

УДК 629.33:667.637

DOI: <http://dx.doi.org/10.20535/0203-377131201687142>

В. Е. Олишевская¹, *доцент*, **Г. С. Олишевский**², *доцент*,
А. Е. Медянецв³, *студент*

АВТОМОБИЛЬНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ НАНОМАТЕРИАЛЫ

En

Preventing cars surfaces from harmful influence of environment and providing the required original appearance during the set term of exploitation are the basic functions of protective nanomaterials. Modern protective materials must possess high mechanical properties and be resistant to corrosion, water, petroleum products, working gases, sunbeams, temperature difference. Protective nanomaterials meet such requirements. However, the information about modern protective nanomaterials for motor transport in educational literature is very limited. Therefore, the scientific literature review of this problem appears to be important and actual for high-quality specialists training.

The review of the most essential investigations and achievements of the motor transport protective nanomaterials creation is a purpose of the research.

The first presentation of motor-car lacker point nanomaterials took place in 2000. Mercedes-Benz automobiles were the first cars in the world with nanocoating containing ceramic nanoparticles measuring 20 nm.

Daimler-Crysler, Du-Pont, Duales System Deutschland A G., BMW, and AUDI conduct the successful developments of lacker point nanocoating with high durability, adhesion, longevity, wearproof, corrosive firmness, intensive brilliance.

One of new intensively developing directions is the creation of nanomaterials with a «lotus-effect». Self-cleaning coatings can be created on lacker point coatings, mirrors, fabrics, ceramics, rubber materials.

The review of bactericidal coatings on different elements of interior of car is presented in the work.

Special polishes providing the reliable protection of surfaces in the wide temperature range, renewal of color and brilliance of coatings, the «Skinlighteffect» creation are considered.

Ua

Наведені результати аналізу сучасних розробок, проблем і перспектив застосування захисних наноматеріалів на автомобільному транспорті. У роботі дано огляд інноваційних автомобільних лакофарбних наноматеріалів, що дозволяють одержувати покриття з підвищеною міцністю і екологічною безпекою; стійких до забруднення наноматеріалів з «лотос-ефектом»; бактерицидних покриттів на різні елементи інтер'єру автомобіля. Проведено аналіз складу захисних наноматеріалів, дана оцінка їх експлуатаційним і екологічним властивостям.

¹ Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», кафедра автомобілів та автомобільного господарства

² Государственное ВУЗ «Национальный горный университет», кафедра систем електропостачання,

³ Государственное ВУЗ «Национальный горный университет»

Введение

Стремительное увеличение количества автомобилей привело к росту сжигаемого автомобильного топлива за последние десятилетия в 2 - 2,5 раза и увеличению количества выхлопных газов [1]. Если все виды загрязнений, попадающих в атмосферу, принять за 100 %, то выхлопными газами автомобилей в атмосферу выбрасывается около 90 % оксида углерода, 80 % углеводородов и 30 % оксида азота. Выхлопные газы, влажность воздуха, загрязнения, оседающие на кузове и других деталях автомобилей, кислотные дожди – все это факторы, ускоряющие коррозию деталей автомобилей и снижающие срок их эксплуатации. Особенно сильно корродируют днище и крылья, внутренние поверхности порогов, лонжеронов, корпусов дверей. Большинство деталей и узлов автомобилей изготавливают из некоррозионностойких сталей и покрывают защитными материалами [2].

Важным аспектом при эксплуатации автомобильного транспорта является сохранение чистоты различных поверхностей автомобилей. Чистота поверхностей автомобилей становится не только техническим аспектом и вопросом комфорта, но и условием сохранения здоровья людей, что особенно актуально с учетом тенденции снижения общественного иммунитета и повышения цен на лекарства.

Основными функциями защитных материалов являются предотвращение вредного воздействия на поверхности автомобилей окружающей среды и обеспечение требуемого внешнего вида в течение заданного срока эксплуатации.

Перспективными защитными материалами для автомобилей являются материалы, содержащие нанокomпоненты. Однако, информация о современных защитных наноматериалах для автотранспорта фрагментарна, не всегда открыта, что затрудняет обобщение и интерпретацию результатов, а в современной учебной литературе практически не отражена. Поэтому аналитический обзор литературы по данному вопросу представляется важным и актуальным.

В данной работе рассматриваются автомобильные защитные наноматериалы, находящиеся на этапе исследований или уже реально применяемые на автомобильном транспорте.

Постановка задачи

Целью работы является обзор наиболее важных исследований и достижений по созданию защитных наноматериалов на автомобильном транспорте.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- сбор информации о защитных автомобильных наноматериалах;
- анализ, структурирование собранной информации и представление ее в виде, доступном для понимания студентами;
- анализ состава защитных наноматериалов;
- оценка эксплуатационных и экологических свойств защитных наноматериалов.

Основной материал

Традиционными защитными автомобильными материалами являются лакокрасочные материалы, мастики, защитные сложные соединения на нефтяной основе, автоантикоры, полировальные средства, герметики, автокраски для резиновых деталей. Для надежного выполнения функций в течение заданного срока службы защитные материалы должны удовлетворять следующим требованиям: прочно удерживаться на поверхностях; обладать необходимыми прочностью, твердостью, эластичностью; сохранять свойства при любых температурах окружающей среды; обладать стойкостью к воде, нефтепродуктам, отработавшим газам, солнечным лучам.

Новые защитные наноматериалы не только удовлетворяют перечисленным требованиям, но и значительно превосходят традиционные материалы [3] – [6].

Принадлежность разработок к наноматериалам подтверждается следующими признаками:

- материалы имеют в своем составе наноразмерные частицы – частицы, имеющие протяженность хотя бы в одном направлении не более 100 нм и проявляющие новые свойства;
- компоненты материалов получены с помощью нанотехнологий;
- в результате применения наноматериалов на поверхностях формируются наноструктурированные защитные покрытия [7] – [9].

Сегодня не существует устоявшейся классификации автомобильных защитных наноматериалов. Обзор отечественных и зарубежных исследований позволяет классифицировать защитные наноматериалы на следующие группы:

- лакокрасочные наноматериалы;
- автонанополироли;
- защитные наноматериалы для стекол;
- защитные наноматериалы для салона автомобиля;
- защитные наноматериалы для колесных дисков.

Особый интерес вызывают автомобильные лакокрасочные наноматериалы. В лакокрасочных материалах нашли широкое применение нанопорошки Zn , Al , TiO_2 , ZnO , ZrO_2 [10], [11].

Применение лакокрасочных наноматериалов изменяет не только эксплуатационные характеристики покрытий и внешний вид, но и способы нанесения материалов на поверхности. Традиционные автомобильные лакокрасочные материалы наносятся следующими основными методами: при производстве автомобилей: методом электроосаждения; пневматического распыления с помощью установок; пневмораспыления вручную или окуриванием. При ремонте автомобилей применяют пневмораспыление или кистевую окраску.

Технологии нанесения автомобильных лакокрасочных наноматериалов принципиально отличаются от традиционных. Примерами технологий нанесения наноматериалов являются: осаждение вещества из парогазовой фазы; осаждение вещества из плазмы; осаждение вещества из растворов; азотирование; гидрирование; обработка поверхностей атомами бора, титана [5].

Успешные разработки лакокрасочных наноматериалов, создающих покрытия с высокой прочностью, адгезией, коррозионной стойкостью, износостойкостью, долговечностью и интенсивным блеском, ведут компании *Daimler-Crysler, Du-Pont, Duales System Deutschland A G., BMW, AUDI*.

Первая презентация автомобильных лакокрасочных наноматериалов состоялась в 2000 году, а первыми в мире автомобилями с нанопокрывом стали автомобили марки *Mercedes-Benz*.

С 2003 года компания *Daimler-Crysler* при окрашивании кузовов автомобилей марки *Mercedes-Benz* серий *E, S, CL, SL* и *SLK* использует прозрачный нанолак, в состав которого входят керамические наночастицы размером 20 нм, образующие на поверхности плотную сетчатую структуру. Нанолаковое покрытие обладает повышенными адгезией, устойчивостью к царапинам, износостойкостью, долговечностью и интенсивным блеском. Прочность нанолакового покрытия в 3 раза превышает прочность традиционного лакового покрытия.

В 2004 году на специализированной выставке *Automechanika* легкие автомобили *Mercedes-Benz* с лакокрасочным нанопокрывом стали «самыми легкомоющимися автомобилями 2004 года» и получили награду.

Эффективность нанопокрывом доказали испытания, проведенные в соответствии со стандартами *DIN*: после десяти циклов в лабораторной мойке датчики блеска показали для обычного лака 35 % из 100 % максимально возможных по шкале блеска, а для нанолака – 72 %.

Существенное различие во внешнем виде традиционного лакового и нанолакового покрытий демонстрируют рис. 1 и рис. 2.

Компания *Du-Pont* разрабатывает ряд инновационных видов автомобильных лакокрасочных материалов с целью повышения прочности лакокрасочных покрытий и их экологической безопасности.



Рис. 1. Результаты испытаний автомобильных лакокрасочных покрытий (слева – традиционное покрытие; справа – нанопокрытие)



Рис. 2. Внешний вид нанопокрытия (слева) и традиционного лакокрасочного покрытия (справа) после 5 лет испытания

Специалисты компании *Ford's Research and Innovation Center* разрабатывают ряд нанокompозитных материалов с целью получения покрытий с повышенными прочностью и износостойкостью.

Среди намеченных планов компаний, занимающихся разработкой и производством лакокрасочных покрытий, – создание защитных лакокрасочных нанопокрытий, способных изменять свой цвет в зависимости от подаваемого на них напряжения, а также блокировать при необходимости проникновение радиосигналов в салон автомобиля.

Наноматериалы изменяют существующий подход к очистке и уходу за автомобилями. Так, одним из новых интенсивно развивающихся направлений является создание устойчивых к загрязнению и самоочищающихся наноматериалов с «лотос-эффектом» (нем. *lotus-effect*) [12]. Первоначально лотос-эффектом называли природное явление несмачиваемости и самоочистки некоторых растений (например, лотоса, тюльпана, капусты, камыша). Сегодня термином «лотос-эффект» обозначают комплекс технических и технологических решений, применяемый в автомобильном сервисе. Схема эффективности очистки покрытий показана на рис. 3. Капля воды, катящаяся по

поверхности традиционного покрытия, оставляет на нем часть загрязнений (рис. 3, *а*), в то время как взаимодействие воды с нанопокрывтием полностью удаляет загрязнения (рис. 3, *б*), обеспечивая безупречную чистоту.

Самоочищающиеся покрытия можно создавать на лакокрасочных покрытиях, зеркалах, тканях, керамике, резиновых материалах (рис. 4).

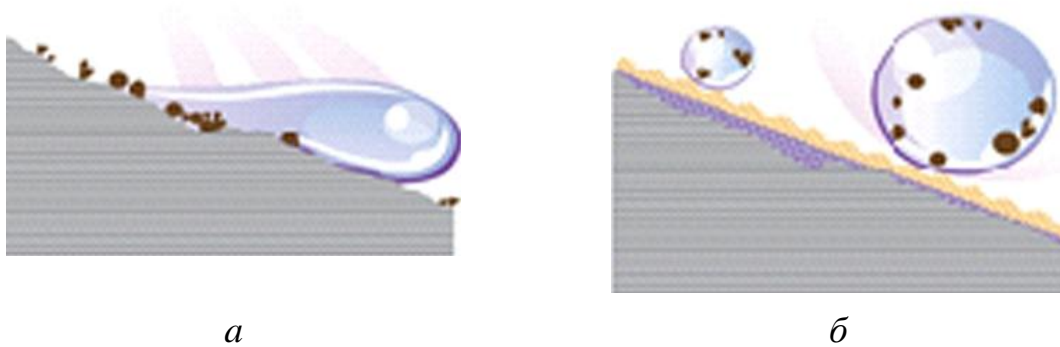


Рис. 3. Схема реализации лотос-эффекта:

а – незащищенная поверхность; *б* – поверхность с нанопокрывтием

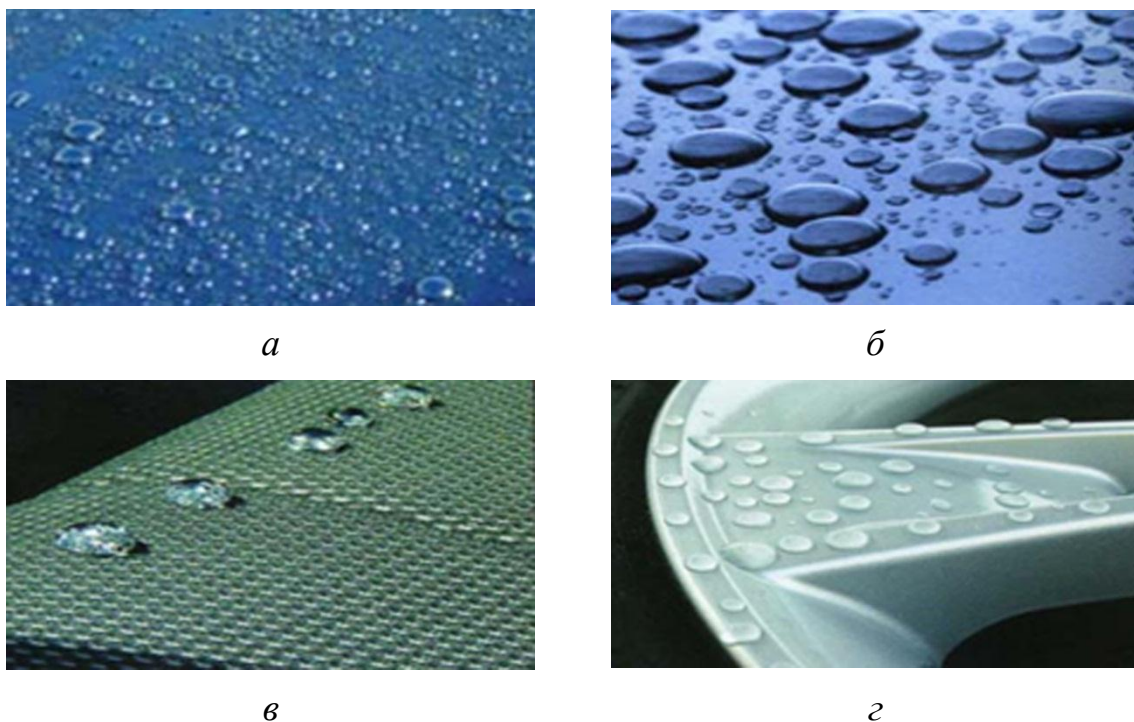


Рис. 4. Самоочищающиеся автомобильные нанопокрывтия:

а – на автомобильном лаке; *б* – на автомобильном стекле;

в – на ткани; *г* – на колёсном диске

Новые нанокраски для автомобилей, которые создают самоочищающиеся поверхности, разработали фирмы *Duales System Deutschland A G.*, *BMW*, а *AUDI* такие нанопорошки применяет для создания прочных зеркал и отражателей, стойких к царапинам.

Американская фирма *General Motors* также объявила о намерении использовать подобные нанокраски для наружной отделки автомобилей.

Разработаны также нанопокрyтия, которые не увлажняются не только водой, но и маслами.

Эффективно очищают лакокрасочные поверхности автомобиля и создают эффект самоочистки наноавтополироли (табл. 1) [13].

Таблица 1.

Нанополироли для лакокрасочного покрытия

Торговые марки нанополиролей	Назначение
<i>Fenom Lucky Bee Nanocrystal Wax</i>	Универсальная автополироль
<i>Fenom Lucky Bee Carnauba & Nanowax</i>	Всесезонная автополироль
<i>Diamant-Polish</i>	Алмазная автополироль
<i>Kfz-Lackversiegelung SETje 75 ml</i>	Нанопакет для лакокрасочных покрытий
<i>Res-bona AL I Auto-Lak</i>	Нанопродукт для лакокрасочных покрытий

Примером полиролей нового поколения является универсальная автополироль «*Fenom Lucky Bee Nanocrystal Wax*», содержащая воск, силиконы и наноалмазы (размером до 100 нм). Наноалмазы получают путем детонации углеродосодержащих взрывчатых веществ в инертной атмосфере [5]. Автополироль «*Fenom Lucky Bee Nanocrystal Wax*» (рис. 5, а, рис. 5, б) образует на поверхностях пленку с повышенными прочностью, коррозионостойкостью, износостойкостью, адгезией к поверхности, химической стойкостью. Кроме надежной защиты поверхностей, происходит восстановление цвета и блеска покрытия, возникает эффект «*Skinlight*». Автополироль рекомендуется производителем для любых лакокрасочных покрытий автомобилей, в том числе для автомобилей, эксплуатируемых в сложных дорожных и погодных условиях.



Рис. 5. Примеры торговых марок автомобильных нанополиролей:
 а, б – универсальные автополироли «*Fenom Lucky Bee Nanocrystal Wax*»;
 б – всесезонная автополироль «*Fenom Lucky Bee Carnauba & Nanowax*»

Всесезонная автополироль «*Fenom Lucky Bee Carnauba & Nanowax*» (рис. 5, в) содержит синтетический и натуральный воски, поверхностно-активные вещества и наноконпонент «*Bentowax*», который обеспечивает нанопокрывтию повышенные соле- и влагостойкость. Применение автополироли «*Fenom Lucky Bee Carnauba & Nanowax*» обеспечивает эффективную защиту лакокрасочных поверхностей автомобилей в широком интервале температур.

В состав автополиролей «*Fenom Lucky Bee Nanocrystal Wax*» и «*Fenom Lucky Bee Carnauba & Nanowax*» входят частицы органообентонита размерами от 10 до 500 нм [12].

Широко представлена на рынке продукция немецких производителей (табл. 1). Автополироль *Diamant-Polish*, производства компании *Pingo GmbH* (Германия), содержит наноалмазные частицы. Автополироли *Kfz-Lackversiegelung SETje 75 ml* (производитель *SVM Service Vertrieb & Marketing*, Германия) и *Res-bona AL I Auto-Lak* (производитель *Res-bona Group Partner Nanotechnologie proNANOtec*, Германия) содержат пакет наноприсадок.

Нанополироли надежно защищают поверхности автомобилей от коррозии, дорожной грязи и пыли, ультрафиолетового излучения, кислотных дождей. Защитная пленка наноавтополиролей прочно удерживается на поверхностях автомобилей и выдерживает до 6 моек, а при щадящей мойке – до 8-10 моек.

Нанополироли экологически безопасны и после завершения эксплуатации биологически утилизируются.

В настоящее время ведущими автоконцернами разрабатываются и производятся защитные наноматериалы с лотос-эффектом не только для лакокрасочных поверхностей автомобиля, но и для автомобильных стекол и шин. Примерами таких материалов являются наноматериалы «антидождь - нанозащита стекла» и «антигрязь – нанозащита шин».

Разработана технология самоочищающихся поверхностей с использованием диоксида титана (TiO_2). При попадании ультрафиолетового излучения на нанопокрывание, содержащее TiO_2 , происходит фотокаталитическая реакция, в результате которой содержащиеся в воздухе молекулы воды превращаются в сильные окислители – радикалы гидроокиси (HO), которые окисляют и расщепляют грязь.

Проводятся испытания электрохромной системы с целью ее использования в качестве покрытия для боковых и салонных зеркал. В процессе обработки на поверхности стекла образуется ультратонкий слой, меняющий светопропускную способность стекла и создающий эффект затемненности.

В табл. 2 и табл. 3 приведены торговые марки наноматериалов для защиты автомобильных стекол и автомобильных колес, соответственно [13].

Таблица 2.

Нанопрепараты для защиты автомобильных стекол

Торговые марки защитных наноматериалов	Назначение	Производитель, страна
<i>Felgenversiegelung SET 250 ml</i>	Нанопакет для колесных дисков	<i>SVM Service Vertrieb & Marketing</i> , Германия
<i>Ees-bona AFV1</i>	Нанопродукт для колесных дисков	<i>Res-bona Group Partner Nanotechnologie proNA NOtec</i> , Германия
<i>NanoConcept Motorrad Lack Set</i>	Наноконкомплект для шин (антигрязь)	<i>NanoConcept Hofmann & Bucher GbR</i> , Голландия
<i>NanoConcept Felgenreiniger sauer 250</i>	Нанопродукт для колесных дисков	<i>NanoConcept Hofmann & Bucher GbR</i> , Голландия

Таблица 3.

Нанопрепараты для защиты автомобильных колес

Торговые марки защитных наноматериалов	Назначение	Производитель, страна
<i>Kjz-Glasversiegelung SETje 100 ml</i>	Нанопакет для стекла	<i>SVM Service Vertrieb & Marketing</i> , Германия
<i>NanoConcept Autoglasversiegelung Set 30</i>	Наноконкомплект для стекла	<i>NanoConcept Hofmann & Bucher GbR</i> , Голландия
<i>NanoConcept KFZ-Glasreiniger 100 Abrasiv</i>	Нанопродукт для стекла	<i>NanoConcept Hofmann & Bucher GbR</i> , Голландия
<i>Rainstop-Kit</i>	Самоочищающееся покрытие (набор)	<i>Nanokit BV</i> , Голландия
<i>Anti Fog Glas</i>	Противозапотеватель	<i>Nanokit BV</i> , Голландия

Компании *Further*, *Sud-Chemie AG* и *Putsch Kunststoffe GmbH* разрабатывают для внутренней отделки автомобилей композиционные наноматериалы *ELAN XP*, содержащие полипропилен, полистирол и минеральный наполнитель *Nanofil*, производимый компанией *Sud-Chemie AG*. Наноматериалы имеют матовую поверхность с высокой твердостью и стойкостью к царапинам.

Перспективной разработкой Института прикладной нанотехнологии является наноматериал, содержащий наночастицы монтморрилонита (бентонита) и серебро в ионной форме. Наноматериал используют для нанесе-

ния бактерицидных покрытий на различные элементы интерьера автомобилей – стекла, ткани, пластик, коврики. Получены положительные результаты испытаний по использованию наноматериала в лаках и красках.

В табл. 4 приведены примеры торговых марок наноматериалов для защиты текстиля и кожи [13].

Таблица 4.

Нанопрепараты для защиты текстиля и кожи

Торговые марки защитных наноматериалов	Назначение	Производитель, страна
<i>Res-bona TL 1</i>	Обработка ткани и кожи	<i>Res-bona Group Partner Nanotechnologie proNANOtec</i> , Германия
<i>Textile coating</i>	Обработка текстиля	<i>NanokitBV</i> , Голландия
<i>NanoConcept Fleckenentferner 250</i>	Пятновыводитель	<i>NanoConcept Hofmann & Bucher GbR</i> , Голландия

Выводы

Работа содержит результаты обзора исследований и практических результатов по созданию автомобильных защитных наноматериалов.

Проведенный в работе анализ позволил обобщить опыт применения лакокрасочных наноматериалов, самоочищающихся и бактерицидных нанопокровов на автомобильном транспорте, выявить проблемы и перспективы создания и применения защитных наноматериалов с учетом заданного комплекса свойств нанопокровов.

Использование самоочищающихся нанопокровов для автомобилей отражает новые технические, экологические и социальные тенденции. Защитные наноматериалы существенно влияют на ежедневное и техническое обслуживание, текущий ремонт автомобилей.

Экономический эффект от применения защитных наноматериалов складывается за счет следующих факторов: повышения механических и эксплуатационных свойств поверхностей (прочности, твердости, коррозионной стойкости, износостойкости); повышения долговечности защищенных деталей; сокращения затрат на обслуживание и ремонт автомобилей.

Материалы работы могут быть использованы бакалаврами, обучающимися по направлению подготовки «Автомобильный транспорт», при изучении дисциплины «Эксплуатационные материалы», а также студентами, обучающимися по специальности «Автомобильный транспорт и

транспортное хозяйство» при изучении дисциплины «Ресурсосберегающие технологии при проведении ремонта».

Список использованной литературы

1. *Полянський С. К.* Експлуатаційні матеріали: Підручник / С. К. Полянський, В. М. Коваленко. – К.: Либідь, 2003. – 448 с.
2. *Стуканов В. А.* Автомобильные эксплуатационные материалы: Учебное пособие. Лабораторный практикум / В. А. Стуканов. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2003. – 208 с.
3. *Пул Ч.* Мир материалов и технологий. Нанотехнологии / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. Пер с англ. под. ред. Ю.И.Головина. – М.: Техносфера, 2004. – 327 с.
4. *Кобаяси Н.* Введение в нанотехнологию / Н. Кобаяси. Пер с японск. – 2-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. – 134 с.
5. *Гусев А. И.* Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А. И. Гусев. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 416 с.
6. *Андриевский Р. А.* Наноструктурные материалы: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Р. А. Андриевский, А. В. Рагуля. – М.: Академия, 2005. – 192 с.
7. *Павлиго Т. М.* Терміни та визначення в галузі наноматеріалів і нанотехнологій у стандартах міжнародної організації зі стандартизації / Т. М. Павлиго, Г. Г. Сердюк, Г. А. Баглюк. – Наноструктурное материаловедение, 2012. – С. 70-77.
8. ISO / TS 27687:2008 Nanotechnologies – Terminology and definitions for nano-objects – Nanoparticle, nanofibre and nanoplate. Ed. 2008-08-15. ISO, 2008. 7 p.
9. ISO / TS 80004-4:2011 Nanotechnologies – Vocabulary – Part 4: Nanostructured materials. Ed. 2011-12-01. ISO, 2011. 7 p.
10. *Tay B. Y.* Investigation of some phenomena occurring during continuous ink-jet printing of ceramics / B. Y. Tay, M. J. Edirisinghe // Journal of Materials Research. – 2001. – V. 16. – № 2. – P. 373-384.
11. *Presting H.* Future nanotechnology developments for automotive applications / H. Presting, U. Kotig // Materials Science and Engineering. – 2003. – V. 23. – P. 737-741.
12. *Балабанов В. И.* Нанотехнологии. Наука будущего / В. И. Балабанов. – М.: Эксмо, 2009. – 256 с.
13. *Абрамян А. А.* Основы прикладной нанотехнологии / А. А. Абрамян, В. И. Балабанов, В. И. Беклемышев, Р. В. Варганов, И. И. Махонин, В. А. Солодовников. – М.: МАГИСТР-ПРЕСС, 2007. – 208 с.