

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу Міністерства освіти і науки України.



Науковий керівник: доктор технічних наук, професор

Семчук Ярослав Михайлович, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри безпеки життєдіяльності.

Офіційні опоненти:

Мальований Мирослав Степанович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування Національного Університету «Львівська Політехніка» (м. Львів);

Вамболь Сергій Олександрович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри прикладної механіки Національного університету цивільного захисту України (м. Харків).

Захист дисертації відбудеться “27” травня 2016 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 20.052.05 при Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу за адресою:

76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

З дисертацією можна ознайомитися у науково-технічній бібліотеці Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу за адресою: 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15.

Автореферат розісланий “26” квітня 2016 року.

Учений секретар спеціалізованої

вченої ради Д 20.052.05

В.Р. Хомин



an2572

АЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Зміст: До найбільш збиткових екзогенних процесів, з якими пов'язані ризики освоєння територій та функціонування природно - технічних систем у межах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття, належать механічна суфозія, сульфатний карст, зсуви, підтоплення ґрунтів, набухання ґрунтів, просідання ґрунтів, засолення ґрунтів. Основні вогнища розвитку суфозійних процесів розташовані на шахтних полях та хвостосховищах, а також в районі Домбровського кар'єру.

Основними причинами просідань та провалів ґрунтів в м. Калуш та околицях є карстові явища та процеси вилуговування засолених ґрунтів. До цього часу основну увагу приділяли мінімізації небезпек, пов'язаних з карстовими провалами на шахтних полях, оскільки їхній розвиток може бути дуже стрімкий, і це несе загрозу життю та здоров'ю громадян.

Водночас потенційні ризики, пов'язані із просіданням засолених ґрунтів у місцях цивільної та промислової забудови враховувалися недостатньо, оскільки розвиток процесів суфозійного просідання є значно повільніший. Кількісна оцінка природних, техногенних, екологічних ризиків створює сприятливе та необхідне підґрунтя для класифікації всіх господарських об'єктів і ранжування територій країни за ступенем небезпеки.

В Україні розроблено та впроваджено «Методику вивчення ризиків та їх прийнятних рівнів для декларування безпеки об'єктів підвищеної небезпеки», яка дозволяє здійснити оцінку потенційних ризиків певних об'єктів, однак недостатньо конкретизовані та класифіковані потенційні небезпеки, які є джерелами екологічних ризиків.

Зв'язок з науковими програмами і темами. Робота виконана згідно з «Загальнодержавною програмою розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2030 року», Основними засадами (стратегіями) державної екологічної політики України на період до 2020 року в частині «...поліпшення екологічної ситуації та підвищення рівня екологічної безпеки» та Стратегією соціально-економічного розвитку міста Калуша.

Мета і завдання дослідження. Встановлення взаємозв'язку між рівнем, типом засолення ґрунтів, їх жорсткістю при тривалому деформуванні та прогнозним рівнем просідання з метою оцінки потенційних екологічних ризиків в районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття (на прикладі м. Калуш).

1. Проаналізувати вітчизняний та зарубіжний досвід в галузі оцінки потенційних екологічних ризиків, вибрати оптимальні методики, адаптувати їх до техногенно навантажених територій (на прикладі Калуського промислового району). Дослідити вплив циклічного засолення-розсолонення на фізико-механічні характеристики ґрунтів.

2. Встановити закономірності взаємозв'язку між рівнем засолення та величиною просідання. Запропонувати спрощену математичну модель для проведення інженерних розрахунків.

3. Розробити методику кластеризації районів ліквідованих гірничо-хімічних підприємств за рівнем засоленості та розрахувати прогнозні показники просідання для кожного кластера на прикладі м. Калуш.

4. Вибрати критерії та провести ранжування території м. Калуш за рівнем потенційних екологічних ризиків, викликаних погіршенням механічних характеристик засолених ґрунтів. Встановити найбільш придатні та найнебезпечніші райони житлової забудови.

Об'єкт дослідження: процеси вилугування і суфозії засолених ґрунтів та їх вплив на опір тривалому статичному навантаженню.

Предмет дослідження: засолені земельні ділянки в районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств м. Калуш.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження базуються на застосуванні методів логічного аналізу та узагальнення. Для дослідження процесів фільтрації у роботі використано аналітичні та експериментальні методи, для оцінки та прогнозування рівнів просідань засолених ґрунтів, оцінки та ранжування потенційних екологічних ризиків – методи математичного моделювання та математичної статистики. Обробка результатів проводилася з використанням карт Google, пакетів Microsoft Office, Originlab Origin, CorelDraw X7.

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Дістали подальший розвиток підходи до оцінки потенційних екологічних ризиків шляхом виділення та класифікації основних джерел екологічної небезпеки, характерних для районів ліквідованих гірничо-хімічних підприємств.

2. Вперше вибрано характеристичні показники та запропоновано принципи кластеризації територій в районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств, що дозволяє здійснювати управління екологічною безпекою цих територій шляхом урахування змін характеристик міцності розсолених ґрунтів.

3. Дістали подальший розвиток наукові підходи до математичного моделювання процесів просідання засолених ґрунтів, зокрема введено поняття моно- та полізасолення як однієї з характеристик засолених ґрунтів, використання якої дає змогу підвищити коректність прогнозу просідання ґрунту внаслідок вимивання солей.

4. Набули подальшого розвитку наукові підходи до оцінки потенційних екологічних ризиків в районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств. На основі результатів теоретико-експериментальних досліджень встановлено найбільш придатні та найнебезпечніші райони житлової забудови м. Калуш, що дає змогу мінімізувати екологічну загрозу розвитку селітебних зон у цьому регіоні.

Практичне значення одержаних результатів:

1. З використанням запропонованої математичної моделі обчислено прогнозні показники просідання ґрунтів у районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств на прикладі м. Калуш.

2. Побудовано придатні для інженерних розрахунків криві суфозійного просідання засолених ґрунтів. На основі аналізу хімічного складу створено моделі просідання моно- та полізасоленого ґрунту.

3. Розроблено методику та проведено кластеризацію території м. Калуш за рівнем засоленості ґрунту, густиною забудови та наявністю об'єктів цивільної та промислової інфраструктури, яка дає змогу оцінити потенційні ризики, зумовлені просіданнями.

4. На основі літературних та отриманих нами даних побудовано карту засолення ґрунтів м. Калуша та околиць, визначено епіцентри засолення та виділено області еквізасолення. Її використання дасть змогу визначати ділянки з підвищеною небезпекою просідань та мінімізувати потенційні ризики для довкілля.

5. Розроблену Методику моделювання процесів просідання засоленних ґрунтів в районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств впроваджено в Управлінні Держгеокадастру у Калуському районі, Управлінні з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи Івано-Франківської ОДА та в навчальний процес на кафедрах будівельної механіки та основ геології та екології Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу.

Особистий внесок здобувача. Основні результати роботи отримані автором самостійно. Роботи [4, 5, 6, 9, 11] опубліковані без співавторів. У роботі [1] автору належить класифікація основних проблем утилізації розсолів, в роботі [2] - дослідження зміни фізико-механічних властивостей засоленних ґрунтів гіпсово-глинистої шапки Стебницького родовища. У роботі [3] - дослідження зміни коефіцієнту фільтрації залежно від типу порід та ступеня засоленості. У роботах [7, 8] - математичне моделювання кінетики суфозійного просідання для плівкового та дисперсного засолення. У роботі [9] - розробка спрощеної математичної моделі просідання засоленних ґрунтів.

Апробація результатів: основні результати дисертаційної роботи доповідались і обговорювались на II міжнародній науково-технічній конференції «Еколого-економічні проблеми Карпатського Євросередині» (м. Івано-Франківськ, 2005 р.); III міжнародній науково-технічній конференції «Еколого-економічні проблеми Карпатського Євросередині» (м. Івано-Франківськ, 2006 р.); Міжнародній науковій конференції «Ломоносовські читання 2013» (м. Севастополь, 2013 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Екологічна безпека держави» (м. Київ, 2014 р.); IV міжнародній науково-технічній конференції «Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування» (м. Тернопіль, 2015 р.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 11 наукових праць, з них 4 статті індексовано у міжнародних наукометричних базах, 3 – у фахових виданнях і 1 – у інших збірниках праць, 3 тези доповідей наукових конференцій.

Структура і обсяг дисертації: Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаної літератури (154 найменувань) та 3 додатків. Викладена на 136 сторінках машинописного тексту, з них основного тексту 112 сторінок містить 40 рисунків та 12 таблиць.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність проблеми, сформульовано мету і завдання досліджень, висвітлено наукову новизну та практичну цінність роботи.

У першому розділі аналізуються основні види екологічних ризиків та способи її оцінки. Кількісна оцінка природних, техногенних, екологічних ризиків створює сприятливе та необхідне підґрунтя для класифікації всіх господарських об'єктів і ранжування територій країни за ступенем небезпеки. Така оцінка дає можливість

застосовувати до них правові норми й державні механізми адміністративного та економічного впливу пропорційно до створюваної ними небезпеки з метою забезпечення прийняттого рівня ризику для досягнення безпечної життєдіяльності суспільства. Видобуток кайнітових і сільвінітових руд проводився камерною системою розробки на відокремлених один від одного виїмкових ділянках: Північному сільвінітовому, Північному кайнітовому, Центральному та Хотинському полях. На даному етапі поверхня рудних полів ліквідованої шахти «Калуш» знаходиться у стані перетворення внаслідок процесу зрушення земної поверхні ускладненого карстово-провальними проявами. Указом Президента України від 10.02.2010 р. № 145/2010, підтвердженням Законом України від 12.02.2010 р. № 1885/VI, територію міста Калуш та сіл Кропивник та Сівка-Калуська Калуського району Івано-Франківської області оголошено зоною надзвичайної екологічної ситуації.

Згідно з цим передбачено вирішення проблем, що залишились у спадок від тривалої розробки Калуш-Голинського калійного родовища та накопичення відходів виробництва. Основними джерелами екологічних ризиків є: самозатоплення Домбровського соляного кар'єру, розмив атмосферними опадами солевмісних відвалів, переповерхнення хвостосховища № 2, поширення ареалів засолення вод четвертинного водоносного горизонту; небезпека різкого погіршення якості води в міському водозаборі; просідання засоленних ґрунтів внаслідок вилуговування солей та суфозійних процесів; просідання територій над виробленим простором шахт з деформацією чи руйнуванням інженерних споруд і житлових будівель.

Особлива небезпека полягає в тому, що на території шахтних полів відпрацьованих рудників розташовано 256 житлових будинків і промислових об'єктів м. Калуш; 109 житлових будинків с. Хотінь, з яких 18 вже знесено і людей переселено; 7 споруд промислового призначення на вентстволі «Хотінь»; 285 житлових будинків і 7 промислових споруд с. Кропивник; 304 житлових будинків і 16 промислових споруд с. Сівка-Калуська.

Проблемою підвищення екологічної безпеки районів ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття займалася низка вчених, зокрема: Семчук Я.М., Шкіца Л.Є., Рудько Г.І., Зозуля І.І., Білявський Г.О., Гайдін А. М. Орадовська А.Е., Кузьменко Е.Д., Федоришин Д.Д., Горстко А.Б., Данілишин Б. М., Яковлев Є.О., Корінь С.С., Джинорідзе Н.М., G.D. Miller, Тесля Н.І. та ін. Протягом останніх років на регіональному рівні інтенсивно проводяться теоретичні та практичні дослідження з управління екологічною безпекою. Розвиваються різні наукові напрями, зокрема техніко-економічний (Горстко А.Б., Данілишин Б. М., Яковлев Є.О.) та природничий (Рудько Г.І., Білявський Г.О.).

Небезпечні процеси та явища, з якими людство постійно стикається, починаючи з другої половини ХХ століття, призвели до необхідності розробки Концепції прийняттого технічного ризику та приведення її у відповідність до світових стандартів. Погіршення екологічного стану навколишнього середовища тісно пов'язане з проблемою погіршення здоров'я населення на забруднених територіях. Це викликає потребу глибокого вивчення екологічних ризиків. На даний час в Україні та світі цілому оцінка та аналіз техногенних ризиків є одним з напрямів промислової безпеки.

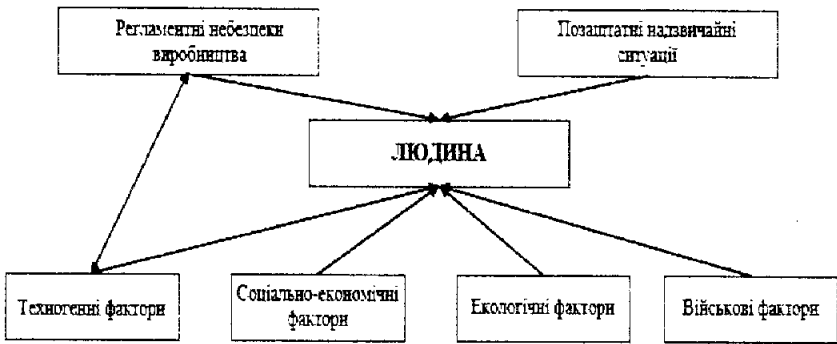
Небезпека – доволі широке комплексне поняття, що охоплює різні наукові дисципліни. А. Б. Качинський, А. М. Сердюк підкреслюють, що небезпека - поняття якісне. Кількісною мірою небезпеки є ризик.

Застосування поняття «ризик», дозволяє переводити небезпеку в розряд категорій, що вимірюються. Часто використовують поняття «ступінь ризику» («risk level»), яке за змістом не відрізняється від поняття «ризик», лише підкреслює, що йдеться про вимірювану величину.

Поняття ризику пов'язують з можливістю людських жертв, травм, руйнувань і матеріальних втрат. На практиці намагаються визначити *інтегральний ризик* - узагальнений показник комплексів загроз, які можуть реалізуватися за певних умов і спричинити надзвичайні ситуації на даній території, а також масштабність їх наслідків за певний період часу, внаслідок різних поєднань причин і сценаріїв розвитку аварій

Екологічний ризик - це можливість появи непереборних екологічних явищ: розвиток парникового ефекту, руйнування озонового шару, радіоактивне забруднення, кислотні опади. З погляду кількісної оцінки поняття «екологічний ризик» може бути сформульоване як відношення величини можливого збитку від впливу шкідливого екологічного фактора за визначений інтервал часу до нормованої величини інтенсивності цього фактора (рис. 1).

ВИРОБНИЧЕ СЕРЕДОВИЩЕ



НАВКОЛИПНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Рис. 1. Класифікація небезпечних факторів за джерелами небезпеки

Внаслідок просідань ґрунтів у м. Калуш руйнується велика кількість об'єктів цивільної забудови та об'єктів інфраструктури. Через просідання основи руйнуються фундаменти та стіни, будівлі стають непридатними для використання.

Для обґрунтованого проектування основ та фундаментів промислових і цивільних споруд на засолених ґрунтах необхідно знати специфічні властивості засолених глинистих ґрунтів, які містять велику кількість легко-і середньорозчинних солей, основні закономірності зміни цих властивостей, щоб врахувати можливе їх обводнення атмосферними опадами, при замочуванні або

підтоплення територій, внаслідок аварій чи витоків з мереж водопроводу, каналізації, технологічних трубопроводів. Актуальність даної проблеми пов'язана з швидким розвитком будівельної галузі та проблемою безпеки об'єктів капітального та індивідуального будівництва.

Просідання глинистих ґрунтів характеризується рядом показників, зокрема:

- межа просідання (вологість ґрунту, при досягненні якої припиняється зміна його початкового об'єму);
- щільність скелету ґрунту на межі просідання;
- величини відносного лінійного та об'ємного просідання.

Для ґрунтів гіпсово-глинистої шапки не спостерігається збільшення їхньої дисперсності в процесі кип'ятіння в порівнянні з відмиванням солей. Більше того, у багатьох випадках, особливо для закарбонатованих ґрунтів, кип'ятіння сприяє коагуляції суспензії.

Математичне моделювання процесів розсолення, вилугування та суфозії та прогнозування за його допомогою рівня просідання засоленних ґрунтів різного типу, впливу засолення на механічні властивості ґрунтів а також ризик-аналіз та ризик менеджмент територій дадуть змогу підвищити рівень екологічної безпеки у районах розробки родовищ калійних солей. Згідно з метою сформульовано завдання дослідження.

У другому розділі описано об'єкти і методи досліджень. Для проведення дисперсного аналізу в даний час широко застосовується метод обробки ґрунту пірофосфатом натрію, який володіє здатністю сильно диспергувати глинисту суспензію і стабілізувати її при значній концентрації електролітів. Завдяки цим властивостям пірофосфат натрію можна з успіхом застосовувати для проведення дисперсного аналізу засоленних ґрунтів.

Але при значному вмісті водорозчинних солей, коли концентрація електроліту досягає і перевищує поріг коагуляції, потрібне попереднє відмивання ґрунту, адже поріг коагуляції для сумішей солей значно нижчий, ніж для кожної з них окремо.

Крім того, при високій загипсованості й закарбонатованості порід необхідно збільшувати кількість реагенту. Слід зазначити, що збільшення дози пірофосфату натрію, на відміну від інших реагентів, не викликає коагуляції суспензії, що є дуже цінною якістю цього реагенту.

Зважаючи на значну засоленість ґрунтів, проведення гранулометричного аналізу за трьома схемах неможливе. При наших дослідженнях використовувалися тільки дві значно змінені схеми підготовки до аналізу: мікроагрегатна та дисперсна, причому остання застосовувалася для ґрунтів із загальним засоленням не більше 30-40%. Відбір проб ґрунту проводився на території Калуського району Івано-Франківської області. При відборі використовувалася методика згідно ДСТУ Б В.2.1-22:2009.

Вилугування зразків проводилося в трубках Каменського при сталому тиску, встановленому для кожного зразка окремо, залежно від його водопроникності. Зразки порід шапки цілісного складу діаметром 7 см і заввишки 3 см закріплювалися в трубках за допомогою розплавленого парафіну, що повністю виключало пристінкову фільтрацію.

Вилуговування зразків здійснювалося з можливістю набування, без навантаження, тобто в умовах, найбільш сприятливих для розвитку фільтрації. Зміна водопроникиності ґрунтів вивчалася при фільтрації через зразки дистильованої води. У процесі вилуговування велися щоденні спостереження за зміною коефіцієнта фільтрації в часі й через певні проміжки часу, залежно від швидкості фільтрації, відбиралися проби фільтрату для хімічного аналізу.

Ризик-аналіз має бути невід'ємною складовою процедури прийняття проектних рішень та оцінки впливу проектованої діяльності на навколишнє середовище на всіх стадіях проектування. Основними напрямками подальших наукових розвідок є з'ясування механізму розвитку сучасних морфодинамічних процесів, виявлення основних природних і антропогенних чинників, які сприяють їхній активізації, районування території міста за інтенсивністю, масштабами та характером прояву процесів, кількісна оцінка ризиків для різних видів господарських об'єктів, розробка заходів щодо їхнього зменшення.

Пропонується концепція ризик-менеджменту техногенно навантажених територій, яка складається з таких етапів:

1. визначення потенційних небезпек та їх ранжування;
2. структурування небезпек за групами ризику;
3. ранжування груп ризику та оцінка прямих і непрямих збитків у кожній групі;
4. розроблення способів та засобів мінімізації ризиків їх зведення до прийнятних;
5. створення системи управління ризиками для контролю і підтримки їх рівня у безпечних межах.

Згідно даної концепції проведено аналіз небезпек у районі ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття та структуровано їх за відповідними групами ризиків. Виокремлено п'ять основних видів ризику, зокрема: індивідуальний, економічний, екологічний, технічний, соціальний (рис 2).



Рис. 2. Класифікація ризиків для Калуш-Галицького родовища калійних солей

Згідно з даною концепцією проведено аналіз небезпек у районі ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття, розбито на групи та виокремлено основні джерела небезпек для кожної з них.

Це дасть змогу удосконалити та наблизити українську нормативну базу до світових стандартів і підвищити якість контролю та управління екологічними ризиками, а також зменшити їх абсолютний рівень до прийнятого у згаданих країнах.

Третій розділ присвячений дослідженню динаміки вилигування засолених ґрунтів. Особливості фільтрації ґрунтів в умовах вилигування вивчалися на зразках порід гіпсово-глинистої шапки калійних родовищ Східного Прикарпаття. Дослідження проводилися на зразках порід Стебницького і Калуш-Голинського родовищ. Вивчення фільтрації і вилигування цих порід має важливе практичне значення при оцінці гірничотехнічних умов експлуатації та ліквідації калійних родовищ.

За гранулометричним складом породи гіпсово-глинистої шапки представлені пилуватими суглинками (від легких до важких) і глинами, що нерідко містять значну кількість великих уламків матеріалу. Вони відрізняються брекчійованим складом, часто пронизані тріщинами, заповненими солями і пішано-пилуватим матеріалом.

Для порід гіпсово-глинистої шапки характерне значне, причому змішане засолення: вміст легкорозчинних солей коливається від 0,2 до 13%; гіпсу - від 2 до 70%; карбонатів від 0,5 до 20%. Засоленість збільшується з глибиною. Для фільтраційних досліджень були відібрані зразки з непорушеною структурою та природною вологістю, з сумарним засоленням від 6 до 33%.

В результаті проведених досліджень було встановлено, що процес фільтрації ґрунтів гіпсово-глинистої шапки характеризується яскраво вираженою динамічністю, що полягає в зміні коефіцієнта фільтрації у часі.

Динамічність процесу фільтрації для засолених ґрунтів пов'язана, зі зміною структури ґрунту під час сольової суфозії. Протягом досліджень було встановлено чотири найхарактерніші типи динамічності процесу фільтрації: I - прогресуючий, II - змінний на етапах, III - циклічний і IV - затухаюча фільтрація.

Перший тип характеризується неперервним підвищенням водопроникності у процесі фільтрації та стабілізації коефіцієнта фільтрації після вимивання всіх солей до розмірів, що перевищують початковий коефіцієнт фільтрації у багато разів. На цьому етапі відбувається змочування зразка й незначне збільшення коефіцієнта фільтрації (тривалість першого етапу 1-15 діб).

Другий тип характеризується поетапною зміною коефіцієнта фільтрації, причому він збільшується різко (в 100-1000 разів) - для одних зразків і не так різко (у 2-10 раз) - для інших. Тривалість цього етапу 3-5 діб. На третьому етапі йде більш або менш поступове зменшення коефіцієнта фільтрації.

Третій тип процесу фільтрації відзначається нестійкою фільтрацією, що виражається в чергуванні ряду циклів більш або менш різкого збільшення і падіння коефіцієнта фільтрації.

Четвертий тип характеризується поступовим зменшенням коефіцієнта фільтрації в порівнянні з початковим, і відбувається його стабілізація, яка настає, зазвичай, через 30-100 діб. Структурні дослідження порід гіпсово-глинистої шапки проводилися за методикою А. К. Ларіонова на зразках з непорушеною структурою.

У результаті цих досліджень було встановлено, що для ґрунтів шапки найхарактернішими є п'ять структурно-текстурних типів: А - переважно цілісна структура з солями, рівномірно розподіленими в глинистій масі; Б - цілісна структура з тріщинами, заповненими солями (в основному гіпсом); В - цілісна структура з тріщинами, заповненими зернисто-агрегативною та агрегативною масою; Г - цілісна структура із зонами зернисто-агрегативної та агрегативної маси; Д - переважно агрегативна і зернисто-агрегативна структура.

Осідання поверхні над гірничими виробками, що затоплюються, у більшій мірі пов'язані з погіршенням їх геомеханічної стійкості внаслідок поверхневого вилуговування ціликів та дифузійного зволоження порід у зоні контакту з недостатньо насиченими розчинами. Досвід будівництва різних будівель і споруд довів, що всі вони тим чи іншим чином схильні до деформацій, які відбуваються внаслідок переміщення часточок ґрунту.

Основні причини деформації можна розділити на дві групи:

- загальні причини, пов'язані з особливостями фізико-механічних властивостей ґрунтів, які є основою фундаменту споруди;
- часткові причини, пов'язані з особливостями проведення будівельних робіт та режиму експлуатації.

Однією з найбільших небезпек є просідання ґрунтів основи під фундаментами об'єктів житлового та цивільного будівництва. Одним з найважливіших чинників є тип ґрунту основи.

При розрахунку можливих просідань використовували методику, описану в ДБН В.2.1.-10-2009.

Розглянемо можливі просідання споруд, які розташовані на засолених ґрунтах. Нехай маємо рівномірне дифузійне засолення в межах кожного шару ґрунту. Розглянемо ґрунтовий масив, поділений на i шарів з умовою ізотропії фізико-механічних властивостей кожного шару.

Тоді просідання за умови повного вилуговування становитиме:

Випадок 1 - засолення викликане однією хімічною сполукою (каїніт)-монозасолення. Тоді просідання за умови повного вилуговування та без урахування ущільнення ґрунту внаслідок обводнення становитиме:

$$H = \sum_{i=1}^n \frac{D_{sal_i} \cdot \rho_{зрпунтy_i} \cdot h_i}{\rho_{sal}}, \quad (1)$$

де: H - просідання ґрунту при повному вилуговуванні солей без урахування обводнення, (м); D_{sal_i} - концентрація солі в i -тому шарі ґрунту, (частка від 1);

$\rho_{зрпунтy_i}$ - густина i -го шару ґрунту, (кг/м³); h_i - висота i -го шару ґрунту, (м); ρ_{sal} - густина солі, (кг/м³)

Випадок 2 - засолення викликане j хімічними сполуками - полізасолення. Тоді просідання за умови повного вилуговування та без урахування ущільнення ґрунту внаслідок обводнення становитиме для кожного шару ґрунту:

$$H = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^m \frac{D_{sal_{ij}}}{\rho_{sal_j}} \right) \cdot \rho_{зрпунтy_i} \cdot h_i, \quad (2)$$

де: H - просідання ґрунту при повному вилуговуванні солей без урахування

обводнення, (м); D_{sal_j} - концентрація j -тої солі в i -тому шарі ґрунту, (частка від 1); $\rho_{грунту_i}$ - густина i -го шару ґрунту, (кг/м³); h_i - висота i -го шару ґрунту, (м); ρ_{sal_j} - густина j -тої солі, (кг/м³)

Для полізасолення ми враховували розчинні сполуки, найпоширеніші на території, що розглядається. Малорозчинними сполуками, а отже і малими деформаціями при вилугуванні нехтуємо.

За результатами аналізу хімічного складу засолених ґрунтів визначено основні засолюючі компоненти: каїніт, галіт, карналіт, K_2SO_4 , $MgSO_4$.

За розчинністю солей у воді поділимо їх на три типи:

I - $MgSO_4 + K_2SO_4$;

II - галіт + каїніт;

III - карналіт.

Приймаємо, що кількість солей, які будуть вилугувані прямо пропорційна їх розчинності в воді, взятій із довідкової літератури. Тоді вагові коефіцієнти для солей становитимуть для I типу - 0,425; для II типу - 0,2; для III типу - 0,375(рис.3).

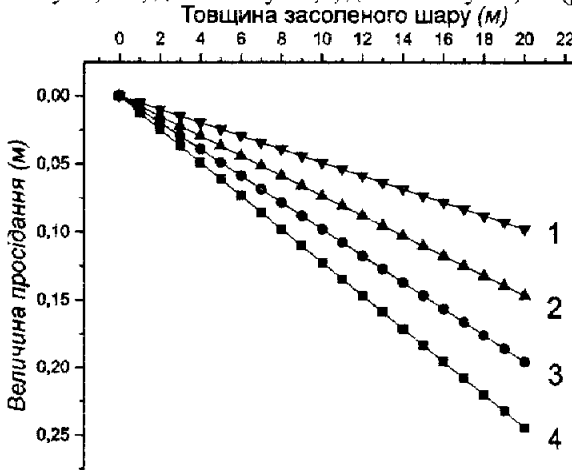


Рис.3. Залежність глибини просідання від рівня засоленості та глибини з урахуванням вагових коефіцієнтів: 1- $D_{sal}=0,02$, 2- $D_{sal}=0,03$, 3- $D_{sal}=0,04$, 4- $D_{sal}=0,05$.

Згідно з аналізом гранулометричного складу, середній радіус частинок солі складав $2,5 \cdot 10^{-5}$ м, а частинок ґрунту $-7,5 \cdot 10^{-5}$ м. Відповідно співвідношення площі стикання солі та ґрунту з водою становитиме 1:9, тому в математичній моделі ми робимо наступне припущення. На початковому етапі в розчиненні солей бере участь лише 10 % води, яка фільтрується через ґрунт. У процесі розчинення ця частка буде зменшуватися по причині зменшення ефективного радіусу частинок солі. Тоді швидкість вилугування буде прямо пропорційна сумарній площі, а швидкість просідання - сумарному об'єму частинок солі.

Четвертий розділ присвячено оцінці та прогнозуванню просідання засолених ґрунтів (на прикладі м. Калуш). Екологічний стан територій в значній мірі

зумовлений рівнем техногенного навантаження на природні комплекси. Одною із задач екологічної політики на регіональному рівні є районування територій, яка базується на окремих показниках, що характеризують стан екологічної ситуації на території регіону.

Однак, у більшому випадку, диференціація територій зводиться до ранжування за окремим показником, що визначає рівень техногенного навантаження на НПС. Прикладом такого підходу є районування територій за значенням модуля техногенного навантаження, який визначається як відношення суми вагомих одиниць усіх видів відходів (твердих, рідких, газоподібних) промислових, сільськогосподарських та комунально-побутових об'єктів. Тому для підвищення безпеки будівництва та мінімізації супутніх ризиків необхідно докладно вивчити причини та характер просідання ґрунтів. Згідно мети, поставленої у роботі, нами було досліджено характер та рівень засоленості ґрунтів на території м. Калуш. Основними джерелами засолення виступають рудники «Калуш»; «Голинь»; «Ново-Голинь», Домбровський кар'єр та його відвали, хвостосховища, шламонакопичувач та акумулюючі басейни.

Нами було проведено дослідження рівня засоленості ґрунтів на території м. Калуш. За результатами побудовано карту-схему з відповідними ізолініями еквізасолення. Аналіз водних витяжок засолених ґрунтів показав, що у нашому випадку ми маємо справу з хлоридним та хлоридно-сульфатним видами засолення. Основними засолюючими компонентами виступали каліт, галіт, карналіт, K_2SO_4 , $MgSO_4$. Отже, маємо класичний випадок засолення розчинними сполуками.

Згідно з нормативними документами (ДСТУ Б.В.2.1-2-96) за ступенем засоленості легкорозчинними солями у випадку хлоридного, сульфатно-хлоридного засолення виділяють п'ять різновидів ґрунтів (табл. 1).

Таблиця.1

Класифікація ґрунтів за рівнем засоленості

| Різновид ґрунтів | Ступінь засоленості $D_{sal},\%$ |
|----------------------|----------------------------------|
| Незасолений | $<0,5$ |
| Слабозасолений | $0,5 \leq D_{sal} < 2,0$ |
| Середньозасолений | $2,0 \leq D_{sal} < 5,0$ |
| Сильнозасолений | $5,0 \leq D_{sal} < 10,0$ |
| Надлишково засолений | $D_{sal} > 10$ |

Отримані результати дозволили виділити два епіцентри засолення ґрунтів: I - Домбровський кар'єр та солевідвал № 1, II - Хвостосховища 1, 2 та шламонакопичувач.

Найнебезпечнішим для об'єктів житлового та цивільного будівництва, на нашу думку, є ареал засолення ґрунтів з епіцентру I. Водночас ареал засолення з епіцентру II теж несе в собі істотні екологічні ризики, пов'язані з просіданням ґрунту у промисловій зоні ТОВ «Карпатнафтохім».

Особливе занепокоєння викликає той факт, що на відносно безпечну зону припадає найменша кількість об'єктів житлового та цивільного будівництва. Решта території м. Калуш розташована на ґрунтах з високим ризиком просідання внаслідок

вилуговування. Такий висновок можна зробити, взявши до уваги рівень засолення, частоту обводнення та тип засолення (хлоридно-сульфатне, легкорозчинними солями). Більшість об'єктів житлової та цивільної забудови припадає на кластер №2.

На території м. Калуш та околиць можна виділити чотири кластери, відповідно до рівнів засоленості (рис. 4):

1. Зелена зона - слабозасолені ґрунти.
2. Жовта зона - середньозасолені ґрунти.
3. Помаранчева зона - сильнозасолені ґрунти.
4. Червона зона - надлишково засолені ґрунти.



Рис. 4. Карта-схема кластерів засолення ґрунтів м. Калуш

Аналіз абсолютних та відносних площ засолення (табл. 2) свідчить, що площа відносно безпечної території складає менше 14%, що підтверджує високі екологічні ризики для населення м. Калуш.

Таблиця 2

Абсолютні та відносні площі кластерів засолених ґрунтів м. Калуш

| № кластера | Площа, км ² | Частка від загальної площі, % |
|------------|------------------------|-------------------------------|
| I | 9,02 | 13,88 |
| II | 41,08 | 63,2 |
| III | 9,83 | 15,12 |
| IV | 5,07 | 7,8 |

У кластер II потрапляє не тільки найбільше забудована, але й найбільш густозаселена частина міста практично всі об'єкти багатоповерхової забудови, ризик руйнування яких внаслідок просідань є надзвичайно високий. Окремо слід відзначити розміщення у цьому кластері об'єктів інфраструктури та найбільших храмів міста.

У зоні кластера III переважно розміщені об'єкти промислової забудови. Густота заселення порівняно з кластером II є незначною, проте небезпека просідань внаслідок вилуговування висока. Крім того, у вказаній зоні підвищені ризики засолення водоносних горизонтів та питної води. У зоні кластера IV катастрофічний рівень засолення, цивільне будівництво та постійне проживання людей практично

неможливе. Таким чином, частково або повністю непридатною до проживання людей є майже 23% площ в межах міста Калуш.

Розглянемо другий епіцентр засолення. Тут найбільші екологічні ризики пов'язані з руйнуванням об'єктів ВАТ «Карпатнафтохім». Уся територія підприємства розташована на сильнозасолених ґрунтах. Додаткову небезпеку викликає наявність на території річок Фронилів та Кропивник, що додатково підвищує ризик обводнення та вилугування засоленних ґрунтів.

Для оцінки ризику для населення від просідання необхідно встановити коефіцієнт забудованості у кожному кластері. Коефіцієнт забудованості k_{zi} розраховуємо за формулою:

$$k_{zi} = \frac{S_{zi}}{S_{ci}}, \quad (3)$$

де: S_{zi} - площа забудови у i -тому кластері, (км²); S_{ci} - площа i -того кластера, (км²).

Окрім того необхідно встановити відносну частку забудови кожного кластера у загальній забудові міста B_i .

$$B_i = \frac{S_{zi}}{\sum_{i=1}^n S_{zi}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

де n - кількість кластерів.

Застосовувавши формули (3) та (4) отримаємо наступні значення для кожного кластера (табл. 3).

Таблиця 3

Абсолютні та відносні показники забудованості кожного кластера у м. Калуш

| № кластера | S_{zi} , км ² | S_{ci} , км ² | k_{zi} | B_i , % |
|------------|----------------------------|----------------------------|----------|-----------|
| I | 1,15 | 9,02 | 0,127 | 3,6 |
| II | 22,75 | 41,08 | 0,554 | 70,2 |
| III | 5,85 | 9,83 | 0,595 | 18,1 |
| IV | 2,62 | 5,07 | 0,517 | 8,1 |

Використовуючи запропоновану нами математичну модель, проведено прогнозні розрахунки просідання ґрунтів внаслідок вилугування солей для м. Калуша та околиць. Для підвищення якості прогнозування усю територію м. Калуш розбито на 6 частин.

Територію ВАТ «Карпатнафтохім» розділено на чотири зони. Для кожної зони було розраховано відсоток забудованої території та, відштовхуючись від цього, проведено ранжування ризиків по територіях. За розробленою методикою розраховано прогноз просідання для кожного кластеру для випадку моно- та полізасолення (рис. 5).

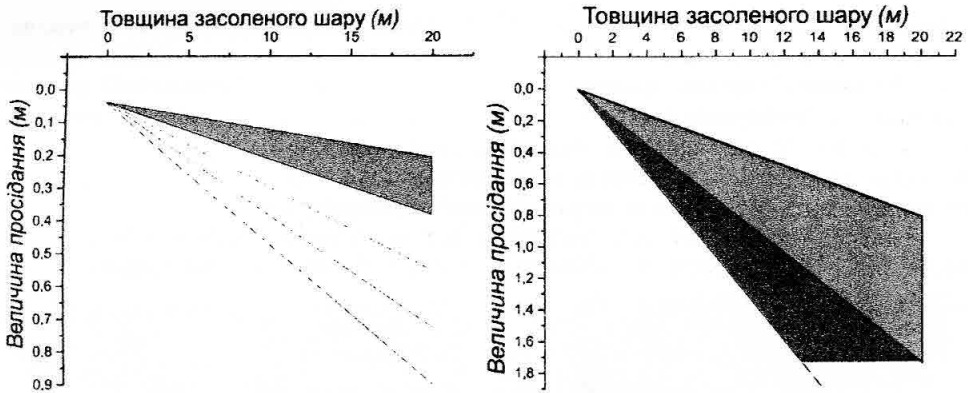


Рис. 5. Прогнозні діапазони просідань для кластерів I-IV

За результатами проведених досліджень проведено ранжування території м. Калуш за екологічним ризиком для населення (табл. 4).

Таблиця 4

Ранжування зон м. Калуш за основними показниками

| Зона | Бали | | | | | | |
|-------------|---------------------|---------------|-------------|---|-------------------|--------------------------|---------|
| | % забудови м. Калуш | забудованість | засоленість | наявність об'єктів підвищеної небезпеки | школи та гімназія | дитячі дошкільні заклади | коледжі |
| Зелена | 2 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Жовта | 8 | 5 | 2 | 0 | 8 | 4 | 1 |
| Помаранчева | 2 | 4 | 3 | 0 | 3 | 6 | 2 |
| Червона | 1 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 |

Прийемо наступні показники для ранжування території м. Калуш за величиною екологічного ризику для населення:

- коефіцієнт забудованості k_z ;
- відносна частка забудови B , %;
- рівень засоленості D_{sal} , (частка від 1)
- наявність об'єктів підвищеної небезпеки;
- наявність навчальних та дошкільних закладів.

Визначимо бали, що відповідатимуть кожному з показників.

Занепокоєння викликає той факт, що у найбільш безпечній зеленій зоні немає освітніх закладів, тоді як у зоні підвищеної небезпеки – помаранчевий – розташовано 11 закладів (табл.5). Це пов'язано з давньою забудовою м. Калуш, зокрема з так званими «заводськими кварталами».

Підсумкове ранжування кластерів м. Калуш

| Кластер | Підсумкові бали |
|--------------------------------|-----------------|
| I кластер (зелена зона) | 7 |
| II кластер (жовта зона) | 28 |
| III кластер (помаранчева зона) | 21 |
| IV кластер (червона зона) | 16 |

Таким чином, використання запропонованої спрощеної математичної моделі просідання засолених ґрунтів у парі з розробленими методиками ранжування небезпек, кластеризації територій та подальшого ризик-аналізу та ризик-менеджменту дає змогу підвищити рівень екологічної безпеки населених пунктів поблизу родовищ калійних солей.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання роботи вирішене важливе науково-прикладне завдання оцінки та прогнозування потенційних екологічних ризиків у районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств шляхом урахування взаємозв'язку між рівнем, типом засолення ґрунтів, їх жорсткістю при тривалому деформуванні та прогнозним рівнем просідання.

1. Проаналізовано причини, кількість та характер позаштатних ситуацій у районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття, проведено їх структурування за групами ризиків. Вперше запропоновано та науково обґрунтовано концептуальний підхід до оцінки екологічних ризиків в районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття, що дало можливість запровадити комплексний підхід до виділення та класифікації основних джерел екологічної небезпеки.

2. Встановлено, що характеристики міцності розсолених ґрунтів в середньому на 10% нижчі за аналогічні для незасолених, однак показники зчеплення знижуються від 3,6-до 4,8 разів. В подальшому необхідно продовжити системне вивчення даних процесів для встановлення закономірностей впливу засолення на фізико-механічні характеристики ґрунтів техногенно навантажених територій.

3. Дістали подальший розвиток наукові підходи до математичного моделювання процесів просідання засолених ґрунтів, зокрема введено поняття моно- та полізасолення як однієї з характеристик засолених ґрунтів, використання якої дає змогу підвищити коректність прогнозу просідання ґрунту внаслідок вимивання солей. Розраховано прогнозні показники просідання в результаті вилугування для кожної з областей та промислових зон.

4. Побудовано кінетичні криві суфозійного просідання для дисперсного та плівкового типів засолення, використання яких дасть змогу прогнозувати та контролювати просідання засолених ґрунтів техногенно навантажених територій.

5. Вперше вибрано характеристичні показники та запропоновані принципи кластеризації територій в районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття, що дозволяє підвищити рівень екологічної безпеки цих територій.

Проведено ранжування кластерів за відсотком забудованості, густиною заселення та наявністю об'єктів підвищеної небезпеки. Встановлено найбільш придатні та найнебезпечніші райони м. Калуша для житлової забудови, що дозволило мінімізувати екологічну загрозу розвитку селітебних зон у цьому регіоні.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Семчук Я.М. Фізико-механічні властивості порід гіпсово-глинистої шапки Стебницького калійного родовища в зв'язку з їх засоленістю і структурно-текстурними особливостями / Я.М. Семчук, Л.Я. Долішня // Наукові вісті Інституту менеджменту та економіки «Галицька академія». – 2006. – Спеціальний випуск (за матеріалами III Міжнародної науково-технічної конференції «ЕЕПКЄ-2006»). – С. 43-52. *Автору належить оцінка чинників впливу засолення на фізико-механічні властивості порід різних структурно-текстурних типів.*

2. Семчук Я.М. Динаміка коефіцієнта фільтрації засолених ґрунтів в процесі вилугування / Я.М. Семчук, Л.Я. Долішня // Екологічна безпека та природокористування. – 2009. – Вип. 3. – С. 59-66. *Автору належить оцінка впливу динаміки коефіцієнта фільтрації залежно від типу порід та ступеня їх засоленості.*

3. **Побережна Л.Я.** Комплексна оцінка екологічних ризиків територій, прилеглих до району розробки Калуш-Голинського родовища калійних солей / Л.Я. Побережна // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2015. – № 3(92). – С. 150-156. (індексується в міжнародних наукометричних базах даних «Index Copernicus», «Inspec», «Google Scholar»).

4. **Побережна Л.** Вплив рівня засоленості ґрунтів на опір деформаціям стиску / Л. Побережна; Л. Побережний // Вісник ТНТУ. – 2015. – Т. 79. – № 3. – С. 78-84. *Автору належить математичне моделювання кінетики суфозійного просідання для півкового та дисперсного засолення.*

5. Семчук Я.М. Моделювання процесів просідання засоленіх ґрунтів / Я.М. Семчук, Л. Я. Побережна // Вісник Кременчуцького національного університету імені М. Остроградського. – 2015. – № 5(94). – С. 125-129. (індексується в міжнародних наукометричних базах даних «Index Copernicus», «Inspec», «Google Scholar»). *Автору належить побудова спрощеної математичної моделі просідання засоленіх ґрунтів*

6. **Побережна Л.Я.** Дослідження впливу засолення на фізико-механічні властивості ґрунтів техногенно навантажених територій / Л.Я. Побережна // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.8. – С. 203-209. (індексується в міжнародній наукометричній базі «Index Copernicus»).

7. **Побережна Л.Я.** Моделювання просідання засоленіх ґрунтів у Калуському промисловому районі / Л.Я. Побережна // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – Вип. 25.9. – С. 158-161. (індексується в міжнародній наукометричній базі «Index Copernicus»).

8. **Долішня Л.Я.** Особливості взаємозв'язку фізико-механічних властивостей з їх засоленням у районі розробки калійних родовищ Прикарпаття / Л.Я. Долішня // Матеріали Научної конференції «Ломоносовские чтения» 2013 года и Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых

«Ломоносов-2013», Севастополь, 25-26 апреля 2013 г. – Севастополь. – 2013. – С. 32-33.

9. **Долішня Л.Я.** Вплив суфозійних процесів на взаємодію ґрунтів основи та фундаментів споруд / **Л.Я. Долішня** // Екологічна безпека держави: Тези доповідей Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених та студентів, Київ, 15-17 квітня 2014 р., Національний авіаційний університет. – Київ. – 2014. – С.81-82.

10. **Побережна Л.Я.** Вплив засолення ґрунтів на опір деформаціям стиску / **Л.Я. Побережна, Л.Я. Побережний** // Пошкодження матеріалів під час експлуатації, методи його діагностування і прогнозування: Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції, Тернопіль, 21-24 вересня 2015 р. – Тернопіль. – 2015. – С. 55-59. *Автору належить дослідження деформації ґрунтів та їх опір деформаціям стиску залежно від рівня засоленості.*

11. Семчук Я.М. Проблема утилізації розсолів за рахунок солевідвалів Домбровського кар'єру / Я.М. Семчук, Л.Я. Долішня // *Науковий вісник Інституту менеджменту та економіки «Галицька академія»*. – 2005, №1(7). – С. 201, 203. *Автору належить оцінка чинників впливу солевідвалів на екологічну безпеку*

АНОТАЦІЯ

Побережна Л.Я. Оцінка екологічних ризиків в районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств (на прикладі м. Калуш). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.06.01 – екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2016.

Проведено критичний аналіз вітчизняної та зарубіжної нормативної бази оцінки ризиків. Проаналізовано причини, кількість та характер позаштатних ситуацій у районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття.

Проведено аналіз небезпек законсервованих шахтних полів та їх структурування за групами ризиків. Запропонований концептуальний підхід до оцінки екологічних ризиків у районах розробки калійних солей може бути адаптований до інших родовищ України. Встановлено, що характеристики міцності розсолених ґрунтів в середньому на 10% нижчі за аналогічні для незасолених, однак показники зчеплення знижуються від 3,6-до 4,8 разів. В подальшому необхідно продовжити системне вивчення даних процесів для встановлення закономірностей впливу засолення на фізико-механічні характеристики ґрунтів техногенно навантажених територій. Проаналізовано характер та причини просідань ґрунту у районах ліквідованих гірничо-хімічних підприємств Прикарпаття. За результатами розрахунків отримані залежності концентрації солей в рідині та питомого обсягу солей по товщині ґрунту з пливом часу для випадків дисперсного та плівкового засолення. Побудовано кінетичні криві суфозійного просідання для дисперсного та плівкового типів засолення, використання яких дасть змогу прогнозувати та контролювати просідання засоленних ґрунтів техногенно навантажених територій. Виділено зону підвищеної небезпеки техногенних аварій - ВАТ «Карпатнафтохім». Визначено місцезнаходження найбільш небезпечних об'єктів промислової забудови. Розраховано прогнозні показники просідання в результаті вилуговування для кожної з областей та промислових зон.

Проведено ранжування областей та зон за відсотком забудованості, густиною заселення та наявністю об'єктів підвищеної небезпеки. Встановлено найбільш придатні та найнебезпечніші райони м. Калуша для житлової забудови.

Ключові слова: родовища калійних солей, екологічний ризик, вилуговування засоленних ґрунтів, суфозійне просідання, кластерний аналіз, ризик-менеджмент.

АННОТАЦІЯ

Побережная Л.Я. Оценка экологических рисков в районах ликвидированных горно-химических предприятий (на примере г. Калуш). – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2016.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2016.

Количественная оценка природных, техногенных, экологических рисков создает благоприятную и необходимую основу для классификации всех объектов и ранжирование территорий страны по степени опасности. Такая оценка дает возможность применять к ним правовые и государственные механизмы административного и экономического воздействия пропорционально создаваемой ими опасности с целью обеспечения приемлемого уровня риска для достижения безопасной жизнедеятельности общества. Для планирования комплексных мер обеспечения безопасного функционирования конкретного объекта необходимо иметь в распоряжении полную и подробную схему возможного решения комплексной кризисной ситуации масштабного уровня. Экологический мониторинг осуществляется на четырех уровнях: локальном, региональном, национальном и глобальном. Математическое моделирование рисков в природно-экологическом и природно-техногенной среде осложняется неопределенностью пространственно-временных и объем-мощностной параметров процессов зарождения, развития и проявления аварий. Месторождения калієвих солей Прикарпаття представлені Калуш-Голинським месторождением, которое находится в Калушском районе Ивано-Франковской области и Стебницьким месторождением, которое расположено возле г. Стебник Львовской области.

Проведено сравнение методологических подходов к оценке и расчета экологических рисков с учетом ранжирования уровней опасностей, расчета прямых и косвенных убытков от наступления нештатной ситуации, влияния на здоровье человека и тому подобное. Проанализированы причины, количество и характер внештатных ситуаций в районах ликвидированных горно-химических предприятий Прикарпаття. Проведен анализ опасностей законсервированных шахтных полей и их структурирование по группам рисков. Предложен концептуальный подход к оценке экологических рисков в районах ликвидированных горно-химических предприятий может быть адаптирован к другим месторождениям Украины. Доказана неприемлемость определения гранулометрического состава засоленных глинистых ґрунтов по общепринятым методикам. Влажность засоленных глинистых почв, как показали исследования, не является характерной особенностью для

прогнозирования суффозионных просадок. Установлено, что прочностные засоленных почв в среднем на 10% ниже аналогичных для незасоленных, однако показатели сцепления снижаются от 3,6-до 4,8 раз. Проанализирован характер и причины просадок грунта в районах разработки месторождений калийных солей Прикарпатья. По результатам расчетов получены зависимости концентрации солей в жидкости и удельного объема солей по толщине почвы с течением времени для случаев дисперсного и пленочного засоления. Предложена упрощенная математическая модель проседания засоленной почвы в результате выщелачивания для случаев моно- и полизасоления.

Построена карта засоления почв м. Калуша и окрестностей. Определены эпицентры засоления и выделены области эквизасоления. Для повышения качества прогнозирования большие области дискретизированы. Рассчитано прогнозные показатели проседания в результате выщелачивания для каждой из областей и промышленных зон. Проведено ранжирование областей и зон по проценту застроенности, плотностью заселения и наличием объектов повышенной опасности. Установлено наиболее подходящие и опасные районы г. Калуш для жилой застройки.

Ключевые слова: месторождения калийных солей, экологический риск, выщелачивания засоленных почв, суффозионное проседание, кластерный анализ, риск-менеджмент.

ABSTRACT

Poberezhna L.Ya. Evaluation of environmental risks in the areas of liquidated chemical-mining companies (on the example of Kalush town).— Manuscript.

Thesis for the degree of candidate of technical sciences, specialty 21.06.01 - Environmental safety. - Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2016.

A critical analysis of domestic and foreign regulatory risk assessment. The reasons, the number and nature of emergency situations in the area of potash deposits development. The analysis of the dangers of laid mine fields and their structuring risk. The proposed conceptual approach to environmental risk assessment in the areas of development of potash can be adapted to other fields of Ukraine.

Established that strength characteristics of saline soils on average 10% lower than for similar with no salinization, but traction reduced from 3.6 to 4.8 times. Further study is necessary to extend the system processes the data to elucidate the influence of salinity on physical and mechanical properties of soils technologically loaded areas. The nature and causes subsidence of soil in the areas of liquidated mining and chemical companies Precarpathians. The calculations obtained depending on the concentration of salts in the liquid and the specific amount of salt on the thickness of the soil over time for cases disperse and film salinity. Powered kinetic curves for particulate suffosion subsidence and salinization of film types, use of which will help predict and monitor subsidence saline soils technologically loaded areas.

Highlight Zone increased risk industrial accidents OJSC "Karpatnaftokhim." Determined the location of the most dangerous of industrial development. Calculated projected performance subsidence as a result of leaching for each of the areas and

industrial zones. A ranking of regions and areas by the building percentage, density of population and the presence of high risk. Established most suitable and the most dangerous areas of the Kalush for residential development.

Key words: potash deposits, environmental risk, leaching saline soils, suffusion subsidence, cluster analysis, risk management.