

УДК 613.495:615.451.33:546.815

©М. О. Кашуба, Т. І. Крицький, Г. А. Крицька

ДВНЗ “Тернопільський державний медичний університет імені І. Я. Горбачевського”

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ НАНОЧАСТИНОК СВИНЦЮ В АЕРОЗОЛЯХ

МЕТОДОЛОГІЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СВИНЦЮ В АЕРОЗОЛЯХ – Запропоновано нові методологічні підходи до відбору наночастинок з досліджуваних аерозолів. В основу запропонованого рішення покладено здатність аерозолів, при їх змішуванні з парами рідини і наступному охолодженні, створювати ядра конденсації, що призводять до утворення колоїдного розчину. Проведено оцінку здатності наночастинок протистояти агрегації при внесенні у суспензію стабілізаторів.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ СВИНЦА В АЭРОЗОЛЯХ – Предложены новые методологические подходы к отбору наночастиц из исследуемых аэрозолей. В основу предложенного решения положена способность аэрозолей, при их смешивании с парами жидкости и следующем охлаждении, создавать ядра конденсации, приводящие к образованию коллоидного раствора. Проведена оценка способности наночастиц противостоять агрегации при внесении в суспензию стабилизаторов.

METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE DETERMINATION OF LEAD CONTENT IN AEROSOLS – New methodological approaches to nanoparticles separation from the investigated aerosols are proposed. Proposed decision is based on the ability of aerosols to create condensation centers, when they are mixed with vapours and followed by cooling, that leads to the creation of colloid solution.

Ключові слова: наночастинки, аерозолі, колоїдні розчини.

Ключевые слова: наночастицы, аэрозоли, коллоидные растворы.

Key words: nanoparticles, aerosols, colloid solutions.

ВСТУП Сьогодні економіка розвинених країн перш за все зорієнтована на зростання і розвиток промисловості, яка, у свою чергу, опирається на впровадження новітніх технологій. Енергозберігаючі та матеріалозберігаючі технології – основний тренд в побудові ефективної економіки. Саме тому сьогодні нанотехнології отримали значний поштовх до нових розробок та впровадження їх у практику.

У свою чергу, широке застосування нанотехнологій привело до того, що наночастинки тепер наявні в косметиці, ліках, одязі й навіть харчових продуктах, звідки без зусиль здатні проникати в організм людини. Не дивлячись на те, що в певних галузях застосування вони, безперечно, корисні, наночастинки можуть завдати серйозної шкоди здоров'ю людини. Доведено, що властивості наночастинок, які так привертають виробників, можуть негативно впливати на здоров'я людей і навколишнє середовище [1, 2].

Проникнення наночастинок в біосферу небезпечно багатьма наслідками, прогнозувати які поки що не є можливим через нестачу інформації. Застосовуючи нанотехнології, слід пам'ятати, що еволюція не створила механізмів захисту від речовин з властивостями, що майже не зустрічаються в природних умовах, і не “розраховувала”, що людство коли-небудь навчиться виробляти їх в промислових масштабах [3, 4].

Однією з проблем гігієнічного спрямування в питанні дослідження впливу наночастинок на організм

людини є розробка та створення адекватних методів відбору з навколишнього середовища наночастинок та дослідження їх властивостей [5].

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ Ми поставили завдання удосконалити існуючі методи досліджень наночастинок. При цьому важливе значення приділяли створенню єдиного методичного ланцюжка, який дозволив би об'єднати в одне ціле дослідження від моменту відбору проби до встановлення дисперсного складу наночастинок. Цим передбачалось підвищити точність досліджень, уніфікувати їх проведення, спростити процес досліджень.

Для цього ми провели дослідження можливості утворення наночастинок свинцю з його парів, що утворюються при розплавленні його до температури понад 330 °С, що має місце у промисловому виробництві при виготовленні свинцевих акумуляторів, у друкарнях при роботі лінотипних станків тощо. З метою дослідження фізико-хімічних властивостей наночастинок і їх впливу на біологічні об'єкти ми розробили спосіб відбору наночастинок із загальної маси аерозолів та утворення колоїдної системи. На основі цього способу було створено прилад, який дозволяє перетворювати аерозолі у колоїдні системи. На рисунку 1 зображено принципіальну схему дії приладу.

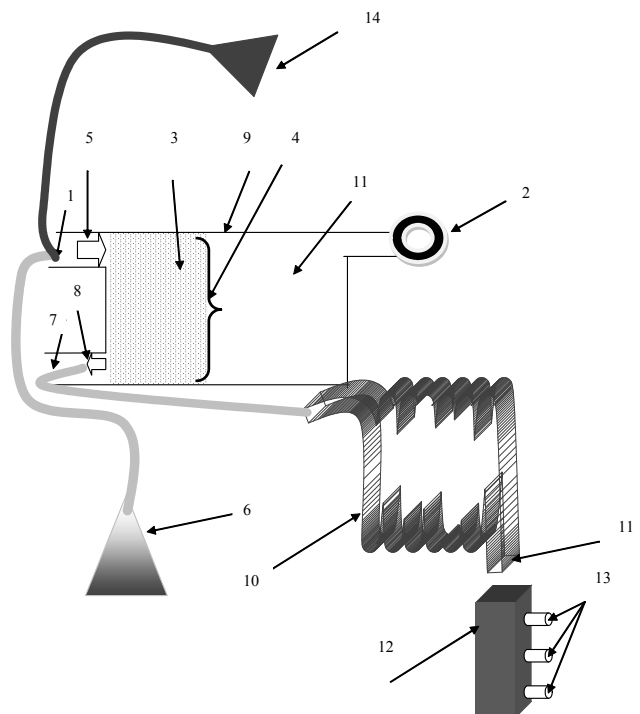


Рис. 1. Схема дії препарату.

Прилад працює наступним чином. За допомогою вакуумно-нагнітаючого пристрою 2 у фазі всмоктування в камері 11 створюється розрідження, яке зміщує еластичну діафрагму 4 вправо. Збільшуючи

об'єм камери 3, в яку з досліджуваного середовища потрапляють через пробовідбірник 14 та впускний клапан 1 пари свинцю, нагрітого до температури понад 350 °C та водяний пар з генератора пару 6. При цьому в камері утворюється суміш пару з аерозолем. У фазі нагнітання суміш пару з аерозолем через впускний клапан 8 по патрубку 7 подається в холодильну камеру 11. Конденсат, який утворився внаслідок охолодження суміші, збирається у кюветі 12, що поміщається у центрифугу. Частота та час обертання розраховуються таким чином, щоб на висоті першого пробовідбірника після завершення центрифугування знаходились частинки розміром менше 100 нм.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ У нашому випадку було важливим встановити весь спектр частинок аерозолу свинцю (масові та кількісні його концентрації), що утворюються при плавленні

свинцю у виробничих умовах. При відборі проб враховувалось, що наночастинки мають високу здатність до агрегації. Тому в рідке середовище додавали стабілізатори колоїдних систем. Із широкого спектра стабілізаторів: желатин, крохмаль, полівініловий спирт, піридин та інші, ми вибрали поліфосфат натрію як такий, що меншою мірою змінює фізичні властивості колоїдної системи та незначною мірою впливає на біохімічні процеси в організмі.

Як видно з рисунка 2, об'єми, а відповідно і масові концентрації наночастинок, у загальній масі аерозолу свинцю представлені меншою мірою, ніж мікрочастинок. Їх сумарна маса у 2,3 раза менша, ніж мікрочастинок.

Однак у кількісному відношенні наночастинки значно переважають над мікрочастинками. Їх кількість більша у 260 разів, ніж мікрочастинок (рис. 3).

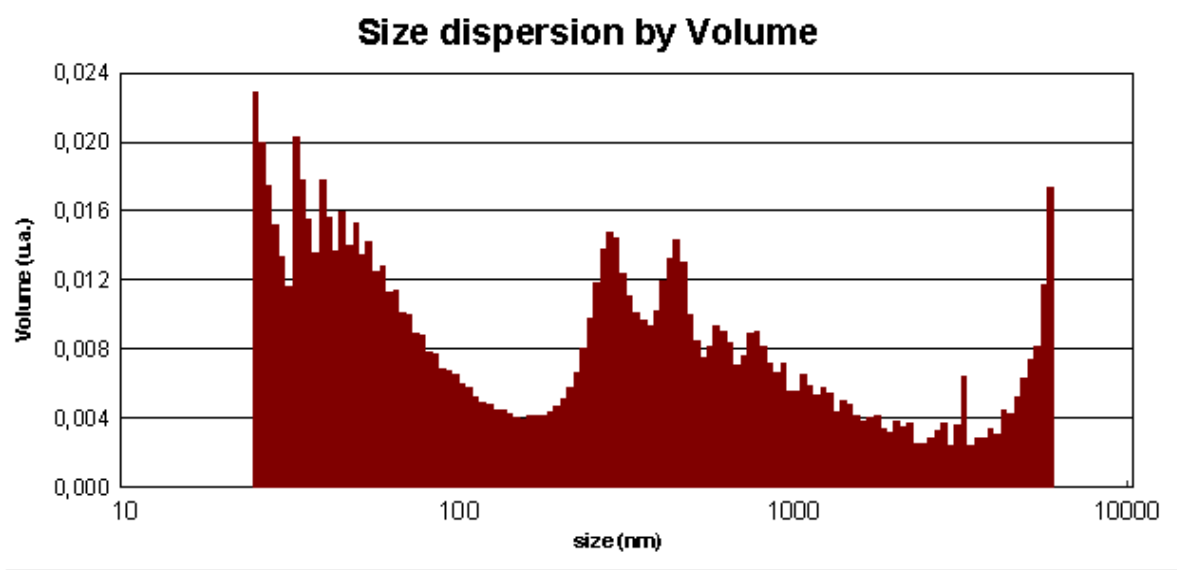


Рис. 2. Сумарні об'єми наночастинок та мікрочастинок у загальній масі аерозолів.

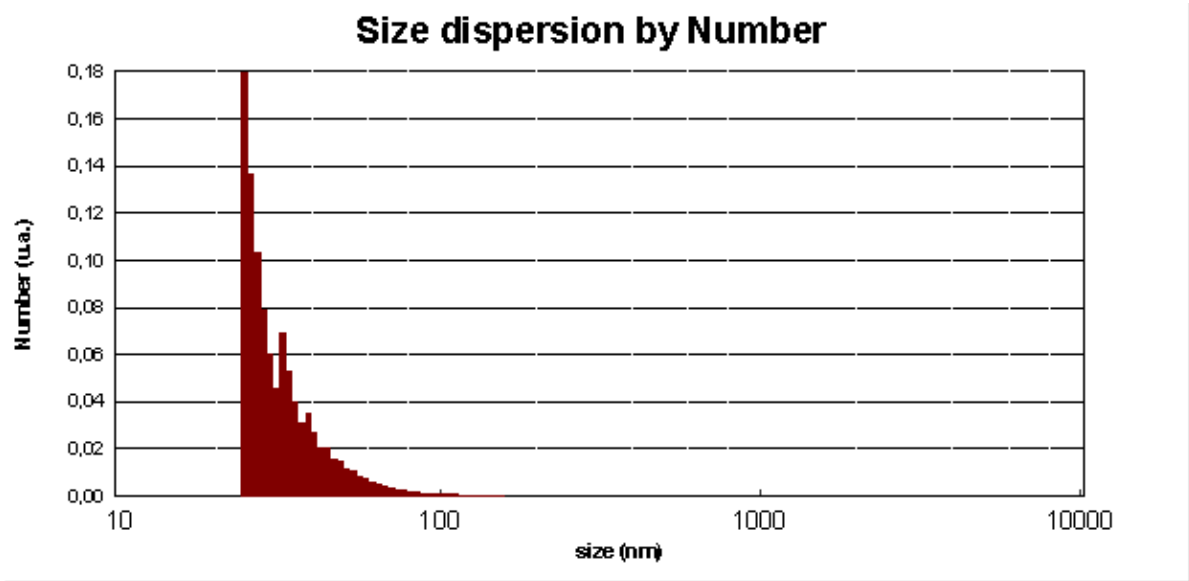


Рис. 3. Дисперсний склад наночастинок та мікрочастинок при стабілізації суспензії поліфосфатом натрію в момент її створення.

Слід зауважити, що дисперсний склад частинок суспензії залишався незмінним протягом 6 днів спостереження.

Якщо взяти до уваги, що швидкість хімічної реакції залежить від сумарної поверхні частинок, які в ній беруть участь, то зрозуміло, що кількісний склад наночастинок відіграє значну роль у хімічній активності загальної маси аерозолу свинцю.

У нашому випадку при середньому значенні діаметра наночастинок 47,6 нм їх сумарна поверхня виявилась у 2,3 раза більша від сумарної поверхні мікрочастинок.

Відомо, що наночастинок в силу високої адгезивної здатності, яка є одним із проявів квантово-розмірних ефектів, здатні до інтенсивної агрегації. Для сповільнення цього ефекту в суспензіях наночастинок свинцю ми застосували поліфосфат як стабілізатор, який не проявляє вираженої токсичності у біологічних середовищах. На рисунках 4–7 представлено ди-

наміку процесу агрегації частинок після додання у суспензію наночастинок свинцю поліфосфату на 4, 8, 10 та 12 доби спостереження. Як видно з вказаних рисунків, після 4 доби у суспензії відбувається повне виродження наночастинок з утворенням конгломератів мікронного розміру. Результати досліджень також показують, що процеси виродження наночастинок мають нелінійний характер, з часом сповільнюються, а надалі практично припиняються. Отримані результати досить добре узгоджуються з даними, отриманими нами при проведенні математичного моделювання процесу зміни з часом концентрації наночастинок у середовищі внаслідок їх агрегації під дією броунівського руху та сил адгезії. Не виключено, що частина наночастинок свинцю, взаємодіючи з розчинним у суспензії вуглекислим газом, утворює розчинні сполуки. Однак інтенсивність впливу цього явища на процес виродження наночастинок ми не досліджували.

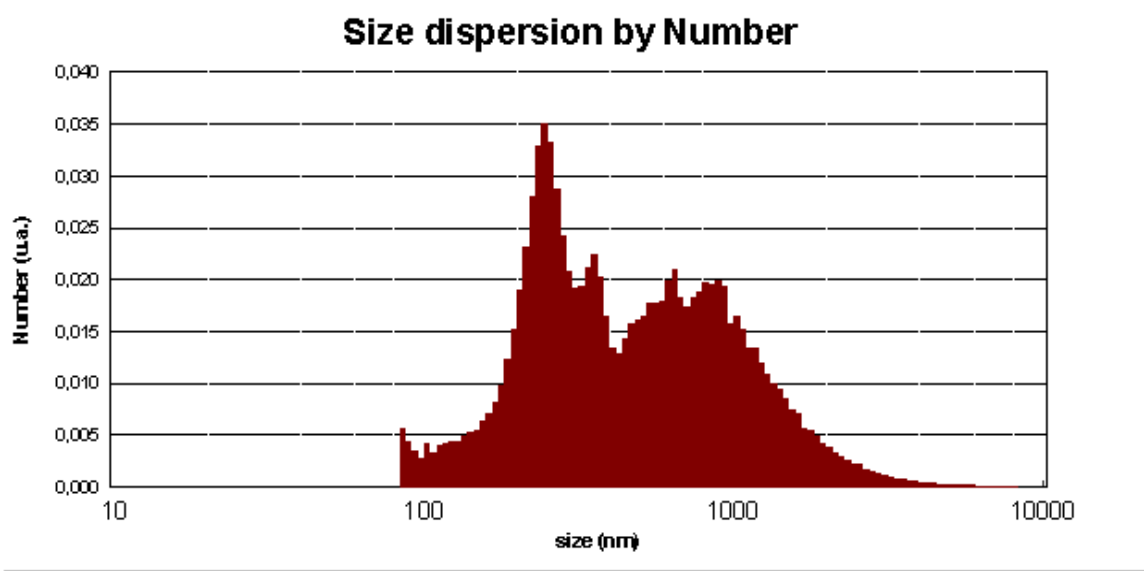


Рис. 4. Співвідношення наночастинок та мікрочастинок на 4 день з моменту створення суспензії.

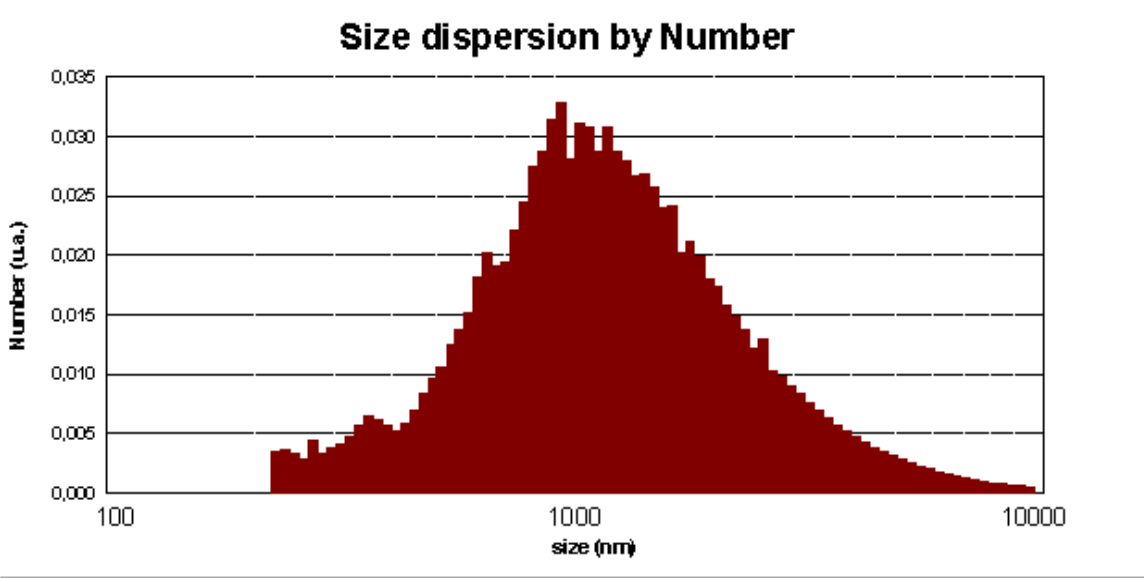


Рис. 5. Співвідношення наночастинок та мікрочастинок на 8 день з моменту створення суспензії.

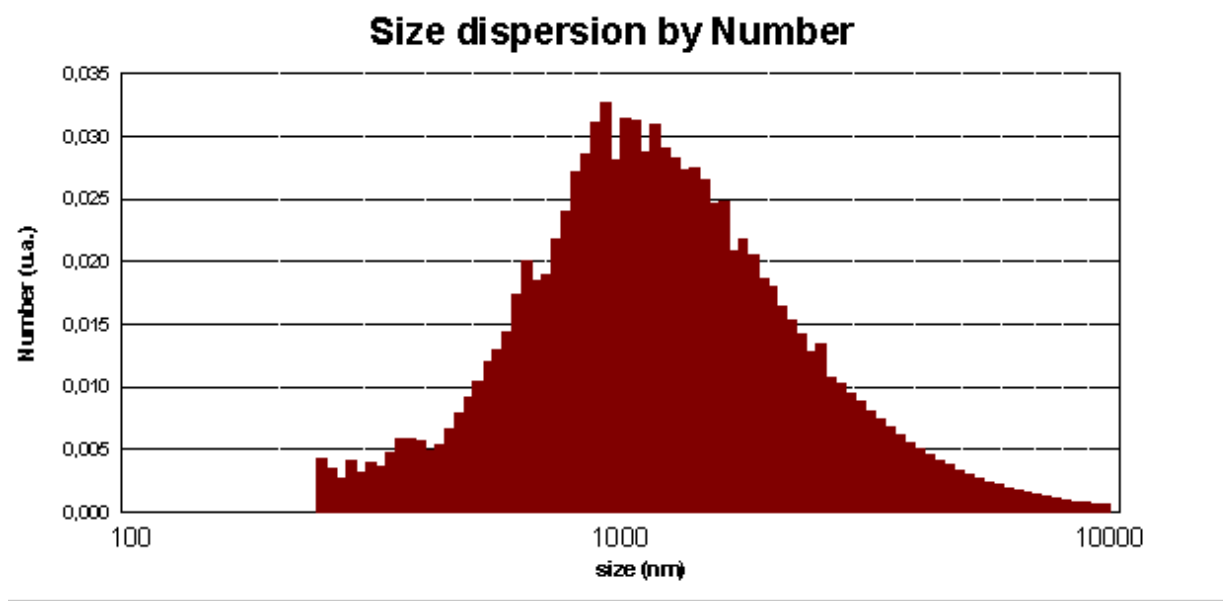


Рис. 6. Співвідношення наночастинок та мікрочастинок на 4 день з моменту створення суспензії

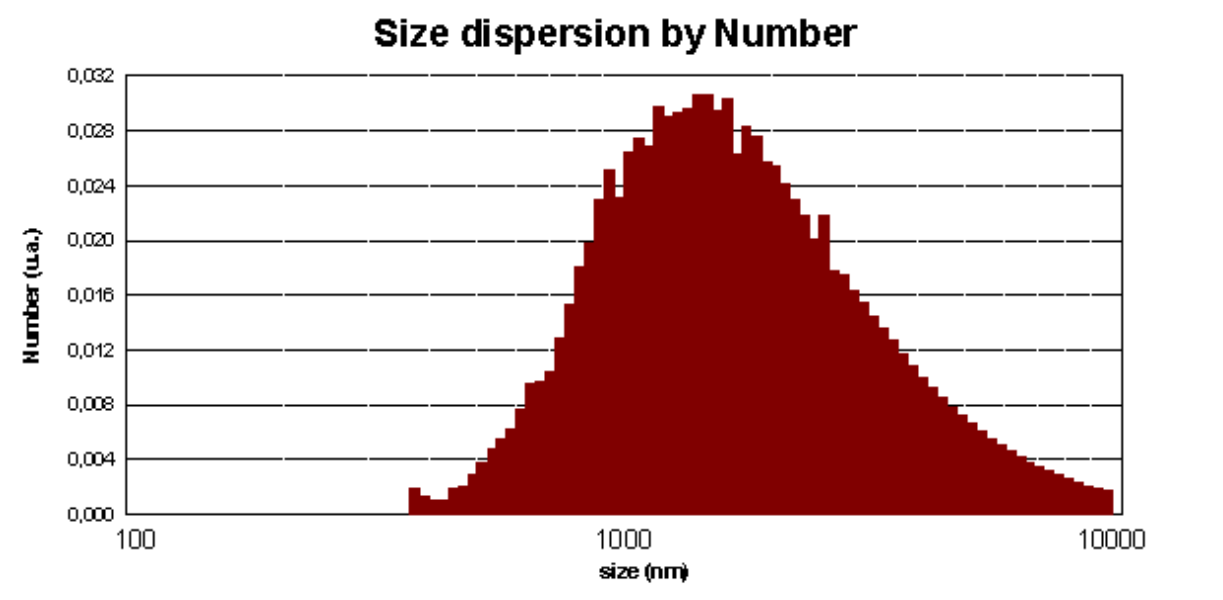


Рис. 7. Співвідношення наночастинок та мікрочастинок на 12 день з моменту створення суспензії.

ВИСНОВКИ 1. При випаровуванні свинцю утворюється аерозоль, що представляє собою суміш наночастинок та мікрочастинок.

2. В суспензії свинцю відбувається виродження наночастинок у мікрочастинок. Вказаний процес носить нелінійний характер.

3. Додавання у суспензію свинцю поліфосфату приводить до сповільнення процесів агломерації наночастинок у мікрочастинок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Актуальні питання медицини / В. Ф. Москаленко, В. М. Лісовий, І. С. Чекман [та ін.] // Наукові основи наномедицини, нанофармакології та нанофармації : науковий вісник

Національного медичного університету імені О. О. Богомольця. – 2009. – № 2. – С. 17–30.

2. Валлерстайн І. Конец знакомого мира. Социология XXI века / І. Валлерстайн. – М. : Логос, 2004. – 368 с.

3. Лук'янець В. С. Філософія науки перед світоглядними викликами часу / В. С. Лук'янець // Світоглядні імплікації науки. – К., 2004. – С. 23–28.

4. Нанотоксикологія: напрямки досліджень (огляд) / І. С. Чекман, А. М. Сердюк, Ю. І. Кундієв [та ін.] // Довкілля та здоров'я. – 2009. – № 1 (48). – С. 3–7.

5. Підходи до оцінки вмісту частинок нанодіапазону в повітрі робочої зони / Т. К. Кучерук, В. Ф. Демченко, І. М. Андрусішина [та ін.] // Український журнал з проблем медицини праці. – 2010. – № 1 (21). – С. 36–41.

Отримано 27.05.13