

Галик І. С.,

к.т.н., проф., кафедри товарознавства непродовольчих товарів, Львівська комерційна академія, м. Львів

Семак Б. Д.,

д.т.н., проф., кафедри товарознавства непродовольчих товарів, Львівська комерційна академія, м. Львів

ВИКОРИСТАННЯ NBIC-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЗАХИСНОГО ТЕКСТИЛЮ ТА ОДЯГУ

Анотація. Вивчено та узагальнено зарубіжний досвід застосування NBIC-технологій для виробництва текстильних матеріалів і виробів різного цільового призначення. Основну увагу приділено використанню названих технологій для виробництва різноманітних за призначенням видів текстильних матеріалів і одягу захисного призначення. Вивчено основні чинники, які впливають на формування асортименту, властивостей і рівня якості текстильних матеріалів і одягу захисного призначення, отриманих на основі різних видів NBIC-технологій. Подано сучасне товарознавче трактування проблем, пов'язаних із оптимізацією асортименту і властивостей названих груп товарів та обґрунтування сфер їх найбільш ефективного використання.

Ключові слова: NBIC-технології, конвергенція, нанотекстиль, захисний текстиль, медтекстиль, гідроолеофобність, біостійкість, вогнестійкість.

Galyk I. S.,

Ph.D, Professor, Professor of the Department of Commodity Research of Non-food Products, Lviv Academy of Commerce, Lviv

Semak B. D.,

Doctor of Engineering, Professor, Professor of the Department of Commodity Research of Non-food Products, Lviv Academy of Commerce, Lviv

THE USE OF NBIC-TECHNOLOGIES FOR PRODUCTION OF PROTECTIVE TEXTILES AND CLOTHING

Abstract. Foreign experience of application of NBIC- technologies is studied and generalized for the production of textile materials and wares for different purposes. Basic attention is devoted to the use of the mentioned technologies for the production of various kinds of textile materials and clothing for the protective purposes. Basic factors, which influence the assortment forming, properties and quality level of textile materials and clothing for the protective purposes, which have been got on the basis of different types of NBIC- technologies, are studied. Modern commodity expert interpretation of the problems related to optimization of assortment and properties of the mentioned groups of commodities and spheres of their effective usage is given.

Keywords: NBIC-technology, convergence, nanotextile, protective textile, medical textile, hydro-resistance, biostability, fire-resistance.

Постановка проблеми. Як свідчить аналіз літературних джерел [1, 2, 3], останніми роками в світовій практиці чітко намітилася конвергенція різних наук і технологій з метою створення принципово нових видів промислової продукції. Прикладом такої конвергенції можуть служити NBIC-технології, які набувають усе ширшого застосування в різних галузях зарубіжної промисловості. Назва NBIC-технології – це аббревіатура англійських назв технологій: N – нанотехнології, B – біо-технології, I – інформаційні технології, C – когнітивні технології (скорочено – нано, біо, інфо, когно).

В роботі [1] розкриті суть і особливості кожної з NBIC-технологій, а саме:

- нано – це новий підхід до конструювання матеріалів із заданими властивостями шляхом атомно-молекулярного маніпулювання їх будови;
- біо – це включення в названу конструкцію з неорганічних матеріалів при їх конструюванні біологічних складових з метою отримання відповідних гібридних матеріалів із новими властивостями;
- інфо – це накладення на такий гібридний матеріал відповідної інформаційної інтегральної схеми.

ми, що дозволяє суттєво змінювати властивості цього гібридного матеріалу в бажаному напрямку;

- когно – забезпечують можливість надання створеному гібридному матеріалу властивостей штучного інтелекту.

При цьому слід відзначити, що на даному етапі розвитку науки і технологій із чотирьох описаних технологій найбільшого розвитку досягли саме інформаційні, які нині успішно використовуються для моделювання процесів у всіх інших видах вказаних технологій.

Необхідно підкреслити також, що NBIC-технології – не тільки приклад об'єднання окремих наук і технологій, але й їх взаємного впливу одна на одну. Про це переконливо свідчать дані, наведені в роботі [2]. Так, наприклад, біосистеми у багатьох випадках використовуються як інструмент для побудови наноструктур. З іншого боку, саме нанотехнології покладені в основу синтезу ДНК. При цьому підкреслюється, що поєднання нано- і біосфер науки і техніки має фундаментальний характер [2].

Більше того, як підкреслює автор роботи [3], в результаті взаємопроникнення і конвергенції окремих NBIC-технологій останніми роками в світовій практиці вже з'явилися такі науки, як: нанобіологія, когнітологія, телемедицина, нейробіологія та інші.

Таким чином, NBIC-конвергенція – це об'єднання, взаємопроникнення і взаємний вплив окремих наук і технологій, що забезпечують своєрідний прорив у розвитку суспільства в XXI столітті. Вона стосується як різних технічних, економічних і гуманітарних наук, так і різноманітних технологій, що базуються на їх основі.

В даній статті ми обмежимося тільки розглядом проблем, пов'язаних із використанням NBIC-технологій у практиці зарубіжного та вітчизняного текстильного виробництва.

Необхідність впровадження NBIC-технологій у практику вітчизняного текстильного виробництва обумовлено низкою причин. Назвемо основні з них:

- потреба збільшення експортного потенціалу підприємств вітчизняної текстильної й легкої промисловості та ліквідації їх суттєвого відставання від аналогічних зарубіжних підприємств;

- необхідність виходу названих підприємств із тривалої економічної кризи;

- потреба адаптації вітчизняної текстильної продукції до вимог зарубіжних ринків в умовах реалізації Угоди про асоціацію з ЄС і підготовки нашої країни до вступу в ЄС;

- необхідність переорієнтації асортименту та якості продукції вітчизняної текстильної й легкої промисловості з вимог стандартів країн СНД на вимоги міжнародних стандартів;

- постійне насичення ринку України імпортною текстильною продукцією, отриманою на основі NBIC-технологій.

Разом з тим, впровадження NBIC-технологій у практику роботи вітчизняної текстильної й легкої промисловості вимагає безвідкладного вирішення і низки інших завдань, а саме:

- обґрунтування економічної й екологічної доцільності та технологічної можливості впровад-

ження названих технологій у вітчизняне виробництво;

- всестороннє вивчення негативного впливу NBIC-технологій на здоров'я людей і забруднення довкілля;

- вивчення реальних потреб у конкретних видах продукції, отриманої на основі NBIC-технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо, NBIC-технології – це новий напрямок у розвитку як зарубіжного, так і вітчизняного текстильного виробництва. Тому цілком зрозуміло, що проблеми формування асортименту та якості текстильної продукції на основі названих технологій ще не розглянуті та обґрунтовані ні в періодичних, ні тим більше в монографічних виданнях. І тому ми можемо ознайомитися з інформацією з цих питань тільки в окремих зарубіжних чи вітчизняних виданнях, що не дозволяє виявити певні тенденції у розвитку асортименту, властивостей і рівня якості названої групи матеріалів і виробів.

Враховуючи це, в даній статті ми обмежимося аналізом тільки тих праць із даної проблеми, які опубліковані в останні роки у деяких вітчизняних і зарубіжних виданнях і мають безпосереднє відношення до піднятої нами теми, включаючи і результати власних досліджень цієї проблеми.

В монографії [4] розглянуті теоретико-методологічні основи формування асортименту, властивостей і рівня якості текстильної наносировини (нановолокон, ниток, емульсій, дисперсій та ін.) і готової нанопродукції на основі впровадження в текстильне виробництво сучасних нано- і біотехнологій. Описані принципи біоніки та її використання у виробництві нановолокон, наноматеріалів і одягу. Обґрунтовані сфери раціонального використання нановолокон і готової нанопродукції на їх основі. Певна увага приділена економічному обґрунтуванню доцільності впровадження сучасних нано-біохімічних й інформаційних технологій у практику текстильного виробництва. Розглядаються також певні ризики, пов'язані з використанням наносировини і готової нанопродукції.

В роботі [5] обґрунтовується можливість і доцільність застосування NBIC-технологій для виробництва різноманітних видів текстильної наносировини і готової нанопродукції різного цільового призначення. Основна увага приділена технології виробництва, характеристик асортименту та властивостей і сфер застосування текстильних матеріалів і одягу побутового, спортивного, медичного, військового, технічного та спеціального призначення. Автором даної роботи подається визначення основних термінів і понять, що стосуються NBIC-технологій. Обґрунтовуються інформація про екологічну доцільність впровадження цих технологій, а також дані про ринок текстильної продукції, отриманої в останні роки на основі NBIC-технологій.

Авторами роботи [6] узагальнено досвід зарубіжного і вітчизняного виробництва текстильної наносировини (нановолокон і ниток) і текстильних наноматеріалів і виробів різного цільового призна-

чення. Подана класифікація сучасного асортименту цієї нанопродукції. Обґрунтовані сфери найбільш ефективного використання текстильної наносировини та наноматеріалів. Сформульовані пріоритетні напрямки розвитку асортименту нанопродукції. Показані перспективи розвитку ринку нанопродукції в нашій країні.

Автор роботи [7] узагальнює зарубіжний досвід розвитку телемедицини з використанням Е-текстилю та одягу на його основі. Основну увагу приділено “розумному”, інтерактивному та багатифункціональному Е-текстилю, використання якого в телемедицині дозволяє дистанційно:

- контролювати фізіологічні та фізичні параметри організму людини;
- перевіряти стан роботи серця, нирок, шлунково-кишкового тракту, м'язів та інших органів людини;
- контролювати температуру, тиск, швидкість руху крові, частоту дихання та ін.;
- робити кардіограму, енцефалограму, проводити різноманітні аналізи крові без подразнення шкіри тощо.

Підкреслюється, що основними компонентами Е-текстилю (електронного текстилю й одягу) для телемедицини є вмонтовані в них наноелектронні пристрої (сенсори, струмопровідні системи, актуатори, антени та ін.), які здатні збирати та аналізувати всю необхідну інформацію про стан організму людини. При цьому відзначається, що використання NBIC-технологій з метою виробництва Е-текстилю для телемедицини дозволить суттєво розширити сфери її застосування. І така “розумна” телемедицина, “розумний” одяг у перспективі стануть повсякденними та зручними для користування.

В роботі [8] описано асортимент і властивості текстильної продукції, отриманої на основі сучасних технологій подвійного призначення – хімічних, нано-, біо-, інфо і когнітивних технологій. Основну увагу приділено використанню названих технологій для виробництва:

- бойового комплексу одягу солдата ХХІ століття;
- текстилю побутового, спортивного, медичного, косметичного та технічного призначення.

Так, наприклад, до костюму військового призначення висуваються наступні вимоги:

- надання йому супергідрофобності шляхом нанесення на тканину полімерної наноплівки;
- захист від хімічної атаки шляхом оброблення текстилю відповідними циклодестринами та дендримерами (молекулярними “вловлювачами”);
- надання тканинам необхідної вогнестійкості шляхом їх оброблення відповідними наноантипіренами та введення до їх складу негорючих нановолокон;
- надання цим костюмам необхідної комунікативності шляхом оброблення тканин відповідними видами наноемульсій і нанодисперсій;
- надання костюмам необхідних лікувальних і антибактерицидних властивостей у результаті об-

роблення тканини відповідними видами біоцидних нанопрепаратів;

- захист костюмів від дії різних видів радіаційного випромінювання і радіаційної пилюки шляхом оброблення тканин відповідними видами наноемульсій і нанопрепаратів;

- виготовлення костюмів із куленепробивних тканин.

В роботі [9] розглянуто проблеми, пов'язані з впровадженням NBIC-технологій у практику промислового виробництва. Подано аналіз сучасного стану та перспектив розвитку названих технологій. Особливу увагу приділено аналізу можливих ризиків, обумовлених застосуванням NBIC-технологій у різних галузях промисловості, й пошуку ефективних шляхів захисту від їх шкідливого впливу на людину та забруднення довкілля.

Підсумовуючи наведену вище інформацію, слід зробити узагальнюючі висновки:

- впровадження NBIC-технологій у практику вітчизняного виробництва знаходиться ще на початковій стадії;
- ще не обґрунтована економічна та екологічна доцільність впровадження їх у практику вітчизняного текстильного виробництва;
- ще недостатньо вивчений і узагальнений зарубіжний досвід використання NBIC-технологій у практиці роботи текстильної і легкої промисловості економічно розвинутих зарубіжних країн.

Мета роботи – на основі вивчення та узагальнення зарубіжного досвіду, використання NBIC-технологій для виробництва текстильних матеріалів і одягу захисного призначення виявити основні напрямки розвитку їх асортименту і формування властивостей та обґрунтування на цій основі доцільності впровадження названих технологій у вітчизняне текстильне виробництво.

Викладення основного матеріалу та його авторське трактування. Як свідчить аналіз літературних джерел [3, 4, 5, 7], отримані на основі NBIC-технологій текстильні матеріали і одяг захисного призначення об'єднують наступні асортиментні групи:

- текстильні матеріали з гідро- та олеофобною, антимікробною, вогнестійкою, кислото- і лугостійкою, брудовідштовхувальною, анти-радіаційною обробкою та іншими видами спеціального та заключного оброблення;
- одяг професійного призначення з гідро-, олеофобними та вогнестійкими властивостями, одяг для військових і силових структур, одяг медичного та спортивного призначення, одяг спеціального призначення.

Таким чином, NBIC-технології у текстильній і легкій промисловості в основному застосовуються для виробництва різних за призначенням видів захисного одягу. Конкретизуємо особливості NBIC-технологій виробництва, асортимент, властивості та сфери застосування найбільш популярних груп і видів названого одягу й одягових матеріалів. Оскільки властивості цих одягових матеріалів і одягу,

як правило, є аналогічними, то доцільно розглянути їх разом:

1. Захисний одяг із гідро-, олеофобними та брудовідштовхувальними властивостями [4, 5, 10, 11]. Сфери застосування цього одягу, як відомо, дуже широкі та різноманітні. Це не тільки різні за призначенням види професійного та побутового, але й різноманітні види спортивного та армійського одягу. Надання такому одягу необхідних водо-, масло- та брудовідштовхувальних властивостей може досягатись як традиційними, так і в останні роки NBIC-технологіями. Коротко зупинимося на останніх. Прикладом наявності супергідрофобності та олеофобності отриманих на основі NBIC-технологій текстильних матеріалів і одягу можуть служити вироби з нанесенням на їх поверхню наношорохуватої плівки гідрофобізатора, яка гарантує таким виробам не тільки високу гідрофобність, олеофобність і здатність до самоочищення, але й необхідну повітро- та паропроникність. Невипадково саме ці вироби користуються найбільш високою популярністю на ринку.

Слід відзначити, що названа технологія гідрофобізації текстильних матеріалів (надання їм так званого ефекту “лотоса”) має ряд суттєвих переваг над традиційною хімічною технологією гідрофобізації таких матеріалів. Основні з них – це досягнення високого, стабільного і довговічного ефекту гідрофобізації при збереженні необхідної гігієнічності виробів.

2. Захисний одяг із антимікробними властивостями. Як свідчить аналіз літературних джерел [5, 11, 12], обсяги виробництва текстильних матеріалів і одягу з антимікробною обробкою у світі постійно зростають, розширюються їх асортимент та сфери застосування. Це певною мірою стосується і текстильних матеріалів і одягу, які в останні роки виробляються на основі NBIC-технологій. Це обумовлено потребою пошуку нових ефективних шляхів захисту професійного та побутового одягу від волокноруйнуючих і шкідливих для людини патогенних мікроорганізмів.

Першочергового дослідження, на наш погляд, вимагають наступні питання даної багатопланової проблеми:

- вивчення та обґрунтування економічної та екологічної доцільності використання NBIC-технологій для виробництва текстильних матеріалів і одягу з антимікробними властивостями, а також нових видів ефективних антимікробних нанопрепаратів широкого спектра дії на шкідливі волокноруйнуючі та патогенні види мікроорганізмів;

- розкриття взаємодії наночастинок різних типів нанопрепаратів із різними видами волокноруйнуючих і патогенних мікроорганізмів;

- вивчення впливу NBIC-технологій на зміну не тільки біостійкості, але й зносостійкості, гігієнічності та естетичного оформлення текстильних матеріалів і одягу з них.

Більш глибокого вивчення вимагають основні положення міжнародних стандартів, які регламентують вимоги до NBIC-технологій текстильного виробництва, а також асортименту і властивостей

текстильних матеріалів і виробів на основі цих технологій. Враховуючи високу чутливість целюлозовмісних і кератиновмісних текстильних матеріалів і виробів до дії целюлозоруйнуючих і кератиноруйнуючих мікроорганізмів (особливо це стосується спеціалізованого одягу, текстильних і дренажних, геотекстильних і інших матеріалів, які експлуатуються в умовах тропічного і субтропічного клімату), виправдано використовувати NBIC-технології й нанопрепарати на їх основі для ефективного захисту названих матеріалів і виробів від їх біологічної деструкції.

3. Одним із новітніх і перспективних напрямків використання NBIC-технологій у практиці текстильного виробництва є їх застосування для виробництва різноманітних за призначенням текстильних матеріалів і виробів медичного призначення [4, 5, 7, 10, 13]. При цьому використання NBIC-технологій для виробництва медичного текстилю повинно гарантувати:

- ефективний захист текстильних матеріалів і виробів від появи на них шкідливих для людини патогенних мікроорганізмів;

- ефективний захист текстильних целюлозовмісних матеріалів медичного призначення від біодеструкції целюлозоруйнуючими мікроорганізмами, що дозволить суттєво підвищити терміни експлуатації таких виробів (особливо це стосується постільної та натільної білизни для хворих лікувальних закладів);

- створення нового і розширення існуючого асортименту текстильних матеріалів і виробів медичного призначення;

- розширення сфери використання нанотекстилю для дистанційної діагностики та лікування хворих (особливо це стосується використання електронного Е-текстилю для дистанційної діагностики хворих та телемедицини).

Конкретизуємо наведену інформацію. Так, наприклад, автор роботи [4] виділяє такі основні групи медтекстилю за його призначенням: гігієнічний текстиль, імплантанти, екстракорпоральні пристрої, покриття ран, перев'язувальні матеріали, шовні хірургічні нитки, антимікробна постільна і натільна білизна для хворих, захисний одяг для медперсоналу, антивірусні покриття в лікарнях і хірургічних палатах.

Все ширшого використання для виробництва текстильних матеріалів і виробів медичного призначення набувають сучасні нано-, біо- і хімічні технології [4, 5, 13]. Переконливим прикладом застосування для виробництва медтекстилю NBIC-технологій можуть служити дистанційний діагностичний медтекстиль і телемедицина, отримані на основі Е-текстилю [5, 8, 9, 13].

Успішно використовуються NBIC-технології і для виробництва різноманітних видів лікувальних препаратів на текстильній основі [4, 5, 13]. Так, наприклад, можливість дистанційної діагностики стану пацієнта базується на здатності його білизни збирати, аналізувати і передавати необхідну інформацію про стан його організму завдяки вмонтуванню в білизна відповідних датчиків, аналізаторів,

антен, прийомників та іншого. При цьому не тільки виявляються причини захворювання, але й дистанційно призначаються способи лікування хворого.

Ще ширші можливості дистанційної діагностики та лікування хворих має телемедицина, яка також базується на використанні Е-текстилю [7]. Основним завданням телемедицини є використання експрес-методів для отримання інформації про стан здоров'я пацієнта, дистанційна діагностика його хвороби та надання першої медичної допомоги. При цьому лікування хворого проводиться в домашніх умовах, виключається можливість помилок при постановці правильного діагнозу, підвищується якість лікування [7, 8].

Одним із основних елементів телемедицини є Е-текстиль, який через білизну, в яку вмонтовані різноманітні наноелектронні пристрої (сенсори, струмопровідні системи, аналізатори, антени), здатний збирати дані про основні фізіологічні та фізичні параметри організму людини, їх аналізувати і передавати в стаціонар, звідки отримувати необхідні рекомендації для лікування хворого. Саме через це NBIC-технології все ширше застосовуються у телемедицині багатьох економічно розвинутих країн (особливо США, Канаді, країнах ЄС, Японії).

Висновки та перспективи подальших досліджень. Вивчено та узагальнено зарубіжний досвід використання NBIC-технологій у зарубіжному текстильному виробництві. Виявлено переваги та недоліки названих технологій над традиційними. Вивчено можливість впровадження NBIC-технологій у практиці вітчизняної текстильної й легкої промисловості. Встановлено, що застосування NBIC-технологій у практиці текстильного виробництва дозволяє суттєво розширити та збагатити асортимент захисного одягу та матеріалів для його виробництва. Це стосується передусім одягу та матеріалів із гідро-, олеофобними, брудовідштовхувальними, антимікробними та іншими властивостями. Доведено, що використання NBIC-технологій для виробництва медтекстилю дозволяє значно розширити сфери застосування текстильних матеріалів і виробів медичного призначення. Переконливим підтвердженням цього висновку є створення на базі Е-текстилю нових ефективних методів дистанційної діагностики хворих та телемедицини.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковальчук М. В. Конвергенция наук и технологий – прорыв в будущее / М. В. Ковальчук // <http://www.strt.ru/material.aspx?CatalogId=2218d.no=38178#Vmn3tbCUexo>.
2. Прайд В. Феномен NBIC-конвергенции: Реальность и ожидание / В. Прайд, Д. Медведев // <http://www.transhumanism-russia.ru/content/view/498/110/>.
3. Лившиц В. NBIC-конвергенция – NBIC-convergence / В. Лившиц // <http://www.transhumanism-russia.ru/content/view/317/116/>.

4. Кричевский Г. Е. Нано-, био-, химические технологии в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды / Г. Е. Кричевский. – М. : Известия, 2011. – 528 с.

5. Кричевский Г. NBIC-технологии в производстве текстиля и одежды. Ожидания, успехи, разочарования за 13 лет 21-го века / Г. Кричевский // <http://www.rusnor.org/puls/reviews/10569.htm>.

6. Матвейцова Д. С. Нанотехнології у виробництві текстильних матеріалів / Д. С. Матвейцова, С. А. Карван, О. А. Параска // Вісник Хмельницького національного університету. – 2014. – №5. – С. 55-60.

7. Кричевский Г. Е. Телемедицина. Умный, интерактивный, многофункциональный текстиль / Г. Е. Кричевский // <http://www.nimtex.org/publication-details.php?id=7>.

8. Кричевский Г. Е. Химические, нано-, био-, инфо, когнитивные технологии двойного назначения в производстве нового поколения волокон, текстиля и одежды / Г. Е. Кричевский // <http://www.slideshare.com/documents/892/khimicheshie-nano-bio-info-kognitivnye-tekhnologii-dvoynogo-naznacheniya>.

9. Аматава Н. Е. Социальные последствия внедрения NBIC-технологий: риски и ожидания / Н. Е. Аматава // *Universum: Общественные науки: электрон. научн. журн.* 2014. – №8(9) // <http://www.7universum.com/ru/social/archive/item/1549>.

10. Галик І. С. Використання нанотехнологій у формуванні асортименту та якості текстилю / І. С. Галик, Б. Д. Семак // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – №4. – С. 108-113.

11. Галик І. С. Проблеми формування та оцінювання екологічної безпечності текстилю : монографія / І. С. Галик, Б. Д. Семак. – Львів : Видавництво Львівської комерційної академії, 2014. – 488 с.

12. Галик І. С. Використання нанотехнологій для захисту текстилю від шкідливих мікроорганізмів / І. С. Галик, Б. Д. Семак // Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2014. – №4(51). – С. 59-64.

13. Галик І. С. Використання нанотехнологій для виробництва медичного текстилю / І. С. Галик, Б. Д. Семак // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2014. – №3. – С. 176-186.

REFERENCES

1. Koval'chuk M. V. Konverhentsyya nauk y tekhnolohyy – proryv v budushchee / M. V. Koval'chuk // <http://www.strt.ru/material.aspx?SatalogId=2218d.no=38178#Vmn3tbTsUexo>.
2. Prayd V. Fenomen NBITs-konverhentsyy: Real'nost' y ozhydanye / V. Prayd, D. Medvedev // <http://www.transhumanism-russia.ru/tsontent/view/498/110/>.
3. Lyvshyts V. NBITs-konverhentsyya – NBITs-tsonvergentse / V. Lyvshyts // <http://www.transhumanism-russia.ru/tsontent/view/317/116/>.

4. Krychevskyy H. E. Nano-, byo-, khymycheskye tekhnolohyy v proyzvodstve novoho pokolenyya volokon, tekstylya y odezhdy / H. E. Krychevskyy. – M. : Yzvestyya, 2011. – 528 s.
5. Krychevskyy H. NBITS-tekhnolohyy v proyzvodstve tekstylya y odezhdy. Ozhydannya, uspekhy, razocharovannya za 13 let 21-ho veka / H. Krychevskyy // <http://www.rusnor.org/puls/reviews/10569.htm>.
6. Matveytsova D. S. Nanotekhnolohiyi u vyrobnytstvi tekstyl'nykh materialiv / D. S. Matveytsova, S. A. Karvan, O. A. Paraska // Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu. – 2014. – №5. – S. 55-60.
7. Krychevskyy H. E. Telemedytsyna. Umnyy, ynteraktyvnyy, mnohofunktsyonal'nyy tekstyl' / H. E. Krychevskyy // <http://www.nimtex.org/publication-details.php?id=7>.
8. Krychevskyy H. E. Khymycheskye, nano-, byo-, ynfo, kohnytyvnyye tekhnolohyy dvoynoho naznachenyya v proyzvodstve novoho pokolenyya volokon, tekstylya y odezhdy / H. E. Krychevskyy // <http://www.slideshare.tsom/dotsuments/892/khimicheshie-nano-bio-info-kognitivnye-tekhnologii-dvoynogo-naznacheniya>.
9. Amatova N. E. Sotsyal'nye posledstvyia vnedrenyya NBITS-tekhnolohyy: rysky y ozhydannya / N. E. Amatova // Universum: Obshchestvennyye nauky: elektron. nauchn. zhurn. 2014. – №8(9) // <http://www.7universum.tsom//ru/sotsial/archive/item/1549>.
10. Halyk I. S. Vykorystannya nanotekhnolohiy u formuvanni asortymentu ta yakosti tekstylyu / I. S. Halyk, B.D.Semak // Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2013. – №4. – S. 108-113.
11. Halyk I. S. Problemy formuvannya ta otsynuvannya ekolohichnoyi bezpechnosti tekstylyu : monohrafiya / I. S. Halyk, B. D. Semak. – L'viv : Vydavnytstvo L'vivskoyi komertsyynoyi akademiyi, 2014. – 488 s.
12. Halyk I. S. Vykorystannya nanotekhnolohiy dlya zakhystu tekstylyu vid shkidlyvykh mikroorhanizmiv / I. S. Halyk, B. D. Semak // Visnyk Khersons'koho natsional'noho tekhnichnoho universytetu. – 2014. – №4(51). – S. 59-64.
13. Halyk I. S. Vykorystannya nanotekhnolohiy dlya vyrobnytstva medychnoho tekstylyu / I. S. Halyk, B. D. Semak // Visnyk Kyyivs'koho natsional'noho universytetu tekhnolohiy ta dyzaynu. – 2014. – №3. – S. 176-186.