

КОМУНАЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО МІСТ MUNICIPAL ECONOMY OF CITIES

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЗБІРНИК
СЕРІЯ: ТЕХНІЧНІ НАУКИ ТА АРХІТЕКТУРА

ТОМ 6 ВИПУСК 180'2023

Ідентифікатор медіа у Ресстрі суб'єктів медіа R30-01140 від 10.08.2023 р.
Наукове фахове видання категорії «Б» за спеціальностями 121, 122, 123, 124, 125, 126, 131, 132, 133, 191, 192, 193, 194, 261, 263, 273, 274, 275 (наказ МОН України № 1301 від 15.10.19), 141, 183 (наказ МОН України № 1643 від 28.12.19)

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

БАБАЄВ В.М.	відповідальний редактор, д.держ.упр., ректор ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
СУХОНОС М.К.	відповідальний секретар, д.т.н., проректор з наукової роботи, ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДЯДІН Д.В.	к.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
КОГАЛОВСЬКИЙ В.	к.т.н., Інженерний коледж «Самі Шамун», Ізраїль
ПЛЮГІН В.Є.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ЧУМАЧЕНКО І.В.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ШЕВЧЕНКО Р.І.	д.т.н., НУЦЗ України
ШМУКЛЕР В.С.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ШПАЧУК В.П.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова

КООРДИНАЦІЙНА РАДА

ШУТЕНКО Л.М.	голова координаційної ради, д.т.н., почесний ректор ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ГОВОРОВ П.П.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДАЛЕКА В.Х.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДРЕВАЛЬ І.В.	д.арх., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ДУШКІН С.С.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
КОНДРАЩЕНКО О.В.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
МАЛЯРЕНКО В.А.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
МИХАЙЛИШИН О.Л.	д.арх., НУВГП
ОСИЧЕНКО Г.О.	д.арх., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ТОВБИЧ В.В.	д.арх., КНУБА
ФЕЙРУША С.Х.	к.т.н., Університет Салахаддін – Ербіль, Ірак
ХАРЧЕНКО В.Ф.	д.т.н., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ЧЕЧЕЛЬНИЦЬКИЙ С.Г.	д.арх., ХНУМГ ім. О.М. Бекетова
ЧУДНОВСЬКИЙ А.	к.т.н., Гамбурзький університет, Германія
ЮРКЕВИЧ І.	к.т.н., Астонський університет, Великобританія
ЯНКЕЛЕВИЧ М.	к.т.н., Парсонс, США

EDITORIAL BOARD

BABAYEV V.	Editor-in-Chief, Dr.Sc., Rector of the O.M. Beketov NUUE
SUKHONOS M.	Executive Managing Editor, Dr. Sc., Vice-rector of the O.M. Beketov NUUE
DIADIN D.	PhD, O.M. Beketov NUUE
KAGALOVSKY V.	PhD, Engineering College “Sami Shamun”, Israel
PLUGIN V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHUMACHENKO I.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
SHEVCHENKO R.	Dr.Sc., NUCDU
SHMUKLER V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
SHPACHUK V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE

COORDINATION COUNCIL

SHUTENKO L.	Chairman of the Coordination Council, Dr.Sc., Honorary Rector of the O.M. Beketov NUUE
GOVOROV P.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DALEKA V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DREVAL I.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
DUSHKIN S.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
KONDRASHENKO O.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
MALYARENKO V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
MYHAYLISHYN O.	Dr.Sc., NUWEE
OSYCHENKO G.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
TOVBICH V.	Dr.Sc., KNUCA
FEIRUSHA S.	PhD, Salahaddin University – Erbil, Iraq
HARCHENKO V.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHECHELNITSKY S.	Dr.Sc., O.M. Beketov NUUE
CHUDNOVSKIY A.	Ph.D., University of Hamburg, Germany
YURKEVICH I.	Ph.D., Aston University, United Kingdom
YANKELEVICH M.	PhD, PARSONS, USA

Адреса редакції / Editorial office address:

61002, м. Харків, вул. Маршала Бажанова, 17 / 17, Marshala Bazhanova Street, Kharkiv, 61002

Тел./tel.: +38 (057) 707-33-21, e-mail: khg@kname.edu.ua

ISSN (print) 2522 – 1809

ISSN (online) 2522 – 1817

Затверджений до друку Науково-технічною Радою Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова (протокол № 5 від 1 грудня 2023 року)

Ю.В. Буц¹, О.В. Крайнюк¹, Ю. М. Сенчихін², В.В. Барбашин³, О.О. Трішина⁴

¹Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

²Національний університет цивільного захисту України, Україна

³Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

⁴Харківський ліцей № 163 Харківської міської ради, Україна

ВПЛИВ НЕБЕЗПЕЧНИХ ТОКСИЧНИХ ФАКТОРІВ ПОЖЕЖ ПРИ ВІЙСЬКОВИХ ДІЯХ НА ЕКОСИСТЕМИ І ЖИТТЄДІЯЛЬНІСТЬ НАСЕЛЕННЯ

Проаналізовано вплив небезпечних токсичних факторів пожеж при військових діях на екосистеми і життєдіяльність населення, що є потужним чинником забруднення довкілля. Вплив на ґрунти і водні ресурси пожеж створює ризики для безпеки. Отруйний вплив пожеж на життєдіяльність людини полягає у загрозі для життя, негативній дії продуктів горіння.

Ключові слова: токсичні фактори, пожежі, екосистема, життєдіяльність людини

Постановка проблеми

Сьогодення Україна, на жаль, асоціюється з повномасштабним вторгненням регулярних російських військ, що супроводжуються вибухами, пожежами, загибеллю людей, тощо. Надмірний вплив відбувається на довкілля. Пожежі, забруднення річок та ґрунтів, вибухи та спричинені ними руйнування та кислотні дощі – все це порушує екосистеми. Наразі загальний обсяг територій, що вигоріли в Україні в результаті війни, перевищив 100000 гектарів. Значну частину становлять ліси, частина яких – у зоні відчуження ЧАЕС.

Валова оцінка заподіяної шкоди навколишньому природному середовищу наразі перевершує 1,9 трильйона гривень чи майже 52 мільярди доларів. Зазначимо, що площа тимчасово окупованих українських земель складає майже 110 000 км² кілометрів, що становить 18% площі України, 40 000 км² української території було звільнено впродовж 2022 року. Отже, загальна територія потенційно постраждалих земель перевищує 25% [1].

Пожежі суттєво позначаються на екосистемі, включаючи такі складові як рослинний світ, ґрунтовий покрив, тваринний світ, геохімічний, гідрохімічний, тепловий баланси тощо [1-3]. Пожежі у екосистемах, є одним з найважливіших чинників, при яких утворюються продукти горіння органічних речовин, які з неоднаковою інтенсивністю забруднюють повітряне середовище і мають токсичну дію на здоров'я людини [7].

Під час таких пожеж утворюються дим, сажа, канцерогенні речовини, летючі продукти горіння. Низка авторів вивчали вплив небезпечних токсичних складників диму на здоров'я і життєдіяльність людини [4-7]. Відзначені функціональні порушення у нервовій та

ферментативних системах організму, загальному обміні речовин, підвищення числа захворюваності органів дихальної, серцево-судинної систем, алергічних й інших патологій. Спектр цих патологічних проявів достатньо всебічний: починаючи від гострих ларинготрахеїтів, бронхітів, гострої дихальної недостатності і закінчуючи відтермінованими наслідками у вигляді зростання чутливості до пневмонії та частішого випадків утворення злویкісних пухлин респіраторної системи, тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

З початку повномасштабного вторгнення окупаційні війська постійно обстрілюють територію України, спричиняючи пожежі на промислових об'єктах і у природних екосистемах. При детонації ракет і артилерійських снарядів утворюється низка хімічних сполук: чадний газ (CO), вуглекислий газ (CO₂), бурий газ (NO), оксиди нітрогену (N₂O, NO₂, N₂O₅), формальдегід (CH₂O), пари ціаніду (HCN), нітроген (N₂), а також значна маса токсичної органіки, окислюються активні ґрунтові сполуки, згорає деревина, тощо. Коли відбуваються вибух усі органічні речовини проходять абсолютне окиснення, при цьому продукти хімічних реакцій надходять у атмосферу. Забруднення водних і ґрунтових ресурсів наслідками хімічних процесів горіння від пожеж внаслідок обстрілів сприяє підвищенню ризиків для проведення посівної й продовольчої безпеки загалом. За рахунок означених пожеж у ґрунтах акумулюються небезпечні токсичні хімічні сполуки, в тому числі ті, що містять важкі метали (ВМ). Це, в свою чергу спонукає до інтоксикації екосистем [8].

Природні пожежі є найпотужнішим чинником забруднення навколишнього середовища. Екологічні наслідки від природних пожеж зводяться в першу

чергу до забруднення атмосферного повітря чадним газом та токсичними продуктами горіння біоматеріалів, зниженні у доквіллі кисню. Потужний вклад у планетарну трансформацію біосфери: зміни кліматичних умов, збіднення озонового прошарку, кислотні дощі, хімічне й радіоактивне забруднення атмосферного повітря, водних запасів та виснаження ґрунту теж привносять пожежі у доквіллі. Внаслідок згоряння органічних матеріалів та неповного згоряння продуктів деревини під час пожеж у екосистемах в атмосферне повітря надходить у складі оксидів карбону від 15 до 45 Мт/рік токсичних речовин. Частина виділених газів миттєво вступає у фотохімічні реакції. Про це свідчить підвищення втричі концентрації озону порівняно із фоновими даними на висоті близько 3-х км і на відстані понад 50 км від центру пожежі. У широкому діапазоні представлені мікроелементи, причому об'єми викиду в атмосферу таких ВМ, як зокрема, Pb Hg, Cd, As неодноразово перевищують граничнодопустимі концентрації [9].

Формулювання мети статті

Метою статті є аналіз впливу небезпечних токсичних факторів пожеж при військових діях на екосистеми і життєдіяльність населення.

Виклад основного матеріалу

Задимлення атмосферного повітря приводить до погіршення мікроклімату, збільшення числа туманних днів, зменшення прозорості атмосфери та, зумовленого ними, зниження видимості, освітленості, ультрафіолетової радіації. Розподіл забруднюючих атмосферу речовин відбувається нерівномірно, і в деяких місцевостях їх концентрація є неприпустимо високою. Навіть вкрай малі концентрації окремих речовин є небезпечними. Наслідки впливу диму від природних пожеж при несприятливих метеорологічних обставинах у великих урбаністичних центрах спостерігаються навіть суттєво значимими, порівняно зі шкідливими викидами потужних індустріальних підприємств й автотранспорту [10].

Враховуючи діапазони коливань концентрацій токсичних хімічних речовин у диму, в залежності від хімічних компонентів біоматеріалу, і розбіжностей параметрів прямого процесу горіння, диференційована оцінка патогенного впливу димових газів залежить від його компонентів й часу дії. Під час аналізу оцінки впливу токсичних димових компонентів від природних пожеж з'ясовано, що кожне подвоєння ступеня забруднення повітря помічається зростанням тотальної захворюваності населення на 20 %, органів дихання – на 25 %, раком легень – на 5 %. При поширенні димових газів першочергова небезпека спостерігається для біологічної системи: «вагітна жінка – плід – новонароджена – дитина». Не менш уразливою групою населення є хворі із хронічними захворюваннями легеневої системи. До наступної групи населення необхідно віднести людей із

хворобами серцево-судинної системи. Досить повно, хоча й схематично, компоненти деревного диму та ефекти їх впливу на здоров'я людини представлені у табл. 1, що базується на узагальнених даних [11, 12].

Дим палаючої біомаси являє собою суміш різноманітних газів і аерозольних полідисперсних твердих та рідких часток [13]. Такі частки діаметром менші 10 мкм, проте особливо небезпечні серед них є частки діаметром менше 2,5 мкм у зв'язку з глибиною їх проникнення й можливістю потрапляння та фіксацією у альвеолах. У бронхах та альвеолах вони викликають бронхолегеневі клінічні наслідки [14].

Хімічний склад деревного диму включає в себе більш ніж 100 інгредієнтів [15]. Лише частина знищеного вогнем рослинного матеріалу окислюється остаточно до оксидів. Інша частина перетворюється у леткі органічні сполуки й тверді аерозолі, котрі складають 2–3 % валової маси токсичних продуктів горіння. У складі продуктів горіння знайдені: метан, алкани C₂–C₇, алкени C₂–C₅, бензол та його гомологи, спирти C₁–C₅, інші карбонільні сполуки, зокрема альдегіди і кетони C₁–C₇.

Отже, димові гази містять похідні фенолу й поліядерних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), включаючи бенз(а)пірен. У максимальному спектрі виявлено ВМ. Об'єми викидів в атмосферу окремих ВМ, таких як Pb, Hg, Cd, As, пов'язані з реальним екоотоксикологічним ризиком [16, 17].

Активність вільних радикалів хімічних сполук деревного диму акумулюється в живих організмі у 40 разів триваліше, ніж небезпечних радикалів диму від тютюну. При згорання 1 тонни біомаси в атмосферу надходить 125 кг оксиду карбону, 12 кг вуглеводнів, 2 кг оксидів нітрогену, 22 кг завислих частинок вугільного пилу. Валова суміш такого диму містить 50 % газоподібних речовин, 25 % – сажі, 20 % – золи та 5 % – смолистих сполук.

ксикологічний аналіз крові дітей, що мешкають на території, яка забруднена сполуками горіння лісів і торф'яників, виявив підвищений вміст токсичних компонентів: фталатів у 94 % дітей, алканів – у 46,4 %, алкенів – у 9,1 %, хлорорганічних речовин (ХОР) – у 13,1 %, нафтенів – у 10,1 %, ароматичних вуглеводнів – у 14,1 % [18].

Газоподібні речовини деревного диму за механізмом впливу схематично розділяють на ірританти (хімічні сполуки подразливої дії), до них відносять акролеїни, альдегіди, солі амонію, хлориди й хлористий водень, ізоціаніди, оксиди нітрогену, сульфур і так названі асфіксанти (речовини, що сприяють порушенню забезпечення тканин організму киснем). До останніх належать оксиди карбону, метан, нітрогени і ціаніди – гази, що перешкоджають утворенню зв'язку між киснем і гемоглобіном та знижують парціальний тиск кисню у атмосферному повітрі. Ірританти вчиняють комплексну бронхоспастичну дію і є визначальним чинником гострих ушкоджень респіраторної системи димом [19].

Чадний газ або оксид карбону (CO), має потужну спорідненість до гемоглобіну і у 240 разів перевищує таку спорідненість до O₂. CO блокує з'єднання O₂ із гемоглобіном, утворюючи карбоксигемоглобін. У результаті кількість оксигемоглобіну знижується і є недостатньою для адекватного транспортування кисню. Оксид

карбону, окрім гіпоксичної, має також гемо- та нейротоксичну дію. Гострий токсикоз чи отруєння чадним газом проявляється частотою серцевої і недостатністю дихальної діяльності, головними болями, сонливістю, недотриманням окремих психомоторних функцій, набряком головного мозку.

Таблиця 1

Постійні токсичні компоненти деревного диму та їх вплив на здоров'я людини

Компоненти деревного диму	Несприятливі ефекти для здоров'я
Чадний газ, CO	Отрута, яка замінює оксигемоглобін на карбоксигемоглобін. Викликає гіпоксію, клітинний некроз, ушкоджує центральну нервову систему. Знижує здатність крові переносити кисень до клітин, органів і тканин.
Формальдегід	Токсичний газ, проникає при вдиханні або проникненні через шкіру. Має канцерогенний ефект.
Акролеїн	Подразнює слизові тканини і викликає сльозотечу, відноситься до речовин загальнотоксичної дії, підвищує ризик онкологічних захворювань. Виведення з організму метаболітів акролеїну призводить до запалення сечового міхура – циститу. Акролеїн і формальдегід провокують астму. Ірритант, викликає бронхіт, альвеоліт.
Ацетальдегід	Токсин, викликає атрофію епітелію, пошкодження печінки, рак носоглотки. Подразнює слизові оболонки, погіршує діяльність печінки, нирок, органів дихання, пригнічує діяльність нервової системи.
Фурфурол	Подразнює слизові оболонки, викликає головні болі, фоточутливість та порушення вуглеводного обміну.
Бензол	При проникненні в організм через шкіру, перорально або інгаляційно, викликає ушкодження слизових, неврологічні розлади і смерть внаслідок зупинки дихання. Може провокувати рак крові - лейкемію, вражає печінку, нирки, кістковий мозок, знижує артеріальний тиск, викликає задишку і судоми.
Толуол	Нейротоксин, викликає почуття сп'яніння, сонливість, запаморочення, головний біль, м'язову слабкість, розлад координації і погіршення зору, зміну поведінки. Має гепатотоксичні і нефротоксичні ефекти, вражає слизову очей, носоглотки і дихальних шляхів. Хронічний вплив призводить до атрофічних змін в головному і спинному мозку, порушує репродуктивну функцію.
Оцтова кислота	Неспецифічний ірритант. Пари подразнюють слизові оболонки дихальних шляхів, викликає захворювання носоглотки і гортані.
Мурашина кислота	Подразливіший ефект, ніж оцтова кислота, ефект, небезпечна для шкіри.
Оксиди нітрогену	Ушкоджують респіраторну систему, викликають запальні зміни в бронхах і альвеолах. Для хворих на астму і аналогічних хворих підвищується ризик негативних легеневих ефектів.
Діоксид сульфуру	При вдиханні може викликати пошкодження легенів. Компонент кислотних дощів, пошкоджує рослини і забруднює водойми. Надає подразливу дію на слизові оболонки дихальних шляхів очей. Призводить до виникнення бронхітів.
Хлористий метил	Токсин загальної дії.
Нафталени	Створює токсичний (п'яний) і канцерогенний ефекти.
Фенол і його похідні	Токсин, що викликає спазм гладкої мускулатури, напади серцевої аритмії, інсульт, зупинку дихання. Знижує вагу при народженні, чинить канцерогенну дію на шкіру.
Органічний карбон	Створює подразнюючий і токсичний ефект.
Поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ)	Токсини і канцерогени. Ненасичені ПАВ сполуки з низькою молекулярною масою, що містять від 2-3 кілець, показують значну токсичність, а інші – несприятливий ефект на деякі організми, але не є канцерогенними; ПАВ з більш високою молекулярною масою, що містять від 4 до 7 кілець, менш токсичні.
Фенантрен	Міститься у вугіллі. Токсична та канцерогенна речовина.
Антрацен	Токсин. При вдиханні пилу або пари відбувається набряк повік, подразнення слизових оболонок горла, носа, знижується маса тіла, викликає фіброзні захворювання.
Флюорантрен	Токсин.

Пірен	Токсин.
Бензоантрацен	Токсин з імовірною канцерогенною дією. Пошкоджує ДНК і викликає мутації генів.
Бензофлюороантрени	Токсини.
Бенз(а)пірен	Токсин, активний канцероген. Бенз(а)пірен є сильним канцерогеном, зокрема, викликає лейкемію, вроджені каліцтва. Має мутагенну дію.
Дибензопірен	Токсин.
Стронцій	Викликає остеопенію, осифікацію хряща.
Алюміній	Надмірні кількості в кровотоці можуть привести до неврологічних порушень аж до фатальних. Пари можуть бути причиною легеневого фіброзу.
Ванадій	Всмоктується через легені; викликає подразнення дихального тракту, пневмоніт, кон'юнктивіт, анемію.
Хром	Токсин загальної дії.
Манган	Викликає погіршення функції нервової системи: уповільнений час реакції, тремор рук, порушення пам'яті. Викликає втому і прояви гострого бронхіту.
Нікель	Токсин.
Цинк	Токсин. Викликає лихоманку, блювоту, міалгію, головний біль і пневмоніт.
Свинець	Викликає безсоння, головний біль, запаморочення, помірну артеріальну гіпертонію, гіпоальбумінемію, анемію, енцефалопатію та периферичну нейропатію з паралічами. Порушує репродуктивну функцію. Канцероген.
Хлоровані діоксини	Токсини, які накопичуються і довго зберігаються у довкіллі. Викликають ембріональні аномалії або смерть плода. Мають канцерогенні ефекти.

Висновок

Отже, дим, який утворюється під час пожеж, вибухів, займань тощо, при згоранні біомаси рослин (трави, листя з дерев та чагарників, мохів, лишайників, торфовищ, лісових підстилок і хвої) являє собою аерозольно-газову суміш, що містить небезпечні для навколишнього середовища і людини небезпечні токсичні речовини. Горіння біомаси є глобальним джерелом газового й пилового забруднення атмосфери і розглядається як один з визначальних чинників екотоксикологічних ризиків для здоров'я населення. Негативний вплив пожеж від воєнних дій на організм людини буває гострим і відтермінованим. Гостра дія приводить до гіпоксії внаслідок дії оксидів карбону, посилення витрат кисню з повітря при горінні, подразнення дихальних шляхів, ускладнення дихання. Відтермінований вплив обумовлений токсичними, мутагенними та канцерогенними ефектами.

Токсичний вплив пожеж на життєдіяльність та здоров'я населення полягає не лише у загрозі для життя, а й несприятливій дії на людські організми важких сполук хімічних речовин, представлених продуктами горіння рослинного біоматеріалу лісів, торфовищ, значних сільськогосподарських угідь, включаючи сівозіни і пасовища. Часто цей вплив відбувається у сукупності з типовим забрудненням атмосферного повітря: викидами промислових підприємств та автотранспорту. Особливістю подібного поєднання є складні синергетичні дії хімічних сполук та високої температури повітря при суттєвій відносній тривалості (декади, місяці) надзвичайних екологічних ситуацій.

Література

1. Музика А. Україна у вогні: як впливають масові

лісові пожежі на довкілля // Перший Криворізький, 4 квітня 2023. URL: <https://1kr.ua/ua/news-80275.html>

2. Buts Y. Dynamics of migration capacity of some trace metals in soils in the Kharkiv region under the pyrogenic factor [Text] / Buts Y., Asotskiy V., Krainyuk O., Ponomarenko R. // Journ. Geol. Geograph. Geoecology. 2019. No 28(3). P. 409–416. <https://geology-dnu.dp.ua/index.php/GG/article/view/609>

3. Wilson N. Detecting the effects of logging and wildfire on forest fuel structure using terrestrial laser scanning (TLS) [Text] / Wilson N., Bradstock R., Bedward M. // Forest Ecology and Management. 2021. Vol. 488. id: 119037. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119037>

4. De la Barrera, Francisco. Megafires in Chile 2017: Monitoring multiscale environmental impacts of burned ecosystems [Text] / De la Barrera, Francisco // Science of the total environment, 2018, 637: 1526-1536. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.119>

5. McLauchlan, K. K. Fire as a fundamental ecological process: Research advances and frontiers [Text] / McLauchlan, K. K., Higuera, P. E., Miesel, J., Rogers, B. M., Schweitzer, J., Shuman, J. K., Watts, A. C. // Journal of Ecology, 2020, 108(5), 2047-2069. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13403>

6. García-Llamas, Paula. Environmental drivers of fire severity in extreme fire events that affect Mediterranean pine forest ecosystems [Text] / García-Llamas, Paula. // Forest Ecology and Management, 2019, 433: 24-32. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.051>

7. Bowd, E. J. Direct and indirect disturbance impacts in forests [Text] / Bowd, E. J., Banks, S. C., Bissett, A., May, T. W., Lindenmayer, D. B. // Ecology Letters, 2021. 24(6), 1225-1236. <https://doi.org/10.1111/ele.13741>

8. Harper, A. R. Prescribed fire and its impacts on ecosystem services in the UK [Text] / Harper, A. R., Doerr, S. H., Santin, C., Froyd, C. A., Sinnadurai, P. // Science of the Total Environment, 2018 624, 691-703. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.161>

9. Чорногор Л.Ф. Екологічні наслідки великомасштабних лісових пожеж в Україні навесні – влітку – восени 2020 р. [Текст] / Чорногор Л.Ф., Некос А.Н., Тітенко Г.В., Чорногор Л.Л. // Вісник Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна серія «Екологія». 2021. № 24. С. 79–90. <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-07>
10. Boer M. M. Unprecedented burn area of Australian mega forest fires [Text] / Boer M. M., Resco de Dios V., Bradstock R.A. // *Nature Climate Change*. 2020. Vol. 10. Pp. 171–172. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0716-1>
11. Buts Y.V. Features of geochemical migration of chemical elements after technogenic loading of pyrogenic nature [Text] / Buts Y.V. // *Journal of Engineering Sciences*, Volume 4, Issue 2 (2017), pp. A 1–A 2 <http://jes.sumdu.edu.ua>
12. Buts Y., Krainiuk O. Technogenic and ecological aspects of pyrogenic influence on the environment [Text] / Buts Y., Krainiuk O. // *International security studios: managerial, economic, technical, legal, environmental, informative and psychological aspects. International collective monograph. Georgian Aviation University. Tbilisi, Georgia* 2023. – P. 238-259. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7825520>
13. Sannigrahi, S. Examining the effects of forest fire on terrestrial carbon emission and ecosystem production in India using remote sensing approaches [Text] / Sannigrahi, S., Pilla, F., Basu, B., Basu, A. S., Sarkar, K., Chakraborti, S., Roy, P. S. // *Science of the Total Environment*, 2020. 725, 138331. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138331>
14. Collins L. The 2019/2020 mega-fires exposed Australian ecosystems to an unprecedented extent of high-severity fire [Text] / Collins, L., Bradstock, R. A., Clarke, H., Clarke, M. F., Nolan, R. H., Penman, T. D. // *Environmental Research Letters*, 2021. 16(4)044029. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abeb9e>
15. Certini, G. The impact of fire on soil-dwelling biota: A review [Text] / Certini, G., Moya, D., Lucas-Borja, M. E., Mastrolonardo, G. // *Forest Ecology and Management*, 2021. 488, 118989. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118989>
16. Kunzli N. Public health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment [Text] / Kunzli N. // *Lancet*. 2000. Vol. 356. P. 795–801
17. Khabarov N. Forest fires and adaptation options in Europe [Text] / Khabarov N., Krasovskii A., Obersteiner M., Swart R., Dosio A., San-Miguel-Ayanz J., Durrant T., Camia A., Migliavacca M. // *Regional Environmental Change*. 2016. Vol. 16. Pp. 21–30. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0621-0>
18. Silva S. Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. *Forest Ecology and Management* [Text] / Silva S., Fearnside P., Graça P., Brown I., Alencar A., Melo A. // 2018. Vol. 424. P. 312–322. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.041>
19. Pereira, P. Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of The Total Environment* / Pereira, P., Bašić, F., Bogunovic, I., Barcelo, D. // 2022. 837, 155865. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865>

References

1. Musyka A. (2023) Ukraine is on fire: how massive forest fires affect the environment // First Kryvorizky, 4.04.2023. URL: <https://1kr.ua/ua/news-80275.html> (In Ukrainian).
2. Buts Y., Asotskyi V., Krainyuk O., Ponomarenko R. (2019) Dynamics of migration capacity of some trace metals

- in soils in the Kharkiv region under the pyrogenic factor. *Journ. Geol. Geograph. Geocology*. No 28(3). P. 409–416. DOI: <https://doi.org/10.15421/111938>
3. Wilson N., Bradstock R., Bedward M. (2021) Detecting the effects of logging and wildfire on forest fuel structure using terrestrial laser scanning (TLS). *Forest Ecology and Management*. Vol. 488. id: 119037. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119037>
4. De la Barrera, Francisco. (2018) Megafires in Chile 2017: Monitoring multiscale environmental impacts of burned ecosystems. *Science of the total environment*, 637: 1526-1536. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.05.119>
5. McLauchlan, K. K., Higuera, P. E., Miesel, J., Rogers, B. M., Schweitzer, J., Shuman, J. K., Watts, A. C. (2020). Fire as a fundamental ecological process: Research advances and frontiers. *Journal of Ecology*, 108(5), 2047-2069. DOI: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13403>
6. García-Llamas, Paula. (2019) Environmental drivers of fire severity in extreme fire events that affect Mediterranean pine forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 2019, 433: 24-32. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.051>
7. Bowd, E. J., Banks, S. C., Bissett, A., May, T. W., Lindenmayer, D. B. (2021). Direct and indirect disturbance impacts in forests. *Ecology Letters*, 24(6), 1225-1236. DOI: <https://doi.org/10.1111/ele.13741>
8. Harper, A. R., Doerr, S. H., Santin, C., Froyd, C. A., Sinnadurai, P. (2018). Prescribed fire and its impacts on ecosystem services in the UK. *Science of the Total Environment*, 624, 691-703. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.161>
9. Chornohor L.F., Nekos A.N., Titenko H.V., Chornohor L.L. (2021) Ecological consequences of large-scale forest fires in Ukraine in the spring - summer - autumn of 2020. Bulletin of the Kharkiv National University named after V. N. Karazin, series "Ecology". № 24. С. 79–90. DOI: <https://doi.org/10.26565/1992-4259-2021-24-07> (In Ukrainian).
10. Boer M. M., Resco de Dios V., Bradstock R.A. (2020) Unprecedented burn area of Australian mega forest fires. *Nature Climate Change*. Vol. 10. Pp. 171–172. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0716-1>
11. Buts Y.V. (2017) Features of geochemical migration of chemical elements after technogenic loading of pyrogenic nature. *Journal of Engineering Sciences*, Volume 4, Issue 2, pp. A 1–A 2 <http://jes.sumdu.edu.ua> Volume 4, Issue 1 (2017)
12. Buts Y., Krainiuk O. (2023) Technogenic and ecological aspects of pyrogenic influence on the environment. *International security studios: managerial, economic, technical, legal, environmental, informative and psychological aspects. International collective monograph. Georgian Aviation University. Tbilisi, Georgia*. P. 238-259 1438 p. DOI [10.5281/zenodo.7825520](https://doi.org/10.5281/zenodo.7825520) <http://www.iesfukr.org/repository>
13. Sannigrahi, S., Pilla, F., Basu, B., Basu, A. S., Sarkar, K., Chakraborti, S., Roy, P. S. (2020). Examining the effects of forest fire on terrestrial carbon emission and ecosystem production in India using remote sensing approaches. *Science of the Total Environment*, 725, 138331. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138331>
14. Collins, L., Bradstock, R. A., Clarke, H., Clarke, M. F., Nolan, R. H., & Penman, T. D. (2021). The 2019/2020 mega-fires exposed Australian ecosystems to an unprecedented extent of high-severity fire. *Environmental Research Letters*, 16(4), 044029. DOI [10.1088/1748-9326/abeb9e](https://doi.org/10.1088/1748-9326/abeb9e)
15. Certini, G., Moya, D., Lucas-Borja, M. E., Mastrolonardo, G. (2021). The impact of fire on soil-dwelling biota: A review. *Forest Ecology and Management*, 488, 118989. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118989>

16. Kunzli N. (2020) Public health impact of out door and traffic-related air pollution: a European assessment. *Lancet*. Vol. 356. P. 795–801
17. Khabarov N., Krasovskii A., Obersteiner M., Swart R., Dosio A., San-Miguel-Ayanz J., Durrant T., Camia A., Migliavacca M. (2016) Forest fires and adaptation options in Europe. *Regional Environmental Change*. Vol. 16. Pp. 21–30. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0621-0>
18. Silva S., Fearnside P., Graça P., Brown I., Alencar A., Melo A. (2018) Dynamics of forest fires in the southwestern Amazon. *Forest Ecology and Management*. Vol. 424. Pp. 312–322. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.041>
19. Pereira, P., Bašić, F., Bogunovic, I., Barcelo, D. (2022). Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of The Total Environment*, 837, 155865. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865>.

Рецензент: Професор кафедри здорового способу життя, технологій та безпеки життєдіяльності Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця, д.т.н., проф. Ф.В. Новіков

Автор: БУЦ Юрій Васильович
доктор технічних наук, професор
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail – butsyura@ukr.net
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0450-2617>

Автор: КРАЙНЮК Олена Володимирівна
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
E-mail – alenuvarova@ukr.net
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9524-040X>

Автор: СЕНЧИХІН Юрій Миколайович
кандидат технічних наук, професор
Національний університет цивільного захисту України
E-mail – syn_112@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5983-2747>

Автор: БАРБАШИН Віталій Валерійович
кандидат технічних наук, доцент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
E-mail – barbachyn@ukr.net
ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3262-8305>

Автор: ТРИШИНА Олена Олексіївна
Харківський лицей № 163 Харківської міської ради
E-mail – elena.trishyna78@gmail.com
ID ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1181-194X>

INFLUENCE OF DANGEROUS TOXIC FACTORS ON FIRE OF MILITARY ACTIONS ON ECOSYSTEMS AND LIFE ACTIVITIES OF THE POPULATION

Yu. Buts¹, O. Krainiuk¹, I., Senchykhin², V. Barbashyn³, O. Trishyna⁴

¹Kharkiv National Automobile and Highway University, Ukraine

²National University of Civil Defence of Ukraine, Ukraine

³O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

⁴Communal institution Kharkiv Lyceum № 163 of the Kharkiv City Council, Ukraine

It has been analyzed that natural fires are the most powerful factor of environmental pollution. The ecological consequences of natural fires consist primarily in atmospheric air pollution with carbon monoxide and products of combustion of combustible materials, combustion of oxygen. Plant burning processes also make a significant contribution to planetary environmental changes - climate warming, ozone depletion, acid rain, chemical and radioactive pollution of the atmosphere, water and soil. With natural fires, soot particles enter the air, that is, carbon and products of incomplete combustion of wood.

Smoke, which is formed during fires, explosions, ignitions, etc., during the combustion of plant biomass (grasses, leaves from trees and shrubs, mosses, lichens, peatlands, forest litter and needles) is an aerosol-gas mixture containing hazardous substances for the environment and human dangerous toxic substances. Biomass burning is a global source of gas and dust pollution of the atmosphere and is considered as one of the determining factors of ecotoxicological risks for public health. The negative impact of fires from military actions on the human body is acute and delayed. Acute action leads to hypoxia due to the effect of carbon oxides, increased consumption of oxygen from the air during combustion, irritation of the respiratory tract, difficulty breathing. Delayed exposure is due to toxic, mutagenic and carcinogenic effects.

The toxic effect of fires on the life and health of the population is not only a threat to life, but also an adverse effect on human organisms of heavy compounds of chemical substances represented by the combustion products of plant biomass of forests, peatlands, large agricultural lands, including crop rotations and pastures. Often, this impact occurs in combination with typical atmospheric air pollution: emissions from industrial enterprises and motor vehicles. The peculiarity of such a combination is the complex synergistic effects of chemical compounds and high air temperature with significant relative duration (decades, months) of emergency environmental situations.

Key words: toxic factors, fires, ecosystem, human activity

ЗМІСТ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Григоренко Н.А., Ларіонов Н.М., Бредіхін В.М.</i> Дослідження процесу трансляції візуального мистецтва в музику та створення колекцій для людей з вадами зору	2
<i>Кандиба В.В., Кушнір О.І., Бредіхін В.М., Хорошилова І.О.</i> Дослідження інструментів та алгоритмів машинного навчання для розпізнавання та оцифровки товарних чеків	7
<i>Федорчук А.Л., Усата О.Ю., Наконечна О.А.</i> Web-дизайн та web-програмування у сучасному Інтернет-світі	12
<i>Чаговець Л.О., Чаговець В.В.</i> Цифровізація як чинник соціально-економічного розвитку та економічної безпеки держави	21
<i>Литвинов А.Л.</i> Імовірнісний аналіз багатоканальних шинних арбітрів інтерфейсів обчислювальних мереж	27

ЕЛЕКТРИЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

<i>Єсаулов С.М., Хворост М.В., Бабічева О.Ф., Найдъонов М.О.</i> Застосування нечіткої логіки в системі керування електромеханічним обладнанням	33
---	----

АРХІТЕКТУРА ТА БУДІВНИЦТВО

<i>Вотінов М.А., Смірнова О.В.</i> Архітектурне проектування та види візуалізації інноваційних архітектурних об'єктів	43
<i>Діденко К.В., Гелла О.І.</i> Житлові комплекси за Держпромом у структурі столичного адміністративного центру Харкова 1920–1930-х рр.	51
<i>Локтіонова О.С.</i> До питання визначення поняття «архітектурний ландшафт міста»	61
<i>Терлецька Х.М.</i> Класифікація пам'яток архітектури територіальних громад Прикарпаття	67
<i>Шаталюк Ю.В., Шаталюк Д.А.</i> Тенденції розвитку інструментів віртуальної реальності у світовій практиці проектування	73
<i>В'яткін К.І., Колодезний А.В.</i> Формування факторів впливу на розвиток агломерацій у системі територіального планування: світовий досвід	79
<i>Фірсов П.М., Золотов С.М., Надточій С.О.</i> Аналіз тріщиноутворення та деформативності згинальних бетонних конструкцій армованих композитною арматурою	84
<i>Кондратюк І.В.</i> Методи і моделі оцінки рівня використання нерухомості на регіональному рівні	92
<i>Мамонов К.А., В'яткін Р.С., Фролов В.О.</i> Моніторинг використання земель регіонів: геоінформаційні аспекти	98
<i>Мамонов К.А., Канівець О.М., Доброходова О.В., Штерндок Е.С.</i> Моніторинг використання земель на регіональному рівні: теоретичні положення та особливості реалізації	103
<i>Метешкін К.О., Пілічева М.О., Маслій Л.О.</i> Комплексна проблема розширення можливостей кадастрових систем і шляхи її вирішення	110
<i>Нелін Є.О., Касьянов В.В., Штерндок Е.С.</i> Дослідження напрямів моніторингу використання об'єктів нерухомості населених пунктів	118

<i>Нестеренко С.Г., Радзінська Ю.Б., Мироненко М.Л., Афанасьєв О.В.</i> Вплив містобудівних обмежень на використання об'єктів підземної нерухомості	123
<i>Галкіна О.П., Куницький С.О., Іванчук Н.І., Ткачов В.О., Куницький М.О.</i> Аналіз методів оцінки впливу коксохімічного заводу на навколишнє середовище	130
<i>Шевченко А.О., Мясоедов О.Ю., Шевченко Т.О.</i> Розробка технології обробки дигестату стічних вод харчової промисловості	137

ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА

<i>Абрамов Ю.О., Коломієць В.С., Собина В.О.</i> Моделі руху вогнегасної речовини в повітряному просторі	143
<i>Абрамов Ю.О., Кривцова В.І., Михайлюк А.О.</i> Інформаційні можливості перехідної функції газогенератора системи зберігання та подачі водню для оцінки його рівня пожежонебезпеки	148
<i>Доценко О.Г.</i> Методика експериментальних досліджень евакуації змішаних потоків людей різних груп мобільності	154
<i>Попов О.О., Корнієнко Р.В., Білоусов А.В.</i> Математичні засоби визначення достатності функціональної спроможності пожежних підрозділів на локальній території	160
<i>Трошкін С.Е.</i> Проведення натурального вогневого випробування у вертикальному кабельному тунелі атомної електростанції	168
<i>Федченко С.М.</i> Дослідження зниження міцності бетону залізобетонного ригеля в умовах вогневих випробувань	176
<i>Азаренко О.В., Гончаренко Ю.Ю., Дівізінюк М.М., Шевченко Р.І., Шевченко О.С.</i> Методи оцінки терористичних загроз стосовно стратегічних об'єктів держави	187
<i>Буц Ю.В., Крайнюк О.В., Сенчихін Ю.М., Барбашин В.В., Трішина О.О.</i> Вплив небезпечних токсичних факторів пожеж при військових діях на екосистеми і життєдіяльність населення	196
<i>Данова К.В., Малишева В.В., Колибельнікова Л.С., Логвінков С.М.</i> Цикл PDCA в контексті зниження психоемоційного напруження на робочому місці	202
<i>Крайнюк О.В., Буц Ю.В., Барбашин В.В., Яцюк М.В.</i> Використання штучного інтелекту для управління безпекою праці	207
<i>Протасенко О.Ф., Івашура А.А.</i> Екологічність робочого місця	214
<i>Серіков Я.О., Серікова К.С., Бабіщук К.О., Синельнікова Н.Р.</i> Дослідження стану охорони праці в зарубіжних країнах з метою імплементації досягнень в Україні	221

ТРАНСПОРТ

<i>Гальона І.І., Ігнатенко О.С., Харченко О.І.</i> Роль технологій у покращенні транспортної безпеки: системи безпеки автомобілів та інфраструктури	226
<i>Калініченко О.П., Павленко О.В.</i> Методика визначення раціональної технології переміщення вантажів на складі	231
<i>Кузьменко О.Ю., Кузьменко В.С., Безуглова І.В.</i> Основні напрямки розвитку морських вантажоперевезень в Україні: формування нових логістичних вузлів	237
<i>Павленко О.В., Калініченко О.П.</i> Методика визначення ефективного варіанта технології роботи складу при використанні високоманеврених та енергоефективних багатовісних автомобілів	244

CONTENTS

INFORMATION TECHNOLOGY

<i>Hryhorenko N., Larionov N., Bredikhin V.</i> Research of the process of visual art transmission in music and the creation of collections for people with visual impairments	2
<i>Kandyba V., Kushnir O., Bredikhin V., Khoroshylova I.</i> Study of machine learning tools and algorithms for recognition and digitalisation of sales receipts	7
<i>Fedorchuk A., Usata O., Nakonechna O.</i> Web design and web programming in the modern Internet world	12
<i>Chahovets L., Chahovets V.</i> Digitalisation as a factor of socioeconomic development and economic security of the state	21
<i>Litvinov A.</i> Probabilistic analysis of multichannel bus arbitrators of computer network interfaces	27

ELECTRICAL ENGINEERING

<i>Yesaulov S., Khvorost M., Babicheva O., Naidonov M.</i> Application of fuzzy logic in the control system of electromechanical equipment	33
--	----

THE DESIGN AND ARCHITECTURE

<i>Votinov M., Smirnova O.</i> Architectural design and types of visualisation of innovative architectural objects	43
<i>Didenko K., Gella O.</i> Residential complexes built behind the State Industry Building in the structure of the capital's administrative centre of Kharkiv in the 1920s and 1930s	51
<i>Loktionova O.</i> On the question of defining the concept of 'architectural landscape of the city'	61
<i>Terletska K.</i> Classification of architectural monuments of territorial communities of the Carpathian region	67
<i>Shataliuk Yu., Shataliuk D.</i> Trends in the development of virtual reality tools in the global design practice	73
<i>Viatkin K., Kolodeznyi A.</i> Formation of factors influencing the development of agglomerations in the territorial planning system: world experience	79
<i>Firsov P., Zolotov S., Nadtochii S.</i> Analysis of crack formation and deformability of bent concrete structures reinforced with composite reinforcement	84
<i>Kondratiuk I.</i> Methods and models for evaluating the level of real estate use at the regional level	92
<i>Mamonov K., Viatkin R., Frolov V.</i> Land use monitoring of the regions: geoinformation aspects	98
<i>Mamonov K., Kanivets O., Dobrokhodova O., Shterndok E.</i> Monitoring of land use at the regional level: theoretical provisions and features of implementation	103
<i>Meteshkin K., Pilicheva M., Maslii L.</i> The complex problem of expanding the capabilities of cadastral systems and ways to solve it	110
<i>Nelin Ye., Kasianov V., Shterndok E.</i> Research on the directions of monitoring the use of real estate in settlements	118
<i>Nesterenko S., Radzinska Yu., Myronenko M., Afanasiev O.</i> Impact of urban planning restrictions on the use of underground real estate	123

<i>Galkina O., Kunytskyi S., Ivanchuk N., Tkachov V., Kunytskyi M.</i> Analysis of methods for assessing the impact of a coke plant on the environment	130
<i>Shevchenko A., Miasoiedov O., Shevchenko T.</i> Development of technology for treatment of wastewater digestat from the food industry	137

CIVIL SECURITY

<i>Abramov Yu., Kolomiets V., Sobynta V.</i> Models of extinguishing agent movement in air space	143
<i>Abramov Yu., Kryvtsova V., Mykhailiuk A.</i> Information capabilities of the transition function of the hydrogen storage and supply system gas generator to assess its fire hazard level	148
<i>Dotsenko O.</i> Method of experimental research of evacuation of mixed flows of people of different mobility groups	154
<i>Popov O., Korniienko R., Bilousov A.</i> Mathematical means of determining the sufficiency of the functional capacity of fire departments in the local area	160
<i>Troshkin S.</i> Conducting a natural fire test in the vertical cable tunnel of a nuclear power plant	168
<i>Fedchenko S.</i> Study of strength reduction of reinforced concrete beam under fire tests	176
<i>Azarenko O., Honcharenko Yu., Diviziniuk M., Shevchenko R., Shevchenko O.</i> Methods of assessing terrorist threats to strategic facilities of the state	187
<i>Buts Yu., Krainiuk O., Senchykhin Yu., Barbashyn V., Trishyna O.</i> Impact of hazardous toxic factors of fires during military actions	196
<i>Danova K., Malysheva V., Kolybelnikova L., Lohvinkov S.</i> The PDCA cycle in the context of reducing psycho-emotional tension in the workplace	202
<i>Krainiuk O., Buts Yu., Barbashyn V., Yatsiuk M.</i> Use of artificial intelligence for work safety management	207
<i>Protasenko O., Ivashura A.</i> Workplace eco-friendliness	214
<i>Sierikov Ya., Sierikova K., Babishchuk K., Synelnikova N.</i> Study of the state of labour protection in foreign countries with the purpose of implementing achievements in Ukraine	221

TRANSPORT

<i>Halona I., Ihnatenko O., Kharchenko O.</i> The role of technology in improving transport safety: vehicle and infrastructure safety systems	226
<i>Kalinichenko O., Pavlenko O.</i> Methodology for determining the rational technology for moving goods in the warehouse	231
<i>Kuzmenko O., Kuzmenko V., Bezuhlova I.</i> Main directions of sea freight development in Ukraine: formation of new logistics hubs	237
<i>Pavlenko O., Kalinichenko O.</i> Methodology for determining an effective variant of warehouse operation technology when using highly manoeuvrable and energy-efficient multi-axle vehicles	244