

УДК 504.61:504.7

С.Л. Борисюк

Міністерство оборони України, Київ

## ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ КОМПЛЕКСНОГО МОНІТОРИНГУ ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ТА РОЗРОБКА МЕТОДИКИ РАНЖУВАННЯ ЗАГРОЗ ВІД ГЛОБАЛЬНИХ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ЗА ЇХ ПРІОРИТЕТНІСТЮ

*Досліджено основні принципи організації і здійснення моніторингу глобальних кліматичних змін (ГКЗ), а також його місцем в системі екологічної безпеки ЗС України.*

**Ключові слова:** моніторинг, глобальні кліматичні зміни, безпека, методика ранжування.

### Вступ

**Аналіз літератури.** За результатами досліджень [4, 5 – 11] стало відомо, що за останні сто років середньорічна температура збільшилася на (0,3 – 0,6)°C. Однак, дотепер немає єдиної точки зору в тому, що саме викликало це явище.

Ознакою настання періоду глобального потепління, зокрема, є танення снігу і льоду в Арктиці з постійно зростаючими темпами. Арктичний морський лід за період з 1978 по 1996 роки втратив 6% своєї площі, а в Антарктиді основні втрати несуть прибережні льодовики, що перетворюються у воду. Гренландія – найбільше після Антарктиди скупчення льоду на Землі (8% льодового покриву) – починаючи з 1993 року, щорічно стає тоншим на метр. Спостерігається і танення льодових шапок гір. Має місце і танення вічної мерзлоти на великих площах, що порушує стабільність міських і промислових інфраструктур, викликаючи негативні наслідки в навколишньому середовищі.

Проведені вченими різних країн світу за допомогою кліматичних моделей дослідження дозволяють будувати прогнози змін клімату на тривалий, аж до кінця ХХІ століття, термін, розглядаючи при цьому різні сценарії природних і антропогенних впливів на кліматичну систему й оцінюючи як передбачувану реакцію на ці впливи змін у ній.

Наслідки швидкої мінливості кліматичних умов проявляються в рості повторюваності небезпечних гідрометеорологічних явищ (паводки і повені, сніжні лавини і селі, урагани і шквали й інші явища) і в збільшенні несприятливих різких змін погоди, що призводять до величезного соціально-економічного збитку, безпосередньо впливають на ефективність діяльності таких життєво важливих секторів економіки, як енергетика, сільськогосподарське виробництво, водокористування і водоспоживання, річкове і морське судноплавство, житлово-комунальне господарство.

Підвищення температури в районах з холодним кліматом знизить смертність від переохолодження, застудних захворювань, але негативних наслідків від такого потепління буде значно більше. Глобальне потепління матиме прямі наслідки для здоров'я людей: підвищаться серцево-судинні,

респіраторні захворювання. Зросте кількість травм, психологічних розладів, що пов'язано, насамперед, із підвищенням інтенсивності і тривалості природних аномалій – повеней, смерчів, ураганів. Зросте захворюваність через розширення середовища проживання особливо шкідливих комах, брак продуктів харчування і води.

### Результати досліджень

Глобальне потепління клімату, яке проявляється в змінах кліматичних умов, стало однією з причин ускладнення прогнозованості небезпечних явищ та можливого зменшення періоду завчасного передбачення нападів стихії. Отже, господарський комплекс країни та населення постійно мають бути готовими до погодних та інших природних аномалій і явищ, а відтак і пов'язаних із ними надзвичайних ситуацій. Двічі за останні роки Закарпаття зазнавало руйнівної сили паводків (1998, 2001), руйнівні смерчі, шквали, крупний град, зледеніння спостерігалися на Волині (1987), Тернопільщині (2000), Вінниччині (2000), Житомирщині (2001), Одещині (2001) та в цілій низці інших областей. У 2001 році загальна площа уражених пожежами лісів склала 2960 га. У 2002 році ця площа уражених пожежами лісів вже склала 3387 га, із них верховими пожежами охоплено – 390 га, а протягом липня – вересня 2002 року лише на торфовищах було зафіксовано 38 осередків пожеж на площі понад 350 га. У 2003 році в лісовому фонді України виникло 4527 пожеж, якими було охоплено територію в 2833 га та 123 га нелісових земель. Протягом 1997-2003 рр. на території України виникло понад 70 надзвичайних ситуацій геологічного характеру. Тільки за останні 20 років кількість міст і селищ із сталими проявами підтоплення зросла удвічі – з 265 до 541, а загальна площа підтоплених територій у цих містах і селищах збільшилася з 88,6 тис. га до 196,2 тис. га. Скажімо, в Рівненській області процесами підтоплення охоплено близько 52% загальної площі, Волинській – 82%, Житомирській – 83%. У деяких містах і селищах міського типу розміри площ підтоплення сягають іноді 50% їх території. Також у стані стійкого підтоплення перебуває 454 сільські населені пункти. З огляду

на вплив техногенного навантаження, найбільш несприятливі умови з підтопленням склалися в містах Вугледар, Керч, Кременчук, Кривий Ріг, Котовськ, Маріуполь, Одеса, Первомайськ, Северодонецьк, Слов'янськ, Херсон та низці інших [1, 2, 7].

Збереження і навіть посилення тенденцій зміни клімату в різних регіонах України, що спостерігаються, передбачувані на найближчі 15 – 25 років, необхідно враховувати в різних видах діяльності з позицій можливих загроз для соціоекологоекономічної системи держави і військової сфери національної безпеки України.

Оборонний комплекс держави можна виокремити як специфічний, який певним чином в якості складових включає науково-технічний, соціально-економічний та екологічні фактори розвитку промислового, енергетичного, транспортного та аграрно-промислового комплексів. Його специфікою є військова діяльність і, зокрема, одна з головних її складових – бойова підготовка військ.

Основні принципи організації і здійснення моніторингу ГКЗ обумовлені характером його функціональних задач, а також його місцем в системі екологічної безпеки ЗС України.

Організація комплексного моніторингу ГКЗ в ЗС України повинна спиратися на системний аналіз результатів спостережень, оцінок і прогнозів інститутів НАН України, що здійснюються у відношенні складових природно-техногенних геосистем (ПТГС) і однієї з їх компонент – клімато-метеорологічної складової, зміни якої в нашому випадку обумовлені глобальними кліматичними змінами (ГКЗ). Для оцінки впливу ГКЗ необхідно обґрунтувати комплекс показників, який би забезпечив їх функціонально повну характеристику впливу на воєнну сферу національної безпеки України.

Принцип ієрархічності в організації і здійсненні моніторингу ГКЗ полягає в тому, що всі його основні елементи узгоджуються й закладаються у визначену ієрархічну структуру:

- глобальний;
- регіональний;
- локальний (імпактний чи об'єктовий).

Поле дії кожної структурної ланки комплексного моніторингу ГКЗ повинно охоплювати визначену сукупність біосферних і воєнно-техногенних об'єктів, безпосередньо пов'язаних між собою процесами взаємодії.

У цьому випадку може предметно контролюватися й оцінюватися вплив ГКЗ, в першу чергу, на об'єкти біосфери і, в тому числі, людину, а також можуть прийматися адекватні заходи для адаптації до нової екологічної обстановки.

Крім розглянутих вище, при організації і здійсненні моніторингу ГКЗ реалізується ще ряд принципів:

– принцип системного підходу у вивченні взаємодії між складовими ПТГС і шляхами біогеохімічного круговороту речовин;

– принцип організації і здійснення моніторингу ГКЗ за екосистемними процесами, коли при спостереженні, оцінюванні і прогнозуванні стану екосистем визначаються їхні ключові параметри (чутливі до відповідних змін і природних рівнів мінливості, які дозволяють статистично визначити відхилення від норми).

Через те, що екологічним моніторингом передбачається поєднання спостережень за абіотичною складовою екосистем, оцінювання і прогнозування відповідних реакцій її біотичної складової, в організацію і здійснення моніторингу ГКЗ закладається принцип комплексного поєднання моніторингових – геофізичного, біологічного та моніторингу джерел і факторів ГКЗ.

Геофізичний моніторинг включає елементи спостереження, оцінки, прогнозування стану і змін геофізичного середовища (сукупності фізичних, фізико-хімічних і хімічних процесів та властивостей ПТГС), тобто змін абіотичної складової військової екосистеми як у мікро-, так і в макромасштабі, що включає гідрометеорологічні параметри та забруднення навколишнього середовища різними інгредієнтами техногенного походження. Його результат можна визначити у вигляді вектору стану абіотичного середовища

$$Abio = (A, S, W^s, W^g), \quad (1)$$

де  $A$  – індикатор стану атмосферного повітря;  $S$  – індикатор стану ґрунту;  $W^s$  – індикатор стану поверхневих вод;  $W^g$  – індикатор стану ґрунтових вод.

Основною задачею біологічного моніторингу є визначення вектору екологічного стану біотичної складової екосистеми, функції його відгуку (реакції) на вплив ГКЗ, визначення відхилення його від гомеостазу на різних рівнях організації біосфери (рівні організмів, популяційному, співтовариства, екосистеми та ландшафту). При організації і здійсненні біологічного моніторингу передбачається також спостереження, оцінка і прогноз стану здоров'я людини та найважливіших популяцій природних видів як з погляду стійкого існування екосистеми, так і їх господарської цінності (наприклад, мисливських тварин та цінних видів промислових риб). Крім того, ведеться спостереження й оцінюється стан найбільш чутливих до ГКЗ популяцій рослин і тварин. Його результат можна визначити у вигляді вектору стану біотичного середовища

$$Bio = (Fito, Zoo, Mico, Microbo, Human), \quad (2)$$

де  $Fito$  – індикатор стану фітоценозу;  $Zoo$  – індикатор стану зооценозу;  $Mico$  – індикатор стану мікоценозу;  $Microbo$  – індикатор стану мікробоценозу;  $Human$  – індикатор стану здоров'я людини.

До функціональних задач моніторингу ГКЗ повинен входити також моніторинг джерел і факторів загроз від ГКЗ. Цей моніторинг повинен включати виявлення ураження складових ПТГС факторами ГКЗ та контроль за їх поширенням.

Тільки в цьому випадку, моніторинг ГКЗ, організований і здійснюваний як триєдиний – геофізичний, біологічний та моніторинг джерел і факторів ГКЗ, обґрунтовано може бути названий комплексним.

Якщо провести декомпозицію СМ ГКЗ за компонентами спостереження, що спрямоване на відтворення об'єктивної картини стану ПТГС та ГКЗ, то їх комплекс можна представити у вигляді ієрархічного дерева (рис. 1).

Наступною ознакою комплексної організації і здійснення моніторингу ГКЗ є поєднання і збалансованість вирішення його системних задач, пов'язаних з постійним спостереженням, оцінкою і прогнозуванням стану ПТГС та задач моніторингу, що витікають з характеру і змісту часткових екологічних проблем регіонального чи місцевого масштабу.

Комплексний характер моніторингу ГКЗ також визначається застосуванням методів системного аналізу показників, які характеризують вплив факторів ГКЗ на різні складові НПС та стан екосистем.

У процесі моніторингу ГКЗ організуються і здійснюються спостереження, оцінка і прогнозування як природних змін ПТГС, так і змін, викликаних техногенним та воєнно-техногенним навантаженням, які накладаються на природні зміни.

### Висновки

Розглянутий принцип організації і здійснення моніторингу ГКЗ передбачає виділення пріоритетних показників для контролю стану приземного шару повітря, літосфери, природних біоценозів, поверхневих та ґрунтових вод, а також стану здоров'я людей в зоні впливу факторів ГКЗ.

Про деякі пріоритетні показники для контролю стану атмосферного повітря в зонах інтенсивного впливу ГКЗ можна сказати наступне. Відповідно до рекомендацій МГЕЗК, Всесвітньої організації охорони здоров'я і досвіду Європейської екологічної комісії, до числа шкідливих речовин, які містяться в атмосфері і повинні контролюватися, в першу чергу, відносяться: діоксид сірки, оксиди азоту, оксид вуглецю, метан, озон, пил, аерозолі, вуглеводні, у тому числі бенз(а)пирен і діоксин. Існує пріоритетний перелік хімічних речовин, що містяться в повітрі і підлягають контролю [6]. Він повинен враховуватися при організації моніторингу ГКЗ.

В якості об'єктів моніторингу ГКЗ слід використовувати такі [3]:

– параметри клімату: опади та їх розподіл впродовж року; температура повітря; кількість днів

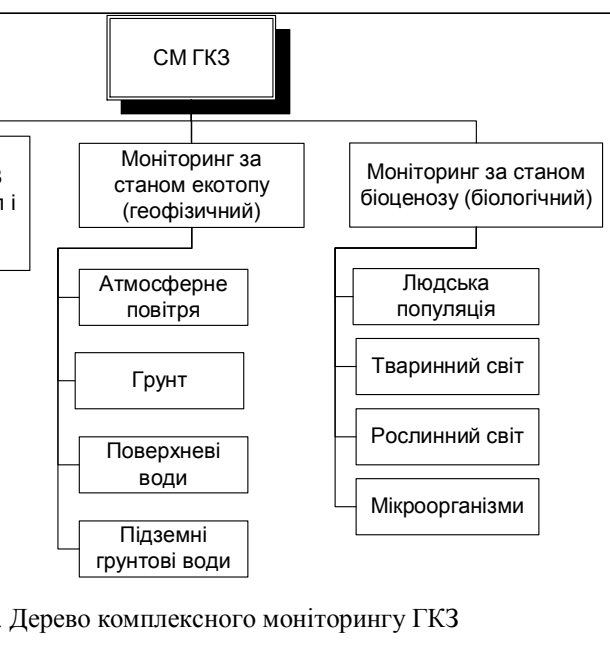


Рис. 1. Дерево комплексного моніторингу ГКЗ

із сильними вітрами; середня швидкість вітру під час пилових бур та їх тривалість протягом року;

– основні типи, підтипи, роди, види та різновидності ґрунтів в межах однієї ґрунтової провінції. Вони повинні відображати строкатість ґрунтового вкриття даної провінції та всі різновиди і рівні антропогенних навантажень;

– природні об'єкти, на які не вплинула антропогенна діяльність (лісові та степові заповідники);

– еталонні об'єкти на ґрунтах із сільськогосподарським їх використанням в умовах високої культури землеробства: поля держсортодільниць, варіанти стаціонарних дослідів з високими нормами внесення добрив, дослідів у яких порівнюються системи традиційного, екологічно-збалансованого (інтегрованого), органічного, низькозатратного та інші види агровиробництва; поля господарств, де впроваджено контурно-меліоративну організацію території або систему ґрунтозахисного чи органічного землеробства; поля, які розміщені поруч вказаних еталонних об'єктів;

– ґрунтоутворні породи – їх стан та рівень забруднення, що впливає на ступінь забруднення в цілому всього ґрунту;

– підґрунтові та підземні води – їх стан відображає спрямованість та інтенсивність ґрунтоутворних процесів, що відбуваються при формуванні ґрунту;

– кількість та якість продукції рослинництва – оскільки це відображає рівень родючості ґрунтів, ступінь їх деградації чи забруднення.

Для моніторингу біотичної складової ПТГС в цілому при спостереженні, оцінці і прогнозуванні її стану пріоритетна роль належить визначенню й аналізу різного роду інтегральних показників, зокрема, інтегральної характеристики стану біоценозів, що включає водні і наземні організми (визначається методами біоіндикації), загальної характеристики стану здоров'я особового складу та населення.

**Список літератури**

1. Аналіз надзвичайних ситуацій в Україні за I півріччя 2007 року. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: веб-сайт МНС України. – <http://www.mns.gov.ua>.

2. Андреев В.Г. Смертельный удар по природе и человеку / В.Г. Андреев // Независимое военное обозрение. – 1997. – № 18. – С. 42-47.

3. А. Война в небе Вьетнама / А. Давыдов. [Електрон. ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: [www.vietnamnews.ru](http://www.vietnamnews.ru).

4. Зміна клімату 2007: фізична наукова база. Стислий виклад для вищих управлінців / під заг. ред. В.М. Ліпінського. – К.: Британська рада, 2007. – 27 с.

5. Climate change 2007: The Scientific Basis - Contribution of Working Group I to the IPCC Fourth Assessment Report, UNEP/WMO, 2007. – 250 p.

6. Качинський А.Б. Безпека, загрози і ризик: наукові концепції та математичні методи / А.Б. Качинський. – К., 2003. – 472 с.

7. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2006 році. [Електрон. ре-

сурс]. – Режим доступу до ресурсу: веб-сайт МНС України: <http://www.mns.gov.ua>.

8. "Our Changing Planet". The US Climate Change Science Program For Fiscal Years 2004 and 2005. A report of the Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research. A supplement to the President's Budgets for Fiscal Years 2004 and 2005, July 2004.

9. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions "Winning the Battle Against Global Climate Change". Commission of the European Communities, Brussels, 9.2.2005, COM (2005) 35.

10. Climate Change 2001. Synthesis Report. A Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2001. – 184 p.

11. Arctic Climate Impact Assessment. Cambridge, 2005. – 1042 p.

Надійшла до редколегії 23.05.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. І.О. Кириченко, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

**ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОГО МОНИТОРИНГА ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ РАНЖИРОВАНИЯ УГРОЗ ОТ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ПО ИХ ПРИОРИТЕТНОСТИ**

С.Л. Борисюк

*Исследованы основные принципы организации и осуществления мониторинга глобальных климатических изменений), а также его место в системе экологической безопасности Вооруженных Сил Украины.*

**Ключевые слова:** мониторинг, глобальные климатические изменения, безопасность, методика ранжирования.

**ORGANIZATION OF THE COMPLEX MONITORING SYSTEM OF GLOBAL CLIMATIC CHANGES AND DEVELOPMENT OF THREATS RANGING METHOD OF FROM GLOBAL CLIMATIC CHANGES AFTER THEIR PRIORITY**

S.L. Borisyuk

*Basic principles of organization and realization of monitoring of global climatic changes (GKCH), and also his place, are probed in the system of ecological safety of SS of Ukraine.*

**Keywords:** monitoring, global climatic changes, safety, method of ranging.