment and cars are analyzed.

Key words: electrical and electronic equipment waste, technological structure, management by waste.

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. На сучасному етапі в Україні панує виробництво продукції третього технологічного укладу, а саме: чорна металургія, електротехнічне та важке машинобудування, електроенергетика, неорганічна хімія. Значну частку виробленої продукції в Україні становить також автомобілебудування, кольорова металургія, виробництво товарів тривалого використання, органічна хімія, виробництво і переробка нафти, тобто продукція четвертого технологічного укладу, який становить приблизно 35 % виробленої в Україні продукції.

Україна експортує в основному продукцію металургії, яка втілюється за кордоном в об'єкти довготривалого використання (50, 100 і більше років).

Імпорт України, не враховуючи паливно-енергетичних ресурсів, складається із сучасних технологічних укладів, таких як: TV, PC, мобільні телефони, автомобілі тощо, для яких тривалість життєвого циклу становить відповідно 2–5–10 років.

Користуючись високотехнологічною продукцією, ми не створюємо власної виробничої бази для адекватного збільшення випуску конкурентоспроможної прогресивної продукції. Такий стан не може задовольняти умови майбутнього економічного зростання української економіки.

Особливістю сучасного виробництва та споживання високотехнологічної продукції, з одного боку є те, що у високорозвинених країнах домінуючими стали 5-й та 6-й технологічні уклади, з другого, в Україні дуже низька частка галузей, які відносяться до високих технологій – усього 4,6 %. Так, в 2008 р. на 3-й і 4-й технологічні уклади в Україні припадало відповідно 45,4 і 50 % промислової продукції. Оскільки основні виробниці високотехнологічного виробництва характеризуються невисокою тривалістю життєвого циклу, і є дуже складними для ефективної утилізації, особливо за умови низької технічної кваліфікації кадрів, обрана тема статті є надзвичайно актуальною, враховуючи, що на перший план виходить використання світового досвіду [2].

Аналіз досліджень та публікацій. Управління відходами виробництв сучасних технологічних укладів розглядається у працях таких науковців, як Жен Ян, Сьюзен Фідхол, Джеф Стайдінгер, Грегорі Келайн, Мішель С. Флін, В. Сіміч, Б. Дімітрієвіч .

Постановка завдання. Метою статті є дослідження світових тенденцій управління відходами виробництв сучасних технологічних укладів з метою запобігання негативному впливу на довкілля, здоров'я людини.

Викладення матеріалу та результати. Людство перебуває в постійній залежності від процесу модернізації та заміни сучасної техніки. Виробництво офісного устаткування, комп'ютерів і мобільних пристроїв, автомобілів з кожним роком стрімко збільшується. Разом з цим постає проблема утилізації електричного та електронного обладнання, що вийшло з ладу та в якого закінчився життєвий цикл.

Оскільки сучасне суспільство продовжує споживати щорічно все більшу кількість електронних виробів, збільшуються обсяги відходів електричного та електронного обладнання та зростає шкода довкіллю.

В світі існує велика різноманітність форм переробки відходів електронного та електричного обладнання. Запропоновані численні підходи, включаючи заборону розміщення відходів у сміттєзвалищах, розширена відповідальність виробників [EPR] та авансовані платежі на переробку (Advance Recycling Fee) ARF для фінансування системи переробки відходів.

Екологічна шкода, що наноситься електричними відходами, стала основною причиною прийняття Європейською Комісією директиви про відходи електричного та електронного обладнання (WEEE – waste electrical and electronic equipment), де виділено 10 категорій електричного та електронного обладнання [5]:

1. Велика побутова техніка (монітори з діагоналлю більше 63,5 см, холодильники, пральні машини та інше).
2. Мала побутова техніка (монітори з діагоналлю менше 63,5 см, телефони, факси).
3. Інформаційне та телекомунікаційне обладнання (монітори, ноутбуки, персональні комп'ютери тощо).
4. Споживацьке обладнання (телевізори, стереоустаткування, електричні зубні щітки тощо).
5. Освітлювальне обладнання (флуоресцентні лампи)
6. Електричні та електронні інструменти (за винятком великих стаціонарних промислових інструментів).
7. Іграшки, обладнання для спорту та відпочинку.
8. Медичні пристрої (за винятком усієї імплантованої та інфікованої продукції).
9. Інструменти моніторингу та контролю.
10. Торговельні автомати.

Крім виділених категорій електричного та електронного обладнання, обмежений термін використання мають також автомобілі, що передбачають важливість їх утилізації в кінці життєвого циклу.

Директива WEEE закріплює чіткі норми відновлення матеріалів і переробки електронних відходів, стимулює повторне використання їх комплектуючих частин і матеріалів. У директиві WEEE встановлено, що до 2011 р. має бути досягнутий рівень утилізації електронних відходів від 75 до 85 %, а повторного використання і переробки відпрацьованого обладнання – від 55 до 80 % залежно від виду електронних відходів.

Прийняття директив і їх дотримання привело до того, що Євросоюз став лідером зі зниження обсягів електронних відходів, що накопичуються, і зменшення екологічної шкоди, що завдається.

У промислово розвинених країнах ЄС відпрацьоване електричне і електронне обладнання переробляється окремо від інших відходів, враховуючи його сировинний склад. Розробка і розвиток ефективного механізму управління електронними відходами в цих країнах значною мірою стимулюється чинним законодавством. Європейські виробники електричного та електронного обладнання поступово вносять зміни в процес виробництва, приймають на себе відповідальність з управління своєю продукцією в кінці життєвого циклу, проєктують нову техніку відповідно до вимог директиви WEEE.

Фундаментальними цілями будь-якої системи переробки електронних відходів є накопичення цих відходів, щоб вони не потрапили в сміттєзвалища або місця розміщення шкідливих речовин, та здійснення процесу їх переробки. Тому ефективність системи переробки відходів характеризується такими показниками, як збереження довкілля, наприклад, кількістю або відсотком утилізованих чи повторно використаних відходів та економічною ефективністю, наприклад, витратами, пов'язаними із системою переробки.

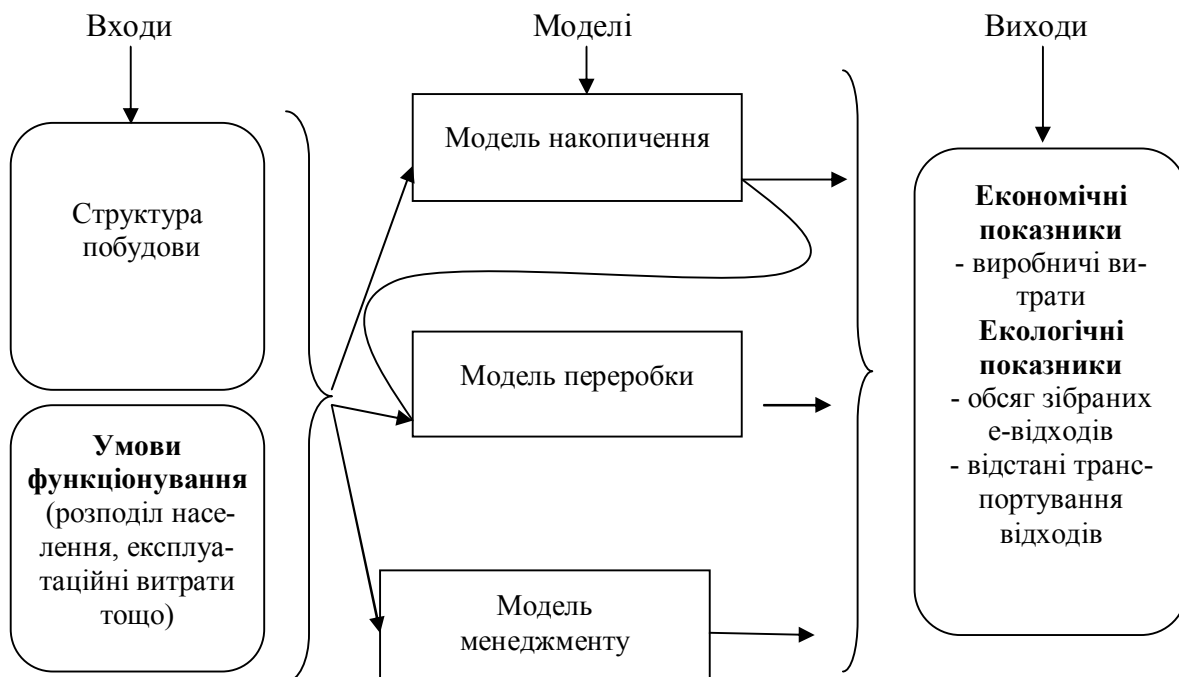
Якщо політика спрямована на попередження впливу WEEE на погіршення здоров'я населення та довкілля, необхідно знати, які затрати необхідно понести і як забезпечити економічну ефективність та екологічну безпеку при вилученні матеріалів. Щоб відповісти на ці питання, при прийнятті рішень необхідно знати, яким чином оцінити ефективність існуючих систем і, крім того, як використати таку інформацію при проєктуванні нових систем.

З точки зору охорони довкілля, вигідно збирати більше WEEE і переробляти їх більш ефективно. В багатьох країнах відсутня надійна інформація про загальні витрати на збирання, транспортування та обробку WEEE.

Правильні рішення залежать від політиків, виробників електронної продукції, менеджерів системи переробки WEEE та інших учасників, які зайняті проєктуванням та функціонуванням систем переробки WEEE.

Досвід свідчить про те, що більшість перероблюваних твердих муніципальних відходів (пляшки, металеві банки, папір, шини) виконані з простих матеріалів і тому можуть простіше і дешевше перероблятися, на відміну від більш складних електронних виробів. Однак інформація про переробку електронних виробів недостатня.

Ефективність системи переробки WEEE можна розглядати як функцію структурного вибору, яка включає структуру побудови системи (набір виробів, методи збирання, структуру управління, фінансову структуру), умови функціонування (населення, площа, заробітна плата), показники діяльності (щорічні витрати на збирання, переробку та менеджмент, щорічні обсяги, вплив на довкілля). Система переробки WEEE зображена на рис. 1 [3].



Джерело: зроблено на основі [3].

Рис. 1. Системи переробки WEEE

Як видно з рис. 1, система переробки WEEE включає в себе три підмоделі:

- 1) накопичення відходів, яка передбачає обсяги зібраних WEEE, виробничі витрати на збирання та вартість впливу на зовнішнє середовище транспортування відходів як функції гео економічного контексту та вибору кількості пунктів збирання та обробки;
- 2) виробнича, яка обчислює обсяги вилучених корисних речовин у процесі переробки;
- 3) менеджменту, яка оцінює накладні витрати системи переробки відходів.

Системи переробки відходів відрізняються набором товарів, які збираються, способами їх обробки, фінансування, географією, рівнем заробітної плати, яка виплачується працюючим, та багатьма іншими впливаючими факторами. В результаті таких різних компонентів системи переробки існуючі системи важко порівнювати.

Основні характеристики системи поділено на три категорії: побудова системи, умови функціонування та показники діяльності.

Додатково до розглянутих категорій, запропонованих для оцінювання побудови систем переробки (набір виробів, методів накопичення відходів, управлінської та фінансової структур), системи переробки WEEE можуть відрізнятися вибором транспортної логістики, та методами обробки, обраними для відновлення, вилучення цінних речовин та переробки матеріалів. Електронне та електричне обладнання відрізняється вмістом шкідливих, дорогоцінних речовин та легкістю переробки.

Досвід показує, що всі існуючі в США системи переробки WEEE свідчать про набагато меншу кількість пунктів збору відходів з огляду на чисельність населення та територію. Кількість пунктів збору електронних відходів в європейських системах управління WEEE постійно збільшується. З рис. 2 видно, що європейські країни взагалі збирають набагато більше WEEE, ніж США.

Переробка відходів електронного та електричного обладнання, яка включає підмоделі накопичення, переробки і менеджменту, може бути використана для оцінювання витрат та впливу на довкілля з урахуванням різних структурних і гео економічних особливостей. Встановлено, що:

- економічно обґрунтована кількість збору (відходів) та їх розміщення визначається розподілом населення у відповідному регіоні;

- економічне обґрунтування кількості переробників залежить від показників системи накопичення відходів;
- вплив на довкілля пов'язаний з енергетичними витратами на транспортування відходів.

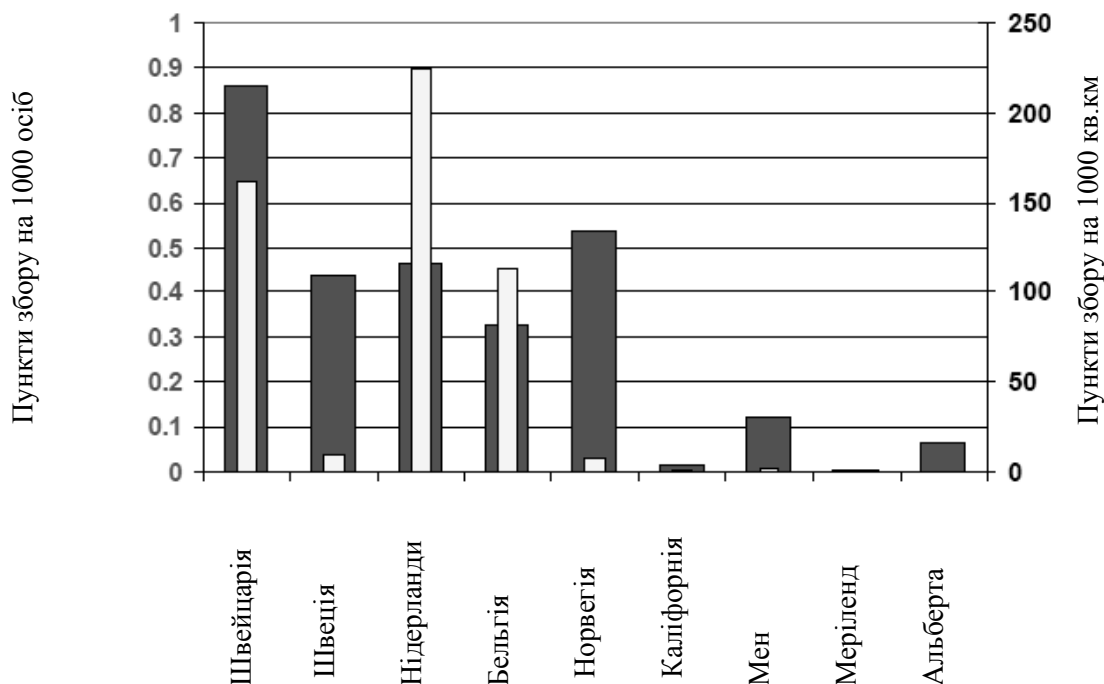


Рис. 2. Кількість пунктів збору WEEE поза роздрібною торгівлею на душу населення (■) та на одиницю площі території (□) [1]

Значний досвід утилізації сучасних технологічних укладів має переробка автомобілів. Процес переробки відпрацьованих автомобілів включає чотири основні етапи:

1. Демонтаж, який здійснюється на спеціально обладнаних установках або на сортувальних накопичувачах машин, які передбачено спрямовувати на злам, шляхом розбирання з метою:

- подальшого використання для ремонтів пошкоджених автомобілів;
- відновлення (зчеплення, стартери, двигуни);
- переробки (рідини, акумулятори, металеві паливні баки);
- отримання енергії (покришки);
- видалення (пластикові паливні баки).

Те що залишилося від автомобіля, спрямовується на подрібнення.

2. Подрібнення.

3. Після подрібнення матеріал розділяється на два потоки з використанням технології магнітної сепарації:

- чорні метали (чавун, сталь за винятком нержавіючої);
- кольорові метали на неметалеві матеріали.

Чорні метали спрямовуються в електроплавильну піч. Фракція кольорових металів виділяється в окремий потік (алюміній, латунь, бронза, мідь, свинець, магній, нікель, нержавіюча сталь та цинк).

Подрібнений залишок, який складається з пластмаси, скла, резини, текстилю та іншого сміття, спрямовується в сміттєзвалища.

Розділення кольорових металів здійснюється в подрібнювачі або в сепараторі. Подрібнювачі часто використовують гідроциклон або флотаційні системи для вилучення алюмінієвих або цинкових сплавів, щоб збільшити вміст металів до відвантаження до пристроїв із збагачення кольорових металів. Такі пристрої використовують ряд технологій – від складних автоматизованих до ручного сортування.

4. Розміщення подрібнених відходів, не придатних до використання, в сміттєзвалищах.

Потреба в енергії для утилізації кінцевого життєвого циклу автомобілів (End of Life Vehicles (ELV)) наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Потреба в енергії

Процес	Споживання енергії, кДж/кг	
	США	Німеччина
Демонтаж	4	–
Подрібнення	100	185
Розділення (Separation)	236	64
Транспортування	1005	609

Як видно з табл. 2, на 1 кг автомобіля споживається 1,005 МДж енергії. Для автомобіля середньою вагою 1450 кг потреба в енергії становить 1450 МДж (автомобіль або менше 1 % енергії, яка споживається автомобілем упродовж всього життєвого циклу) (в 1997 р. – від 500 до 1000 GJ/авто).

Демонтаж відпрацьованих автомобілів – дуже трудомісткий процес.

Економіка ELV менеджменту включає такі фактори:

- вартість робіт на стадії ELV;
- витрати на переробку сировини, накопиченої в складі автомобілів;
- вартість вилучених металів;
- витрати на розміщення в сміттєзвалищах залишків після подрібнення (ASR).

Вартість робіт на стадії ELV включає плату переробника останньому власнику автомобіля (25-50 дол залежно від марки) та плату за буксирування старого автомобіля до місця його демонтажу (dismantler) (300 дол/авто). Якщо власник автомобіля сам доставляє його до місця демонтажу, обсяг плати коливається від 50 до 80 дол.

Ключовими для переробника відпрацьованих автомобілів є підприємства по демонтажу, подрібненню, з вилучення кольорових металів.

Функціонують два основні типи демонтажу:

- звичайні сортувальні станції утильсировини та брухту;
- підприємства по монтажу найбільш цінних складових частин переважно нових моделей автомобілів.

Більшість підприємств (80 %) припадає на перший тип, якому властиві низькі капітальні та експлуатаційні витрати.

Другий тип підприємств характеризується більш високою інтенсивністю виробництва та технології (в комп'ютерах, як правило, розміщуються дані про найбільш якісні запасні частини для споживачів та про їх відвантаження).

Для звичайних сортувальних станцій характерні такі економічні показники (дол. 1992 р.):

- загальні постійні та змінні витрати 146 дол./авто;
- загальна сума кредиту (total credits) 216 дол./авто;
- валовий прибуток 70 дол./авто (термін окупності 2,9 року).

При цьому зроблені такі припущення:

- вартість придбання старого автомобіля, демонтажу дорівнює 30 дол., у той час як вартість демонтажу для подрібнення також дорівнює 30 дол.;
- дохід демонтажу від вилучення (каталітичних) перетворювачів, акумуляторів, шин та рідини становить 170 дол.

Витрати на транспортування сплющеного або несплющеного автомобіля становлять відповідно 0,12 та 0,18 дол./тонн.

В усіх штатах США, крім Каліфорнії, відходи після подрібнення розміщуються в промислові сміттєзвалища або сміттєзвалища твердих муніципальних відходів. В Каліфорнії відходи автомобілів після їх подрібнення відносяться до шкідливих відходів і підпорядковуються відповідному законодавству.

Важливі проблеми, пов'язані з ELV менеджментом: переробка пластмаси, утилізація автомобільного скла, менеджмент відпрацьованих шин, утилізація перемикачів, які вмщують ртуть, сортування алюмінієвого брухту, проектування придатності до переробки.

У більшості країн, що розвиваються, включаючи Україну, існує неорганізований сектор ринку, орієнтований на відновлення і модернізацію відпрацьованого або застарілого обладнання. Це сприяє тимчасовому уповільненню темпів накопичення електронних відходів. Повторне використання електричного та електронного обладнання подовжує його життєвий цикл, проте не запобігає утворенню накопичення електронних відходів. Відсутність ефективного механізму управління електронними відхо-

дами в країнах, що розвиваються, і виникнення неорганізованих секторів ринку, орієнтованих на ремонт, перепродаж устаткування або вилучення цінних металів з електронних відходів, зумовлено такими причинами:

- небажання користувачів безоплатно доставляти і здавати відпрацьоване електричне або електронне обладнання. Це пояснюється тим, що таке обладнання розглядається їх власниками як можливість одержання додаткового прибутку в разі його перепродажу;
- брак інформованості користувачів, збирачів і переробників про екологічну небезпеку електронних відходів;
- відсутність інфраструктури для переробки;
- відсутність або неефективність схем збору електронних відходів;
- брак грошових коштів та інвестицій для закупівлі сучасних потужностей з метою переробки електронних відходів;
- відсутність законів, що регулюють управління електронними відходами, недотримання чинних постанов.

В Україні не існує контролю за поведінкою фізичними особами з відпрацьованим електричним та електронним обладнанням. Для юридичних осіб діє ряд постанов, інструкцій і затверджених форм бухгалтерського обліку з його списання. Нормативні акти, що регулюють управління електронним відходами, подібні до директиви WEEE, відсутні. Це суттєва проблема українського законодавства, що призводить до безконтрольного позбавлення від застарілої техніки та її накопичення на полігонах відходів.

Важливим при створенні ефективного механізму управління електронними відходами є прийняття ряду нових нормативно-правових актів і внесення доповнень і коректив у чинні закони, що регулюють поведінку з відходами в Україні. Доцільно використовувати досвід розвинених країн ЄС, де діють відповідні норми і правила і досягнуті певні результати. Це обґрунтовано такими факторами:

1) з проблемою накопичення електронних відходів країни ЄС зіткнулися значно раніше за Україну, тому уряди цих держав вживають активних заходів для її вирішення та запобігання нанесенню шкоди довкіллю такими відходами;

2) найбільшими партнерами України з товарообміну є країни ЄС, у тому числі з експорту й імпорту електричного та електронного обладнання. Підприємства України, що виробляють електричне та електронне обладнання і експортують його в країни ЄС, змушені враховувати вимоги директиви про обмеження використання небезпечних речовин при виробництві продукції і директиви WEEE, відповідно до якої вони зобов'язані брати на себе відповідальність за збір і утилізацію відпрацьованої техніки [6].

За оцінками, в країнах ЄС обсяги цих відходів у 2010 р. становили 1,93–2,34 млн т за рік. Вони становлять 10 % від загальної кількості шкідливих відходів та приблизно 60 % від загальних відходів після подрібнення [4].

Висновки. Встановлено, що проблема утилізації електричного, електронного обладнання та автомобілів має значний досвід вирішення у розвинених країнах світу. Світові тенденції управління відходами виробництв сучасних технологічних укладів мають бути адаптовані та застосовані в Україні шляхом розробки стратегії управління відходами, що дозволить зменшити негативний вплив на довкілля та здоров'я людини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Evaluating Electronic Waste Recycling System: The Influence of Physical Architecture on System Performance by Susan Feedhole. – Norway, 2008.
2. Хомяков В.І. Потенціал і розвиток підприємства / В.І. Хомяков, В.М. Белінська, О.В. Федоренко; за заг.ред. проф. В.І. Хомякова. – Черкаси: ЧДТУ, 2009. – 435 с.
3. Staudinger Jeff, Keoleian Gregory A., Flynn Michael S. Management of End-of Life Vehicles (ELVs) in the US University of Michigan, 2001.
4. Simic' V., Dimitrijevic B. Sustainable Production Research-Optimization Model for Processing End-of-life Vehicles. – University of Kragujevas. Belgrade, Serbia, 2011.
5. Directive 2002/96/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on waste electrical and electronic equipment // Official Journal of the European Union. – 2003. – P. 24–38.
6. Деева Н.Е. Інституційні заходи регулювання поведінки з електронними відходами / Н.Е. Деева, Ю.С. Шулаєва // Теоретичні та прикладні питання економіки: Збірник наукових праць. – Вип. 22 (за заг. ред. проф. С.І. Сханурова, А.В. Шегди). – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2010. – С. 172–178.