



**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ БЕЗПЕКИ
ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ**

**МАТЕРІАЛИ ДРУКУЮТЬСЯ
УКРАЇНСЬКОЮ, АНГЛІЙСЬКОЮ,
ПОЛЬСЬКОЮ МОВАМИ**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

*XXI Міжнародної науково-практичної
конференції молодих вчених, курсантів та
студентів*

ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ БЕЗПЕКИ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ В УМОВАХ ВІЙНИ

Львів – 2026

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова: Дмитро **БОНДАР** – ректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, Заслужений працівник цивільного захисту України, доктор юридичних наук, доцент.

Заступники голови: Василь **ПОПОВИЧ** – проректор з наукової роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор технічних наук, професор;
Ярослав **ІЛЬЧИШИН** – начальник науково-дослідного центру Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат педагогічних наук.

Члени наукового комітету:

Oksana TELAK – MSFS, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences;
Jerzy TELAK – ASE, Warszawa, Poland, Doctor of Sciences, Professor;
Boguslaw KOGUT – Doktor inżynier, Akademia WSB w Dąbrowie Górniczej;
Вікторія СЕРГІЄНКО – проректор з наукової роботи Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького, доктор медичних наук, професор;
Анастасія СИМАНОВА – Голова Ради молодих вчених при Міністерстві освіти і науки України, професор кафедри фінансових технологій та бізнесу Національного університету “Київський авіаційний інститут”, доктор економічних наук, професор;
Дмитро КОБИЛКІН – учений секретар Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат технічних наук, доцент;
Ольга БАРАБАШ – завідувач науково-дослідної лабораторії актуальних проблем правозастосовної та правоохоронної діяльності навчально-наукового інституту права та правоохоронної діяльності, Голова Ради молодих вчених Львівського державного університету внутрішніх справ, доктор юридичних наук, професор;
Андрій ОСТАП'ЮК – перший проректор Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат юридичних наук;
Назарій КОВАЛЬ – проректор з персоналу Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, доктор філософії;
Олександр ПРИДАТКО – проректор із навчально-методичної роботи Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат технічних наук, доцент;
Тарас БОЙКО – проректор з організації служби та підготовки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності, кандидат технічних наук.

**Члени
організаційного
комітету:**

Ірина ФЕДІВ – головний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, доктор філософії;

Катерина СТЕПОВА – старший науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Тетяна СКИБА – науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, доктор філософії;

Ярослав КИРИЛІВ – провідний науковий співробітник відділу організації науково-дослідної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник;

Олександра ЖОРІНА – фахівець відділу міжнародного співробітництва ЛДУБЖД;

Роман ЯКОВЧУК – начальник навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, доктор технічних наук, доцент;

Ігор КОВАЛЬ – начальник факультету психології і соціального захисту ЛДУБЖД, доктор педагогічних наук;

Богдан БОЙЧУК – начальник навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, доктор філософії;

Ольга МЕНЬШИКОВА – заступник начальника інституту з навчально-наукової роботи навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, кандидат фізико-математичних наук, доцент;

Андрій ДОМІНІК – заступник начальника інституту з навчально-наукової роботи навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Тетяна ВОЙТОВИЧ – начальник відділу науково-редакційної діяльності науково-дослідного центру ЛДУБЖД, доктор філософії;

Юрій КОПИСТИНСЬКИЙ – начальник докторантури-ад'юнктури ЛДУБЖД, кандидат технічних наук;

Сергій ВОВК – доцент кафедри превентивної діяльності у сфері пожежної та техногенної безпеки навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Юрій ДОМАНСЬКИЙ – викладач кафедри пожежної тактики та аварійно-рятувальних робіт навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД;

Андрій КУЗИК – завідувач кафедри екологічної безпеки навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, доктор сільськогосподарських наук, професор;

Надія СУШКО – доцент кафедри промислової безпеки та охорони праці навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, доктор філософії;

Роман ВЕСЕЛІВСЬКИЙ – доцент кафедри цивільного захисту навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Олександр ХЛЕВНОЙ – доцент кафедри інформаційних технологій та систем електронних комунікацій навчально-наукового інституту цивільного захисту ЛДУБЖД, кандидат технічних наук, доцент;

Лілія ПИЛИПЕНКО – старший викладач кафедри практичної психології та педагогіки факультету психології і соціального захисту ЛДУБЖД, доктор філософії;

Анна ІВАНІВ – викладач кафедри соціальної роботи, управління та суспільних наук ЛДУБЖД;

Руслана СОДОМА – доцент кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, кандидат економічних наук, доцент;

Петро СЕНИК – старший викладач кафедри права та менеджменту у сфері цивільного захисту навчально-наукового інституту пожежної та техногенної безпеки ЛДУБЖД, кандидат юридичних наук.

**ОРГАНІЗАТОР
ТА ВИДАВЕЦЬ**

Львівський державний університет
безпеки життєдіяльності

**Технічний редактор,
комп'ютерна верстка**

Климус М.В.

Друк на різнографі

Петролюк Н.І.

Відповідальний за друк

Петролюк Н.І.

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ:

ЛДУ БЖД, вул. Клепарівська, 35,
м. Львів, 79007

Контактні телефони:

(032) 233-24-79,
тел/факс 233-00-88

Проблеми та перспективи розвитку безпеки життєдіяльності в умовах війни: Зб. наук. праць XXI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів. – Львів: ЛДУБЖД, 2026. – 1086 с.

Збірник сформовано за науковими матеріалами XXI Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених, курсантів та студентів «**Проблеми та перспективи розвитку безпеки життєдіяльності в умовах війни**».

Збірник містить матеріали таких тематичних секцій:

- Цивільна безпека.
- Превентивна діяльність у сфері техногенної та пожежної безпеки.
- Менеджмент у безпеці життєдіяльності.
- Організація проведення аварійно-рятувальних робіт та гасіння пожеж.
- Інформаційні технології у безпеці життєдіяльності.
- Соціальні, психолого-педагогічні аспекти та гуманітарні засади безпеки життєдіяльності.
- Промислова безпека та охорона праці.
- Природничі, біологічні та екологічні аспекти безпеки життєдіяльності.
- Організаційно-правові аспекти забезпечення безпеки життєдіяльності.
- Медицина в умовах воєнного стану.
- Сучасні наукові підходи до формування безпекового середовища.

© ЛДУ БЖД, 2026

Здано в набір 31.03.2026. Підписано до друку
23.04.2026. Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 67,88.

Гарнітура Times New Roman.
Друк на різнографі. Наклад: 100 прим.

Друк: ЛДУ БЖД
вул. Клепарівська, 35, м. Львів, 79007.
ldubzh.lviv@dns.gov.ua

За точність наведених фактів, економіко-статистичних та інших даних, а також за використання відомостей, що не рекомендовані до відкритої публікації, відповідальність несуть автори опублікованих матеріалів. При передрукуванні матеріалів посилання на збірник обов'язкове.



**LVIV STATE UNIVERSITY
OF LIFE SAFETY**

**MATERIALS ARE PRINTED IN
UKRAINIAN, ENGLISH AND
POLISH LANGUAGES**

**COLLECTION OF SCIENTIFIC
PAPERS**

*XXI International Scientific and Practical
Conference of young scientists, cadets
and students*

**PROBLEMS AND PROSPECTS FOR
THE DEVELOPMENT OF LIFE
SAFETY UNDER WARTIME
CONDITIONS**

Lviv – 2026

EDITORIAL BOARD:

Chairman: **Dmytro BONDAR**, Rector of the Lviv State University of Life Safety, Honored Worker of Civil Protection of Ukraine, Doctor of Law, Associate Professor;

Deputy Chairman: **Vasyl POPOVYCH** – Vice-Rector for Research of the Lviv State University of Life Safety, Doctor of Technical Sciences, Professor;
Yaroslav ILCHYSHYN – Head of the Research Center of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Pedagogical Sciences;

Members of the scientific committee: **Oksana TELAK** – MSFS, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences;
Jerzy TELAK – ASE, Warsaw, Poland, Doctor of Sciences, Professor;
Boguslaw KOGUT – Doctor of Engineering, WSB University in Dąbrowa Górnicza;
Viktoriia SERHIENKO – Vice-Rector for Research of Danylo Halatsky Lviv National Medical University, Doctor of Medical Sciences, Professor;
Anastasiia SIMAKHOVA – Head of the Council of Young Scientists under the Ministry of Education and Science of Ukraine, Professor of the Department of Financial Technologies and Business, National Aviation University “Kyiv Aviation Institute”, Doctor of Economic Sciences, Professor;
Dmytro KOBYLKIN – Academic Secretary of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;
Olha BARABASH – Head of the Research Laboratory of Current Issues of Law Enforcement and Policing Activity of the Educational and Scientific Institute of Law and Law Enforcement, Head of the Council of Young Scientists of Lviv State University of Internal Affairs, Doctor of Law, Professor;
Andrii OSTAPIUK – First Vice-Rector of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Law;
Nazarii KOVAL – Vice-Rector for Personnel of the Lviv State University of Life Safety, PhD;
Oleksandr PRYDATKO – Vice-Rector for Academic and Methodological Work of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;
Taras BOIKO – Vice-Rector for Service Organization and Training of the Lviv State University of Life Safety, PhD in Technical Sciences;

**Members of the
organizing
committee:**

Iryna FEDIV – Chief Researcher of the Department for Organization of Research Activities, Research Center of LSULS, PhD;

Kateryna STEPOVA – Senior Researcher of the Department for Organization of Research Activities, Research Center of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Tetiana SKYBA – Researcher of the Department for Organization of Research Activities, Research Center of LSULS, PhD;

Yaroslav KYRYLIV – Leading Researcher of the Department for Organization of Research Activities, Research Center of LSULS, PhD in Technical Sciences, Senior Researcher;

Oleksandra ZHORINA – Specialist of the International Cooperation Department of LSULS;

Roman YAKOVCHUK – Head of the Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor;

Ihor KOVAL – Head of the Faculty of Psychology and Social Protection of LSULS, Doctor of Pedagogical Sciences;

Bohdan BOICHUK – Head of the Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD;

Olha MENSHYKOVA – Deputy Head for Academic and Research Work of the Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor;

Andrii DOMINIK – Deputy Head for Academic and Research Work of the Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Tetiana VOITOVYCH – Head of the Scientific Editorial Activity Department of the Research Center of LSULS, PhD;

Yurii KOPYSTYNSKYI – Head of Doctoral and Adjunct Studies of LSULS, PhD in Technical Sciences;

Serhii VOVK – Associate Professor of the Department of Preventive Activity in the Field of Fire and Technogenic Safety, Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Yurii DOMANSKYI – Lecturer of the Department of Fire Tactics and Rescue Operations, Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS;

Andrii KUZYK – Head of the Department of Environmental Safety, Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

Nadiia SUSHKO – Associate Professor of the Department of Industrial Safety and Occupational Health, Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, PhD;

Roman VESELIVSKYI – Associate Professor of the Department of Civil Protection, Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Oleksandr KHLEVNOI – Associate Professor of the Department of Information Technologies and Electronic Communication Systems, Educational and Scientific Institute of Civil Protection of LSULS, PhD in Technical Sciences, Associate Professor;

Liliia PYLYPENKO – Senior Lecturer of the Department of Practical Psychology and Pedagogy, Faculty of Psychology and Social Protection of LSULS, PhD;

Anna IVANIV – Lecturer of the Department of Social Work, Management and Social Sciences of LSULS;

Ruslana SODOMA – Associate Professor of the Department of Law and Management in Civil Protection, Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD in Economic Sciences, Associate Professor;

Petro SENYK – Senior Lecturer of the Department of Law and Management in Civil Protection, Educational and Scientific Institute of Fire and Technogenic Safety of LSULS, PhD in Law.

<p>ORGANIZER AND PUBLISHER</p> <p>Technical editor, Computer typesetting</p> <p>Printing on a risograph</p> <p>Responsible for printing</p> <p>EDITORIAL OFFICE ADDRESS:</p> <p>Contact telephones:</p>	<p>Lviv State University of Life Safety</p> <p>Klymus M.V.</p> <p>Petrolyuk N.I.</p> <p>Petrolyuk N.I.</p> <p>LSULS, Kleparivska Street, 35 Lviv, 79007</p> <p>(032) 233-24-79, 233-00-88</p>
<p align="center">Problems and Prospects for the Development of Life Safety under Wartime Conditions: Collection of scientific papers XXI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Cadets and Students. – Lviv: LSU LS, 2026. – 1086 p.</p> <p>The collection is based on scientific materials of XXI International Scientific and Practical Conference of Young Scientists, Cadets and Students "Problems and prospects for the development of life safety in wartime conditions".</p> <p>The collection contains materials from the following thematic sections:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Civil protection. ▪ Preventive activities in the field of technologic and fire safety. ▪ Management in life safety. ▪ Organization of emergency rescue operations and firefighting. ▪ Information technologies in life safety. ▪ Social, psychological and pedagogical aspects in life safety. ▪ Industrial safety and occupational safety. ▪ Natural, biological, and ecological aspects of life safety. ▪ Organizational and legal aspects of ensuring life safety. ▪ Medicine under martial law conditions. ▪ Modern scientific approaches to the formation of a safety environment. <p align="right">© LSULS, 2026</p>	
<p>Sent to the set on 31.03.2026. Signed to print 23.04.2026. Format 60x84/16. Offset paper. Conditional printing of sheets. 67,88. Headset Times New Roman. Printing on a risograph. Circulation: 100 copies. Printing: LSU LS Kleparivska Street, 35, Lviv city, 79007. ldubzh.lviv@dns.gov.ua</p>	<p>The authors of the published materials are responsible for the accuracy of the facts, economic, statistical and other data, as well as for the use of information not recommended for open publication. When reprinting materials, a link to the collection is required.</p>

УДК 628.3:628.336

БІОВУГІЛЛЯ ЯК АДСОРБЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ У ТЕХНОЛОГІЯХ ОЧИЩЕННЯ СТІЧНИХ ВОД ВІД ОРГАНІЧНИХ ТА НЕОРГАНІЧНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ

Олександра Жоріна

Степова Катерина, к.т.н., доцент

**Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
м. Львів, Україна**

Розглянуто проблему забруднення водних екосистем органічними та неорганічними токсикантами, зокрема важкими металами, поліциклічними ароматичними вуглеводнями та пестицидами. Проаналізовано біовугілля як продукт піролізу біомаси та перспективний адсорбційний матеріал для очищення стічних вод. Узагальнено сучасні підходи до застосування біовугілля для видалення забруднювачів із водних середовищ. Визначено основні напрями подальших досліджень, пов'язані з підвищенням адсорбційних властивостей біовугілля, удосконаленням методів його модифікування та масштабування використання у технологіях очищення стічних вод.

Ключові слова: біовугілля, адсорбція, очищення стічних вод, забруднювачі.

BIOCHAR AS AN ADSORPTION MATERIAL IN WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES FOR THE REMOVAL OF ORGANIC AND INORGANIC POLLUTANTS

Oleksandra Zhorina, PhD student

Kateryna Stepova, PhD, Associate Professor

Lviv State University of Life Safety, Lviv, Ukraine

The problem of water ecosystem contamination by organic and inorganic toxicants, in particular heavy metals, polycyclic aromatic hydrocarbons, and pesticides, is considered. Biochar is analyzed as a product of biomass pyrolysis and a promising adsorption material for wastewater treatment. Current approaches to the use of biochar for the removal of pollutants from aquatic environments are summarized. The main directions for further research are identified, including improving the adsorption properties of biochar, developing modification methods, and scaling its application in wastewater treatment technologies.

Keywords: biochar, adsorption, wastewater treatment, pollutants.

Забруднення води стало однією з найсерйозніших екологічних проблем у світі внаслідок стрімкого розвитку промисловості та урбанізації. У результаті промислової, комунальної та сільськогосподарської діяльності утворюються значні обсяги стічних вод, які, за відсутності належного

очищення, можуть становити загрозу для стану навколишнього середовища та здоров'я людини. У зв'язку з цим упродовж останніх десятиліть зростає увага до розроблення ефективних та екологічно безпечних технологій очищення стічних вод.

Біовугілля розглядається як продукт термохімічного перетворення біомаси, отриманий у процесі піролізу органічних матеріалів в умовах обмеженого доступу кисню. Воно являє собою темну пористу тверду речовину, основним компонентом якої є аморфний вуглець. Як сировину для його отримання можуть використовувати різноманітні види біомаси, зокрема деревні відходи, сільськогосподарські побічні продукти, кісткову тканину тварин та інші органічні матеріали. Протягом останніх десятиліть біовугілля активно досліджується як перспективний матеріал для екологічних застосувань, зокрема для довготривалого покращення властивостей ґрунтів та відновлення компонентів довкілля. Серед сучасних напрямів досліджень особливу увагу приділяють використанню біовугілля у технологіях очищення стічних вод. Актуальність таких досліджень зумовлена інтенсивним розвитком промисловості та урбанізацією, що супроводжується зростанням обсягів стічних вод і посиленням проблеми забруднення водних ресурсів [6, с. 1–2].

Забруднення водних екосистем розглядається як складна екологічна проблема, що пов'язана з накопиченням як неорганічних, так і органічних токсикантів. Інтенсивні процеси індустріалізації та урбанізації спричинили значне підвищення рівня забруднення водних об'єктів важкими металами. Такі елементи не піддаються біологічному розкладу, можуть зберігатися у природному середовищі протягом тривалого часу та проявляють високу токсичність навіть у низьких концентраціях. Важкі метали також характеризуються здатністю до біоаккумуляції в організмах, що може призводити до розвитку різноманітних патологічних станів, зокрема онкологічних захворювань, ураження нервової системи та порушень репродуктивної функції [3, с. 1].

Водночас значну екологічну небезпеку становлять органічні забруднювачі, зокрема поліциклічні ароматичні вуглеводні та пестициди. Забруднення ґрунтів, донних відкладів і водних екосистем такими сполуками набуло масштабного характеру і розглядається як одна з актуальних глобальних екологічних проблем. Ці речовини характеризуються високою стійкістю у природному середовищі, токсичністю та здатністю накопичуватися в екосистемах унаслідок процесів біоаккумуляції [2, с. 1].

У зв'язку з цим значна увага приділяється пошуку ефективних адсорбційних матеріалів для очищення водних середовищ від різних видів забруднювачів. Одним із перспективних матеріалів у цьому напрямі є біовугілля, яке активно досліджується як адсорбент завдяки відносно низькій вартості, екологічній безпечності та здатності ефективно вилучати широкий спектр забруднювачів зі стічних вод [4, с. 1].

Водночас, попри значний потенціал біовугілля, його практичне застосування потребує подальших досліджень. Зокрема, актуальними залишаються питання підвищення ефективності регенерації матеріалу, покращення його адсорбційних властивостей, а також забезпечення можливості економічно доцільного масштабного виробництва [5, с. 14]. У подальшому наукові дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення методів модифікування біовугілля, підвищення ефективності процесів адсорбції та розвиток технологій, що дозволять масштабувати його використання у практиці охорони навколишнього середовища [1, с. 15].

Таким чином, результати сучасних досліджень свідчать про значний потенціал біовугілля як екологічно безпечної технології для відновлення компонентів довкілля та очищення стічних вод. Висока адсорбційна здатність, екологічна сумісність і доступність сировини для його виробництва роблять цей матеріал перспективним для видалення як органічних, так і неорганічних забруднювачів із водних середовищ [2, с. 18; 3, с. 15].

Список літератури

1. Alshehri M. A., Pugazhendhi A. Biochar for wastewater treatment: addressing contaminants and enhancing sustainability: challenges and solutions. *Journal of Hazardous Materials Advances*. 2024. Vol. 16. P. 100504. URL: <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100504>.
2. Beljin J., Maletić S., Đukanović N. et al. Biochar in the remediation of organic pollutants in water: a review of polycyclic aromatic hydrocarbon and pesticide removal. *Nanomaterials*. 2024. Vol. 15, No. 1. P. 26. URL: <https://doi.org/10.3390/nano15010026>.
3. Hama Aziz K. H., Kareem R. Recent advances in water remediation from toxic heavy metals using biochar as a green and efficient adsorbent: a review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. 2023. Vol. 8. P. 100495. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100495>.
4. Jagadeesh N., Sundaram B. Adsorption of pollutants from wastewater by biochar: a review. *Journal of Hazardous Materials Advances*. 2023. Vol. 9. P. 100226. URL: <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100226>.
5. Tadesse A. W., Huang M., Zhou T. Biochar for wastewater treatment: preparation, modification, characterization, and its applications. *Molecules*. 2025. Vol. 30, No. 21. P. 4288. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules30214288>.
6. Wang Y., Chen L., Zhu Y. et al. Research status, trends, and mechanisms of biochar adsorption for wastewater treatment: a scientometric review. *Environmental Sciences Europe*. 2024. Vol. 36. Article 25. URL: <https://doi.org/10.1186/s12302-024-00859-z>.

References

1. Alshehri M. A., Pugazhendhi A. Biochar for wastewater treatment: addressing contaminants and enhancing sustainability: challenges and solutions. *Journal of Hazardous Materials Advances*. 2024. Vol. 16. P. 100504. URL: <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2024.100504>.
2. Beljin J., Maletić S., Đukanović N. et al. Biochar in the remediation of organic pollutants in water: a review of polycyclic aromatic hydrocarbon and pesticide removal. *Nanomaterials*. 2024. Vol. 15, No. 1. P. 26. URL: <https://doi.org/10.3390/nano15010026>.
3. Hama Aziz K. H., Kareem R. Recent advances in water remediation from toxic heavy metals using biochar as a green and efficient adsorbent: a review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. 2023. Vol. 8. P. 100495. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.100495>.
4. Jagadeesh N., Sundaram B. Adsorption of pollutants from wastewater by biochar: a review. *Journal of Hazardous Materials Advances*. 2023. Vol. 9. P. 100226. URL: <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2022.100226>.
5. Tadesse A. W., Huang M., Zhou T. Biochar for wastewater treatment: preparation, modification, characterization, and its applications. *Molecules*. 2025. Vol. 30, No. 21. P. 4288. URL: <https://doi.org/10.3390/molecules30214288>.
6. Wang Y., Chen L., Zhu Y. et al. Research status, trends, and mechanisms of biochar adsorption for wastewater treatment: a scientometric review. *Environmental Sciences Europe*. 2024. Vol. 36. Article 25. URL: <https://doi.org/10.1186/s12302-024-00859-z>.

- Дарія Давидчук, Юлія Михайлюк, ВОЄННИЙ КОНФЛІКТ ЯК
ФАКТОР ЗМІНИ КЛІМАТУ: МАСШТАБИ ТА НАСЛІДКИ.....** 793
- Зореслава Райко, Анастасія Сосновська, Людмила Мітюк,
ЕКОЛОГІЧНА СПАДЩИНА ВІЙНИ: ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ
ГРУНТІВ ТА ПІДЗЕМНИХ ВОД ВНАСЛІДОК БОЙОВИХ ДІЙ ТА
ЙОГО ВПЛИВ НА БЕЗПЕКУ НАСЕЛЕННЯ.....** 796
- Ірина Маруняк, Наталія Гринчишин, АДАПТАЦІЯ
РЕКРЕАЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА ТЕРИТОРІЯХ ПРИРОДНО-
ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ ДО УМОВ
ВІЙНИ.....** 801
- Катерина Король, ДЕГРАДАЦІЯ ГІДРОХІМІЧНОГО СТАНУ
ПІДЗЕМНИХ ВОД ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ВНАСЛІДОК
ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ СМІТТЄЗВАЛИЩ.....** 805
- Михайло Іляшевич, Тарас Шуплат, Василь Попович, ЕКСПРЕС-
ДІАГНОСТИКА РІВНЯ ЖИТТЄВОСТІ ДЕРЕВНИХ НАСАДЖЕНЬ
ПОСТПРОГЕННИХ ТЕРИТОРІЙ ЗАКАРПАТСЬКОЇ ОБЛАСТІ
ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОФІЗІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ.....** 809
- Назар Лисий, Василь Попович, ВІДПРАЦЬОВАНІ ШИНИ ЯК
ЧИННИК ЕНЕРГЕТИЧНОЇ СТІЙКОСТІ У ВОЄННИХ
РЕАЛІЯХ.....** 816
- Назар Смолій, Наталія Гринчишин, ЕКОЛОГІЧНА РИЗИКИ,
ПОВ'ЯЗАНІ З ВИКОРИСТАННЯМ ПЛІВКОУТВОРЮВАЛЬНИХ
ПІН AFFF ДЛЯ ГАСІННЯ ПОЖЕЖ.....** 821
- Олександр Коцюр, Василь Попович ГОРІННЯ ПОРОДНИХ
ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ
І ЗДОРОВ'Я ЛЮДЕЙ.....** 825
- Олександра Жоріна, Степова Катерина, БІОВУГІЛЛЯ ЯК
АДСОРБЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ У ТЕХНОЛОГІЯХ ОЧИЩЕННЯ
СТІЧНИХ ВОД ВІД ОРГАНІЧНИХ ТА НЕОРГАНІЧНИХ
ЗАБРУДНЮВАЧІВ.....** 829