

Розробка методології екоіндикаторів триває і її автори припускають надалі враховувати: розсіювання й трансформацію забруднень у навколишнім середовищі; використання сировинних і енергетичних ресурсів; використання землі [3].

Література

1. Токсичность автомобильных двигателей. / Учебное пособие под ред. В.А. Звонова, Луганск. : Изд-во ВЛУ, 2002. – 345 с.
2. В.А. Звонов, А.В. Козлов, В.Ф. Кутенев. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле. НАМИ, 2001. – 248 с.
3. The Eco-indicator 97 explained. Working document Mark Goedkoop, PRé Consultants Amersfoort The Netherlands, 1997.

УДК 62:004:54:620:22

*Аптекарь М.Д., проф., к.х.н., декан
В.О. Колесніков доц., к.т.н., доц.
кафедри інженерних дисциплін
Краснодонського факультету інженерії
та менеджменту СНУ ім. В. Даля
В.В. Кузнецов, ас., СНУ ім. В. Даля
kidkrasnodon@mail.ru*

АНАЛІЗ НОВИХ ДОСЯГНЕНЬ В ОБЛАСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ХІМІЇ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА, ЯК ІНСТРУМЕНТУ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ

Проведено короткий огляд новітніх досягнень в галузі обчислювальної хімії та обчислювального матеріалознавства. Показано, що в даний час є можливість моделювання структур з наперед заданими властивостями, завдяки сучасним досягненням в комп'ютерній та експериментальній техніці.

Ключові слова: обчислювальна хімія, обчислювальне матеріалознавство.

Стан проблеми. Для створення різних сплавів, необхідно проводити промислову розробку корисних копалин, що створює значні екологічні проблеми. Так, наприклад, для виробництва 1 тонни чавуну потрібно 1,2-1,5 тонни вугілля, не менше 1,5 тонни залізної руди, понад 0,5 тонни флюсових вапняків і 30 м³ води. Для отримання тієї ж тонни алюмінію потрібно 4-8 т руди, цинку - 20-50 т, міді - 20 - 150 т, а рідкісних металів - до десятків тисяч тонн сировини [1]. Одним з виходів для даної ситуації є розробка нових технологій для створення нових матеріалів і сплавів із заздалегідь заданим комплексом властивостей. Для успішного вирішення наведеної вище проблеми, необхідно використовувати новітні досягнення в області комп'ютерних наук. Тому одним з пріоритетних наукових напрямів, у цій області, є обчислювальна хімія (computational chemistry) і обчислювальне матеріалознавство (computational materials science) [2 - 4]. Які об'єднують в собі цілий комплекс взаємопов'язаних напрямків: фізичне матеріалознавство, інформатику, фізику, хімію. Обчислювальна хімія фактично являє собою новий спосіб проведення наукових досліджень в хімії - комп'ютерний експеримент і комп'ютерне моделювання. Традиційно експериментатори проводять хімічні експерименти з реальними хімічними системами, а потім теоретики пояснюють результат цих експериментів в рамках розвинених моделей і теорій. Такий підхід до останнього часу був успішним, і сьогодні ми знаємо основні закони, що описують хімічні явища і процеси. Однак часто їх точне аналітичне описання можливо тільки у випадку дуже простих моделей. Наближені аналітичні методи дозволяють розширити набір вирішуваних завдань. Розвиток комп'ютерів протягом останніх 60 років надав можливість вирішувати багато проблем не тільки в разі спрощених моделей, а й для реальних хімічних процесів і структур [2].

Ціль статті: зробити короткий огляд опублікованого матеріалу, присвяченого обчислювальній хімії та матеріалознавству, а також чисельним обчисленням електронних структур молекулярних систем ab initio.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. *Ab initio* (лат. від початку) в фізиці - вирішення завдання з перших основоположних принципів без залучення додаткових емпіричних припущень. Звичайні-але мається на увазі пряме рішення рівнянь квантової механіки. *Ab initio* - стійке поєднання (фразеологізм). Термін фактично іменує один з напрямків з-часової теоретичної фізики твердого тіла. Чи означає сукупність фізичних наближень, процедур обчислення та оптимізації, що використовуються для розрахунку електронних і фононних спектрів з метою знаходження термодинамічних і кінетичних характеристик матеріалу, таких як коефіцієнт теплового розширення, електрична провідність та інші.

Незважаючи на назву при цьому часто робляться які-небудь припущення та спрощення. Дані спрощення дозволяють розраховувати системи з великим числом атомів або атоми, що мають більше число електронів. Прикладом такого спрощення є використання PAW-потенціалів.

Так, наприклад, для розрахунку енергії сублімації атома використовується різниця енергій атома в кристалічному стані і ізольованого атома, поміщеного в клітинку великого розміру (що аналогічно вільному атому). Першими із серйозних досягнень у цьому напрямку можна вважати концепцію самоузгодженого поля та рівняння Хартрі і їхні прямі уточнення, рівняння Хартрі-Фока. Ці рівняння з різними варіаціями є основою обчислювальних методів у квантовій хімії Академії.

Існує два підходи до проблем хімії: обчислювальна квантова хімія та не обчислювальних квантова хімія. Обчислювальна квантова хімія має справу з чисельними обчисленнями електронних структур молекулярних систем *ab initio* і полу-емпіричними методами, а не обчислювальна квантова хімія має справу з отриманням аналітичних виразів для властивостей молекулярних структур і хімічних реакцій. Журнали з обчислювальної хімії: *Journal of Theoretical and Computational Chemistry* <http://www.worldscinet.com/jtcc/jtcc.shtml> і *Reviews in Computational Chemistry* <http://www.chem.iupui.edu/rcc/rcc.html>. Наукові та технічні досягнення в цій галузі обчислювального матеріалознавства висвітлюються в періодичному журналі «*Computational Materials Science*» видавництва ELSIVIER (www.elsevier.com). Останнім часом все більшого поширення у фізиці твердого тіла набувають методи *ab initio* розрахунків, засновані на використанні методу функціоналу густини. Перевагою розрахунків з перших принципів є точний опис атомного взаємодія з урахуванням квантових ефектів. Недоліком - неможливість розрахунку за розумний час систем з досить великим числом атомів (на практиці рідко більше 100). Якщо розташувати сучасні методи моделювання, використовувані у фізиці, за зростанням розмірів модельованих систем і часу моделювання, то картина вийде наступною: 1. *Ab initio* методи, які не використовують наближень; 2. *Ab initio* методи, які використовують наближення; 3. Методи молекулярної динаміки, що використовують полуемпіричні потенціали; 4. Метод Монте-Карло; 5. Методи кінцевих елементів; аналогічно від 1-5 збільшується кількість спрощень і наближень які можуть впливати на коректність одержуваного результату [6]. Короткий перелік комп'ютерних програм та програм використовуваних при («з перших принципів»): Gaussian, CPMD, NWCHEM, ABINIT, VASP, WIEN2K, GAMESS (US), PC GAMESS, ORCA, CRYSTAL. Існують також комерційні додатки, що вимагають членства в Віртуальних організаціях Gaussian або Turbomole. Перерахуємо програми і програми які стосуються розглянутих вище наукових напрямків: HONDO, MOLCAS, MOLPRO, MPQC, NAMD, Priroda, PQS, PSI, Q-Chem, TURBOMOLE, GROMACS, FANTOM, Ascalaph Designer. Зробимо короткий огляд програм та програм [4]: ABCtraj - обчислює властивості атом-діатомних реакцій в газовій фазі. Події геніріються з використанням алгоритмів Монте-Карло. Результати розрахунків можуть бути показані за допомогою середовища віртуальної реальності молекулярної на віртуальних моніторах. COLUMBUS - комплекс програм для розрахунків *ab initio* молекулярних електронних структур високого рівня. Програми призначені в основному для розширених мульти-реперних розрахунків основних електронних станів і збуджених атомів і молекул. Dalton - потужна програма квантової хімії для розрахунків властивостей молекул за допомогою хвильових функцій SCF, MP2 і MCSCF. Призначена, в основному, для розрахунків магнітних і (що залежать від частоти)

електричних властивостей і поверхонь потенційної енергії молекулярних систем як в статичних, так і в динамічних дослідженнях. Gaussian - набір програм для розрахунків електронних структур, широко використовуваний дослідниками як в усталених, так і в країнах, що розвиваються в областях хімії. Засновуючи на базових законах квантової механіки, Gaussian проєктує властивості молекулярних систем в різноманітних умовах. Це комерційний продукт, і в силу заборон обмежень доступний тільки через віртуальну організацію Gaussian. Докладна інформація щодо членства в ній розміщена на сайті <http://egee.grid.cyfronet.pl/Gaussian>. MCTDH - алгоритм загального характеру для розв'язання рівнянь Шредінгера з тимчасовою залежністю в розрахунках багатовимірних динамічних систем, що складаються з окремих часток. MCTDH може визначити квантовий рух ядер молекулярної системи на одній або декількох пов'язаних поверхнях потенційної енергії. За своєю природою, MCTDH є наближеним методом, однак він може дати таку ж точність, як будь-який інший конкуруючий метод, але його обчислювальна ефективність погіршується зі збільшенням точності.

NEWTON-X - програмний пакет загального призначення для молекулярної динаміки збуджених станів, що включає неадіабатичні методи (Tully's surface hopping). Модульна структура пакету дозволяє легко використовувати його разом з другими пакетами квантової хімії, які використовують енергетичні градієнти і неадіабатичні пов'язані вектори. У поточній версії NEWTON-X розраховує динаміку, використовуючи пакети COLUMBUS і TURBOMOLE.

TURBOMOLE - програмний пакет для ab initio розрахунків електронних структур. Особливостями пакета є: пів прямі алгоритми з налаштування вимог щодо використання пам'яті і дискового простору, повне використання точкових груп, ефективні інтегральні обчислення, стабільні та точні решітки для чисельного інтегрування. Turbomole є комерційним пакетом, і доступний тільки через самостійну віртуальну організацію.

Venus - розрахунок перетинів і коефіцієнтів швидкості елементарних хімічних реакцій за допомогою моделювання зіткнень атомів і молекул, початкові стани яких генеруються методом Монте-Карло. Від реагентів до продукту реакції для кожного зіткнення вирішуються рівняння Гамільтона, що визначають рух атомів.

WIEN2k - програмний пакет для розрахунків електронних структур в твердій речовині, що використовує теорію функціонала щільності (DFT). Заснований на методі (лінеаризованих) приєднаних плоских хвиль повного потенціалу ((L) APW) + локальних орбіталей (lo), що є однією з найбільш точних схем для розрахунків зонних структур. В DFT може бути використана локальна апроксимація (спінової) щільності (LDA) або поліпшена версія генералізованої апроксимації градієнта (GGA). Пакет WIEN2k використовує повністю електронну схему, включаючи релятивістські ефекти і має багато переваг. Грід-порт пакета включає прототип послідовності операцій для роботи в гріді. Пакет дозволено використовувати тільки власникам дійсної ліцензії WIEN2k. При вирішенні цих завдань широко застосовуються грід-обчислення. Наприклад, відомий грід-інтерфейс CHARON. Грід-обчислення (англ. grid - решітка, мережа) - це форма розподілених обчислень, в якій «віртуальний суперкомп'ютер» представлений у вигляді кластерів з'єднаних за допомогою мережі, слабо пов'язаних, гетерогенних комп'ютерів, що працюють разом для виконання величезної кількості завдань (операцій, робіт). Грід (Information Power Grid) з точки зору мережевої організації є узгодженим, відкритим і стандартизованим середовищем, яке забезпечує гнучкий, безпечний, скоординований розподіл обчислювальних ресурсів і ресурсів зберігання інформації, які є частиною цього середовища, в рамках однієї віртуальної організації [5].

Наприклад, сьогодні НАСА не тільки проєктує і випробовує на комп'ютерних стендах в ході обчислювальних експериментів нову техніку, а й створює для своїх потреб за допомогою обчислювальної хімії нові молекулярні сполуки і матеріали, програмує їх властивості в необхідних діапазонах (рис. 1а) [6]. Як повідомляється в статті [7] система, побудована на базі алгоритмів штучного інтелекту, може стати абсолютним хімічним інструментом. Програмне забезпечення здатне швидко передбачити властивості молекул, виходячи з їх теоре-

тичних структур. Очевидно, що це мало б сприяти хімікам в комп'ютерному «конструюванні» молекул.

Подальший розвиток комп'ютерних технологій дозволяє проводити моделювання мікроструктури на різних рівнях ієрархії, враховувати вплив легуючих елементів на міцність та фізико-механічні властивості як матеріалу, так і деталі й самої конструкції, враховувати вплив різних середовищ (наприклад, воденьовмісних)

Висновок:

Обчислювальна хімія та матеріалознавство будуть розвиватися, паралельно з таким напрямком як інформаційні технології і т.д. Підвищити ефективність розрахунку властивостей нових матеріалів можна завдяки ґрид-обчисленням. Використання перерахованих вище можливостей має істотно сприяти підвищенню екологічної безпеки навколишнього середовища, так як цілеспрямоване створення матеріалів з наперед заданими властивостями дозволить економити природні ресурси.

Література

- 1.Энциклопедия [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://russia.clow.ru/text/396.html>.
- 2.Вычислительная химия [Электронный ресурс]. Википедия электронная энциклопедия. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
- 3.Кундас С. П. Вычислительное материаловедение – современное состояние и перспективы развития XLIII Международная конференция «Актуальные проблемы прочности» 27 сентября – 1 октября 2004 г., Витебск, Беларусь. С. 3 – 10.
4. Приложения вычислительной химии [Электронный ресурс]. Enabling Grids for E-science. Режим доступа: http://press.eu-egee.org/fileadmin/documents/infosheets_eg3/infosheet_compuchem-rus.pdf.
- 5.Грид [Электронный ресурс]. Википедия электронная энциклопедия. Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki>.
- 6.Леваков А. Суперкомпьютерные технологии и проекты в США. Часть 3. [Электронный ресурс]. Публикации Daily.Sec.Ru. Режим доступа: <http://daily.sec.ru/publication.cfm?rid=17&pid=10632&pos=9&stp=25>.
- 7.Свойства молекул можно будет предсказывать не обращаясь к уравнению Шредингера [Электронный ресурс].NNN Сайт о нанотехнологиях № 1 в России. Режим доступа: <http://www.nanonewsnet.ru>.

УДК 621.43:504.056

В.І.Черних, доц., к.т.н.,

А.В.Черних, ас.

Східноукраїнський університет ім. В.Даля

ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН АВТОМОБІЛЯМИ З БЕНЗИНОВИМИ ДВИГУНАМИ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

У статті наведені особливості впливу експлуатаційних і режимних характеристик автомобіля на токсичність відпрацьованих газів ДВЗ. Значний вплив на навколишнє середовище двигуни роблять на режимі пуску й прогріву, запропоновані заходи щодо зниження цих впливів.

В статье приведены особенности влияния эксплуатационных и режимных характеристик автомобиля на токсичность отработавших газов ДВС. Показано что значительное воздействие на окружающую среду двигатели оказывают на режиме пуска и прогрева, предлагаются мероприятия по снижению этих воздействий.

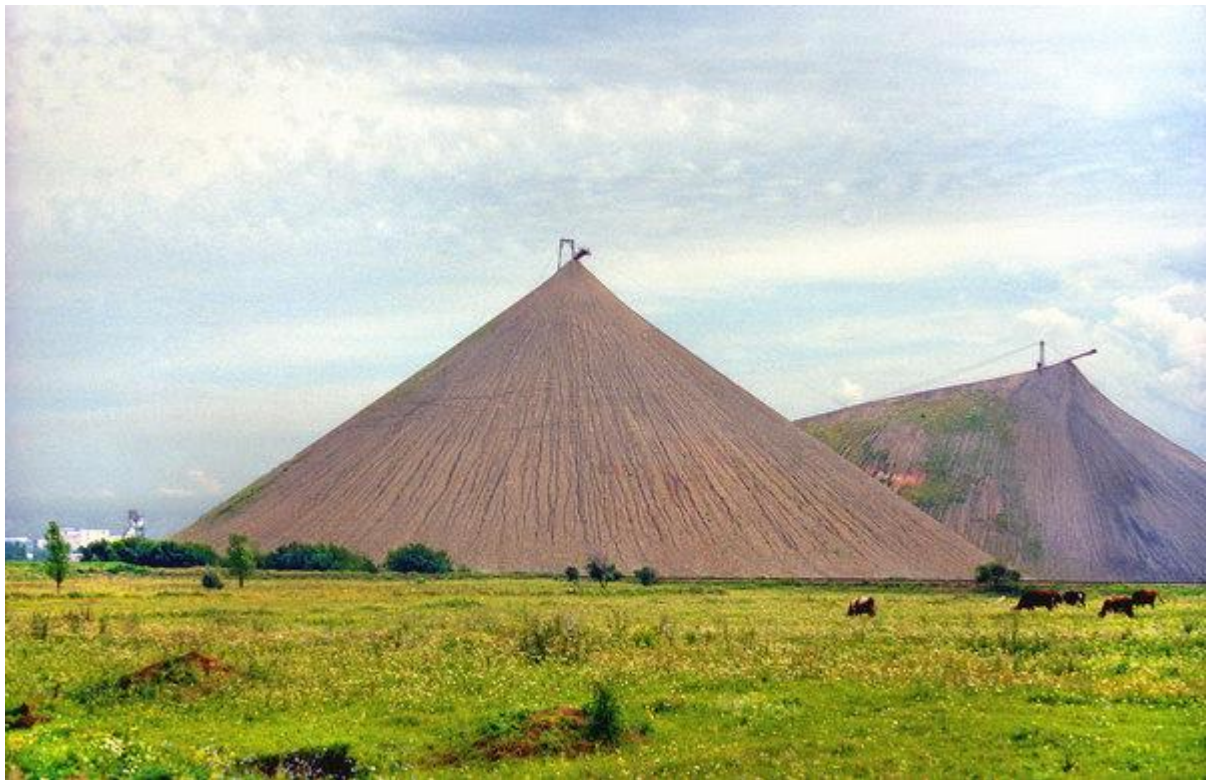
З метою зниження забруднення навколишнього середовища шкідливими викидами автомобілів здійснюється законодавче обмеження цих викидів шляхом введення спеціальних норм на викиди токсичних речовин автомобілями або їхніми двигунами.

Зараз в Україні діють старі стандарти ЄСР на склад викидів відпрацьованих газів (ВГ) бензиновими ДВЗ, що перебувають на рівні застарілих європейських нормативів кінця вісімдесятих років. Входження ж України в європейське співтовариство накладає на неї певні зобов'язання, у тому числі й у сфері дотримання сучасних екологічних правил. У країнах Західної Європи норми викидів установлюються відповідно до правил Європейської Економічної

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
КРАСНОДОНСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ ТА МЕНЕДЖМЕНТУ
АНТРАЦИТІВСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЦТВА І ТРАНСПОРТУ
ІНСТИТУТ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СХУ ім. В. ДАЛЯ,
м. РУБІЖНЕ

**V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ
"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА
СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ СНД"**

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ



20 квітня 2012 року

м. Красnodон

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
КРАСНОДОНСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЇ
ТА МЕНЕДЖМЕНТУ
АНТРАЦИТІВСЬКИЙ ФАКУЛЬТЕТ ГІРНИЦТВА І ТРАНСПОРТУ
ІНСТИТУТ ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ СХУ ім. В. ДАЛЯ,
м. РУБІЖНЕ

**V МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ
"ЕКОНОМІЧНІ, ЕКОЛОГІЧНІ ТА
СОЦІАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ВУГІЛЬНИХ РЕГІОНІВ СНД"**

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ



20 квітня 2012 року

м. Краснодон

УДК 658+504+364.14

ББК 65.30+65.28+65.27

Рецензенти:

Рамазанов С.К.— професор, д.т.н., д.е.н.

Харковський Б.Т. – професор, к.т.н.

Родіонов О.В. – проф., д.е.н.

УДК 658+504+364.14

ББК 65.30+65.28+65.27

Рекомендовано до друку Вченою радою Східноукраїнського національного
університету імені Володимира Даля
(протокол № 1 від " 5 " 10. 2012 р.)

ЗМІСТ

№ п/о	ПІБ автора і назва статті	Стор.
1.	<i>Аптекарь М.Д., Аптекарь В.Ю.</i> РЕКРЕАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ЯК ВИЗНАЧАЛЬНИЙ ЧИННИК ВІДНОВЛЕННЯ ЛЮДСЬКИХ РЕСУРСІВ РЕГІОНУ	5
2.	<i>Свинобоев Ю.А., Аптекарь М.Д.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА КАК ИНСТРУМЕНТ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ	14
3.	<i>Балицький О.І., Яцек Елиаш, Колесніков В.О.</i> НАНОСТРУКТУРОВАНІ СПЛАВИ, ЯК РЕЗЕРВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	17
4.	<i>Василенко Н.А.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ НИТРИДНЫХ ПЛЕНOK, ПОЛУЧЕННЫХ РЕАКТИВНЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ ТИТАНОВОЙ МИШЕНИ	21
5.	<i>Куликова Д.В.</i> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЫПАДЕНИЯ ЧАСТИЦ ВЗВЕСИ В ДЕЙСТВУЮЩЕМ МАКЕТЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ОТСТОЙНИКА ДЛЯ ОЧИСТКИ ШАХТНЫХ ВОД	23
6.	<i>Шашенко А.Н., Кухарев Е.В., Ганев С.Н., Логунова А.О.</i> ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТЬ УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА, ВМЕЩАЮЩЕГО ТЕХНОГЕННУЮ ПОЛОСТЬ	27
7.	<i>Бахтина Е.А., Москаленко И.О.</i> УТИЛИЗАЦИЯ ЛИГНИНОВЫХ ОТХОДОВ	30
8.	<i>Панайотов К.К., Колесников В.А., Подинский Е.С.</i> АЛГОРИТМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАРШРУТА	32
9.	<i>Черних В.І., Черних А.В.</i> КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОСТІ АВТОТРАНСПОРТА ПО ПОВНОМУ ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛ	36
10.	<i>Аптекарь М.Д., Колесніков В.О., Кузнецов В.В.</i> АНАЛІЗ НОВИХ ДОСЯГНЕНЬ В ОБЛАСТІ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ХІМІЇ І МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА, ЯК ІНСТРУМЕНТУ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ	40
11.	<i>Черних В.І., Черних А.В.</i> ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ШКІДЛИВИХ РЕЧОВИН АВТОМОБІЛЯМИ З БЕНЗИНОВИМИ ДВИГУНАМИ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ	43
12.	<i>Панков А.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СТРУЙНОЙ ТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ, ЛЕГКОЙ И ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	47
13.	<i>Панайотов К.К.</i> ВИЗНАЧЕННЯ ГОЛОВНИХ ПРИНЦИПІВ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВІЗНОГО ПРОЦЕСУ В СИСТЕМІ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА	51

Аптекар М.Д., Колесніков В.О., Кузнецов В.В. Аналіз нових досягнень в області обчислювальної хімії і матеріалознавства, як інструменту екологічної безпеки // Матеріали V Міжнародної науково-практичної конференції “Економічні, екологічні та соціальні проблеми вугільних регіонів СНД 20 квітня 2012 р. С. 40 - 42.

Analysis of new advances in computational chemistry and materials science as an environmental safety tool.

https://www.researchgate.net/publication/336345455_Aptekar_MD_Kolesnikov_V_O_Kuznecov_VV_Analiz_novih_dosagnen_v_oblasti_obcisluvalnoi_himii_i_materialoznavstva_ak_instrumentu_ekologichnoi_bezpeki_Materiali_V_Miznarodnoi_naukovo-prakticnoi_konferencii_E?_sg=S2XJoZq22PUwztdDkga8_xEk7Bps3-OwxM7p9aWDDWC97YDGW1gSAcJoRgN7x9NC9HvIn8y5pDItpEsQpgxmZAoVrh3kzEnZBNkNgRmA.M5N8ORyZ6FTV5c2d9DFRQ-CTpVqWSshksD76Kyn68x2Y4bDaC9mKTsYwcS3cP6AuehVB-fc9CKTApmMt3CnSJw

https://kolesnikov.ucoz.com/load/analiz_novikh_dosjagnen_v_oblasti_obchisljuvalnoji_khimiji_i_materialoznavstva_jak_instrumentu_ekologichnoji_bezpeki/1-1-0-140

https://researchworker.ucoz.ru/load/publikacii/analiz_novikh_dosjagnen_v_oblasti_obchisljuvalnoji_khimiji_i_materialoznavstva_jak_instrumentu_ekologichnoji_bezpeki/3-1-0-256