

# НАЙБІЛЬША КАТАСТРОФА НА ВІЙСЬКОВОМУ АРСЕНАЛІ В УКРАЇНІ



**Леонід Черногор**  
доктор фіз.мат. наук,  
професор  
радіофізичного факультету  
Харківського національного  
університету ім. В.Н. Каразіна,  
м. Харків

## Вступ

*“Збереження й надалі в незадовільних умовах старіючих боєприпасів масою близько 2,5 Мт на 184 складах становить значну загрозу для населення України.”*

Такими словами закінчувалася стаття автора “Вибухи боєприпасів на військових складах — джерело екологічних катастроф в Україні”, опублікована 13 років тому в київському науковому журналі “Екологія і ресурси” (2004, №10. С. 55—76). Цій статті передувала низка публікацій автора в академічних журналах України і Росії, в яких детально аналізувалися фізичні ефекти та екологічні наслідки вибухів на військових складах у м. Артемівську (тепер м. Бахмут) і біля с. Новобогданівки (поблизу м. Мелітополь). Це були 2003 і 2004 роки. Дещо пізніше автор посилив формулювання, замінивши слова “значну загрозу для населення України” словами “загрозу для національної безпеки країни”. Але й це не подіяло на чиновників із РНБО, Міністерства оборони, Міністерства надзвичайних ситуацій України. Пройшло зовсім небагато часу і в 2005 і в 2006 роках вибухи в Новобогданівці знову повторилися, правда, їхній масштаб не можна було порівняти з масштабом катастрофи 2004 р., коли енерговиділення досягло майже двох “хіросім”. “Хіросімами” вимірюється енерговиділення, еквівалентне енерговиділенню бомби, яку було скинуто на місто Хіросіма в 1945 р. (близько 12 кт тринітротолуолу (ТНТ)).

Чергова катастрофа в Україні сталася у 2008 р. на військовій базі, яка розташовувалася на околиці міста Лозова. Це місто за чисельністю населення посідає друге місце в області (після Харкова). І хтось додумався зберігати тут боєприпаси з енерговиділенням, яке дорівнює приблизно чотирьом “хіросімам” (табл. 1). Автор знову оперативно промоделивав фізичні ефекти та екологічні наслідки катастрофи в Лозовій, оцінив економічні й соціальні наслідки, а також опублікував результати досліджень у книзі “Космос. Земля. Человек” (2010 р.) і в монографії “Фізика и экология катастроф” (2012 р.). Автор сподівався, що тепер його вже почують, і будуть ужиті заходи для недопущення подібних катастроф на решті приблизно 180-и військових складах і базах, де, як і раніше, зберігалася близько 2 Мт боєприпасів з енергомісткістю близько 100 “хіросім”.

У вказаних роботах були закладені основи нового напрямку в науці — воєнної та військової геоєкології, розроблено комплексний підхід до аналізу фізичних ефектів і можливих екологічних наслідків, який дозволяє прогнозувати масштаб катастрофи на будь-якій військовій базі чи складі боєприпасів. Було переконливо продемонстровано, що в результаті можливих вибухів на базах (складах) під загрозою ураження осколками опиниться до 10 % території України, а при розльоті снарядів реактивних

Таблиця 1. Основні дані про аварійні склади боєприпасів

Основні дані	Місце знаходження				
	Артемівка	Новобогданівка	Лозова	Сватово	Балаклія
Дата пожежі	10.10.2003 — 11.10.2003	06.05.2004 — 15.05.2004	27.08.2008 — 03.09.2008	28.10.2015 — 29.10.2015	23.03.2017 — 29.03.2017
Площа складів, га	100	250	494	~ 100	~ 368
Маса боєприпасів, кт	3,17	91,63	95 — 110	3,5	125 — 175
Маса боєприпасів, які прореагували, кт	1,7	18	85	~ 3	60 — 90
Енергомісткість, ТДж (“хіросім”)	6,7 (~ 0,1)	190 (~ 3,8)	200 (~ 4)	7 (~ 0,14)	~ 250 — 380 (~ 5 — 7)
Енерговиділення, ТДж (“хіросім”)	3,6 (~ 0,06)	19 (~ 1,6)	180 (~ 3,6)	6 (0,12)	~ 120 — 180 (~ 2,4 — 3,6)
Кількість жертв (поранених)	— (2)	5 (4)	— (1)	4 (16)	1 (2)
Кількість насе- лених пунктів у зоні ураження	1	250	4	1	5
Кількість відсе- лених осіб	30		12	5	36

систем залпового вогню — практично вся територія України і навіть територія сусідніх держав. Справа в тому, що радіус розльоту таких снарядів досягає 40—80 км. Теоретично кожен населений пункт України може бути ураженим з декількох військових баз (рис. 1).

Можливої дії ударної хвилі від вибухів більшою чи меншою мірою може зазнати практично кожен мешканець України. Ризик опинитися в зоні тільки первинних пожеж на 180-и військових складах існує для більш ніж на 400 кв. км території України. Площа вторинних пожеж може бути набагато більшою. Маса викидів диму, сажі, чадного газу та інших шкідливих речовин під час пожежі на багато порядків перевищує масу цих речовин над будь-яким з міст України.

Важливо, що енергія вторинних процесів, які пов'язані з послабленням інтенсивності сонячної радіації викинутими в атмосферу аерозолями, в сотні

тисяч разів більше енергії первинних процесів — пожеж і вибухів. На щастя, вторинні процеси, незважаючи на їх колосальну енергетику, не належать до катастрофічних.

Пожежі та вибухи спричиняють збурення всіх геофізичних полів. Найбільше збурюються електричні, сейсмічні та баричні поля. Збурення магнітного поля відносно невеликі, але цілком реєстровані чутливими магнітометрами. Важливо, що зазначені збурення здатні досягти висот у сотні кілометрів, тобто досягти навколосезного космосу (геококосмосу).

### Загальні відомості про балаклійську катастрофу

Арсенал боєприпасів № 65, який належав військовій частині А1352, розташований на відстані приблизно 1 км від околиці міста Балаклія. Він існував



Рис. 1. Так зберігалися боєприпаси на балаклійському арсеналі (фото 2013 р.)



Рис. 2. Пожежа на балаклійському арсеналі боєприпасів

ще з часів царської Росії. Арсенал — найбільший не тільки в Україні, але й в Європі. Його площа становить 368 га. Після виведення радянських військ зі східної Європи сюди, як і на інші військові склади України, звозили боєприпаси. Арсенал виявився перевантаженим відносно до норми приблизно на 50 % (маса боєприпасів — 150 тис. т). Необхідно зауважити, що утилізація боєприпасів на цьому арсеналі проводилася більше десяти років. На момент пожежі на балаклійських складах зберігалася за різними оцінками від 138 до 175 тис. т боєприпасів, причому вибухові речовини становили близько половини цієї маси. Енергомісткість цих речовин була близько 5—7 “хіросім”. У результаті виниклої пожежі й детонації боєприпасів виділилася енергія не менше 2—3 “хіросім” (див. табл. 1).

Боєприпаси арсеналу № 65 частково розміщувалися у підземних сховищах, а частково — на площадках відкритого зберігання у вигляді штабелів. Значна частина цих штабелів не захищена від сонячних променів і атмосферних опадів. Дерев’яна тара, в якій знаходилися боєприпаси, була непридатна для подальшого застосування. Штабелі мали небезпечний кут нахилу. Дерев’яні будівельні конструкції підземних сховищ не були оброблені вогнезахисними розчинами. Потрібно було відремонтувати блискавководводи та повністю оснастити арсенал сучасною автоматичною пожежною сигналізацією.

На складах біля м. Балаклія зберігалися танкові й артилерійські снаряди всіх калібрів (57; 76; 100; 115; 122; 125; 130; 152; 203 мм). Їхня сумарна кількість була близько 5 млн. штук. Крім цих крупних боєприпасів, зберігалися і більш дрібні (запали, шашки, гранати, патрони). Важливо, що значна частина боєприпасів дуже застаріла: одні були вироблені ще до Другої світової війни, інші — в 40—60-і роки минулого сторіччя.

Ситуація погіршувалася іще й тим, що в м. Балаклія мешкає близько 30 тис. осіб і ще більше 1 тис. осіб у навколишніх населених пунктах (Вербівка, Борщівка, Савинці та Яковенкове). Окрім того, на відстані близько 1 км знаходяться залізнична станція Балаклія і нафтобаза, де зберігається близько 3 тис. т нафтопродуктів. Енергомісткість цих запасів становить 2—4 “хіросіми”.

Пожежа на балаклійському арсеналі виникла приблизно в 02.45 за київським часом 23 березня 2017 р. Близько 03.00 вибухи стали масовими, багато мешканців Балаклії подумали, що “почалася війна”, і почали стихійно залишати свої місця проживання. Близько 20 тис. осіб евакуювалися самостійно, в тому числі пішки. І це в 3—4 години ночі (!). Певна частина мешканців міста виїхала на приватному транспорті. З’явилися і “таксисти”, які вимагали від мешканців плату за евакуацію у розмірі 100—150 дол. США. Не пасли задніх і робітники автозаправних станцій — вони також немисливо підняли ціни на пальне.

З найбільшою інтенсивністю канонада лунала в середині дня 23 березня 2017 р. За оцінками автора, енерговиділення досягало 0,5—1 кт ТНТ.

Додамо, що початок катастрофи збігся з моментом максимуму помірної геокосмічної бурі, яка зафіксована на Магнітометричній обсерваторії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Буря тривала від 21 до 23 березня 2017 р.

### Фізичні ефекти вибухів

Вибухи супроводжуються рядом фізичних процесів: генерацією ударної хвилі, руйнуванням і переміщенням речовини, розльотом осколків, спливанням гарячих продуктів вибуху зі всмоктуванням холодного повітря і пилу, утворенням так званого “терміка”, викиданням дрібного пилу і сажі (аерозолів) на великі висоти, генерацією сейсмічних коливань, акустичного й електромагнітного випромінювань, а також квазістатичних електричних і магнітних полів.

Сила ударної хвилі зумовлює чотири зони впливу: 1) зону цілковитого руйнування екосистем (надлишковий тиск не менше 210 кПа), 2) зону цілковитого руйнування споруд (надлишковий тиск не менше 28 кПа), 3) зону часткового руйнування споруд (надлишковий тиск не менше 0,5 кПа) і 4) небезпечну зону (надлишковий тиск не менше 50 Па).

Упродовж балаклійської катастрофи відбувалися як одиночні, так і масові вибухи з енерговиділенням до 0,5—1 кт ТНТ. Про те, що масові вибухи зі вказаним енерговиділенням реально відбувалися, свідчать вибиті шибки в с. Борщівка, яке знаходиться на відстані 5 км від епіцентру вибухів, а також реєстрація

Таблиця 2. Маса аерозолів, хімічних речовин і енергії акустичного випромінювання, викинутих в атмосферу в ході катастрофи біля м. Балаклія (площа міста близько 10 км<sup>2</sup>) і їх порівняння з фоновими значеннями

Речовина (випромінювання)	Інжектвана маса (потужність)	Фонове значення в атмосфері		
		Над Балаклією	Над Україною	У всій атмосфері
Аерозолі (пил)	0,1 — 1 кт	1 — 5 т	60 — 300 кт	50 — 250 Мт
Аерозолі (дим)	1 кт	80 — 200 кг	6 — 7 кт	5,5 Мт
Двоокис вуглецю	35 кт	40 — 50 кт	3,6 Гт	3 Гт
Окис вуглецю	5 кт	7 — 8 т	600 кт	0,5 Гт
Вуглець (сажа)	500 т	10 — 15 кг	600 т	0,5 Гт
Акустичне: — за рахунок вибухів; — за рахунок пожеж	0,2 — 1,4 ГВт 15 МВт	1 — 10 кВт	200 — 600 МВт	150 — 500 ГВт

сили землетрусів, від яких здригалися масивні будівлі. У випадку масових вибухів радіуси відповідних зон сягали значень 0,2; 0,5; 7 і 70 км. Маса зруйнованої вибухом речовини при цьому наближалась до 40 кт, маса пилу — 4 кт, аерозолів — 0,4 кт. Радіус хмари продуктів вибуху досягав 50 м, а швидкість її підйому — 15 м/с. Радіус розльоту снарядів, які детонували, дорівнював 500—1000 м, а осколків — до 5—10 км. Це і враховували при евакуації населення.

Енергія сейсмічних хвиль при масових вибухах із енерговиділенням до 1 кт ТНТ не перевищувала 400 МДж, а магнітуда землетрусу — 2,0—2,5. Тому поштовхи відчувалися лише поблизу місця катастрофи. Напруженість квазістатичного електричного поля збільшилася майже в 10—100 тис. разів порівняно з його незбуреним значенням (близько 100 В/м). У гарячих продуктах вибуху можливо виникали несильні розряди блискавок, які слід очікувати в наелектризованому пилу вже при напрузі близько 1 МВ/м. Збурення магнітного поля були незначними — не більше 1 нТл. Окрім потужних звукових коливань вибухи генерували й інфразвук з частотою від 1 Гц і вище. Як відомо, інфразвукові сигнали вухом не сприймаються, але впливають на психіку людини, посилюючи страх і занепокоєність. Масові вибухи також є джерелом шумового ширококутового (до 1—10 МГц) радіовипромінювання, яке створює імпульсні завади радіоелектронним системам.

Автором виявлено і вивчено ефект масовості вибухів. Він полягає в тому, що ефекти від окремих вибухів не просто накладаються: у ряді випадків відбувається параметричне посилення процесів (наприклад, генерація акустичного й електромагнітного випромінювань на частотах, близьких до частоти повторення вибухів).

### Фізичні ефекти пожеж

Основним матеріалом, який підтримував горіння упродовж 1—2 діб, була дерев'яна тара для боєприпасів. Також горіли й інші матеріали. Питома маса горючих речовин досягала 100 кг/м<sup>2</sup>, а сумарна маса наближалась до 1 кт. Для порівняння зазначимо, що при горінні лісових масивів ця величина на порядок менша. При середній теплотворній здатності горю-

чих матеріалів близько 20 МДж/кг густина потоку тепла становила близько 2 ГДж/м<sup>2</sup>, а швидкість вигорання — 5 г/м<sup>2</sup> с, час активного горіння — декілька годин. При сумарній площі пожежі, яка дорівнює 0,1—1 кв. км, теплова енергія становила 0,2—2 ПДж (2·10<sup>14</sup>—2·10<sup>15</sup> Дж), тобто 4—40 "хіросім". Діаметр вогняного факела досягав 100 м, а його висота — 150—200 м, висота терміка — 1—1,5 км. Факел спостерігався на відстанях до 30 км від місця катастрофи. Потоки тепла зумовлювали вертикальну "тягу", швидкість якої досягала десятків м/с. Це сприяло закиданню аерозолів на висоти в декілька кілометрів.

При пожежах руйнівним фактором є не тільки вогонь, але й теплове випромінювання. Густина його потоку досягала 1—10 кВт/м<sup>2</sup>, а сумарна потужність — 1—10 ГВт. Для порівняння: потужність одного енергоблоку АЕС дорівнює 1 ГВт. Теплове випромінювання може стати причиною вторинних пожеж, які протягом описуваної катастрофи, на щастя, не виникали.

Пожежі супроводжувалися генерацією широко-смугового шумоподібного акустичного випромінювання. Його енергія дорівнювала 2—20 ТДж (2·10<sup>12</sup>—2·10<sup>13</sup> Дж). У спектрі випромінювання спостерігалися переважно складові з періодом близько 50 с. Такі коливання майже без затухання поширюються по горизонталі на глобальні відстані, а по вертикалі — до висот геокосмосу (200—400 км). Відносна амплітуда збурень тиску повітря могла досягати 10—100 %. У геокосмосі над місцем катастрофи утворився своєрідний "купол", який помітним чином вплинув на параметри геокосмічної плазми і на умови поширення радіохвиль різних діапазонів над місцем катастрофи. Прояви цього "купола" чітко реєструвалися нами в Радіофізичній обсерваторії Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна, яка розташована на відстані 40 км від м. Балаклія.

Необхідно окремо звернути увагу на синергетичну (тобто спільну) взаємодію вибухів і пожеж. Зокрема, вибухи спричиняли перемішування повітря, а, отже, інтенсифікували процес горіння. Сильні пожежі, створюючи потужну вертикальну "тягу" (швидкість потоків гарячого повітря досягала 10—15 м/с), сприяли закиданню аерозолів (і, що важливо, — заряджених) на великі висоти.



Рис. 3. Смертельний феєрверк 23 березня 2017 р. на балаклійському арсеналі боєприпасів

### Екологічні наслідки вибухів

Ці наслідки пов'язані, перш за все, з розльотом осколків і боєприпасів, які не вибухнули, на відстані 5—10 км, а також із дією ударної хвилі, яка спричинила часткове руйнування споруд на відстані в декілька кілометрів. Важливо, що багатоповерхові будинки зазнають впливу вже при дуже незначному тиску (близько 50—100 Па), при цьому виникає коливання їхніх стін. Такий тиск виникав при масових вибухах на відстанях у декілька кілометрів. Цілковите руйнування екосистем відбувалося фактично у межах самого арсеналу боєприпасів. Цілковите руйнування будівель також могло відбуватися тільки в межах військових складів. Повністю безпечна зона починалася на відстані більше 10 км від епіцентру.

Вибухи боєприпасів зруйнували десятки кілотонн речовини, привели до утворення декількох кілотонн пилу (аерозолів), які були закинуті на кілометрові висоти, де вони могли існувати упродовж багатьох днів. Закинуті аерозолі помітно змінили тепловий і динамічний режими в системі “підстелена поверхня — нижні шари атмосфери”. Суть у тому, що частинки з розміром 0,1—1 мкм ефективно розсіюють сонячне випромінювання, в результаті чого земна поверхня не отримує у повній мірі сонячну енергію (вона перерозподіляється в атмосфері). Так виникали вторинні процеси. Важливо, що їх енергетика в 10—100 тис. разів перевищувала енергетику вибухів і пожеж.

Розкидані боєприпаси й осколки будуть збиратися протягом багатьох тижнів і навіть місяців. Про це свідчить досвід подібних катастроф у Новобогданівці та в Лозовій.

### Екологічні наслідки пожеж

У процесі горіння в атмосферу було викинуто близько 1 кт диму, близько 35 кт вуглекислого газу, близько 5 кт чадного газу, близько 500 т сажі (табл. 2). Ці значення багаторазово перевищували значення цих же параметрів в атмосфері над Балаклією (крім вуглекислоти). Такі викиди серйозно погіршили екологічну обстановку в районі катастрофи. Найбільші екологічні наслідки пов'язані з викидами диму і сажі, які спричинили відповідно розсіяння і погли-

нання сонячної радіації. Цей ефект, як і при вибухах, був тригерним, тобто енергія вторинних процесів на декілька порядків перевищувала енергію самої пожежі.

Значну роль відіграло акустичне випромінювання, яке поширювалося до висот геокосмосу, помітно змінивши параметри середовища на відповідних висотах. Це певним чином вплинуло на енергетику і динамічні процеси в геокосмічному середовищі.

### Економічні наслідки

У результаті катастроф на військових базах і складах Україна зазнає величезних економічних збитків: до 100 млн. грн за втрату однієї кілотонни боєприпасів і близько 20 млн. грн, які витрачаються на ліквідацію наслідків. Так, у результаті катастрофи на арсеналі боєприпасів у місті Балаклія перші збитки становили близько 8 млрд. грн, другі — не менше 1,5—2 млрд. грн, тобто в сумі не менше 9—10 млрд. грн. Тоді як для відновлення заходів безпеки на всіх складах необхідно витрати 2—3 млрд. грн. Правду кажучи, скупий платить не двічі, а в 10—100 разів більше. Додамо, що швидкість утилізації боєприпасів на балаклійському арсеналі становить близько 0,5 тис. тонн за рік, а по всій Україні не більше 40—50 тис. тонн за рік. При таких темпах утилізація боєприпасів в Україні буде продовжуватися ще 40—50 років. Невже всі ці роки населення України буде наражатися на ризики, пов'язані зі зберіганням у незадовільних умовах старіючих боєприпасів?

### Соціально-політичні наслідки

Будь-яка катастрофа на військових базах і складах має не тільки екологічні й економічні наслідки, але й соціальні, морально-етичні та інші.

Як уже зазначалося, самозванці “таксисти” вимагали абсолютно неймовірну плату за евакуацію з місця катастрофи. Не відставали від них і працівники АЗС. Для порівняння: під час аварії на атомній електростанції “Фукусіма” в Японії підприємці безплатно надавали їжу і воду тисячам і тисячам своїх співгромадян, а таксисти безплатно доставляли потерпілих у пункт призначення. Заради справедливості необхідно



**Рис. 4.** Цей гриб висотою близько 300 м свідчить про інтенсивність пожежі

сказати, що і в Балаклії знайшлися окремі волонтери, які задарма годували евакуйованих.

А як проявили себе чиновники різних рівнів? Державна служба України з надзвичайних ситуацій (ДСНС України) відреагувала досить оперативно. Рятувальники прибули на місце катастрофи, проте щось зробити ця служба не могла, оскільки пожежі на військових об'єктах вона не гасить. Довелося чекати, поки вибухи скінчаться. А вони продовжувалися, принаймні, ще 24 і 25 березня 2017 р., хоча вже не так часто. На місце катастрофи прибуло 500 рятувальників і 150 одиниць техніки. Міністерство оборони направило в район катастрофи протипожежну бронетехніку. До залізничної станції «Шебелинка» підігнали два пожежних поїзда.

Місцева влада створила 24 евакопункти і евакуювала з міста близько 10 тис. населення. Як зазначалось, 20 тис. осіб залишили місто самостійно, у тому числі пішки. І це практично посеред ночі. Евакуйованим надали місце для відпочинку і сну. Їх також намагалися забезпечити харчуванням. Завдяки вжитим заходам число постраждалих було мінімальним. Від вибуху загинула одна жінка, ще двоє людей звернулися за медичною допомогою.

### Висновки

1. Пожежі і вибухи боеприпасів на військових складах України продовжуються, убиваючи і травмуючи мешканців нашої країни, руйнуючи і пошкоджуючи їх житло, підриваючи і без того слабку економіку.

### Література

1. **Черногор Л.Ф.** Физические процессы в околоземной среде, сопровождавшие военные действия в Ираке (март — апрель 2003 г.). *Космична наука і технологія*. 2003. Т. 9, № 2/3. С.13—33.
2. **Черногор Л.Ф.** Геофизические эффекты и геоэкологические последствия массовых химических взрывов на военных складах в г. Артемовске. *Геофизический журнал*. 2004. № 4.
3. **Черногор Л.Ф.** Геофизические эффекты и экологические последствия пожара и взрывов на военной базе вблизи г. Мелитополь. *Геофизический журнал*. 2004. Т. 26, № 6. С. 61—73.
4. **Черногор Л.Ф.** Экологические последствия массовых



**Рис. 5.** Так виглядав арсенал після катастрофи

2. Катастрофа на військових складах боеприпасів в Україні — черговий серйозний удар по репутації та боездатності нашої країни.

3. Щоб запобігти новим катастрофам на військових складах, потрібно здійснити термінові і кардинальні заходи. Населення України не може чекати ще 40—50 років, коли, з огляду на сучасні темпи, будуть утилізовані старіючі боеприпаси масою близько 2 Мт.

Підтвердженням слів автора, наведених на початку статті, свідчать події, які відбулися 22—23 вересня 2017 року поблизу м. Маріуполь і 26—27 вересня 2017 року поблизу м. Вінниця. Знову й знову виникали масові вибухи та масштабні пожежі на військових складах, знову страждали тисячі й тисячі місцевих мешканців. Так, наприклад, на складі № 48, що розташований в 0,5 км від с. Калинівка (за 23 км від м. Вінниця), зберігалися 83 кт боеприпасів. Канада розпочалася вночі з 26 на 27 вересня 2017 року. Більше 30 тисяч мешканців у цілковитій темряві в основному самостійно вимушені були евакуюватися. Розліт снарядів призвів до вторинних пожеж, руйнувань будівель у навколишніх селах.

Системність проблеми для України, на яку впродовж багатьох років неодноразово вказував автор, підтвердилася. Велике горе для десятків тисяч мешканців, величезні економічні втрати...

Доки все це буде продовжуватися?

Хто понесе відповідальність?

Ці питання зовсім нериторичні. ■

химических взрывов при техногенной катастрофе. *Геоэкология*. 2006. № 6. С. 522—535.

5. **Черногор Л.Ф.** Геоэкологические последствия взрыва склада боеприпасов. *Геоэкология*. 2008. № 4. С. 359—369.

6. **Черногор Л.Ф.** Взрывы боеприпасов на военных базах — источник экологических катастроф в Украине. *Екологія і ресурси*. 2004. № 10. С. 55—67.

7. **Черногор Л.Ф.** Земля — атмосфера — ионосфера — магнитосферы как открытая динамическая нелинейная система. 2. *Нелинейный мир*. 2007. Т. 5, № 4. С. 198—231.

8. **Черногор Л.Ф.** О нелинейности в природе и науке: Монография. — Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2008. 528 с.

9. **Черногор Л.Ф.** Физика и экология катастроф: Монография. — Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2012. 556 с.