

**Романко Р.М., Петраковська О.С.**

**Методи і моделі моніторингу земель, що зазнають впливу екзогенних геологічних процесів**

*Романко Роман Миколайович, аспірант,  
Петраковська Ольга Сергіївна, доктор технічних наук, професор,  
Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна*

**Анотація.** Доведено тісний взаємозв'язок систем моніторингу земель та моніторингу геологічного середовища, що зумовлює необхідність вдосконалення інформаційної взаємодії між ними в межах реалізації державної системи моніторингу доквілля. Визначено систему показників ЕГП, що повинні враховуватись при здійсненні моніторингу земель.

**Ключові слова:** моніторинг земель, моніторинг геологічного середовища, показники та фактори ЕГП.

**Вступ.** Актуальними викликами сьогодення є часте виникнення стихійних та небезпечних природних явищ: ендогенних та екзогенних геологічних процесів (повеней, паводків, снігових лавин, селів), гідрологічних та гідрометеорологічних (повеней, підтоплення, затоплення), які мають як природне походження, так і спричинені впливом діяльності людини.

У 1944 р. В.І.Вернадський ввів поняття про “ноосферу” – сферу розуму, де людина стає найбільшою геологічною силою”. Підтвердження його слів стає все більш очевидним із розвитком науково-технічного прогресу. Інженерно-будівельна та господарська діяльність людини вважається сьогодні найважливішим геологічним чинником, що змінює стан верхньої частини літосфери та хід сучасних геологічних процесів [6].

Управління землекористуванням на основі достовірної інформації про стан довкілля, його зміни та можливі наслідки негативного впливу на нього, попередження та ліквідація цих наслідків забезпечується функціонуванням ефективної системи моніторингу. Моніторинг довкілля містить декілька самостійних, але в той же час, взаємодоповнюючих підсистем, які оперують змінами, що мають часто складні причинно-наслідкові зв'язки.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Значний вклад у вирішення проблем організації та здійснення моніторингу земель населених пунктів та промислових об'єктів присвячені праці таких вчених як Ю.М. Білоконь, М.М. Габрель, В.М., М.М. Дьомін, Є.С. Ключниченко, О.Ю. Мельничук, Л.І. Нефьодов, Т.Ф. Панченко, Л.М. Перович, О.С. Петраковська., В.В. Тишковець, П.Г. Черняга, Г.Й. Фільваровта багато інших.

Варто зазначити вагомий внесок у дослідження теоретико-методологічних основ моніторингу сільськогосподарських земель та ґрунтів як складової частини моніторингу земель таких вчених як: В.М. Горбатюк, В.В. Медведєв, Д.С. Добряк, А.М. Третяк, А.Г. Мартин, А.Г. Ніщинський, А.Я. Сохнич, І.Д. Примак та ін.

Проблемі геоінформаційного забезпечення моніторингу земель присвячені праці М.Г. Лихогруда, А.А. Ляшенка, О.П. Світличного, Ю.О. Карпінського, G. Gutman. та інших.

Моніторинг земель – це система спостереження за станом земель з метою своєчасного виявлення змін, їх оцінки, відвернення та ліквідації наслідків негативних процесів.

Він складається із систематичних спостережень за станом земель (агрохімічна паспортизація земельних ділянок, зйомка, обстеження і вишукування), виявлення у ньому змін, а також проведення оцінки:

- а) стану використання земельних ділянок;
- б) процесів, пов'язаних із змінами родючості ґрунтів (розвиток водної і вітрової ерозії, втрата гумусу, погіршення структури ґрунту, заболочення і засолення), заростання сільськогосподарських угідь, забруднення земель пестицидами, важкими металами, радіонуклідами та іншими токсичними речовинами;
- в) стану берегових ліній річок, морів, озер, заток, водосховищ, лиманів, гідротехнічних споруд;
- г) процесів, пов'язаних з утворенням ярів, зсувів, сільовими потоками, землетрусами, карстовими, криогенними та іншими явищами;
- д) стану земель населених пунктів, територій, зайнятих нафтогазодобувними об'єктами, очисними спорудами, гноєсховищами, складами паливно-мастильних матеріалів, добрив, стоянками автотранспорту, захопленням токсичних промислових відходів і радіоактивних матеріалів, а також іншими промисловими об'єктами [4].

**Мета та завдання.** Оскільки предметом наших досліджень є зміни стану земель, що зазнають негативного впливу небезпечних геологічних процесів і явищ, що найбільш поширені в досліджуваному нами регіоні, тому з метою детального вивчення їх першопричин та пошуку науково-обґрунтованих пропозицій щодо вдосконалення моніторингу цих земель необхідно проаналізувати фактори виникнення і активізації ЕГП, дія яких нерозривно пов'язана із подальшими змінами земель.

**Матеріали та методи досліджень.** Всі геологічні та інженерно-геологічні процеси виникають і змінюються під впливом різнохарактерної дії і режиму: глибинних тектонічних процесів; напружено-деформованого стану масивів порід і зміни їх властивостей; термічних умов у верхній частині земної кори і на її поверхні; гідрогеологічних умов; поверхневих та підземних вод. Така багатофакторність розвитку геологічних процесів (природних, техногенних та їх сполучення) є їх характерною особливістю.

Геологічні процеси і явища виникають за наявності певних невідповідностей (протиріч) в природі: наприклад нерівновага в системі - мінеральний склад порід - гідрогеохімічне середовище викликає розвиток карсту; невідповідність характеру розчинення порід - швидкості водного потоку викликає ерозію тощо [6].

Кожен геологічний процес і явище мають свої причини виникнення та розвитку. Основна причина це - геологічна діяльність природних факторів і людини.

Крім причин необхідно розрізняти умови і фактори, які сприяють, пришвидшують або, навпаки, стримують прояв тих чи інших процесів.

Під час вивчення геологічних та інженерно-геологічних процесів і явищ необхідно виділяти головні чинники і основні елементи середовища, які взаємодіють між собою або з іншими чинниками, спорудами і будівельними роботами. Залежно від значення, основні чинники можуть бути причиною (рушійною силою), яка безпосередньо провокує виникнення явища в потенційно підготовленому середовищі. Часто один і той же чинник (підземні води, сейсмічність)

в одних випадках є компонентом середовища, а в іншому – визначальним, в тому числі рушійним, чинником. Підземні води, насичуючи породи, викликають зниження їх міцності або спричиняють процеси розчинення, що призводить до зсувів, розмивання всередині товщі або поширення карсту. Загальна класифікація факторів, що впливають на розвиток екзогенних геологічних процесів наведена в таблиці 1 [1].

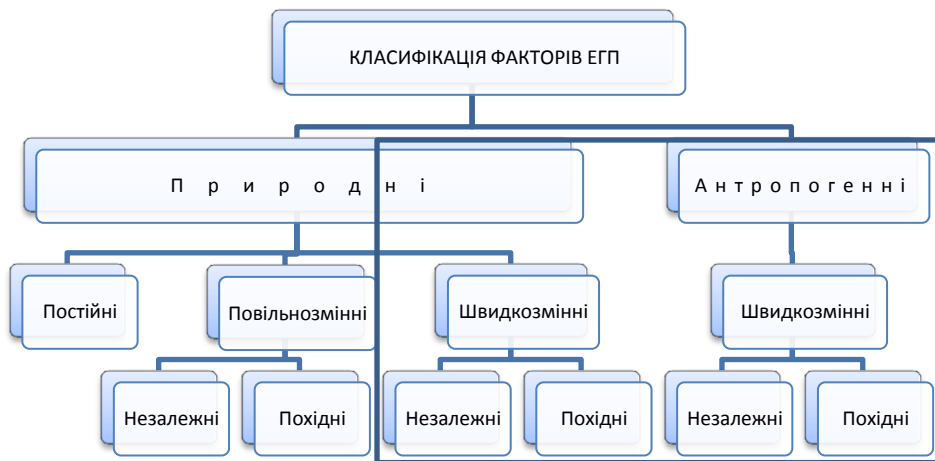
Таблиця 1.

**Фактори, що впливають на розвиток екзогенних геологічних процесів**

Група факторів	Фактори визначають	Тривалість змін
<b>I. Постійні</b> Геологічна будова (тектоніка, стратиграфія, літологія); геоморфологічні умови (загальний характер рельєфу, морфологія і морфометрія, генезис і вік)	Генетичні особливості ЕГП і інтенсивність їх прояву (враженість)	мільйони років
<b>II. Повільнозмінні</b> <i>Незалежні (основні):</i> сучасні тектонічні рухи (горизонтальні, вертикальні); кліматичні. <i>Похідні:</i> ізоостатичні та евстатичні зміни; геокріологічні; гідрогеологічні; рослинність, ґрунти	Загальну тенденцію розвитку ЕГП	100-ні - 1000-чі років
<b>III. Швидкозмінні</b> <i>Незалежні (основні):</i> метеорологічні умови (атмосферні опади, температура та ін.); гідрологічні умови (витрати і рівні води в ріках, рівні води і режим хвиль в озерах тощо); сейсмічні умови (землетруси); господарська діяльність (вируб лісів, підрзування схилів, лісові пожежі тощо) <i>Похідні:</i> поверхневий стік (схилувий по тимчасових і малих водотоках тощо); вологість і льодянистість гірських порід; сезонне промерзання і відтанення; міцнісні і деформаційні властивості гірських порід	Режим похідних факторів і режим активізації ЕГП	Роки та 10-ки років
	Режим активізації ЕГП	Роки та 10-ки років

Вирішення питання вдосконалення моніторингу земель, що зазнають впливу ЕГП, повинно передбачати виокремлення із загальної кількості факторів, умов, показників, які характерні для зсувів, карсту та селів,

саме ті, які динамічно змінюються і повинні контролюватися в системі моніторингу земель.



**Рис. 1.** Класифікація факторів ЕГП

**Результати та їх обговорення.** Проаналізувавши фактори, що впливають на розвиток екзогенних геологічних процесів з точки зору моніторингу земель, ми дійшли висновку, що частина факторів, які належать до постійних та повільно змінних характеризує природні умови розвитку ЕГП. З огляду на довготривалість їх змін, результати досліджень здійсненні під час моніторингу геологічного середовища повинні враховуватись при моніторингу земель в якості базової, вихідної інформації (фоновий моніторинг) без необхідності подальшого контролю та спостереження. Зміни показників, що відбуваються порівняно швидко

зумовлюють особливу необхідність врахування саме цієї частини факторів в системі моніторингу земель. Згідно наведеної вище класифікації, до швидкозмінних чинників віднесені як природні, так і спричинені діяльністю людини, причому фактично всі антропогенні чинники віднесені до швидкозмінних (рис. 1). Тому виникає необхідність включення показників швидкозмінних чинників розвитку геологічних процесів до системи моніторингу земель.

Для вирішення завдань, пов'язаних із здійсненням моніторингу земель, систематизовано показники екзогенних геологічних процесів за інтенсивністю та ак-

тивністю розвитку, що дасть змогу здійснювати вихідну та поточну оцінку процесів, пов'язаних з утворен-

ням зсувів, сільовими потоками та карстовими явищами (табл. 2).

Таблиця 2.

**Кількісні показники розвитку екзогенних геологічних процесів, які необхідно враховувати при здійсненні моніторингу земель**

Об'єкти вивчення	Інтенсивність розвитку	Показники			Активність розвитку
		приклад для зсувів			
Процеси	1. Тривалість циклу і його стадій	Час Швидкість Режим (селі)	швидкість зсуву, м/с	частота прояву, од/рік	Частота
	2. Швидкість процесу				
	3. Швидкість денудації чи акумуляції під впливом даного процесу	Об'єм Маса	об'єм маси, що зміщується, тис. м <sup>3</sup>		
Форми, утворені процесом (явищем)	4. Кількість форм на одиницю площі і їх розміри	Об'єм Маса Густина (селі)	об'єм маси, що змістилася, тис. м <sup>3</sup>	частота новоутворень, од/рік	Кількість нових
	5. Частка чи відсоток площі чи довжини чи об'єму, зайнятих формами від загальної площі чи довжини чи об'єму ділянок їх розвитку	Площа Довжина, Глибина	площа прояву на одній ділянці, км <sup>2</sup>	частка нових форм, коеф., %	
		Кількість Частка	враженість території, % контрастність, коеф.		Частка нових

**Висновки.** Дослідивши системпоказників розвитку ЕГП для цілей моніторингу земель, можна зробити висновок, що для вирішення завдань із моніторингу земель особливий інтерес становлять зміни, які відбуваються порівняно швидко (від декількох годин до 10-ків років) і мають суттєвий вплив на зміни землекористування. В залежності від їх природи, ці фактори можуть бути незалежними та похідними, тому дослідження причинно-наслідкових зв'язків, їх оцінка і прогноз повинні бути об'єктами моніторингу. Варто зазначити, що в залежності від тривалості циклу розвитку того чи іншого екзогенного геологічного процесу, для конкретних територій буде своя (унікальна) програма здійснення моніторингу за цими процесами і явищами. Вона повинна передбачати фіксування ви-

хідного стану системи із подальшим здійсненням періодичних, оперативних та наукових спостережень.

Тісний взаємозв'язок систем моніторингу геологічного середовища та моніторингу земель зумовлює необхідність вдосконалення інформаційної взаємодії між ними в межах реалізації державної системи моніторингу довкілля на всіх рівнях. Поєднання інформаційних ресурсів цих двох систем на базі одного ПС-середовища дозволить значно скоротити витрати пов'язані зі створенням, підтримкою функціонування та використанням різного роду користувачами їх можливостей, що в свою чергу підвищить ефективність управлінських завдань з ліквідації, мінімізації та попередження негативного впливу геологічних процесів і явищ як на земельні ресурси зокрема, так і на довкілля в цілому.

**ЛІТЕРАТУРА (REFERENCES TRANSLATED AND TRANSLITERATED)**

1. Емельянова Т.Я. Инженерная геодинамика: учебное пособие / Т.Я. Емельянова. – 2-е изд. – Томск: Изд-во ТПУ, 2009. – 134 с.  
*Emel'yanova T.Ya. Inzhenernaya heodinamika: uchebnoe posobie [Engineering Geodynamics: textbook] – 2-e izd. – Tomsk: TPU, 2009. – 134 s.*
2. Инженерная геодинамика Украины и Молдовы (оползневые геосистемы): в 2 т. / [Рудько Г.И., Оснюк В.А., Беда С.В. и др.]; под ред. Г.И. Рудько, В.А. Оснюка. – Черновцы: Букрек, 2012. – Т. 2. – 744 с.  
*Inzhenernaya heodinamika Ukrainy i Moldovy (opolznevye heosistemy): v 2 t. pod. red. H.Y. Rud'ko, V.A. Osiyuka. [Engineering Geodynamics of Ukraine and Moldova (Landslide Geosystems)]– Chernovtsy: Bukrek, 2012. – T. 2. – 744 s.*
3. Постанова КМУ № 391 від 30.03.1998 року «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF>  
*Postanova KМУ # 391 vid 30.03.1998 roku «Pro zatverdzhennya Polozhennya pro derzhavnu systemu monitorynhu dovkillya» [On approval of the State Environmental Monitoring System] / [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF>*
4. Постанова КМУ № 661 від 20.08.1993 року «Про затвердження положення про моніторинг земель». [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/661-93-%D0%BF>  
*Postanova KМУ # 661 vid 20.08.1993 roku «Pro zatverdzhennya polozhennya pro monitorynh zemel'» [On approval of land monitoring] / [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/661-93-%D0%BF>*
5. Угода про співробітництво в галузі організації та забезпечення надійного функціонування обласної системи моніторингу довкілля між обласним управлінням екології та природних ресурсів у Чернівецькій області та обласним головним управлінням земельних ресурсів. – Чернівці. - 2005. – 6 с.  
*Uhoda pro spivrobitytstvo v haluzi organizatsiyi ta zabezpechennya nadiynoho funktsionuvannya oblasnoyi systemy monitorynhu dovkillya mizh oblasnym upravlinnyam ekolohiyi ta pryrodnykh resursiv u Chernivets'kiy oblasti ta oblasnym holovnym upravlinnyam zemel'nykh resursiv. [Agreement on cooperation in the organization and to ensure reliable operation of the regional environmental monitoring system between the regional Department of Environment and Natural Resources in the Chernivtsi oblast and Regional Department of Land Resources] – Chernivtsi. - 2005. – 6 s.*

6. Шостак А.В. Инженерная геология: навчальный посібник / A.V. Shostak. – [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.geol.univ.kiev.ua/lib/engen\\_geology.doc](http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/engen_geology.doc). / *Shostak A.V. Inzhenerna heolohiya: navchal'nyy posibnyk / [Engineering geology: a text book] – [Elektronnyy resurs] – Rezhym dostupu: [www.geol.univ.kiev.ua/lib/engen\\_geology.doc](http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/engen_geology.doc).*

**Romanko R.M., Petrakovska O.S. Methods and models of land monitoring affected by the exogenous geological processes**

**Abstract.** Close relationship of land monitoring and monitoring of the geological environment is approved. The need to improve information interaction between them within the implementation of the state environmental monitoring system is highlighted. The system of EGP indicators that should be considered in land monitoring is determined. The close relationship of the geological environment monitoring and land monitoring systems necessitates the improvement of information exchange between them within the state environmental monitoring system at all levels. The combination of these information systems based on a GIS environment will significantly reduce the costs associated with the creation, operation and support of various types of users. This in turn will increase the effectiveness of management tasks to eliminate, minimize and prevent negative influence of geological processes and phenomena as on land resources in particular and the environment in general.

**Keywords:** *land monitoring, geological monitoring, indicators and factors of exogenous geological processes.*

**Романко Р.М., Петраковская О.С.**

**Методы и модели мониторинга земель, подвергающихся воздействию экзогенных геологических процессов**

**Аннотация:** Доказана тесная взаимосвязь систем мониторинга земель и мониторинга геологической среды, что вызывает необходимость совершенствования информационного взаимодействия между ними в рамках реализации государственной системы мониторинга окружающей среды. Определена система показателей ЭГП, которые должны учитываться при осуществлении мониторинга земель. Тесная взаимосвязь систем мониторинга геологической среды и мониторинга земель обуславливает необходимость совершенствования информационного взаимодействия между ними в рамках реализации государственной системы мониторинга окружающей среды на всех уровнях. Сочетание информационных ресурсов этих двух систем на базе одной ГИС-среды позволит значительно сократить расходы, связанные с созданием, поддержкой функционирования и использованием различного рода пользователями их возможностей. Это в свою очередь повысит эффективность управленческих задач по ликвидации, минимизации и предупреждения негативного влияния геологических процессов и явлений как на земельные ресурсы в частности, так и на окружающую среду в целом.

**Ключевые слова:** *мониторинг земель, мониторинг геологической среды, показатели и факторы ЭГП.*