

## ЕКОЛОГІЧНІ РИЗИКИ ТА ЗАГРОЗИ НА ШАХТАХ ДОНЕЦЬКОЇ ТА ЛУГАНСЬКОЇ ОБЛАСТЕЙ УКРАЇНИ

*О.А. Улицький, В.М. Єрмаков, О.В. Луньова, О.В. Буглак, ДЗ «Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління», Україна*

В статті розглянуті території розміщення шахт Донецької та Луганської областей як зони підвищеної екологічної небезпеки. Визначено наявні екологічні загрози та ризики, надано рекомендації щодо їх мінімізації у разі виникнення техногенно-екологічних катастроф.

Вугільні підприємства є одним із об'єктів критичної інфраструктури (ОКІ) та підвищеної екологічної небезпеки і розташовані як на контрольованій, так і на тимчасово окупованій території. Проблема екологічних наслідків бойових дій увага стала приділятися лише відносно недавно.

Всі організації, що до початку конфлікту здійснювали збір інформації про стан довкілля в Донецькій та Луганській областях, зазнали порушень у роботі, більшість з них втратили приладову базу, технічне, матеріальне та транспортне забезпечення, архіви та документацію. Скоротився обсяг звітності перед органами державної статистики. Водночас з початку 2015 року Міністерство екології та природних ресурсів України на основі наявної інформації щомісячно готує інформаційно-аналітичні довідки про стан довкілля на сході України. Інформація щодо гуманітарної ситуації в населених пунктах, а також про випадки порушень водо-, газо- та електропостачання міститься в щоденних зведених даних Інформаційно-аналітичного центру Ради національної безпеки та оборони України. Аналіз ситуації в зоні конфлікту на сході України здійснюється за обмеженого набору джерел [1].

На частині територій не проводиться екологічний моніторинг, відсутня достовірна інформація про характер пошкоджень підприємств, діє режим секретності, ускладнена робота Державних екологічних інспекцій в Донецькій і Луганській областях. Але в 2017 році на запит Міністерства екології та природних ресурсів України Координатор проектів ОБСЄ в Україні провів проект «Визначення шкоди, завданої довкіллю на сході України», завданнями якого стало проведення аналізу впливу конфлікту на навколишнє середовище та підготовка рекомендацій з метою перспективного відновлення регіону. Проект здійснювався за підтримкою уряду Канади та Австрії [2].

Затоплення шахт, а в подальшому і виникнення зон підтоплених територій, є головною екологічною загрозою, що може статися внаслідок знеструмлення та пошкодження обладнання підприємств вуглевидобувної промисловості, а також загрозою потенційного забруднення підземних та поверхневих вод при їх контакті з шахтними водами. Особливо це стосується затоплення шахт, які використовувались як сховища відходів. Така небезпека, насамперед, існує для шахт «Олександр-Захід», «Вуглегірська» та імені Калініна в м. Горлівка Донецької області. Радіаційне забруднення підземних вод може спричинити затоплення шахти «Юний Комунар», де в 1979 р. було здійснено підземний ядерний вибух (об'єкт «Кліваж») в рамках експерименту зі зниження напруги в гірничому масиві для підвищення безпеки відпрацювання вугільних пластів смоляниновської світи (C<sub>2</sub><sup>3</sup>). Слід наголосити, що в стабільних умовах і при виконанні технологічних вимог консервації, ризик виходу радіоактивного забруднення за межі гірничої системи «Юний комунар – Кліваж» практично відсутній, але ж при дестабілізації системи та відсутності додаткових заходів не виключено руйнування зазначеного об'єкта з виходом радіоактивно забруднених шахтних вод в підземні водоносні горизонти (до 300 м<sup>3</sup>/год).

*Шахта «Олександр-Захід»* розташована в м. Горлівка Донецької області на тимчасово окупованій території. З 2001 року знаходиться в процесі ліквідації. Глибина розробки 450 м, водоприплив складає 220 м<sup>3</sup>/год. Скиди шахтної води здійснюються в басейн річок Поклонська – Садки – Кринка – Азовське море.

*Екологічні загрози:* масштабне затоплення шахти може призвести до підтоплення

навколишніх територій, вплинути на рівень підземних вод, спричинити просідання ґрунтів [3]. В результаті можуть бути пошкоджені будівлі та споруди ОКІ. Крім того, затоплення шахти призведе до забруднення підземних та поверхневих вод залізом, хлоридами, сульфатами, іншими мінеральними солями та важкими металами.

*Шахта «Юнком»* розташована в м. Єнакієво Донецької області на тимчасово окупованих територіях. З 2001 року знаходиться в процесі ліквідації. Глибина розробки 936 м, водоприплив 420 м<sup>3</sup>/год. Скиди шахтної води здійснюються в басейн річок Міліонна – Булавінка.

*Екологічні загрози:* затоплення гірничих виробок може призвести до накопичення в підземних водах радіонуклідів з можливим гідравлічним виносом їх на денну поверхню або в потік ґрунтових вод [4]. До екологічних загроз району розташування шахти також відносяться підтоплення території земної поверхні, забруднення водоносних горизонтів шахтними водами з високою мінералізацією, виходи газу метану на поверхню і потрапляння його у будівлі та споруди, формування в межах Горлівсько-Єнакіївської промзони небезпечної техногенної гідрогеофільтраційної системи, що об'єднує гідравлічно пов'язані шахти регіону.

Провідним методичним положенням є визначення швидкості підйому рівнів підземних вод до небезпечних глибин та часу затоплення шахти у якості головних інтегральних параметрів для вірогідного прогнозування екологічних наслідків та обґрунтування ефективних інженерно захисних заходів.

На підставі розрахованого перепаду напорів, з узгодженням з положенням дзеркала підземних вод карбону і гіпсометрії земної поверхні оцінюється можливий вихід шахтних вод на поверхню землі на ділянці у випадку повного затоплення гірничих виробок шахт. Складено рівняння розрахунку коефіцієнта фільтрації у гірських породах, проаналізовано гірничо-технічні параметри вугільних шахт північного та південного крила Центрального району Донбасу (головна антиклиналь), зафіксовано рівні затоплення гірничих виробок шахт регіону, які свідчать про формування в зоні впливу шахтного водовідливу складної техногенної геофільтраційної системи (ТГФС), в межах якої переважають наступні процеси:

- затоплення гірничих виробок та водонасичення прилеглого масиву порід з підйомом рівнів підземних вод і скороченням їх депресії;
- додаткове зрушення та просідання порід;
- зміна шляхів міграції вибухонебезпечних та токсичних газів (метан, радон та ін.), в тому числі у бік діючих шахт, тектонічних зон, підземних приміщень та понижень рельєфу;
- розосередження міграції мінералізованих вод глибоких горизонтів в межах шахтних полів з їх наступним надходженням у місцевий підземний і поверхневий стік.

З метою врахування впливу основних балансових параметрів гірничих робіт (площі перетину гірничих виробок  $F_{ш,t}$  та активної пористості або недоліку водонасичення,  $\mu$ ) використовується наступна модифікація залежності радіального потоку Дюпюї, яка враховує часові зміни впливу притоку,  $Q_{ш,t}$  на швидкість підйому рівнів,  $ds_t / dt$  :

$$Q_{ш,t} \approx F_{ш,t} \times \mu^{ds} / dt \approx \frac{2\pi km S_t}{\ln R / r_{ш}}, \quad (1)$$

де

- $Q_{ш,t}$  – водоприплив у шахту на момент часу  $t$  при зниженні рівня підземних вод  $S_t$  м<sup>3</sup>/добу;
- $F_{ш,t}$  – вільна площа перетину гірничих виробок та зони штучної тріщинуватості порушених порід на відмітки горизонту, що відповідає  $S_t$ , м<sup>2</sup>;
- $R$  – радіус депресії підземних вод, м;
- $r_{ш}$  - умовний радіус планового контуру гірничих виробок та зони очисних робіт (штучного тріщиноутворення), м;
- $km$  - водопроникність вугленосних порід у природному або слабопорушеному стані, м<sup>2</sup>/добу;

-  $\mu$  - осереднене значення активної пористості (недолік водонасичення) вугленосних порід в зоні підйому рівнів підземних вод (у долях одиниці).

Природна гідродинамічна система ЦРД є порушеною у результаті шахтного видобутку вугілля. Нижня глибина гірничих робіт знаходиться в межах 740-1160 м і тільки по окремих шахтах («Олександр-Захід», «Південна») – 360-450 м.

Дві третини площі гірничих відводів вже підроблено підземними роботами. Величина водопрививів в шахти регіону коливаються в межах 150-300 м<sup>3</sup>/год і тільки по шахті «Червоний Жовтень», гірничий відвід якої перетинається річкою Булавін, досягає 820-890 м<sup>3</sup>/год. Модулі шахтних водопрививів на 1 км<sup>2</sup> площі гірничих відводів коливаються в межах 2,9-25,3 л/с\*км<sup>2</sup>.

Найбільш потужні пачки сдренованих порід зафіксовані між вугільними пластами  $h_1, h_3, h_{10}$  і  $h_{11}, k_7, k_7^{1B}, k_5^1-k_7^{1B}, l_1, l_3-l_5, m_5^1-m_4^4$ , а також в зоні пластів  $h_4-h_5, k_1-k_3, m_2-m_3, m_6^2$ .

За деякими оцінками, за час конфлікту загальний щорічний водовідлив в Донбасі скоротився з 800 до 400 – 450 мільйонів кубічних метрів [5]. При збереженні цієї тенденції через кілька років частина шахтних вод почне потрапляти в підземні водоносні горизонти, змішуючись з підземними водами.

В товщі карбону налічується близько 100 шарів пісковиків, що утворюють розосереджені, практично самостійні напірні водоносні горизонти, витримані по протяжності і сталої потужності. Зони живлення підземних вод регіональної тріщинуватої зони карбону в природних і слабкопорушених умовах приурочені до вододільних просторів, розвантажуються в долини найближчих річок і балок. На більшій частині території, в зв'язку з гідрогеологічною відкритістю карбону та активною техногенною тріщинуватістю порід, інфільтрація опадів набуває характеру інфлюації. На ділянках підпрацювання річок гірничими виробками між підземними й поверхневими водами встановлюється тісний гідравлічний зв'язок.

Результатом комплексного впливу техногенних чинників (посилення інфільтрації мінералізованих шахтних вод, геохімічне забруднення ландшафтів, порушення регіональних водотривів та ін.) стало практично повне заміщення прісних (до 1,0–1,5 г/дм<sup>3</sup>) і слабкомінералізованих (1,5–3,0 г/дм<sup>3</sup>) вод на води з мінералізацією 3,0–5,0 г/дм<sup>3</sup> на 70 % досліджених площ. У сучасних умовах через різку відмінність проникності та обсягу інфільтраційного живлення покривних і кам'яновугільних відкладів у межах Горлівсько-Єнакіївської ГМА ЦРД сформувалася двох ярусна структура гідрогеофільтраційного потоку. Слід констатувати, що затоплення шахт із наступним підйомом рівня підземних вод і зменшенням розмірів депресії висхідне (глибинне) живлення ґрунтових вод посиляться, розвиватимуться процеси підтоплення й затоплення, а також водонасичення і зниження міцності нижніх горизонтів порід із проявом високоградієнтних осадів та порушень суцільності порід. Відповідно до результатів моделювання, на 50 % площі району Горлівсько-Єнакіївської ГМА прогнозна глибина залягання рівнів підземних вод кам'яновугільного горизонту становить 20,0 м і менше, внаслідок чого ця територія здатна до локального підтоплення техногенних об'єктів, розвитку наявних і формування нових осередків забруднення підземних вод.

Практично всі шахти на території Горлівсько-Єнакіївської ГМА, що розміщені на Південному й Північному крилах Головної антиклінали, гідравлічно пов'язані між собою в інтервалі глибин 230–1080 м (рис. 1 та 2).

Аналіз структурно-геологічної будови та гідрогеологічних умов шахт ЦРД засвідчив, що вони у взаємодії з ТГС «шахта–геологічне середовище» формують єдину гідравліко-геофільтраційну систему з високим рівнем техногенної уразливості підземних вод.

За наявними даними [5], загальна кількість прямих гідравлічних збіжок цих шахт становить близько 14, а зближеного проведення гірничих робіт (за нормативного зменшення міжшахтних ціликів) – до 10 зон загальною протяжністю ~ 1,5–2,0 км. Розподіл ненормативних шахтних ціликів практично по всьому інтервалу глибин (0,2–0,9 км), на нашу

думку, може призвести до активізації гідрогеомеханічних деформацій породного масиву внаслідок зменшення міцності порід за повного або часткового затоплення виробок, а також до формування додаткових шляхів пришвидшення міграції забруднень, вибухонебезпечних і токсичних газів.

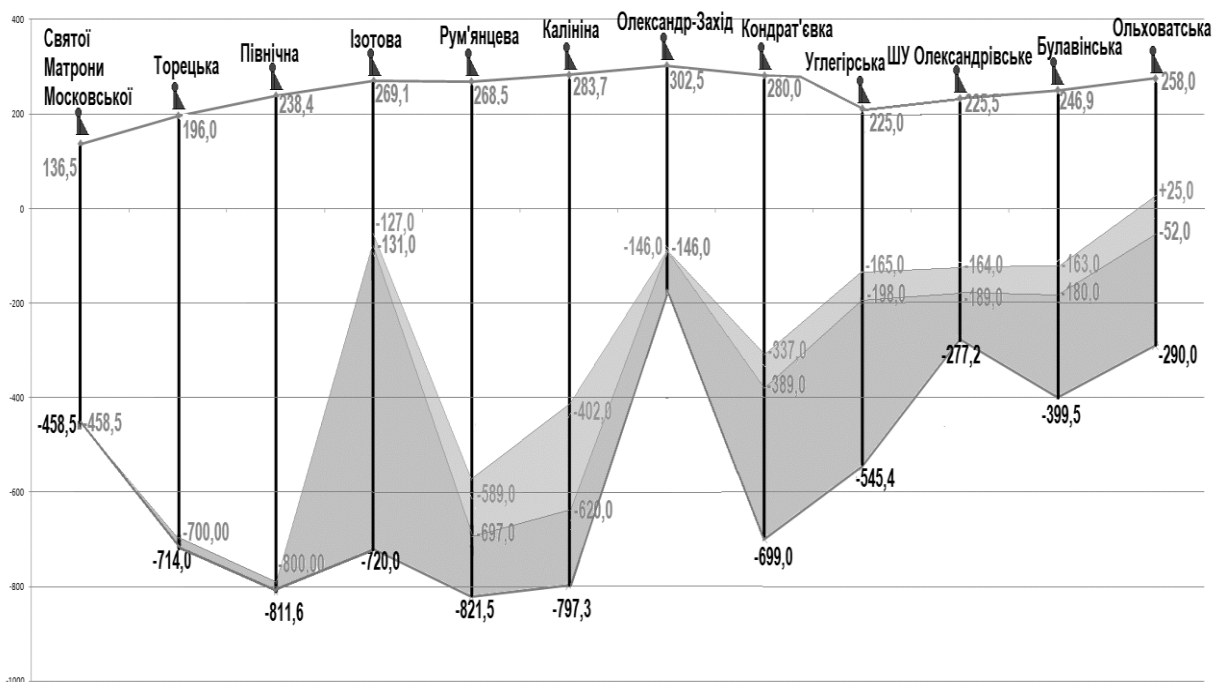


Рис. 1. Схематичний розріз північного крила центрального району Донбасу (головної антиклиналі), станом на 01.06.2018

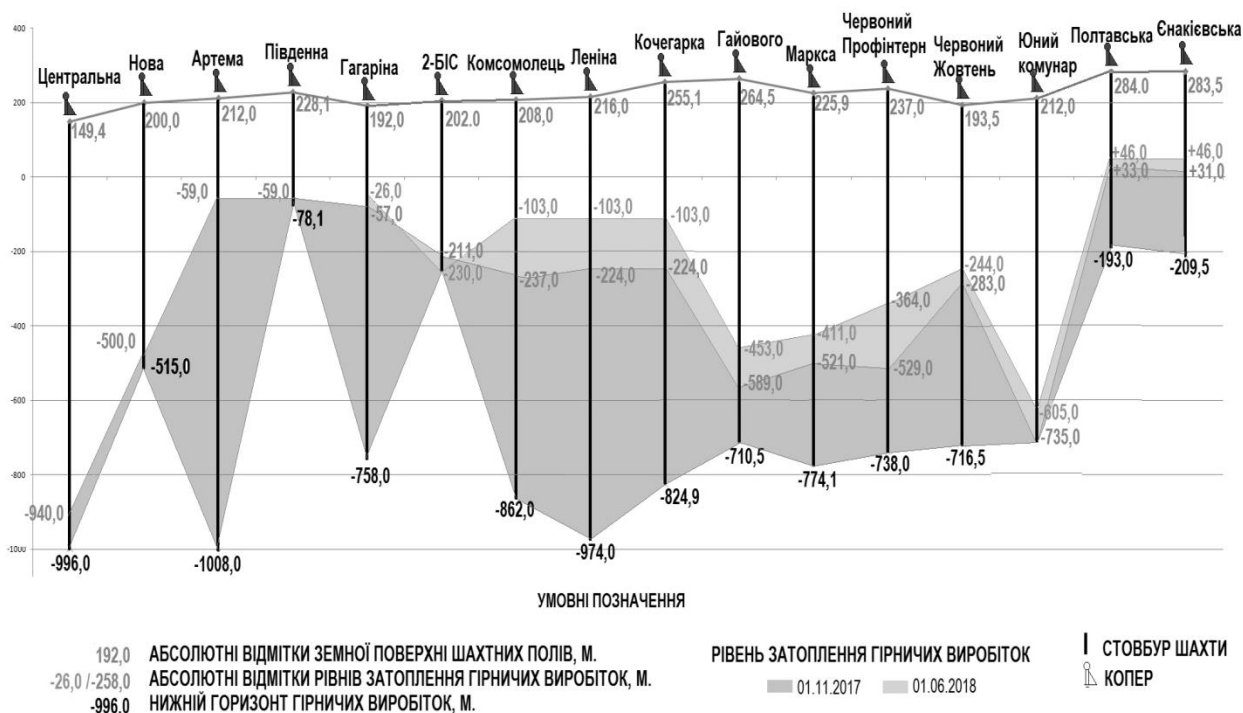


Рис. 2. Схематичний розріз південного крила центрального району Донбасу (головної антиклиналі), станом на 01.06.2018

У разі часткового або повного затоплення шахт на території Горлівсько-Єнакіївської ГМА без попереднього вжиття інженерно-захисних і природоохоронних заходів можливе

порушення гідроізоляції об'єктів складування відходів, катастрофічне надходження забруднень у гірничі виробки, горизонти підземних вод та поверхневі водотоки. Порушення сучасного рівноважного стану ТГС техногенне джерело забруднення – геологічне середовище може призвести до створення надзвичайної екологічної ситуації (НЕС) в цьому регіоні. На території Донецької області під загрозою забруднення знаходиться Волинцівське та Ольховатське водосховища; а затоплення шахт Торезо-Сніжнянської групи може призвести до забруднення Грабівського водосховища. Усі згадані водосховища є резервними джерелами для господарського використання.

*Шахта «Золоте»* розташована в Попаснянському районі Луганської області м. Золоте. Введена в експлуатацію в 1943 році. Проектна потужність 650 тис. т вугілля на рік, фактична – 300 тис. т. Шахтне поле розкрито трьома вертикальними стовбурами, 2 – до горизонту 600 м, 1 – до горизонту 865 м та похилим стовбуром. Станом на 01.06.2018 рік водопріплив у гірничі виробки складає 260 м<sup>3</sup>/год. Скид шахтної води здійснюється в басейни річок Камишуваха та Сіверський Донець.

*Екологічні загрози:* у разі затоплення гірничих виробок шахти «Золоте» (до абсолютної відмітки передбачуваного переливу води – мінус 163 м) шахтна вода потрапить на діючі шахти «Карбоніт» і «Гірська», внаслідок чого можливий скид високо мінералізованих забруднених шахтних вод у водойми і маленькі річки, при цьому можливе забруднення води в колодязях індивідуального водокористування та у великих водозаборах, які забезпечують питною водою увесь Первомайсько-Стаханівський регіон.

*Шахта «Первомайська»* розташована в м. Золоте Первомайської міськради Луганської області на тимчасово окупованій території. З 2005 року знаходиться в процесі ліквідації. Глибина розробки 720 м, водопріплив складає 325 м<sup>3</sup>/год. Гірничі виробки шахти затоплюються.

*Екологічні загрози:* внаслідок аварії 2 грудня 2015 року на шахті «Первомайська» розпочалось підтоплення шахти (затоплюється рівень – абсолютна відмітка мінус 156 м). Обсяг припливу води складає 360 м<sup>3</sup>/год. Швидкість підняття рівня води у вертикальному стовбурі шахти «Первомайська» становить 0,2 м/добу. Передбачуваний перетік шахтної води в сторону діючої шахти «Золоте» (через гірничі виробки шахти «Родина») буде відбуватися на абсолютній відмітці мінус 162,6 м.

У разі досягнення горизонту переливу (абсолютна відмітка -162 м) та надходження води на шахту «Золоте» сумарний додатковий обсяг води з двох шахт «Первомайська» та «Голубівська» буде близько 1060 м<sup>3</sup>/год. В цілому, обсяг припливу води по шахті «Золоте» складе близько 1500 м<sup>3</sup>/год. Також можливе підтоплення Стаханово-Брянковського регіону, закритих шахт Кіровської групи.



Рис. 3. Схематичний розріз групи шахт «Золоте», «Первомайська», «Голубівська» ДП «Первомайськвугілля».

Діюча шахта «Золоте» та шахти «Первомайська» і «Голубівська» гідрогеологічно пов'язані між собою. При цьому, шахтні води перетікають з шахт «Голубівська», «Первомайська», на яких в результаті бойових дій припинено відкачування шахтних вод, через виробки шахти

«Родіна» на «Золоте», а далі на шахти «Карбоніт» та «Гірська».

Затоплення гірничих виробок шахти «Золоте» може призвести до наступних негативних екологічних наслідків:

- скиду високо мінералізованих забруднених шахтних вод у водоймища і маленькі річки, при цьому, можуть вийти з ладу колодязі індивідуального водокористування та великі водозабори;
- зміни фізико-механічних властивостей вміщуючих гірських порід та виникаючі при цьому додаткові їх зрушення, і, як наслідок, утворення на поверхні провалів над пустотами у підземному просторі;
- обрушення гирл стовбурів, гірничих виробок, що мають вихід на поверхню та прилеглої земної поверхні з можливим її підтопленням;
- виникнення неконтрольованого виходу шахтних газів, зокрема метану, на поверхню;
- порушення умов нормального функціонування шахтарських міст і селищ, які на момент закриття шахт були вже неодноразово підроблені гірничими виробками;
- активізації процесів деформації породи, у зв'язку з їх розмоканням при затопленні шахт, що може викликати додаткові пошкодження будівель і споруд.

**Рекомендації щодо мінімізації ризиків:**

*Для групи шахт «Золоте», «Первомайська», «Голубівська».*

Для мінімізації ризиків першочергово необхідно посилити водовідливний комплекс шахти «Золоте». Оптимальним рішенням є будівництво групового водовідливу на шахті «Золоте» потужністю на 1366-1500 м<sup>3</sup>/год.

Також необхідно здійснювати:

- заходи щодо запобігання забрудненню й виснаженню підземних і поверхневих вод;
- механічну очистку та дегазацію шахтних стічних вод;
- очищення підземних водозбірників;
- виробничий контроль складу та властивостей стічних вод, їх впливу на стан поверхневих вод;
- радіологічне обстеження території;
- профілактику самозаймання породної маси у відвалах;
- заходи щодо запобігання розвитку небезпечних геологічних процесів (карст, зсуви, просідання денної поверхні, підтоплення тощо);
- за можливості, поновити відкачування шахтних вод на шахтах «Голубівська» та «Первомайська».

*Для шахти «Олександр-Захід»*

- необхідно здійснювати спостереження за процесами міграції вибухонебезпечних і високотоксичних газів та сполук;
- потрібно розробити заходи щодо запобігання забрудненню й виснаженню підземних і поверхневих вод, розвитку небезпечних геологічних процесів (карст, зсуви, просідання денної поверхні, підтоплення тощо);
- за можливості, поновити відкачування шахтних вод на шахті.

*Для Шахти «Юнком»*

- провести комплексне радіоекологічне обстеження шахти «Юнком» і зони її впливу з метою можливого виявлення місць накопичення, шляхів розподілу і міграції підземних вод (з присутніми в них небезпечними розчинами), що піднімаються на поверхню під час неконтрольованого затоплення шахти;
- створити систему моніторингу за рівнем підняття та розповсюдження водоприпливів на суміжні гірничо-промислові об'єкти, об'єкти непромислового призначення та навколишнє природне середовище;
- на підставі проведених оцінок та згідно з отриманими даними здійснити класифікацію об'єкта «Кліваж» відповідно до вимог нормативно-правової бази у сфері поводження з радіоактивними відходами та радіаційної безпеки;
- з урахуванням наведеного та з метою недопущення потрапляння забруднених вод в

загальну гідромережу, вжити невідкладних заходів із забезпечення належного рівня безпеки на шахті «Юнком» та у зоні міграції забруднених вод в районі розташування шахти.

– розробка заходів з метою запобігання забрудненню й виснаженню підземних і поверхневих вод, розвитку небезпечних геологічних процесів (карст, зсуви, просідання денної поверхні, підтоплення тощо).

Таким чином, одним із найбільш ймовірних факторів переходу території Донецької та Луганської областей в стан надзвичайної ситуації транскордонного масштабу є ризик масового некерованого затоплення шахт через припинення енергопостачання водовідливних та вентиляційних комплексів. Наслідками підйому підземних вод до поверхні можуть стати затоплення значних територій прилеглих міст і селищ, просідання земної поверхні на забудованих територіях, забруднення поверхневих і підземних водозаборів. Крім того, існує ризик міграції метану до підвалів, ярів, балок та улоговин рельєфу, що призведе до зростання небезпеки вибухів і пожеж.

#### Список літератури:

1. Г.І. Рудько, О.І. Бондар, Є.А. Яковлев, О.А. Машков, С.А. Плахотній, В.М. Єрмаков Екологічна безпека вугільних родовищ України. // монографія, ВВД Бук Рекм м. Чернівці – 2016. - 608с.

2. Denisov N. D.Averin, A.Yushchuk, O.Ulytsky, P.Bystrov, S.Zibtsev, S.Chumachenko, Y.Nabyvanets /Assessment of environmental damage and environmental recovery priorities in eastern Ukraine/ Organization for Security and Co-operation in Europe (in Ukrainian), 88

3. Г.В. Лисиченко, Г.А. Хміль, Ю.Л. Забулонов Екологічний ризик: методологія оцінювання та управління: навч. посібник – К.: Наук. думка, 2014 – 328 с.

4. О.І. Бондарь , О.А. Улицький, В.М. Єрмаков Звіт про надання послуги «Проведення оцінки та вивчення техногенного стану Донецької та Луганської областей з метою розробки рекомендацій щодо природно –ресурсного відновлення на екологічних засадах», Київ, 2017 - 177с.

5. Єрмаков В.М., Улицький О.А., Бондарь О.І. Звіт про виконання НДР від 28.12.2016 № 0116U005852 «Моніторинг виконання природоохоронних робіт та екологічного стану природного довкілля діючих та ліквідованих вугільних підприємств, розроблення пропозицій щодо його поліпшення» Київ, 2017 рік.