

#### 4.5 Інформаційне забезпечення системи аналізу впливу енерговиробництва на геологічне середовище України

*Актуальність.* У практиці експлуатації енергетичних об'єктів не існує технічних систем зі стовідсотковою надійністю і у кожній з них є своя частка ризику. Також досягнення прийнятнього рівня екологічної безпеки територіальних утворень (держави в цілому, регіону, області, району, населеного пункту) потребує створення спеціалізованих систем моніторингу стану відповідної території, прилеглої до екологічно небезпечних об'єктів.

Такі системи мають бути інформаційним джерелом для розробки та наступної реалізації технологічних, соціально-економічних та управлінських рішень, спрямованих на досягнення зазначених цілей<sup>36, 37, 38</sup>.

Важливе місце при формуванні бази даних інформаційних систем є оцінка енто- та екзодинамічних процесів в геологічному середовищі, активізованих господарською діяльністю енергетичних об'єктів.

*Метою* статті є висвітлення основ інформаційного забезпечення системи аналізу впливу енерговиробництва на геологічне середовище України.

*Викладення основного матеріалу.* В міру розвитку суспільства вплив енергетичних об'єктів на природу постійно посилюється. Цей вплив зумовлений інженерно-будівельною, гідротехнічною, гірничо-видобувною та іншими видами діяльності. Наслідки техногенного впливу на геологічне середовище за характером змін можна розділити на наступні групи: мінерагенічні, геохімічні, геофізичні, геотермічні, геодинамічні, геоморфологічні, гідрогеологічні та інженерно-геологічні.

Мінерагенічні зміни проявляються в вичерпанні мінеральних ресурсів, що призводить до змін технологічних умов розробки родовищ.

36 Недін І.В. Моніторинг еколого-економічного стану території, прилеглої до АЕС: призначення та зміст. / І.В. Недін, О.Ф. Шульженко, М.В. Онуфрієнко // Економіка природокористування і охорони довкілля: Щорічник наук. праць / НАН України; Рада по вивченню продуктивних сил України / Данилишин Б.М. (відп. ред.). – К., 2006. – С. 337- 345.

37 Веклич О. Удосконалення економічних інструментів екологічного управління в Україні / О. Веклич // Економіка України. — 1998. — №9. — С. 65-74.

38 Лисиченко Г. В. Природний, техногенний та екологічний ризики: аналіз, оцінка, управління / Г. В. Лисиченко, Ю. Л. Забулонов, Г. А. Хміль. – К. : Наукова думка, 2008. – 544 с.

Геохімічні зміни характеризуються порушенням та зміною хімічного балансу речовини в геологічному середовищі, а також зміною природної екологічної рівноваги в межовому шарі літосфери – атмосфера – гідросфера.

Геофізичні зміни проявляються у виникненні у верхній частині земної кори штучних фізичних полів (блукаючих струмів, сейсмічних та звукових хвиль, тощо), які впливають на речовину літосфери, підсилюють корозію металів, підвищують агресивність води.

Геотермічні зміни під впливом техногенезу проявляються у зміні теплового режиму поверхні літосфери, а також водно-теплого режиму потоків та водоймищ.

Геодинамічні наслідки техногенезу проявляються в змінах геостатичного поля в зв'язку з проходкою гірничих виробок, перерозподіленням великих об'ємів води на поверхні, видобутком з надр значних мас гірських порід та корисних копалин, у тому числі нафти, газу і підземних вод.

Геоморфологічні зміни проявляються у створенні техногенного рельєфу і, відповідно, в зміні первісного, внаслідок порушення рівноваги між акумулютивними та денудаційними процесами.

Гідрогеологічні наслідки техногенезу спричинені прямою або побічною дією людини на водоносні горизонти. Вони проявляються у зміні ресурсів, рівнів, якості води та гідрогеологічного режиму.

Інженерно-геологічні наслідки проявляються в активізації осувних та суфозійних явищ, а також у прояві інших екзогенних процесів, які можуть бути не властивими конкретній фізико-географічній або геологічній обстановці.

Одним із основних об'єктів моніторингу геологічного середовища є гідросфера, яка під впливом діяльності енерговиробництва змінюється як в якісному, так і кількісному відношеннях. При цьому суттєвим змінам підлягає не тільки водний режим окремої території, але і геологічна роль гідросфери.

Розрізняють наступні види забруднення вод: побутове, агрохімічне та промислове. Побутове забруднення зумовлюється синтетичними миючими засобами, які характеризуються хімічною активністю та стійкістю. Агрохімічне забруднення вод викликає використання у сільському господарстві добрив та отрутохімікатів, які разом з атмосферними опадами просочуються через ґрунтово-рослинний шар і потрапляють у поверхневі та підземні води. Це призводить до різкого підвищення у воді концентрації

шкідливих речовин, особливо нітратів. Агрохімікати зносяться поверхневими водами в непротічні водоймища, що призводить до їх евтрофікації, тобто до збільшення концентрації солей (здебільшого фосфатів), а це, в свою чергу, сприяє заростанню водоймищ водоростями та їхньому інтенсивному розвитку. Евтрофікація спричиняє погіршення якості води, деградацію та відмирання фауни і флори, а самі водоймища поступово вимирають та перетворюються в болота. Промислове забруднення зумовлене стоками підприємств, що сьогодні набуває катастрофічного масштабу. У відходах підприємств, які скидаються у потоки та водоймища, міститься велика кількість шкідливих та токсичних речовин, які як правило є важкорозчинними. Особливе місце серед цих забруднювачів займають нафтопродукти та радіоактивні відходи. Одна крапля нафти утворює на поверхні води пляму діаметром 0,3 м. Найтонша плівка нафти ізолює воду від атмосферного повітря, змінює режим кисневого обміну, знижує випаровування та порушує екологічну рівновагу.

Підземна гідросфера забезпечує біля 25% водопостачання (питного, технічного, господарського тощо). В зв'язку з цим зміна якості води внаслідок техногенезу безпосередньо відображається і на водопостачанні. Хімічний склад підземних вод змінюється під впливом забруднення атмосфери, поверхневих водоймищ, снігового покриву, накопичення різноманітних відходів на поверхні землі, внесенню добрив та отрутохімікатів, неправильного режиму зрошування, відходів промислових та побутових стоків, підземного захоронення промислових відходів, в тому числі і радіоактивних, витоку каналізації, нафтопродуктів, тощо. Найбільших змін зазнають приповерхневі водоносні горизонти на території міст, промислових енергопідприємств. Зміна хімічного складу підземної гідросфери призводить до розвитку таких геологічних процесів, як засолення та цементация ґрунтів, хімічна суфозія, карст, розуцільнення глинистих порід, тощо.

Окрім хімічного та біологічного забруднення важливим наслідком техногенної дії енерговиробництва на гідросферу є нагрівання поверхневих та підземних вод, що зумовлене постійно підвищеною температурою стоків. Основним джерелом термальних стоків є енергетика, особливо атомна. Температура підземних вод підвищується також за рахунок життєдіяльності міст та інших населених пунктів. Збільшення температури поверхневих та підземних вод під дією різних факторів може досягати 10 - 15 ° C і більше, а це, відповідно, призводить до збільшення агресивності води та прискорює хід хімічних реакцій, що, в свою

чергу, спричиняє ріст інтенсивності геологічної роботи підземних вод (розчинення порід, карст, тощо). Прогнозується, що в недалекому майбутньому підвищення температури води за рахунок дії техногенних процесів поширяться також і на прибережно-морські води.

Важливим і надто небезпечним наслідком впливу енерговиробництва на гідросферу є зміна рівня поверхневих та підземних вод. За останні десятиліття різко змінився режим рік, у водосховищах вирівнюються сезонні коливання рівнів та витрати води, знижується швидкість течій. Тисячі дрібних річок під впливом діяльності підприємств та населених пунктів у зв'язку з інтенсивним використанням і забрудненням води пересихають і, нерідко, зникають зовсім. Зміни в підземній гідросфері здебільшого проявляються до глибини 100 м, але нерідко проникають і глибше.

Зниження рівня підземних вод спричинене в основному їх відкачуванням з надр або зменшенням кількості надходження її з поверхні для живлення водоносних горизонтів. Це відбувається шляхом інтенсивного їх використання для водопостачання, при водовідлив і відкачках пов'язаних з гірничими та будівельними роботами, осушенні місцевості, зменшенні інфільтрації атмосферної води та ліквідації поверхневих горизонтів. При цьому зниження рівня води може носити локальний та регіональний, тимчасовий або тривалий характер. Пониження рівня ґрунтових вод виникає в зв'язку з тривалою експлуатацією підземних вод у містах і промислових центрах. Діаметр так званих депресійних воронок може досягати десятків та сотень кілометрів, а глибина – десятків та сотень метрів. Ще більші за розмірами депресійні воронки виникають в районах видобутку корисних копалин у зв'язку з відкачуванням води з відкритих і підземних гірничих виробок. Зворотне явище – підвищення рівня води – зумовлене створенням водосховищ, каналів, ставків, озер, заводненням нафтових родовищ, витіканням води з штучних резервуарів, водопровідних та каналізаційних мереж, зрошуванням полів, тощо. Здебільшого величина підвищення рівня води змінюється в межах від 0,5 до 100 м, але в середньому вона становить 10 - 15 м.

Характер перебігу ендо- та екзодинамічних процесів, їх руйнівний ефект, вплив на об'єкти багато в чому визначається властивостями геологічного середовища і його окремих компонентів, їх поширеністю, умовами використання. Одним із найбільш поширених, доступних і широко використовуваних компонентів геологічного середовища є лесові відклади, які є надто чутливими до змін зовнішніх умов. Тільки для них характерне таке явище

як просідання під додатковим навантаженням або і без нього при перезволоженні або змочуванні; вони відносяться до категорії динамічно нестійких основ. Просідання ґрунтів на значних забудованих площах відбувається при піднятті рівня ґрунтових вод, що спостерігається в теперішній час повсюдно і визначається як підтоплення. В Запорізькій та Дніпропетровській областях близько 80 % об'єктів збудовано на лесових ґрунтах, схильних до просідання, тому більше 10 тисяч споруд і будинків зазнали численні деформації конструкцій<sup>39</sup>.

Підтоплення, як окремий процес, зумовлений техногенними впливами – порушенням природної зарегульованості поверхневого і підземного стоків, незбалансованим водокористуванням, недосконалістю технологій влаштування мереж водогону і каналізації – набуває особливо загрозливого характеру на урбанізованих територіях.

В Україні на сьогодні підтоплене близько 800 тис. га земель (12 % території), у тому числі 260 тис. га у зонах зрошення. Особливо небезпечних масштабів процеси підтоплення набули у містах з ритмічною будовою лесів (Запоріжжі, Одесі, Дніпропетровську, Дніпродзержинську, Бердянську), в яких підвищене використання води у водоемких галузях промисловості і побутових цілях.

Підняття рівня ґрунтових вод на більшості територій центральної та південної України відбулося за рахунок створення каскаду Дніпровських водосховищ, постійних витоків з магістральних каналів та зрошувальної мережі, інфільтрації поливних вод та неулагодженого водокористування у промислово-міських агломераціях, сільських населених пунктах та зонах меліорацій, відсутності зливових каналізацій у містах.

Значний площинний розвиток підтоплення викликає утворення та інтенсифікацію ендегенних та екзогенних геологічних процесів. таких як просідання, набухання та пучення глинистих ґрунтів, утворення яруг, зсувів, карстово-суфозійні прояви, перезволоження значних територій та зональне підвищення тріщинуватості порід.

Серед небезпечних екзогенних геологічних процесів на території України слід окремо виділити карст, що досить поширений у зоні аерації (40 % площі). Скрізь, де близько від поверхні вище

39 Ванда Т.З., Пишна Н.Г. Комплексна оцінка змін геологічного середовища в умовах техногенезу / Т.З. Ванда, Н.Г. Пишна // Інформаційний бюлетень про стан геологічного середовища України за 1994-1995р. – Київ: «Геопрогноз».- 1997. – вип. 14. – С. 10-30.

базису ерозії залягають карбонатні (вапняки, доломіти, крейда, мергелі), сульфатні (гіпс, ангідрид, сірка) та галогенні породи, утворюються порожнини різних розмірів і конфігурації. Відкритими формами карсту охоплено 3 % території України – покритими – 60. Найбільш уражені відкритими і напівпокритими формами карсту Волинська (53 % площі) та Рівненська (49 %) області.

Активізація карсту, розвиток його на територіях, де у природному стані його не відмічалось, пов'язані з гірничими роботами – розробками родовищ солей (Калуш-Голинське у Передкарпатті, Новий Карфаген у Донбасі), сірки (Немирівське і Язівське у Передкарпатті), вугілля (Донбас), нафти та газу (у Дніпровсько-Донецькій западині), а також з гідромеліоративними роботами у межах поширення покритих форм карсту Причорноморській западині. Розвиток карсту призводить також до втрат води, що і спостерігається на Каховському водосховищі та Північно-Кримському каналі.

За останні 30 років кількість аварійних ситуацій, аварій, катастроф, пов'язаних з карстом збільшилася у десятки разів. Розширилася і географія карстових деформацій різного роду<sup>40</sup>.

Найбільш небезпечними та руйнівними є прояви сейсмічності, особливо техногенної (наведеної) сейсмічності. Частіше всього – це зрушення поверхні над підземними гірничими виробками (у Донбасі при виконанні вибухових робіт, у Передкарпатті в районі нафтопромислів та старих соляних шахт), зрушення ділянок поверхні від перевантаження, зокрема при утримуванні великих водних мас у водосховищах. При ефекті накладання несприятливих гідрометеорологічних факторів (великі повені, сейсмічні явища) можуть виникати надзвичайні ситуації (зсуви, обвали) повсюдно, де існують для цього умови. Значних ускладнень при експлуатації забудованих територій, проектуванні нової забудови викликають процеси переробки берегів водосховищ. На початковій стадії після заповнення водосховищ відбувається надзвичайно інтенсивна перебудова рельєфу у прибережній смузі. Активізуються ті процеси, що не були провідними (на зміну річкової ерозії прийшла хвильова абразія).

На потужному Дніпровському каскаді водосховищ з довжиною берегової смуги до 3530 км, 611 км захищені від переробки та затоплення інженерними спорудами, на всіх інших чиниться

40 Офіційний сайт МНС України. Електронний ресурс – Режим доступу: <http://www.mns.gov.ua>.

переробка берегів. На цих водосховищах поширені абразійно-обвальні-осипний (на Кременчуцькому та Каховському – 200 км), абразійно-зсувний (на Канівському – 68 км) та абразійно-денудаційний (на Каховському – 128 км) типи узбережжя. За даними Укрдипроводгоспу, втрати земель від переробки перевищують 25 тис. га<sup>41</sup>.

Геологічне середовище України зазнає значних змін у результаті утворення порожнин при гірничих роботах. Найбільшу небезпеку для об'єктів і споруд становлять процеси зрушення поверхні над підземними гірничими виробками і на ділянках підземної виплавки сірки й вимивання солей, відкачки нафти, газу та підземних вод. Зрушення поверхні зафіксовано на площі 5,7 тис. км<sup>2</sup> (більше як у 70 промислових містах України), у Донбасі глибина зрушення денної поверхні сягає 2,7 - 5,6 м<sup>42</sup>. На таких територіях, як правило, починається підтоплення, заболочення та зниження інженерно-геологічної стійкості порід.

Висновки. Інтенсифікація діяльності енергетичних об'єктів на території України, зростання техногенного навантаження на природне середовище потребують комплексного урахування усіх змін, викликаних цією діяльністю. Серед таких змін основну увагу слід приділяти перебудові шляхів поверхневого і підземного стоків у зв'язку з будівництвом різноманітних об'єктів, змінам рельєфу схилів при проведенні інженерної підготовки. Техногенний вплив почав викликати необоротні зміни властивостей ґрунтів, що складають береги і схили, він обумовлює активізацію переробки берегів та силових гравітаційних процесів.

#### **4.6 Підсистема керування функціональними застосуваннями у системі геологічного моніторингу АЕС**

*Актуальність.* Автоматизація виробничих процесів є важливою задачею, що дозволяє суттєво підвищити продуктивність праці, зберігати енергоресурси, оптимізувати склад обслуговуючого

41 Лабжинський В.А. Оцінка змін геологічного середовища в умовах техногенезу / В.А Лабжинський, О.Ф. Шульженко /Автоматизація моніторингу стану довкілля у зоні впливу атомних електростанцій, монографія за заг. ред. Лук'яненко С.О., Шаповалової С.І. – К.: Видавничо-поліграфічне підприємство «Текст», 2013р. – С 52-59.

42 Там же.