

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВІВ

за редакцією
Е.Д. Кузьменка



ЗМІСТ

| | |
|--|-----|
| ВСТУП (Кузьменко Е.Д.)..... | 7 |
| 1 ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ (Блінов П.В., Климчук Л.М., Красноок Л.М., Кузьменко Е.Д.)..... | 9 |
| 1.1 Загальна ситуація. Поширення зсувів в Україні..... | 9 |
| 1.2 Характеристика розподілу зсувів по регіонах..... | 14 |
| 1.3 Характеристика розподілу зсувів по адміністративних одиницях..... | 17 |
| Висновки до розділу 1..... | 41 |
| 2 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЩОДО ДОСЛІДЖЕННЯ ЗСУВІВ (Касіянчук Д.В., Кузьменко Е.Д.)..... | 42 |
| Висновки до розділу 2..... | 51 |
| 3 СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ БАЗИ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ (Блінов П.В., Климчук Л.М., Красноок Л.М.)..... | 52 |
| 3.1 Загальні відомості щодо створення баз даних ЕГП..... | 52 |
| 3.2 База даних моніторингу зсувних процесів..... | 56 |
| 3.3 Блок „Зсуви” у ГЗ УІАС НС..... | 67 |
| 3.4 Бази даних „Зсув-об’єкт”, регіональний рівень..... | 68 |
| 3.5 База даних „Зсувний район”, державний рівень..... | 81 |
| Висновки до розділу 3..... | 91 |
| 4 ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВІВ НА ОСНОВІ УРАЖЕНОСТІ ТЕРИТОРІЇ ЯК СКЛАДОВА МОНІТОРИНГУ ЕГП (Блінов П.В., Климчук Л.М., Красноок Л.М., Кузьменко Е.Д., Чалий П.П., Чепурний І.В.)..... | 92 |
| 4.1 Спостережна мережа. Поняття ураженості..... | 92 |
| 4.2 Карта небезпеки розвитку зсувів на території України..... | 92 |
| 4.3 Створення карт поширення зсувів по території Закарпатської, Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької, Тернопільської, Вінницької областей масштабу 1:500 000 за активізацією 2008 р..... | 96 |
| 4.4 Районування території за умовами розвитку зсувів..... | 105 |
| 4.5 Районування території за можливістю виникнення НС, зумовлених розвитком зсувів..... | 108 |
| 4.6 Особливості розподілу зсувів у гірськоскладчастих районах | 110 |
| 4.7 Оцінка зсувної ураженості з використанням геодинамічного потенціалу..... | 121 |
| Висновки до розділу 4..... | 127 |
| 5 ФАКТОРИ РОЗВИТКУ ТА АКТИВІЗАЦІЇ ЗСУВІВ (Блінов П.В., Журавель О.М., Карпенко О.М., Касіянчук Д.В., Кузьменко Е.Д., Чепурний І.В.)... | 128 |
| 5.1 Загальна характеристика факторів..... | 128 |
| 5.2 Обґрунтування просторових чинників зсувних процесів..... | 131 |
| 5.3 Обґрунтування часових факторів..... | 144 |
| 5.4 Про циклічність карпатських землетрусів та їх зв'язок із сонячною активністю..... | 153 |
| 5.5 Природні та техногенні фактори..... | 163 |
| Висновки до розділу 5..... | 166 |

| | |
|--|-----|
| 6 РАЙОНУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ КАРПАТ ЗА ОКРЕМИМИ ФАКТОРАМИ ЗСУВНОЇ НЕБЕЗПЕКИ (<i>Вдовина О.П., Карпенко О.М., Климчук Л.М., Красноок Л.М., Кузьменко Е.Д., Чепурний І.В., Штогрин Л.В.</i>)..... | 168 |
| 6.1 Інженерно-геологічна характеристика Карпатського та Закарпатського регіонів..... | 168 |
| 6.1.1 Карпатський регіон..... | 168 |
| 6.1.2 Закарпатський регіон..... | 170 |
| 6.2 Порівняльна характеристика статистичних оцінок геоморфологічних і літологічних параметрів для території Закарпатської області..... | 171 |
| 6.3 Районування території Закарпаття за кутами укосу денної поверхні..... | 187 |
| 6.4 Розподіл зсувів по річкових басейнах Закарпаття..... | 192 |
| 6.5 Узгодження активності зсувів та літолого-стратиграфічної характеристики..... | 197 |
| 6.6 Просторовий прогноз методом порівняльної оцінки стійкості схилів..... | 204 |
| 6.7 Розвиток силових гравітаційних процесів у Закарпатті у відповідності до тектонічної будови регіону..... | 208 |
| 6.8 Просторовий розподіл зсувів і землетрусів у відповідності до літології та тектоніки..... | 214 |
| Висновки до розділу 6..... | 225 |
| 7 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ПРОСТОРОВО-ЧАСОВОГО ПРОГНОЗУ ЗСУВІВ НА КІЛЬКІСНОМУ ІМОВІРНІСНОМУ РІВНІ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ (<i>Карпенко О.М., Крижанівський Є.І., Кузьменко Е.Д.</i>)..... | 226 |
| 7.1 Теоретичні передумови прогнозування ЕГП на регіональному рівні..... | 226 |
| 7.2 Експериментальне доведення: просторовий розподіл для зсувів..... | 233 |
| 7.3 Експериментальне доведення: просторово-часовий розподіл..... | 247 |
| Висновки до розділу 7..... | 254 |
| 8 ОСОБЛИВОСТІ РЕГІОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ АДМІНІСТРАТИВНОЇ ОБЛАСТІ (<i>Журавель О.М., Кузьменко Е.Д.</i>)..... | 256 |
| 8.1 Фізико-географічна та геологічна характеристика території Івано-Франківської області..... | 256 |
| 8.1.1 Загальна фізико-географічна характеристика території Івано-Франківської області..... | 256 |
| 8.1.2 Геоморфологічна характеристика..... | 257 |
| 8.1.3 Геологічна будова..... | 262 |
| 8.2 Особливості побудови математично-статистичної моделі просторового прогнозування..... | 265 |
| 8.2.1 Характеристика зсувів, зафіксованих у межах Івано-Франківської області..... | 265 |
| 8.2.2 Вихідні дані..... | 269 |
| 8.2.3 Статистичний аналіз..... | 285 |
| Висновки до розділу 8..... | 306 |
| 9 ПОВУДОВА ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВНОЇ НЕБЕЗПЕКИ (<i>Журавель О.М.</i>)..... | 308 |
| Висновки до розділу 9..... | 317 |

| | |
|---|-----|
| 10 СЕРЕДНЬОСТРОКОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВІВ ЗА ОПАДАМИ (Вдовина О.П., Кузьменко Е.Д., Штогрин Л.В.)..... | 318 |
| 10.1 Постановка задачі. Візуалізація даних у часових рядах..... | 318 |
| 10.2 Первинний аналіз часового ряду опадів..... | 323 |
| 10.2.1 Визначення типу часового ряду..... | 323 |
| 10.2.2 Статистичні параметри..... | 323 |
| 10.3 Кореляційний аналіз..... | 337 |
| 10.3.1 Кореляційний аналіз основної кривої зміщень піків літніх опадів (модель процесу 1-D)..... | 337 |
| 10.3.2 Кореляційний аналіз псевдо-2D представлення часового ряду опадів.. | 340 |
| 10.3.3 Прогнозування основної кривої зміщень піків літніх опадів..... | 347 |
| 10.4 Порівняльний аналіз результатів прогнозування по різних методах..... | 355 |
| 10.4.1 Характеристика методів прогнозування..... | 355 |
| 10.4.2 Оцінка результатів ретропрогнозу по всіх методах..... | 359 |
| 10.4.3 Результати перспективного прогнозування..... | 361 |
| 10.4.4 Узагальнення та імовірнісна оцінка результатів прогнозування..... | 365 |
| Висновки до розділу 10..... | 369 |
| 11 СТВОРЕННЯ ПРОГНОЗНОЇ МОДЕЛІ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ ДЛЯ ПІВДЕННОГО БЕРЕГА КРИМУ (Журавель О.М., Кузьменко Е.Д., Чепурний І.В., Швирло М.І.)..... | 371 |
| 11.1 Стан вивчення проблеми прогнозування зсувної небезпеки для ПБК..... | 371 |
| 11.2 Характеристика матеріалів по зсувній активності на ПБК..... | 377 |
| 11.3 Аналіз факторів зсувної небезпеки для ПБК..... | 388 |
| 11.3.1 Аналіз часових факторів..... | 388 |
| 11.3.2 Аналіз просторових факторів..... | 403 |
| 11.4 Прогнозна оцінка зсувонебезпеки для ПБК у форматі ГІС..... | 415 |
| Висновки до розділу 11..... | 418 |
| 12 ПРОСТОРОВО-ЧАСОВЕ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВНОЇ АКТИВНОСТІ НА ТЕРИТОРІЇ ПРАВОБЕРЕЖЖЯ КИЇВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА (Кузьменко Е.Д., Нікіташ О.П., Чепурний І.В.)..... | 420 |
| 12.1 Характеристика стану проблеми..... | 420 |
| 12.2 Геологічна будова території..... | 423 |
| 12.3 Гідрогеологічні умови..... | 428 |
| 12.4 Характеристика часових факторів..... | 430 |
| 12.5 Аналіз часових рядів..... | 432 |
| 12.6 Визначення комплексної дії різних часових факторів для часового прогнозу зсувів..... | 441 |
| 12.7 Часовий прогноз активізації зсувного процесу..... | 448 |
| Висновки до розділу 12..... | 451 |
| 13 ОСОБЛИВОСТІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВІВ НА УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ (Демчишин М.Г.)..... | 453 |
| 13.1 Загальні положення..... | 453 |
| 13.2 Населені пункти розташовані на берегах морів..... | 457 |
| 13.2.1 Рівнинні ділянки морських берегів..... | 460 |
| 13.2.2 Гірські узбережжя (Південний берег Криму, Південно-Східний | |

| | |
|--|-----|
| Крим)..... | 479 |
| 13.3 Населені пункти, розташовані в долинах рівнинних рік..... | 483 |
| 13.4 Населені пункти, розташовані в гірських районах Криму..... | 515 |
| 13.5 Населені пункти, розташовані в гірських районах Українських Карпат.. | 517 |
| Висновки до розділу 13..... | 523 |
| 14 ДОСЛІДЖЕННЯ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ ГЕОФІЗИЧНИМИ МЕТОДАМИ | |
| <i>(Крив'юк І.В., Кузьменко Е.Д.)</i> | 525 |
| 14.1 Особливості дослідження зсувних процесів на локальному рівні..... | 525 |
| 14.1.1 Геологічні та геофізичні дослідження..... | 525 |
| 14.1.2 Інженерно-геологічні дослідження..... | 527 |
| 14.1.3 Об'єктовий рівень досліджень..... | 528 |
| 14.2 Характеристика геофізичних методів дослідження зсувонебезпечних ділянок і прогнозування зсувних процесів..... | 529 |
| 14.3 Методика комплексної інтерпретації геолого-геофізичної інформації.... | 532 |
| 14.3.1 Алгоритм комплексної інтерпретації..... | 532 |
| 14.3.2 Підготовка вхідних геолого-геофізичних даних. | 536 |
| 14.3.3 Узгодження геолого-геофізичних параметрів із зсувонебезпекою на кількісному рівні..... | 538 |
| 14.3.4 Кінцева обробка та інтерпретація геолого-геофізичних даних..... | 543 |
| 14.4 Статистичний аналіз геолого-геофізичних параметрів, узгоджених зі зсувонебезпекою..... | 549 |
| 14.5 Режимні спостереження як необхідний етап моніторингу зсувних процесів..... | 555 |
| 14.5.1 Характеристика ділянки та результатів геофізичних досліджень..... | 557 |
| 14.5.2 Нормування поля функції комплексного показника..... | 565 |
| 14.6 Просторові побудови критерію ймовірності розвитку зсувів..... | 567 |
| 14.6.1 Алгоритм перерахунку критерію ймовірності розвитку зсувів на різні глибини..... | 567 |
| 14.6.2 Кореляція функції комплексного показника та сумарної електричної провідності..... | 568 |
| 14.6.3 Розрахунок електричної провідності для заданої глибини | 570 |
| 14.6.4 Результати просторової побудови критерію ймовірності розвитку зсувів для ділянки Вільхівці 1..... | 571 |
| Висновки до розділу 14..... | 573 |
| ВИСНОВКИ ДО МОНОГРАФІЇ (Кузьменко Е.Д.) | 576 |
| ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 581 |

Проблема безпеки населення та численних господарських об'єктів у районах розвитку небезпечних природних і техно-природних процесів є однією з основних соціально-економічних проблем сучасності через збитки, що завдаються цими процесами. Катастрофічні геологічні явища щорічно завдають світовому господарству збитків на суму понад 50 млрд. доларів США [311].

Серед загроз геологічного характеру найбільш небезпечними для життєдіяльності населення є ендегенні та екзогенні геологічні процеси. Для України визначальними є саме екзогенні процеси, які суттєво впливають на верхню частину геологічного середовища. Загалом на території держави мають розвиток більш ніж 20 різних видів екзогенних геологічних процесів (ЕГП), серед яких основними за ступенем небезпеки є зсуви, карст, просідання земної поверхні та підтоплення земель і населених пунктів.

Мінімізація негативних наслідків ЕГП у значній мірі залежить від своєчасного виявлення небезпеки, оцінки та прогнозування ступеня геологічного ризику. Розробка ефективних заходів із запобігання чи мінімізації негативних наслідків від ЕГП може бути здійснена тільки на основі прогнозів активності прояву цих процесів, оцінки небезпеки та ризику впливу їх на господарські об'єкти, людей та довкілля. Питання прогнозу активізації та картування їх проявів доцільно вирішувати шляхом створення нових інформаційних систем, які містять засоби зберігання інформації та її обробки із застосуванням сучасних технологій.

В Україні створення програмно-технічного комплексу для побудови автоматизованої бази даних та прогнозу ЕГП виконується в межах інтегрованого геологічного забезпечення урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій. Створення ГЗ УІАС НС виконувалось відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України від 16 грудня 1999 р. № 2303 «Про створення Урядової інформаційно-аналітичної системи з питань надзвичайних ситуацій».

Основними функціональними задачами системи інформаційного забезпечення геологічного блоку УІАС НС є наступні.

1. Вивчення та контроль змін окремих параметрів геосистеми в просторі та часі, у тому числі:

- базових показників стану території регіону, що змінюються досить повільно (будова, рельєф, кліматичні характеристики, гідрологічна мережа та інше);
- показників стану стійкості геологічного середовища (ГС);
- показників, що характеризують природні або техногенні фактори.

2. Моделювання активізації ЕГП, які спричиняють надзвичайні ситуації (НС), оптимізація господарської діяльності на території розвитку ЕГП, системи заходів, системи контролю тощо.

3. Оцінка і прогноз стану та умов стійкості ГС, у тому числі:

- умов розвитку та поширення ЕГП;
- потенційної та фактичної стійкості території щодо розвитку та активізації ЕГП;
- діючих природних та техногенних (антропогенних) навантажень;
- допустимих змін інженерно-геологічних умов територій і величин техногенного навантаження при господарській діяльності.

4. Оцінки наслідків техногенної діяльності на ГС, які викликають загрози геологічного характеру, для прийняття управлінських рішень.

5. Обґрунтування комплексу заходів із захисту територій від шкідливої дії ЕГП та технологій для реалізації умов безпечного проживання та господарської діяльності, розробки рекомендацій для мінімізації негативного впливу ЕГП.

Підсумком реалізації функціональних задач є просторова система підтримки управлінських рішень щодо використання даної території, захисту земель від шкідливої дії ЕГП, оптимізації контролю та надання рекомендацій тощо. Однією з передумов інформаційного забезпечення такої системи є використання геоінформаційних технологій обробки даних із послідовним створенням блоків геоінформаційної системи. Особливістю ГС-технологій є наявність у їх складі специфічних методів аналізу просторово-часової мінливості даних, які в сукупності із засобами ведення, зберігання, аналізу та представлення інформації (картографічної та атрибутивної) складають основу цих технологій. Власне як кінцевий результат такої роботи розглядається створення аналітичної комп'ютерної геоінформаційної системи довгострокового просторово-часового прогнозування ЕГП. Така система в завершеному вигляді на даний час створена для основного виду ЕГП – зсувів. Цим і визначена назва та мета цієї монографії, яка є одною з циклу фундаментальних робіт, що присвячені вивченню ЕГП.

У роботі над монографією брали участь представники Державної служби геології та надр України (Державне геофізичне підприємство «Укргеофізика», Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», Державне підприємство «Українська геологічна компанія», Український Державний геологорозвідувальний інститут), Науково-дослідного інституту гідрогеології, інженерної геології та екогеології, Інституту геологічних наук НАН України, Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Товариства з обмеженою відповідальністю «Надра плюс».