



**VIII МІЖНАРОДНИЙ З'ЇЗД ЕКОЛОГІВ**  
(За підтримки Вінницької міської ради)

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ  
СЕМІНАР ПО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТА  
ЕКОМОДЕРНІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ**  
(За інформаційної підтримки Державного агентства з  
енергоефективності та енергозбереження України)

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**



**VIII-th INTERNATIONAL CONGRESS OF ECOLOGISTS**  
*Congress Proceedings*



**УКРАЇНА, ВІННИЦЯ**  
**UKRAINE, VINNYTSIA**  
**22–24 вересня, 2021**

***VIII-ий МІЖНАРОДНИЙ З'ЇЗД ЕКОЛОГІВ***  
***(Екологія / Ecology – 2021)***

***МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ***  
***СЕМІНАР ПО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТА***  
***ЕКОМОДЕРНІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ***

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**Україна, Вінниця**  
**22–24 вересня, 2021**

**УДК 504+502**  
**З–41**

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

*Відповідальний за випуск* **В. Г. Петрук**

**З–41 VIII-ий МІЖНАРОДНИЙ З'ЇЗД ЕКОЛОГІВ (Екологія/Ecology–2021), 22–24 вересня, 2021 [Електронне мережне наукове видання] :** збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2021. – 473 с. – 88 Мб

**ISBN 978-966-641-873-2 (PDF)**

Збірник містить наукові праці VIII-го МІЖНАРОДНОГО З'ЇЗДУ ЕКОЛОГІВ за такими основними напрямками: техногенно-екологічна безпека і прогнозування ризиків у природокористуванні; моніторинг довкілля та сучасні геоінформаційні системи і технології; альтернативні (відновлювальні) джерела енергії; прилади та методи контролю речовин, матеріалів, виробів і навколишнього середовища; хімія довкілля та екотоксикологія; проблеми радіоекології та агроекології і шляхи їх вирішення; екологія людини та ектофологія; екологічні, економічні та соціальні проблеми сталого розвитку; проблеми екологічної освіти і науки, виховання та культури.

УДК 504+502

**ISBN 978-966-641-873-2 (PDF)**

© Вінницький національний технічний  
університет, укладання, оформлення, 2021

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1

#### Технології захисту навколишнього середовища та інженерія довкілля.

1.	Безушко О. М., Майданчук Т. Б., Гончарова О.М. Зварювальний аерозоль та його токсичність при дуговому зварюванні олов'яних бронз покритими електродами з різним складом зв'язуючих елементів	11
2.	Ярошовець К.А. Перспектива використання торфу для рекультивації земель порушених гірничими розробками	13
3.	Бугра М.П., Кундельська Т.В. Дослідження складових електромагнітного випромінювання в межах урбосистеми Івано-Франківської МТГ на прикладі с. Вовчинець	15
4.	Гвоздяк П.І., Домбровський К.О., Рильський О.Ф. Перифітон локальних очисних споруд МегаМаркетів передмість м. Києва	18
5.	Гусева А.В., Радомська М.М. Фотокаталітична очистка води від фенолів	20
6.	Чобан А.Ф., Вінклер І.А. Екологічність асфальтобетонних заводів і можливість зменшення розмірів СЗЗ	22
7.	Чубур В.С., Каменський М.Є., Черниш Є.Ю., Штепа В.М. Комбінації енергетичного використання аквакультур у системі замкнутого водопостачання теплових електростанцій	26
8.	Kachala T. Application of waste of treatment facilities to improve barrier reclamation	29
9.	Vnukova N., Kozlovskiy O. Future-oriented eco-development of Ukraine's inland waterway transport	32
10.	Масікевич А.Ю., Масікевич Ю.Г. Санітарно-гігієнічна складова моніторингу природних екосистем	35
11.	Gerasymov O. I., Spivak A. Y., Kuryatnikov V. V., Sidletska L. M., Kilian A. M. Electrophoretic Effects for Environmental Safety Technologies: Evacuation of Micro-Particle Conglomerations from the Surfaces	37
12.	Gerasymov O. I., Kuryatnikov V. V., Spivak A. Y., Sidletska L. M., Kilian A. M. Dry granular mixtures for optimization of radioactive screening technologies	41
13.	Маджд С.М., Ісаєнко В.М. Визначення швидкості осадження твердих часточок техногенного походження у природних поверхневих водоймах	44
14.	Kulikova D. V. Improvement of wastewater treatment technology of the galvanic manufacture	46
15.	Бойко А.Г., Ремез Н.С. Стійка санітарія як еколого-економічна складова захисту довкілля	48
16.	Ващенко В.М., Кордуба І.Б., Гриб В.Ю. Технологічний та екологічний аналіз сучасних тенденцій розвитку ядерно-енергетичних технологій	51
17.	Муліна А.В., Павличенко А.В. Дослідження впливу транспортної інфраструктури на формування теплового режиму великих міст	57
18.	Жданок Н. В., Племянников М. М., Крупа Ю. М. Вивчення можливості утилізації відходів збагачення залізистих кварцитів	59
19.	Шаманський С.Й., Бойченко С.В., Павлюх Л. І. Використання фотобіореакторів у технологічних схемах очищення стічних вод	62
20.	Лампіка Т.В., Павличенко А.В. Шляхи зменшення рівня екологічної небезпеки гірничопромислових відходів	64
21.	Хлестова О.А. Врахування зовнішніх факторів при оцінці на багатокритеріальній основі екологічних ризиків в транспортно- технологічній системі тверднучих рідин	66

## СЕКЦІЯ 2

### Техногенно-екологічна безпека і прогнозування ризиків. Переробка та утилізація промислових і побутових відходів. Хімія довкілля та екотоксикологія.

1.	Машков О.А., Іващенко Т.Г. Наукове обґрунтування технології управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою інтегрованих автоматизованих систем	71
2.	Матвійшин Є.Г., Дубровська М.М. Аналіз ризиків у процесі підготовки екологічних проєктів	74
3.	Улицький О.А., Д'яченко Н.О., Дятел О.О., Буглак О.В. Західний Донбас: особливості характеру перетворення геокомпонентів, пов'язаних із змінами гідро-геомеханічних параметрів гірського масиву	79
4.	Піріков О.В. Еколого-геологічні чинники впливу масового закриття вугледобувних шахт Донбасу	81
5.	Степова О.В., Серга Т.М. Аналіз екологічних ризиків при транспортуванні вуглеводневої сировини	83
6.	Аврамчук Б.І., Валерко Р.А. Комплексний рівень екологічної небезпеки гірничодобувного комплексу Житомирської області	87
7.	Кравець Н.М. Екологічний аналіз забруднення водою відходами фармацевтичної промисловості	90
8.	Черняк Л.М., Міхеєв О.М. Визначення впливу діяльності аеропортів на довкілля	93
9.	Шуліченко О.М., Даценко В.В., Хоботова Є.Б. Токсичні властивості металургійних шлаків	95
10.	Яковичина Т.Ф. Інтегральна оцінка забруднення ґрунтів урбоєкосистем сполуками металів	99
11.	Ольховик Ю.О. Довгострокові ризики технології захоронення на місці об'єктів на майданчику Чорнобильської станції	101
12.	Дубина М.В., Ганошенко О.М. Встановлення потенційних небезпек при виливах нафтопродуктів з лінійної частини магістрального нафтопроводу	103
13.	Гриб В.Ю., Скалозубов В.І., Ващенко В.М., Кордуба І. Б. Стратегія управління екологічними аваріями під час втрати електропостачання на ядерних енергоустановках з ВВЕР	107
14.	Коробчук Л.І., Велесюк М.О., Мерленко Н.О. Організація управління в екобезпеці з метою зменшення впливу від роботи транспорту на довкілля та людину (на прикладі м. Луцьк)	111
15.	Щербина Л.А., Матухно О. С., Матухно О.В. Аналіз ризиків для здоров'я населення в зоні впливу Дніпровського металургійного заводу	116
16.	Джумеля Є.А., Погребенник В.Д. Вплив техногенного навантаження на екологічний стан басейну річки Дністер (Львівська область)	119
17.	Сафранов Т.А. Можливості переробки окремих ресурсоцінних компонентів твердих побутових відходів в Одеській області.	122
18.	Хорькова Г.В., Сусло С.Т. Зменшення негативного впливу на довкілля завдяки використанню новітніх розробок по утилізації сміття	124
19.	Тітов Т.С., Хутько М. В., Прокопчук С. П., Євсєєва М.В. Практичне використання продуктів хімічного вилучення сірковуглецю з головної фракції сирого бензолу коксохімічних виробництв	127
20.	Худорянова О.С., Ранський А.П. Очищення промислових стоків від сульфідів адсорбційним методом	130
21.	Лапань О.В., Міхеєв О.М. Розроблення гідрофітної споруди типу біоплато для цілей фіторе mediaції	132
22.	Сулейко Т.О., Семенова О.І. Комплексна біотехнологія очищення стічних вод молокозаводу	135
23.	Bejanidze I.Z., Kharebava T.S., Pohrebennyk V.D., Didmanidze N.N., Nakashidze N.A. High-quality pectin from waste of citrus juice production using ecologically	138

	pure and reagent-free method – electro dialysis	
24.	Литвиненко В.А., Дичко А.О. Удосконалення технології мікробіологічного очищення стічних вод від гексаметиленаміну	140
25.	Мороз Я.В. Іноземний досвід поводження з відходами на прикладі республіки Еквадор	142
26.	Гарсія К., Васильківський І.В. Очисні споруди каналізації в Україні	144
27.	Плаван В. П., Савченко Б.М., Денисюк В. Переробка полімерних відходів: сучасний стан та перспективи розвитку	149
28.	Макас А.М., Крусір Г.В., Шуцько Г.С. Удосконалення біотехнології утилізації харчових відходів кав'ярень	153
29.	Крусір Г.В., Соколова Т.І., Соколова І.В. Удосконалення біотехнології компостування харчових відходів готельно-ресторанного комплексу	155
30.	Худоярова О.С., Крук Н.О. Використання промислових сорбентів в очищенні стічних вод	158
31.	Трохименко Т.Г., Храпко Т.М., Недорода В.М. Аналіз ефективності мікроорганізмів-нафтодеструкторів при очищенні нафтозабруднених ґрунтів	160
32.	Тимчук І., Мальований М., Жук В, Сторощук У., Люта О. Львівський досвід збору та компостування органічних відходів	162
33.	Гречаник Р., Мальований М. Науково-практичні основи застосування біологічних методів в технологіях рекультивациі сміттєзвалищ	165
34.	Мальований М., Тимчук І., Жук В, Гречаник Р., Серета А., Мараховська А. Аеробна біологічна технологія очищення фільтратів сміттєзвалищ в аерованій лагуні	168
35.	Главацька Л. Рекомендації щодо управління відходами електричного та електронного обладнання	171
36.	Даценко В.В., Хоботова Е.Б. Методи очищення відпрацьованих концентрованих розчинів від іонів важких металів	173
37.	Рацька Н.Б., Хома М.С., Василів Х.Б., Корній С.А. Корозійно-механічне руйнування трубних сталей нафтогазопроводів у сірководневих середовищах різної концентрації	177
38.	Римар З.І., Гордієнко О.А., Сидорук Т.І. Оцінка якості питної води за деякими санітарно-хімічними показниками	180
39.	Чемерис І.А., Білик Л.І. Аналіз фізико-хімічних показників якості води р. Золотоношка	183
40.	Даус М.Є. Оцінка забруднення сполуками азоту поверхневих вод у створі р. Киргиз-Китай -с. Малоярославець	185
41.	Бахтин А.І., Бойченко С. В., Шкільнюк І. О., Єжов С. В. Екологічні аспекти використання антижеледних матеріалів на основі пропілен- та етиленгліколю	189

### СЕКЦІЯ 3

#### Моделювання і моніторинг довкілля. Геоінформаційні системи і технології. Проблеми загальної екології та захисту біосфери. Прилади та методи контролю параметрів довкілля.

1.	Михайлюк Р.Й. Про причини та подолання наслідків катастрофічних паводків у західному регіоні України	192
2.	Мандрик О.М., Адаменко О.М., Качала О.М. Центр прогнозування та попередження техногенно-гідроекологічної небезпеки Прикарпаття	195
3.	Shugar I., Korpita H. Influence of invasive weed species on biodiversity degradation and its ecological condition	198
4.	Чугай А.В., Лавров Т.В. Впровадження автоматизованих систем моніторингу атмосферного повітря	201



5.	Барабаш О.В., Хрутьба В.О., Шокур Д.А. Модель управління екологоорганізаційними змінами діяльності підприємства під час впровадження системи енергетичного менеджменту	203
6.	Чемерис І.А., Ключка С.І. Кореляційно-регресійний аналіз зв'язку між коефіцієнтом асиметрії та транспортним навантаженням	206
7.	Gerasymov O. I., Kuryatnikov V. V., Spivak A. Y., Sidletskaya L. M., Kilian A. M., Bondarenko V. K. Non-destructive wave-monitoring of low-dimensional systems with impurities	209
8.	Погребенник В.Д., Крайківський Р.С. Підходи до оперативного оцінювання параметрів забруднення водного середовища	212
9.	Голуб Б.М., Боголюбов В.М., Савін І.Є., Сагайдак Д.А., Юзвік А.О., Сарабанський О. М. Розробка системи моніторингу атмосферного повітря	214
10.	Федонюк М.А., Соніч І.І., Федонюк В.В. Особливості оцінки стану атмосферного повітря за даними недержавних систем моніторингу	217
11.	Залізник Я. Інтегральна оцінка ступеня забрудненості водного середовища басейну Південного Бугу	221
12.	Trokhymenko G. G., Magas N. I. Assessment of the Buzky estuary ecological situation by the bottom sediments pollution degree	223
13.	Васильківський М.В., Нікітович Д.В., Красносельська А.А. Підвищення пропускної здатності систем обслуговування екстрених викликів в системі екологічної безпеки	225
14.	Васильківський М.В., Красносельська А.А., Нікітович Д.В. Система екстрених викликів в надзвичайних екологічних ситуаціях	230
15.	Дубовкіна М.Ю. Дослідження водоростей Азовського моря як екоотеплоізоляційного матеріалу	234
16.	Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю. Еволюція геоінформаційних технологій в екології	237
17.	Ляшенко Д.О., Нікітченко Ю.С., Копер Н.С. Геоінформаційне забезпечення рекреаційно-туристичної діяльності на території об'єктів ПЗФ Карпатського регіону	239
18.	Петрова Л.О., Белевцев Р. Я. Роль геохімічних ландшафтів в акумуляції металів при техногенезі в умовах аридного літогенезу України (Донбас)	243
19.	Мокрий В. І., Петрушка І. М., Гречаник Р. М., Королько С. В., Братковський В.Р. Управління розвитком природно-територіальних комплексів НПП «Північне Поділля»	246
20.	Мисковець І.Я., Мольчак Я.О. Особливості екологічного стану басейнів річок Волині в сучасних умовах	249
21.	Волох А.М., Горлов П.І., Сіохін В.Д., Поліщук І.К. Видове різноманіття кажанів у зоні впливу вітрових електростанцій на півдні України	252
22.	Тесьолкіна Т.С., Лукашов Д.В. Річна динаміка запасів лісової підстилки грабової діброви Голосіївського лісу (м. Київ) протягом 2018-2019 рр.	254
23.	Ключка С.І., Перов С.І., Сорока М.І. Особливості формування лісового біоценозу в культурах сосни звичайної	256
24.	Чемерис І.А., Камінська М.Б. Оцінка токсичності атмосферного повітря міста методом біотестування	259
25.	Душечкіна Н.Ю. Принципи та методи природоохоронного потенціалу ландшафтних екосистем	261
26.	Совгіра С.В. Потенціал ландшафтних екосистем як природоохоронна категорія: сутність та зміст	264
27.	Кузьманенко Г.О., Науменко У.З., Охоліна Т.В. Екологічні наслідки незаконного видобутку бурштину в межах Українського Полісся	267
28.	Tkachuk N., Zelena L., Mazur P. Prospects of application dihydroxybenzoate-capped siderophores in solving some ecological problems	270
29.	Музиченко О.С. Природно-заповідний фонд Камінь-Каширського району Волинської області	273

30.	Horobtsov I., Cherniak L., Radomska M. Comparative analysis of the bird species diversity for Boryspil, Zhuliany and Odesa airports' impact area	275
31.	Гарсія К., Васильківський І.В. Збереження лісових ресурсів від пожеж	278
32.	Ткачук О.О., Єршова В. О. Ефективність застосування регуляторів росту рослин в практиці	282
33.	Паредес Трухільйо Рікардо Ніколас, Васильківський І.В. Знищення іхтіофауни Південного Бугу в результаті будівництва малих ГЕС	285
34.	Матвійчук О.А., Храпко Т.С., Дудник А.А. Авіфауна лощинного урочища на прикладі заказника «Іваньківський»	295
35.	Райчук Л.А., Кучма Т.Л., Швиденко К.І., Гаврилюк Ю.В. Прогнозування радіоактивного забруднення території методами математичного моделювання та ДЗЗ	299
36.	Мандебура А. Ю., Кватернюк С. М., Гомеш Роза Марія Зау. Дослідження екологічного стану річки Південний Буг та прибережних територій в межах міста Вінниці	304
37.	Мандебура А. Ю., Кватернюк С. М., Казіміро Еладія Едуарда де М Кабонге. Вдосконалення системи екологічного моніторингу нафтогазоносних територій	310
38.	Kvaterniuk O., Kvaterniuk S. Mathematical modeling of the dynamics of phytoplankton populations using systems of nonlinear differential equations	314
39.	Хрептієвська В.В., Кватернюк С. М. Моніторинг та охорона популяції білого лелеки на Сокирянщині	316
40.	Мандебура С. В., Кватернюк С. М., Серединська І.В. Вдосконалення системи екологічного моніторингу атмосферного повітря	319

#### СЕКЦІЯ 4

##### **Агроекологія та радіоекологія. Екологія людини. Соціально-економічні проблеми сталого розвитку. Екологічна освіта, виховання і культура. Регіональна екополітика.**

1.	Дубовий В., Воробйов В. Екологічна роль морозо- та зимостійкості в селекції озимих зернових культур за різних кліматичних змін	326
2.	Щербина В.В. Спряженість водоростей виду <i>Phormidium Terebriformis</i> із іншими представниками альгогруповань пасовищної екосистеми великого Чапельського поду	328
3.	Подзерей Р.В., Люленко С.О. Основні аспекти вирощування органічної продукції рослинництва	330
4.	Борисюк Б.В., Ковальова С.І., Швець В.В. Фітомеліоративна оцінка рослин на рекультивованих землях	332
5.	Аблєєва І.Ю., Бережна І.О., Бережний Д.М. Екологічна безпека та якість дигестату як біодобрива	334
6.	Лопатюк О.В. Оцінка вмісту радіонукліду $^{137}\text{Cs}$ у ґрунтах та продукції рослинництва мешканців населених пунктів Овруцького району у віддалений період після аварії на ЧАЕС	336
7.	Романчук Л.Д., Устименко В.І., Діденко П.В. Бета-різноманіття фітоценозів борів природного заповідника «Древлянський»	338
8.	Єгорова Т.М., Нагорнюк О.М., Корнілова Н.А. Категоризація агроландшафтів за рівнями забезпеченості сільськогосподарської продукції поживними мікроелементами	341
9.	Ігнатенко М. І. Радіоактивність будівельних матеріалів і промислових відходів	343
10.	Висоцька А.П., Васильківський І. В. Зменшення негативного впливу ХАЕС на довкілля	346



11.	Дребот О. І., Олійник Г. Б. Основні інструменти управління сталим розвитком сільських територіальних громад	354
12.	Кочан О.В., Погребенник В.Д., Кочан В.В., Піташевський Д.І., Новосад С.О. Вимірювання швидкості вітру блоком збору даних usb6009	357
13.	Мітрясова О.П., Приходько А.С. Вплив кліматичних чинників на розповсюдженість Covid-19	360
14.	Васильківський М.В., Полуденко О.С. Підвищення ефективності оброблення телемедичних даних в системі збереження і поліпшення здоров'я населення	362
15.	Васильківський М.В., Малачевська А.І., Полуденко О.С. Система інтелектуального оброблення телемедичних даних для збереження і поліпшення здоров'я населення	365
16.	Пустова С.О., Боголюбов В.М. Важливі аспекти переходу до сталого розвитку сільських населених пунктів	368
17.	Dzhygyrey I. M., Bendiuh V. I., Komarysta V. M. Comparative assessment of safety and quality of drinking water of regions of Ukraine	372
18.	Сакаль О.В., Коваленко А.О. Функціональний рівень формування платформи системних взаємодій лісоресурсного та ринкового циклів розвитку	376
19.	Лазаренко В.І. Забезпечення сталого попиту на екологічно безпечну продукцію через призму поведінкової економіки	379
20.	Літвак О.А. Потенціал розвитку екологічного туризму на території Національного природного парку «Бузький Гард»	381
21.	Рудишин С.Д. Екологія та лінгвістична екологія: понятійно-категоріальний дискурс	384
22.	Бондар О.І., Шевченко Р.Ю. Навчально-наукова школа геоінформаційного моніторингу довкілля Державної екологічної академії післядипломної освіти та управління	386
23.	Фінін Г.С., Шевченко Р.Ю., Бондар О.І. Завдання громадянського суспільства у покращенні екології довкілля	389
24.	Choban A., Nalbandyan M. Children-created ecological tales and games as a part of environmental education	391
25.	Федонюк В.В., Іванців В.В., Федонюк М.А. Оптимізація рекреаційної діяльності у об'єктах ПЗФ Любомльського району Волинської області	394
26.	Трач І.А. Загрози екологічній безпеці мисливських ссавців	399
27.	Піциль А. О., Можарівська І. А. Агрохімічна характеристика сільськогосподарських земель Житомирської області за вмістом фосфору	401
28.	Кватернюк О. Є., Кватернюк С. М. Вплив комп'ютерної (гаджетної) залежності в контексті екології людини	403
29.	Моканюк О. І., Кватернюк О. Є., Кватернюк С. М. Дослідження поверхневих ушкоджень біотканин на основі обробки зображень.	407

## СЕКЦІЯ 5

### Декарбонізація та екомодернізація промисловості України. Альтернативні (відновлювальні) джерела енергії.

1.	Гура К. Ю., Петрук В.Г. Аналіз шляхів реалізації стратегії низьковуглецевого розвитку економіки України	410
2.	Іваненко О.І., Гомеля М.Д., Карвацький А.Я., Лелека С.В., Мікульонок І.О., Вагін А. Підвищення ефективності очищення відхідних газів багатоканальної закритої кільцевої печі випалювання вуглеграфітної продукції	412
3.	Лубенська Н.О., Луньова О.В., Єрмаков В.М. Завдання з реструктуризації вугільної промисловості в Україні в контексті європейського досвіду	415
4.	Коріненко Б.В., Ранський А.П. Термічне розкладання полімерних відходів	418
5.	Брик Д.В., Подольський М.Р. Вуглецевмісні горючі копалини та підходи до їх	421

екологічно безпечної термохімічної конверсії

6.	Петрук Р.В., Біліченко Ю.В., Петрук В.Г. ДЕРЕВОЗАОЩАДЛИВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ПАПЕРУ НА ОСНОВІ ВАПНЯКІВ ТА ПОЛІОЛЕФІНІВ	423
7.	Кондратюк М.Є., Нечипорук А.Є., Васильківський І.В. Організаційно-економічний механізм зменшення забруднення атмосферного повітря	425
8.	Франц Берхард Сталдер. Європейський досвід поводження з відходами на прикладі Швейцарії	433
9.	Софронков О.Н., Васильєва М.Г., Костік В.В., Гриб К.О. Виділення водню на пористих нікелевих електродах, активованих боридами нікелю	448
10.	El Hadri Y., Berlinskyi N., Slizhe M. The wind power density distribution in Morocco`s Marrakesh - safi region in 2021-2050	450
11.	Жук В., Мальваній М., Тимчук І., Пропович О., Вронська Н. Перспективи використання гідробіонтів в складі сировини для виробництва біогазу	453
12.	Поп С.С., Шароді І.С. Освоєння відновлюваних енергетичних ресурсів Закарпатської області в контексті збалансованого розвитку	456
13.	Яковлева А.В., Бошков В.В., Слесаренко К.В., Московчук М.В. Низькотемпературні властивості біокомпонентів авіаційних палив на основі етилових та ізобутилових естерів жирних кислот	458
14.	Томчук М.М. Метод збереження електроенергії та вдосконалення автономної багатоканальної системи сповіщення з метою захисту довкілля	461
15.	Руденко Д. В., Кватернюк С. М. Підвищення енергоефективності споруд з використанням SMART-WINDOW	463
16.	Козаченко Р. А., Бурикін О. Б., Лукашевич О. Ю. Екологічна політика АТ «Вінницяобленерго»	465
17.	Бендасюк О.О. Перспективи та недоліки щодо питання екомодернізації промисловості	467
18.	Родінкова В.В., Яснюк М.В. Природна декарбонізація урбанізованих територій: відбір зелених насаджень з урахуванням алергенності їх пилку	470

O. I. Gerasymov<sup>1</sup>  
A. Y. Spivak<sup>1</sup>  
V. V. Kuryatnikov<sup>1</sup>  
L. M. Sidletska<sup>1</sup>  
A. M. Kilian<sup>1</sup>

## ELECTROPHORETIC EFFECTS FOR ENVIRONMENTAL SAFETY TECHNOLOGIES: EVACUATION OF MICRO-PARTICLE CONGLOMERATIONS FROM THE SURFACES

<sup>1</sup> Odessa State Environmental University

### *Анотація*

*У роботі проаналізовано сучасні технології тонкого очищення від пилу як механічно, так і за допомогою зовнішніх електричних полів за певних умов та створення левітації та електрофоретичного руху. Знайдено точні рішення моделі, які свідчать на користь теоретичної обґрунтованості технології знезараження з використанням електричного поля з маніпулятивними властивостями; умови найбільш ефективного використання левітаційно-електрофоретичних технологій у задачах очищення та знезараження пилу, включаючи дезактивацію поверхнево-розповсюджених макромолекулярних забруднювачів, таких як коронавірус.*

**Ключові слова:** пилове забруднення, очищення від пилу, левітація, електрофорез, високомолекулярне забруднення, коронавірус.

### *Abstract*

*The work analyzes modern technologies of fine dust cleaning both mechanically and with the help of external electrical fields under the particular conditions and creation of levitation and electrophoretic motion. It has been found exact solutions of the model, which indicate in favor of the theoretical validity of decontamination technology using electric field with manipulative properties; the conditions of the most effective use of levitation-electrophoretic technology in the tasks of dust cleaning and decontamination, including the surface-distributed macromolecular contaminants such as coronaviruses.*

**Keywords:** dust pollution, dust cleaning, levitation, electrophoresis, macromolecular pollution, coronavirus

### **Introduction**

Cleaning of surfaces from pollution by macro-molecular components is an urgent task of technologies of protection of elements of environment. The dynamics of macromolecular contaminants is formed, including with the involvement as carriers of dust micro-particles, which can be both neutral and charged. The problem of dust removal (dust collection and cleaning) with the development of modern technologies and their impact on the environment has become widespread and is currently relevant and requires the development and implementation of fundamentally new technological solutions. The development of technological means for removing fine micromechanical dust particles from the space of industrial (domestic), sanitary (and even space) premises is an urgent task of the relevant field of environmental protection technologies, as well as the various devices that accompany human activity.

### **Results**

The technology we propose is to create physical conditions for levitation and electrophoretic processes for the purpose of fine dust cleaning using an external field, providing conditions for the formation of levitation distributions and induced electrophoretic flows. One of the requirements for the levitation-electrophoretic model is the possibility of superposition of the gravitational field and the electric field. The stage of creation of a levitating layer, i.e. formation of levitating conglomerations of the removed fine dust

for the purpose of creation of conditions of its further complex removal from surfaces with difficult morphology also plays a significant role in the considered technology. It is known that polarized dielectric particles can form dielectro-phoretic dynamics [1-6]. Since neutral particles contain almost equal amounts of positive and negative charges, the electric field induces a dipole moment in them. The interaction of a certain moment with an electric field leads to the appearance of a corresponding force. Similarly, particles with their own electric dipole moments (such as water) will also feel the force in an external field.

Electrophoresis conditions are that the particles have a dielectric constant different from its value in the environment. The time-averaged force acting on a given or permanent electric dipole in an electric field causes, respectively, the controlled motion of particles (clusters).

The action of this force, which is determined, determines the possibility of effectively manipulating the parameters of the corresponding motion of microparticles, changing the parameters of influence (electromagnetic fields). The described processes play an important role in the design of filters that perform the division of the system into its constituent components. It is for the needs of this engineering that the method of electrophoresis is widely used (for example, in microbiology, for the manipulation of bacteria and cells). When using mechanical methods, there are significant quality limitations associated with the polydisperse nature of the system. Filtration technology based on the use of electric degrees of freedom and manipulated externally field do not have these limitations, and can be effectively applied by changing the controlled parameters for the division into constituent components of complex polydisperse systems.

Therefore the proposed technology is based on use manipulated external inhomogeneous electric field, which affects the dust particles and causes the first-rise of dust over the surface on which it is initially distributed, and then the formation of current, which is formed under the influence of forces of electrophoretic origin. The hierarchical division of these stages of dynamics can be carried out, as the criteria for their occurrence in practice do not match. The advantages of this technology are the ability to create conditions for the formation of the levitation layer above the surface with any topological complexity. The method also has no limitations in terms of polydisperse composition of the blanket of micro-mechanical particles, because the purely phenomenon of levitation occurs primarily due to the balance of forces that shape the dynamics of the system. It is significant that both stages of the dynamics of the dust output are regulated by the same factor, namely the external electric field, which acts on both charged particles (electrophoresis) and dielectric, which are polarized and receive the given dipole moment. Formally, the theoretical basis of the proposed technology is based on the idea of conglomeration of discrete dipoles (permanent or induced), which are affected by an external inhomogeneous electric field.

It is interesting to note that developed upper approach can be applied to deactivation of infected by coronavirus surfaces. Namely, taking into account the detected electrical properties of coronavirus ([7-10]), the electrical model of coronavirus SARS-CoV-2 can be imagined as a symmetric multilayer spheres with three electrically charged shells and a nucleus that has a positive charge. The shells have different signs of charge and magnitude of electric charges. The first (outer) shell is negatively charged. The second (inner) shell is positively charged. It displays the electrical charges of proteins on the RBD. The third (inner) shell is positively charged and is located at a distance of 10 nm from the outer shell.

The first (outer) shell has a total negative electric charge equal to  $-21Ne$ , Where:  $e$  is the charge of the electron, equal to  $1.60217662 \times 10^{-19}$  C;  $N$  is the number of peplomers. The third (inner) shell has a total positive electric charge, probably equal to  $+9Ne$ . Electric charges are located on the surface of the virus discrete in accordance with the geometric location of the peplomers on the surface. Electric charge fields are continuous due to the overlap of adjacent electrostatic charge fields. The model reflects the presence of electrostatic fields of groups of electric charges on the surface of the virus. As a result, a multilayer field shell is formed around the nucleus (around + RNA). In such a field electrostatic outfit, the virus interacts with the cell. SARS-CoV-2 has additional electropositive shells that reflect the electric charges of the proteins of the cleavage group and the presence of electropositive areas of the surface on the RBD domain. Taking into account their influence allows to find out what electric currents will flow through the membrane when the virus merges with the cell, to obtain the energy characteristics of the virus, its energy potential and to determine what changes this potential undergoes when the virus merges with the cell. Of particular interest are those vulnerabilities in the virus that can be affected by electrically charged substances or an electric field. Among the electrically charged substances of the greatest interest in this regard are trace elements in the low degree of oxidation: coronavirus SARS-CoV-2 is an electrically charged biological nanoparticle with a size of approximately 120 nm. The virus has a spike length of about 20 nm, the surface of the virus, branched due to the spikes on it, on the spikes are electrically charged areas ([7], [10]), inside the envelope

of the virus is positively charged RNA, electric charges on the surface are distributed in a certain, strictly fixed way ([7], [10]). Additionally, in addition to the sign of the electric charges, it is necessary to know the magnitude of the electric charges of the proteins on the surface of the virus and the charge of the nucleus. It is necessary to find out how the picture of distribution of electric charges of a virus at adsorption of a virus and interaction with ACE2, CD147 and NRP1 (neuropilin-1) changes. It is very important to find out what changes the picture of the distribution of electric charges on the surface of the virus when it merges with the cell. For a more detailed electrical model of the virus, it is necessary to know the magnitude of the electrical capacity of the viral particle, dielectric constant and conductivity. Their accounting requires additional research. It is known that the dielectric properties of capsid proteins and shell glycoproteins significantly affect the dielectric constants of viruses and, ultimately, their electrical capacity, which allows the method of scanning probe microscopy (SPM - scanning). This method is already used to detect and identify viruses, using their different spectra of electrical capacity as unique identification features ([11]).

### Conclusion

The concept of decontamination from macromolecular contaminants is proposed, which is based on the position of adsorption of contaminants on the micro-mechanical system of surrounding dust conglomerations, of homogeneous and inhomogeneous electric fields with manipulative parameters and its analytical solutions are obtained, dynamics of an external inhomogeneous electric field. The parameters, both internal and external, that affect the conditions and criteria of the corresponding dynamic processes are defined. The ways of optimization (reduction of standard voltages) of parameters of levitation-electrophoretic technologies are analyzed and their application for fine dust-cleaning in the conditions of reduced gravity is offered. A comparative analysis of the efficiency of the proposed technology in comparison with traditional electrostatic precipitators is conducted. Applications of the developed approach to cleaning of surfaces from the adsorbed macro-molecular complexes, including the coronavirus of SARS-CoV-2 (which possesses a cover electric structure) are discussed in detail.

### REFERENCES

1. Aliotta, F., Gerasymov, O., and Calandra, P. Electro spray Jet Emission: An Alternative Interpretation Invoking Dielectrophoretic Forces. In: *Intelligent Nanomaterials*, 2nd ed. (Eds.: A. Tiwari, Y. K. Mishra, H. Kobayashi and A. P. F. Turner). Hoboken: *John Wiley & Sons Inc.*; Beverly: *Scrivener Publishing LLC*, 2017, 586 pages (online). Ch. 3, pp. 51-90. Doi: <https://doi.org/10.1002/9781119242628.ch3>
2. Gerasymov, O., Aliotta, F., Vasi, C., and Chernilevska, I. Electrophoretic levitation model of thin cleaning technology. In: *VII-th All-Ukrainian congress of ecologists with international participation (25-27 September 2019)*, VNTU, Vinnytsia, Ukraine, pp. 29.
3. Aliotta, F., Gerasymov, O., and Calandra, P. Electro spray Jet Emission: An Alternative Interpretation Invoking Dielectrophoretic Forces. In: *Intelligent Nanomaterials*, 2nd ed. Wiley, USA, 2016, 592 pages (print). ISBN: 9781119242482. Ch. 3, pp. 51-90.
4. Gerasymov, O. I., and Chernilevska, I. A. Levitation and jet-stream of micromechanical conglomerations in electric field. In: VIII Conference of Young Scientists "Problems of Theoretical Physics" (12 - 14 December, 2017), BITP, Kyiv, Ukraine, pp.17.
5. Gerasymov, O., Aliota, F., Vasi, C., and Chernilevska, I. Liquid and granular streams, manipulated by external inhomogeneous electric field. In: Abstracts of 8th International conference "Physics of Liquid Matter: Modern Problems" (PLMMP-2018), 18-22 May 2018, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine, pp. 103.
6. Gerasymov, O. I., Aliotta, F., Vasi, C., and Chernilevska, I. A. Universal microparticle dynamics in non-uniform electric fields (from liquid to granular jet). In: 6th International conference "Nanotechnologies and Nanomaterials" (NANO-2018), 27-30 August 2018, Institute of Physics, Kyiv, Ukraine, pp.514.
7. Qiao, B., and Olvera de la Cruz, M. (2020). Enhanced binding of SARS-CoV-2 spike protein to receptor by distal polybasic cleavage sites. *ACS Nano*, Vol. 14, pp. 10616-10623. Doi: <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c04798>
8. Clausen, T. M., Sandoval, D. R., Spliid, C. B., et al. (2020). ARS-CoV-2 Infection Depends on Cellular Heparan Sulfate and ACE2. *Cell*, Vol. 183, pp. 1043-1057.e15. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.09.033>

9. Yan, R., Zhang, Y., Li, Y., Xia, L., Guo, Y., Zhou, Q. (2020). Structural basis for the recognition of SARS-CoV-2 by full-length human ACE2. *Science*, Vol. 367, pp. 1444-1448. Doi: <https://doi.org/10.1126/science.abb2762>
10. Casalino, L., Gaieb, Z., Goldsmith, J. A., Hjorth, C. K., et al. (2020). Beyond shielding: the roles of glycans in SARS-CoV-2 spike protein. *ACS Cent. Sci.*, Vol. 6, pp.1722-1734. Doi: <https://doi.org/10.1101/2020.06.11.146522>
11. MacCuspie, R. I., Nuraje, N., Lee, S. Y., Runge, A., and Matsui, H. (2008). Comparison of electrical properties of viruses studied by ac capacitance scanning probe microscopy. *J. Am. Chem. Soc.*, Vol. 130, pp.887-891. Doi: <https://doi.org/10.1021/ja075244z>

**Герасимов Олег Іванович** — док. фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри загальної та теоретичної фізики, Одеський державний екологічний університет, Одеса, e-mail: [gerasymovoleg@gmail.com](mailto:gerasymovoleg@gmail.com)

**Курятников Владислав Володимирович** — канд. фіз.-мат. наук, доцент кафедри загальної та теоретичної фізики, Одеський державний екологічний університет, Одеса, e-mail: [kuryatnikov1@ukr.net](mailto:kuryatnikov1@ukr.net)

**Співак Андрій Ярославович** — канд. фіз.-мат. наук, старший викладач кафедри загальної та теоретичної фізики, Одеський державний екологічний університет, Одеса, e-mail: [spivaka@ukr.net](mailto:spivaka@ukr.net)

**Сідлецька Людмила Михайлівна** — завідувача лабораторією фізики та фізичного експерименту кафедри загальної та теоретичної фізики, Одеський державний екологічний університет, Одеса, e-mail: [milapolonskaa@ukr.net](mailto:milapolonskaa@ukr.net)

**Кільян Андрій Миколайович** — асистент кафедри загальної та теоретичної фізики, Одеський державний екологічний університет, Одеса, e-mail: [keramic@ukr.net](mailto:keramic@ukr.net)

**Gerasyimov Oleg I.** — Dr. Sc. (Phys & Math), Professor, Head of the Department of General and Theoretical Physics, Odessa State Environmental University, Odessa, email : [gerasymovoleg@gmail.com](mailto:gerasymovoleg@gmail.com)

**Kuryatnikov Vladyslav V.** — Cand. Sc. (Phys & Math), Assistant Professor of the Department of General and Theoretical Physics, Odessa State Environmental University, Odessa, email : [kuryatnikov1@ukr.net](mailto:kuryatnikov1@ukr.net)

**Spivak Andrii Y.** — Cand. Sc. (Phys & Math), Senior Lecturer of the Department of General and Theoretical Physics, Odessa State Environmental University, Odessa, email : [spivaka@ukr.net](mailto:spivaka@ukr.net)

**Sidletska Liudmyla M.** — Head of the Laboratory of Physics and Physical Experiments of the Department of General and Theoretical Physics, Odessa State Environmental University, Odessa, email : [milapolonskaa@ukr.net](mailto:milapolonskaa@ukr.net)

**Kilian Andrii M.** — Assistant of the Department of General and Theoretical Physics, Odessa State Environmental University, Odessa, email : [keramic@ukr.net](mailto:keramic@ukr.net)



*Електронне наукове видання  
комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному та мережному режимах*

**VIII-ий МІЖНАРОДНИЙ З'ЇЗД ЕКОЛОГІВ  
(Екологія / Ecology – 2021)**

**МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ  
СЕМІНАР ПО ДЕКАРБОНІЗАЦІЇ ТА  
ЕКОМОДЕРНІЗАЦІЇ ПРОМИСЛОВОСТІ  
УКРАЇНИ**

**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**

**Україна, Вінниця  
22–24 вересня, 2021**

Підписано до видання 20.10.2021 р.  
Формат 29,7×421/4.  
Гарнітура Times New Roman.  
Обсяг 76 Мб. Зам. № P2021-034.

Видавець - Вінницький національний технічний університет,  
інформаційний редакційно-видавничий центр.  
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95,  
ВНТУ, ГНК, к. 114. Тел. +380 432 65-18-06.  
press.vntu.edu.ua;  
email: irvc.vntu@gmail.com  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
серія ДК № 3516 від 31.07.2012 р.