

DOI 10.33099/2618-1614-2022-18-1-40-44

УДК 351+504:622.24+550.4

Д. О. Чалий,*кандидат технічних наук, доцент, проректор з навчальної та методичної роботи, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності,***В. В. Карабин,***доктор технічних наук, доцент, начальник навчально-наукового інституту психології та соціального захисту, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності*

Чинники виникнення надзвичайних ситуацій на ділянках будівництва нафтогазових свердловин у південній частині Полонинсько-Чорногірських Карпат

Ідентифіковано та класифіковано чинники виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій на ділянках будівництва нафтогазових свердловин. Особливості чинників виникнення надзвичайних ситуацій у межах південної частини Полонинсько-Чорногірських Карпат здійснено на основі даних спеціалізованого об'єктового моніторингу на ділянці впливу глибокої параметричної свердловини Семаківська-1 Волосянської нафтогазоносною площі та за літературними даними. Обґрунтовано взаємопов'язаність чинників екологічної безпеки та виникнення надзвичайних ситуацій. Установлено особливості запобігання надзвичайним ситуаціям у межах південної частини Полонинсько-Чорногірських Карпат, пов'язаним з будівництвом нафтогазових свердловин. Запропоновано будівництво потенційного виникнення надзвичайних ситуацій здійснювати разом з проведенням об'єктового спеціалізованого моніторингу, який передбачає маршрутні спостереження, аналітичні дослідження проб бурового розчину, відходів буріння, ґрунтів, поверхневих і підземних вод у зоні впливу нафтогазової свердловини.

Ключові слова: надзвичайна ситуація, спеціальний об'єктовий моніторинг, нафтогазова свердловина,

© Д. О. Чалий, В. В. Карабин, 2022

Надзвичайна ситуація – це «обстановка на окремій території чи суб'єкті господарювання на ній або водному об'єкті, яка характеризується порушенням нормальних умов життєдіяльності населення, спричинена катастрофою, аварією, пожежею, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, епіфітією, застосуванням засобів ураження або іншою небезпечною подією, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю населення, великої кількості загиблих і постраждалих, завдання значних матеріальних збитків, а також до неможливості проживання населення на такій території чи об'єкті, провадження на ній господарської діяльності» [1]. Чинники виникнення надзвичайної ситуації (НС) на ділянках будівництва нафтогазових свердловин тісно пов'язані із чинниками екологічної безпеки, оскільки, небезпечна подія, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю людини, водночас призводить до погіршення екологічної безпеки. Тісний зв'язок між науковими проблемами екологічної безпеки, техногенної безпеки та надзвичайних ситуацій у межах гірничопромислових територій відображено у працях [2–3].

Небезпеки виникнення НС у районах геологорозвідвальних та експлуатаційних робіт на нафту і газ пов'язані насамперед з можливістю руйнування критичних ланок інфраструктури нафтогазових свердловин з подальшим катастрофічним забрудненням поверхневих та підземних вод і ґрунтів органічними сполуками. Особливо ймовірним, відповідно до Класифікатора надзвичайних ситуацій, є виникнення НС унаслідок 100-кратного перевищення граничнодопустимої концентрації фенолів у водах. Менш імовірними, але можливими причинами НС можуть бути забруднення вод та (або) ґрунтів нафтопродуктами, металами, радіоактивними ізотопами; техногенні землетруси.

Одна з наймасштабніших НС, пов'язана з руйнуванням нафтогазової свердловини відбулася 20 квітня 2010 р. на глибокій свердловині компанії Брітеш Петролеум у Мексиканській затоці. Сумарну шкоду від цієї НС оцінюють у 36,9 млрд дол. США [4].

В Україні у 2015 р. сталася масштабна як в аспекті пожежі, так і в аспекті забруднення ґрунтів нафтопродуктами надзвичайна ситуація, спричинена вибухом резервуарів на нафтобазі «БРСМ-Нафта» в селі Крячки Васильківського району Київської області [5]. Низка пожеж на нафтобазах відбувається внаслідок воєнних дій Російської Федерації на території України.

Питання безпеки будівництва нафтогазових свердловин здебільшого розглядають у контексті екологічної безпеки [6–8]. Водночас питання запобігання НС, які належать до царини цивільного захисту, часто залишаються поза увагою вчених.

Висвітлені в цій статті результати дослідження стосуються проблем виникнення і поширення надзвичайних ситуацій у межах південної частини Полонинсько-Чорногірських Карпат у зоні впливу нафтогазових свердловин та способів запобігання таким НС.

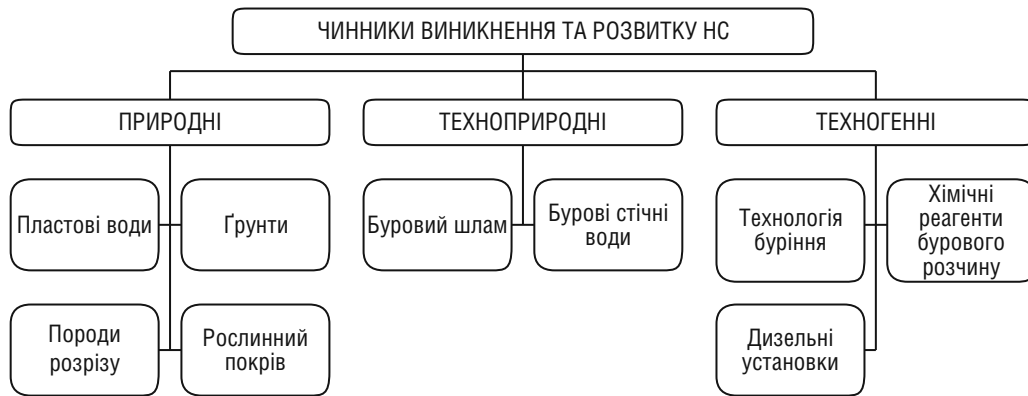


Рис. 1. Класифікація чинників виникнення й розвитку надзвичайних ситуацій у південній частині Полонинсько-Чорногірських Карпат унаслідок будівництва нафтогазових свердловин

Відповідно до робочої гіпотези, чинники виникнення надзвичайних ситуацій на ділянках будівництва нафтогазових свердловин тісно пов'язані з геологічною будовою території геологорозвідувальних робіт, яка, у свою чергу, визначає технологію буріння свердловини, тобто техногенні чинники. Обґрунтувати таку гіпотезу можливо шляхом аналізу літературних джерел та результатів експериментальних досліджень реальних нафтогазопитувальних об'єктів на території досліджень.

Об'єкт досліджень – чинники виникнення й розвитку надзвичайних ситуацій у межах південної частини Полонинсько-Чорногірських Карпат у зв'язку з будівництвом нафтогазових свердловин.

Мета досліджень – ідентифікувати і класифікувати чинники виникнення й розвитку надзвичайних ситуацій у межах південної частини Полонинсько-Чорногірських Карпат у зв'язку з впливом нафтогазових свердловин та запропонувати заходи запобігання їм.

Методи досліджень. Для досягнення мети досліджень використано досвід авторів статті у проектуванні систем запобігання надзвичайним ситуаціям на гірничих об'єктах різних структурно-тектонічних одиниць України, вивчено технічну документацію буріння свердловин території досліджень та польових досліджень у межах науково-дослідного полігону Волосянської площі, де було пробурено глибоку свердловину Семаківська-1. Такі дослідження дали змогу виявити особливості небезпек виникнення надзвичайних ситуацій унаслідок будівництва нафтогазових свердловин у південній частині Полонинсько-Чорногірських Карпат.

У процесі досліджень використані такі методи: теоретичні – аналогії, порівняння, узагальнення, синтез; польові – маршрутного спостереження.

Результати досліджень та їх обговорення

1. Чинники виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій. Виходячи з генетичного принципу, доцільно чинники виникнення та розвитку НС поділити на природні й техногенні (рис. 1).

Природними чинниками розвитку надзвичайних ситуацій, на думку авторів, є особливості тектоніки території досліджень, хімічний склад і кількість пластових вод, хімічний склад і радіаційні особливості порід розрізу, механічні та хімічні властивості ґрунтів, рослинний покрив території досліджень. Техногенними чинниками є різноманітні об'єкти техногенного впливу, насамперед буровий шлам та бурові стічні води. Особливостями територій порушених гірничою промисловістю є наявність техноприродних, або природно-техногенних, чинників. Це такі чинники, які мають природну основу, докорінно змінену техногенно. Джерелами техноприродного впливу містять певну кількість природної складової, однак їх не можна ототожнювати з природними, оскільки завдяки технічними засобами ці природні агенти з'єднуються з техногенними складниками, потрапляють у верхню частину гідролітосфери і стають потенційними джерелами виникнення надзвичайних ситуацій і погіршення екологічної безпеки.

2. Природні чинники виникнення надзвичайних ситуацій. Серед природних чинників виникнення та розвитку надзвичайних ситуацій слід насамперед зупинитися на таких елементах геологічної будови, як тектоніка, хімічний складу пластових, ґрунтових та поверхневих вод, механічний і хімічний склад порід четвертинного віку, ґрунтів, порід, які залягають близько до денної поверхні.

Складчасті Карпати мають значні нафтогазопромислові перспективи (рис. 2). Відповідно, ця територія з приходом інвестицій має великі перспективи на буріння глибоких свердловин. Тож важливо вже зараз здійснити ґрунтовий аналіз чинників виникнення надзвичайних ситуацій.

Полонинсько-Чорногірські Карпати лежать на геологічній основі Складчастих Карпат, насиченій диз'юнктивними порушеннями. Розломи часто є провідниками різноманітних флюїдів, частина з яких містить радіоактивні гази (радон) [9]. Крім цього, площини диз'юнктивних порушень, які виходять на поверхню, можуть

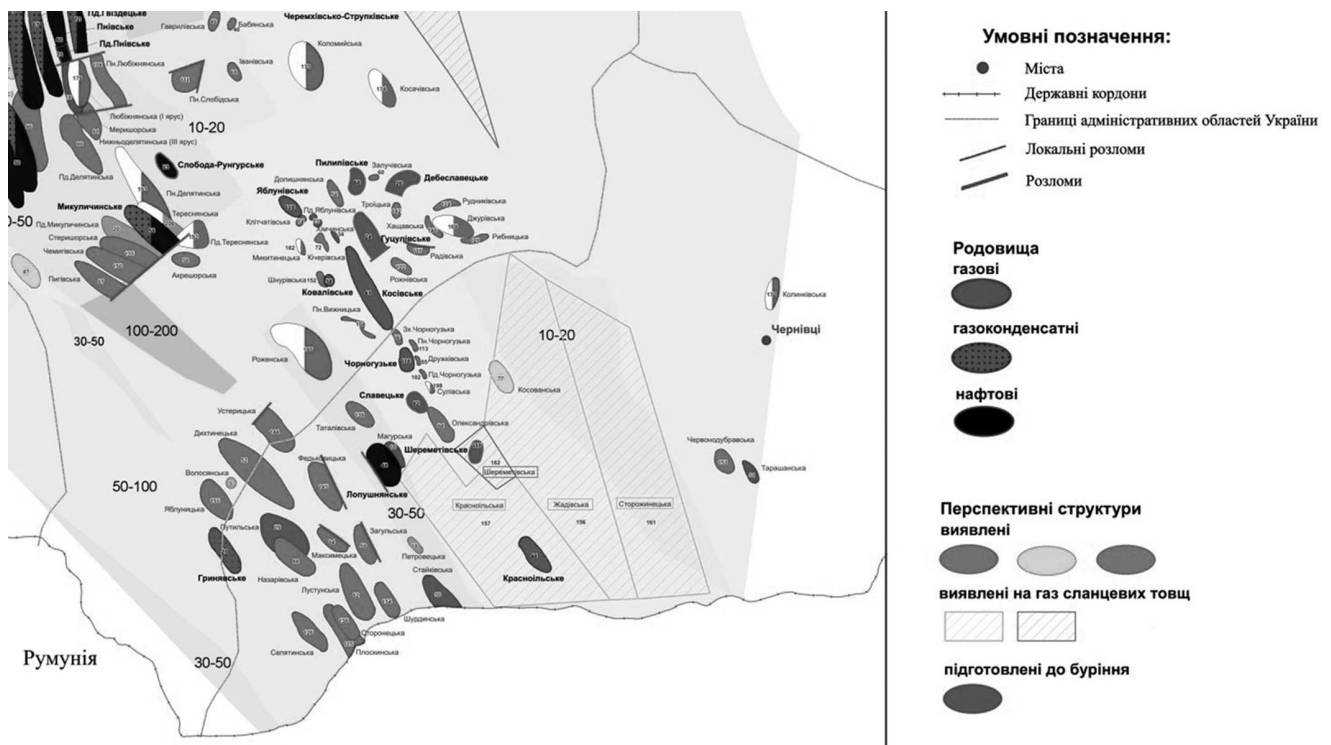


Рис. 2. Фрагмент карти фонду структур Західного нафтогазоносного регіону України (за матеріалами УкрДГРІ)

бути площинами зсувів. Масштабні зсуви гірських порід, руйнуючи різноманітні об'єкти на своєму шляху, руйнують також нафтогазові свердловини. У такому випадку виникають масштабні надзвичайні ситуації, наслідками яких можуть бути витік на поверхню та горіння вуглеводневих газів, руйнування транспортної інфраструктури аж до блокування окремих населених пунктів.

Виникнення надзвичайної ситуації можливе внаслідок забруднення водоносних горизонтів вод питної якості пластовими водами глибоких горизонтів. Пластові води території досліджень можна вивчити шляхом аналогії з водами суміжних нафтогазоносних площ. У Скибовому і Кросненському покровах в інтервалах глибин від денної поверхні до 700–1000 м поширена зона вільного водообміну. Для неї характерні прісні слабсолонуваті води переважно гідрокарбонатно-натрієвого типу. Нижче в інтервалі 1000–1600 м поширена зона сповільненого водообміну з водами гідрокарбонатно-хлоридно-натрієвого складу, які переходять у хлоридно-натрієві з мінералізацією до 100 г/л. Ще нижче виокремлюється зона дуже сповільненого водообміну з водами хлоркальцієвого типу з мінералізацією понад 100 г/л. Зокрема, параметричною свердловиною 1-Фальків в інтервалі 1856–1770 м (вигодська світа еоцену, Орівська скиба) розкритий водоносний горизонт гідрокарбонатно-натрієвих вод з мінералізацією 14,24 г/л; свердловиною 2-Космач Покутській в інтервалі 3135–3055 м (палеоген) отримана вода хлор-кальцієвого складу з мінералізацією

119,9 г/л, з вигодських пісковиків в інтервалі 3507–3487 м одержали воду сульфатно-натрієвого типу з мінералізацією 238,6 г/л. Надходження значних кількостей таких вод на денну поверхню є потенційною загрозою для природного середовища, аж до виникнення надзвичайної ситуації.

Важливими чинниками виникнення та поширення надзвичайних ситуацій можуть бути компоненти ландшафтів, насамперед поверхневі води, ґрунти і рослинний покрив. Територія досліджень характеризується істотним поширенням на поверхні елювіальних і транселювіальних геохімічних ландшафтів. Саме ландшафтно-геохімічні умови часто визначають напрямок та інтенсивність міграції забруднюючих речовин, що має першочергове значення в оцінюванні ймовірності погіршення екологічної безпеки та виникнення надзвичайних ситуацій.

Елювіальні елементарні ландшафти розглядаємо з позицій теорії геохімії ландшафтів [10] і розуміємо під цим терміном групу елементарних геохімічних ландшафтів, які формуються на підвищених елементах рельєфу за глибокого рівня залягання ґрунтових вод, що не впливають на ґрунти і рослинність. Транселювіальні ландшафти приурочені до випуклих вершин та стрімких схилів. Для них характерне привнесення речовин не лише з атмосфери (як у випадку з елювіальними ландшафтами), а й з боковим твердим та водним стоком. Буріння глибоких свердловин у таких ландшафтно-геохімічних умовах створює додаткові ризики виникнення надзвичайних

ситуацій, розглянутих у цій роботі. Такі ландшафтні й техногенні умови в межах України характерні для низки вершин і схилів Складчастих Карпат, менше для Передкарпаття. За межами України подібні умови характерні для Румунських і Польських Карпат. Менш схожі, але зіставні за ландшафтно-геохімічними умовами території є в межах Північно-Кавказько-Мангішлацької нафтогазової провінції, Південночирільської нафтогазової провінції, нафтогазових басейнів Скелястих гір, Монтани, Передпапалачського нафтогазового басейну.

На схилах гір території досліджень поширені слабо-розвинені щебенюваті ґрунти (Leptosols). Їхніми особливостями є малопотужний розріз, високий (понад 50%) вміст уламків гірських порід флішової формації (пісковиків, алевролітів, аргілітів) та як наслідок – високі фільтраційні властивості. У випадку забруднення денної поверхні, яке часто супроводжує буріння глибоких свердловин, забруднювачі практично безперешкодно потраплятимуть у перші від поверхні водоносні горизонти і поверхневі води.

Поверхневі води території досліджень належать до басейну р. Прут. Ріка Прут та її головні притоки характеризуються великою швидкістю течії, що сприятиме швидкому поширенню вуглеводнів у випадку аварії на нафтогазовій свердловині, а отже, цей чинник сприятиме швидкому поширенню можливої надзвичайної ситуації.

3. Техногенні чинники виникнення надзвичайних ситуацій. До техногенних чинників слід віднести насамперед усі можливі хімічні впливи на довкілля, які супроводжують будівництво нафтогазових свердловин. Хімічні загрози пов'язують передусім з можливостями надходження в горизонти питних вод таких потенційних забруднювачів довкілля, як паливно-мастильні матеріали, бурові розчини. Ризики надходження реагентів бурового розчину в довкілля залежать від технології буріння. Буріння глибоких свердловин у Складчастих Карпатах здійснюється безамбарним способом, що знижує ризики виникнення надзвичайних ситуацій. Безамбарний спосіб буріння мінімізує надходження технологічних рідин у довкілля [11]. У процесі буріння свердловини Семаківська-1 використаний саме безамбарний спосіб буріння. Відходи буріння – буровий шлам і бурові стічні води – в процесі буріння збирали в закриті ємності і після закінчення буріння вивезли за межі бурової до місць складування. Для очищення промивальної рідини використовувалася циркуляційна система закритого типу, яка дає змогу механізувати цей процес і збирання вибуреної породи. Збирання бурових стічних вод і пролитих паливно-мастильних матеріалів здійснювали за допомогою системи бетонних і металевих лотоків. Під час освоєння свердловин забезпечено герметичність викидних ліній, замірних пристроїв і ємностей.

У процесі будівництва нафтогазової свердловини використовується значна кількість палива для дизельних установок. Зокрема, для буріння нафтогазової свердловини Семаківська-1 використано 328 т дизпалива.

Складні геолого-технічні умови будівництва свердловин на території досліджень зумовлюють застосування калієвого мінералізованого бурового розчину з додаванням карбоксилметилцелюлози (КМЦ), конденсованої сульфід-спиртової барди (КСББ), сульфанола, гумової крихти. В окремих інтервалах буровий розчин обробляють нафтою. Нафта, дизпаливо, КМЦ, КСББ містять нафтопродукти і феноли в небезпечних для довкілля кількостях, що є вагомим чинником виникнення надзвичайної ситуації. Зокрема встановлено, що КСББ може містити 48,9 мг/дм³ фенолів [12], значна кількість фенолів утворюється також у процесі деструкції нафтових вуглеводнів [13]. Отже, виникнення надзвичайних ситуацій унаслідок катастрофічного забруднення питних вод у разі аварій на нафтогазових свердловинах є реальним і вкрай небезпечним.

4. Техноприродні чинники виникнення надзвичайних ситуацій. До техноприродних чинників відносимо бурові стічні води та бурові шлами. Об'єм шламу, створеного в процесі будівництва глибоких свердловин на території досліджень, прогнозується в кількості 35–40 м³ на 1000 м буріння. Зокрема, об'єм шламу свердловини Семаківська-1 в інтервалі 0–1500 м становить 57,2 м³.

Для зменшення кількості бурових стічних вод у Складчастих Карпатах використовують технологію їх триразового використання. Але навіть за такої технології на 1000 м буріння їх утворюється 60–65 м³.

Буровий шлам та бурові стічні містять значну кількість нафтопродуктів, а отже, є небезпечними в разі потрапляння в ландшафт. Зокрема, буровий шлам зі свердловини Семаківська-1 містив 106 мг/дм³ нафтопродуктів та 0,78 мг/дм³ фенолів. Бурові стічні води свердловини Семаківська-1 містили 128 мг/дм³ нафтопродуктів та 0,62 мг/дм³ фенолів. Після завершення буріння свердловини БСВ були зібрані в закриті ємності й вивезені на груповий збірник у с. Старуня.

5. Заходи мінімізації ризиків виникнення надзвичайних ситуацій на ділянках будівництва нафтогазових свердловин. Заходи мінімізації ризиків виникнення НС на ділянках будівництва нафтогазових свердловин доцільно поділити на організаційні, технічні, геологічні і біологічні групи заходів. Серед організаційних заходів виокремлюємо підгрупи кризового моніторингу, аудиту, експертизи та інспектування. До групи технічних, геологічних та біологічних заходів відносимо превентивні, оперативні та рекультивацийні. Важливим елементом мінімізації ризиків виникнення НС є кризовий моніторинг, який передбачає обґрунтування мережі пунктів спостережень та періодичності відбору проб, основну і додаткову програми лабораторних досліджень, систему оброблення інформації та систему прогнозування ризиків і реагування на них. До превентивних та оперативних технічних заходів слід віднести встановлення противикидного обладнання, гідроізоляцію бурового майданчика, мінімізацію використання небезпечних компонентів бурового розчину (КМЦ, КССБ, нафта) [14].

Висновки

1. Чинники виникнення надзвичайної ситуації та екологічної небезпеки є взаємопов'язаними, оскільки, небезпечна подія, що призвела (може призвести) до виникнення загрози життю або здоров'ю людини, водночас призводить до погіршення екологічної безпеки.

2. Природними чинниками розвитку надзвичайних ситуацій та погіршення екологічної безпеки на ділянках впливу будівництва нафтогазових свердловин є геологічна будова, ґрунтовий покрив, гідрологічні, гідрохімічні, кліматичні, ботанічні умови території досліджень, тобто чинники, які формують характеристику елементарного геохімічного ландшафту. Техногенними чинниками є різноманітні об'єкти техногенного впливу, зокрема об'єкти промисловості, інфраструктури тощо. Джерелами техноприродних впливів є бурові стічні води, шлам тощо.

3. Особливості запобігання надзвичайним ситуаціям у процесі буріння нафтогазових свердловин у межах південної частини Полонинсько-Чорногірських Карпат зумовлені значним поширенням щепенуватих ґрунтів з високими фільтраційними властивостями, елювіальних і транселювіальних геохімічних ландшафтів, що разом створює потенційну загрозу швидкої міграції забруднюючих речовин з поверхні у поверхневі та підземні води.

4. Заходи мінімізації ризиків виникнення надзвичайних ситуацій на ділянках будівництва нафтогазових свердловин передбачають організаційні, технічні, геологічні та біологічні групи заходів. Ключовим для мінімізації ризиків виникнення НС є кризовий моніторинг, який передбачає обґрунтування мережі пунктів спостережень і періодичності відбору проб, основну й додаткову програми лабораторних досліджень, систему оброблення інформації та систему прогнозування ризиків та реагування на них.

Перелік літератури

1. Кодекс цивільного захисту України [Електронний ресурс] : Кодекс України № 5403-VI від 2 жовтня 2012 р. (редакція від 12 травня 2017 р.). – Режим доступу : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>.

2. Розробка науково-технічних основ для створення системи моніторингу, попередження та ліквідації надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру та забезпечення екологічної безпеки / В. Д. Калугін, В. В. Тютюник, Л. Ф. Черногор, Р. І. Шевченко // Системи обробки інформації. – 2013. – № 9 (116). – С. 204–216.

3. Рак Ю. М. Районування гірської річки для цілей цивільного захисту та екологічної безпеки (на прикладі р. Тисмениця)

[Електронний ресурс] / Ю. М. Рак, В. В. Карабин, В. І. Мірненко // Наука і оборона. – 2020. – № 2. – С. 55–60. Режим доступу : <https://doi.org/10.33099/2618-1614-2020-11-2-55-60>.

4. Smith L. C. Analysis of environmental and economic damages from British Petroleum's Deepwater Horizon oil spill / L. C. Smith, L. M. Smith, P. A. Ashcroft // Albany Law Review. – 2011. – № 1 (74). – P. 563–585.

5. БРСМ-Нафта переконана, що причиною вибуху на нафтобазі став терористичний акт [Електронний ресурс] // iPress.ua. – Режим доступу : https://ipress.ua/news/brsmnaf-ta_perekonana_shcho_prychynouy_vybuhu_na_naftobazi_stav_terorystychnyy_akt_127409.html.

6. Адаменко Я. О. Оцінка впливів техногенно небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація : автореф. дис. ... д-ра тех. наук : спец. 21.06.01 «Екологічна безпека» / Я. О. Адаменко ; ІФНТУНГ. – Івано-Франківськ, 2006. – 39 с.

7. Павлюк М. Геохімічні аспекти екологічної безпеки буріння нафтогазових свердловин на Південнобуриславській площі Передкарпаття / М. Павлюк, Я. Лазарук, В. Карабин // Геологія і геохімія горючих копалин. – 2016. – № 1–2. – С. 5–16.

8. Хомин В. Р. Екологічні ризики під час буріння та освоєння свердловин / В. Р. Хомин // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – № 4 (25). – С. 110–114.

9. Щодо аналізу екологічних функцій літосфери Дрогобицько-Бориславської кільцевої структури (на підставі дешифрування космічних знімків та опрацювання медичних даних) / М. Т. Триска, О. І. Колодій, В. В. Карабин, І. В. Попівняк // Вісник Львівського університету. Серія геологічна. – 2004. – Вип. 18. – С. 256–263.

10. Глазовская М. А. Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов / М. А. Глазовская. – 2-е изд. – Смоленск : Ойкумена, 2002. – 288 с.

11. Дригулич П. Г. Технологічні рішення і технічні засоби підвищення екологічної безпеки проведення бурових робіт / П. Г. Дригулич // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – 2006. – № 3 (20). – С. 117–121.

12. Карабин В. В. Нафтохімічне забруднення приповерхневої гідросфери України та його еколого-геохімічні наслідки (на прикладі площ Передкарпаття) / В. В. Карабин, Л. Й. Туркевич, О. Г. Яронтовський // Мінералогічний збірник. – 2000. – № 50 (1). – С. 124–129.

13. Верхоляк Н. С. Використання ароматичних сполук бактеріями. І. Аеробна й анаеробна деструкція [Електронний ресурс] / Н. С. Верхоляк, Т. Б. Перетятко // Біологічні студії. – 2018. – № 12 (2). – С. 135–156. – Режим доступу : <https://doi.org/10.30970/sbi.1202.566>.

14. Карабин В. В. Заходи мінімізації ризиків виникнення надзвичайних ситуацій екологічної генези на ділянках будівництва нафтогазових свердловин [Електронний ресурс] / В. В. Карабин // Науковий вісник НЛТУ України. – 2018. – № 11 (28). – С. 68–70. – Режим доступу : <https://doi.org/10.15421/40281113>.