

550  
жс 91

Міністерство освіти і науки України

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

**Журавель Олександр Михайлович**



УДК 502/504:004.9:624.131.543

**ГЕОІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА РЕГІОНАЛЬНОГО  
ПРОСТОРОВОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВНОЇ НЕБЕЗПЕКИ ДЛЯ  
АДМІНІСТРАТИВНОЇ ОБЛАСТІ  
(на прикладі Івано-Франківської)**

21.06.01 – екологічна безпека

**АВТОРЕФЕРАТ**

дисертації на здобуття наукового ступеня

кандидата геологічних наук

Івано-Франківськ - 2013

Дисертацією є рукопис.



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

**Науковий керівник:** доктор геолого-мінералогічних наук, професор **Кузьменко Едуард Дмитрович**, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, завідувач кафедри геотехногенної безпеки та геоінформатики.

**Офіційні опоненти:** доктор геологічних наук, старший науковий співробітник **Долін Віктор Володимирович**, Інститут геохімії навколишнього середовища НАН та МНС України, завідувач відділу біогеохімії;

кандидат геологічних наук **Фесенко Олексій Валентинович**, Громадська організація «Науково-дослідний інститут геолого-екологічного моніторингу та прогнозування», президент.

Захист дисертації відбудеться “ 01 ” листопада 2013 р. о 14<sup>30</sup> 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 “ 28 ” вересня 2013 року.

Учений секретар  
спеціалізованої вченої ради,

кандидат геологічних наук, доцент

В.Р. Хомин

**ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ**

**Актуальність теми.** У відповідності до національних доповідей про стан техногенної та природної безпеки в Україні за останні роки продовжуються розвиватись небезпечні зміни геологічного середовища і виникати надзвичайні ситуації, викликані активізацією екзогенних геологічних процесів. Серед них особливе місце посідає активізація зсувних процесів. Аналіз динаміки розвитку зсувів свідчить про їх невпинне поширення. Зокрема станом на 01.01.2006 р. було зареєстровано 20.8 тис. зсувів, на 01.01.2007 р. – 21.8 тис. зсувів, на 01.01.2008 р. – 23.072 тис. зсувів, на 01.01.2010 р. – 23.116 тис. зсувів, з них 1679 активні, на 01.01.2012 р. – 23.937 тис. зсувів, з них 1751 активні. Також у національній доповіді про стан техногенної та природної безпеки в Україні за 2010 вказується, що «Зсуви мають значне поширення на території країни, ... їх кількість перевищує 22 900 і постійно змінюється за рахунок ліквідації (зрізання, зчищення), злиття чи формування нових зсувів під впливом природних і техногенних факторів. Активна господарська діяльність, відсутність належних інженерних та екологічних заходів щодо освоєння територій спричиняє активне поширення зсувів на території населених пунктів, що створює загрозу безпеці життєдіяльності населення, інфраструктурі та території в цілому». На сьогоднішній день просторовий прогноз зсувів обмежується побудовою карт ураженості територій, які в подальшому використовуються для розрахунку ризиків. Такий рівень прогнозування не задовольняє вимоги по наданню вихідних даних для розробки протизсувних заходів, тому що не містить обґрунтування зсувонбезпеки у відповідності до її чинників. Тому слід вважати доцільним розробку та створення геоінформаційної системи просторового прогнозування зсувних процесів на кількісному ймовірнісному рівні з урахуванням чинників зсувонбезпеки. Розробка зазначеної системи розглядається як розділ геологічного блоку Урядової інформаційно-аналітичної системи надзвичайних ситуацій (УІАС НС), спрямованої на запровадження в Україні дієвого механізму створення умов безпечного проживання людей та безаварійного функціонування промислово-господарських об'єктів і споруд, як складової екологічної безпеки держави.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційні дослідження виконано в Івано-Франківському національному технічному університеті нафти і газу в межах роботи автора за темами 15-5-27-1/05 «Проведення аналізу стану моніторингового дослідження зсувонбезпечних територій та визначення заходів щодо його удосконалення» № держ.реєстрації ОК 0306U001379, ГМ-21 «Розробка та створення системи прогнозування активізації екзогенних геологічних процесів (ЕГП) у складі УІАС НС» № держ.реєстрації 0103U006462 Геолфонду та г/т 032 «Створення методики ведення моніторингу ЕГП на державному, регіональному та об'єктовому рівнях» № держ.реєстрації 0102U004989. Дані роботи виконувались на замовлення підприємств Державної геологічної служби України в межах виконання постанови Кабінету Міністрів України від 22 вересня 2004 року № 1256 «Про затвердження комплексної програми протизсувних заходів на 2005-2015 роки».

**Мета і завдання дослідження.** Метою досліджень є розробка геоінформаційної аналітичної системи просторового прогнозування розвитку та активізації зсувних процесів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання:

1. Вибір та обґрунтування чинників розвитку зсувних процесів.
2. Оцінка на кількісному рівні інформативності обраних чинників.
3. Переведення на ймовірнісний рівень зсувної небезпеки.
4. Розробка методу автоматичного отримання кількісних значень чинників зсувної небезпеки з картографічних матеріалів.
5. Створення розрахункового модулю та візуалізація результатів у картографічному вигляді.

**Об'єкт дослідження** – зсувні процеси, що породжують проблему виникнення надзвичайних ситуацій.

**Предмет дослідження** – геологічне середовище на території Івано-Франківської області.

**Методи дослідження.**

1. Геологічний аналіз території з метою дослідження можливості ураження зсувними процесами.
2. Статистичний аналіз можливих географічних, геоморфологічних, геологічних, гідрологічних, метеорологічних, сейсмічних параметрів та наслідків господарської діяльності як чинників зсувної небезпеки для обґрунтування їх використання в прогнозній моделі.
3. Створення інтегральної еталонної характеристики як основи для подальшого прогнозування.
4. Реалізація розрахункової прогнозної моделі в середовищі геоінформаційної системи для конкретної території.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Автор виносить на захист наступні положення.

1. Уперше обґрунтовано комплекс геологічних, гідрологічних, географічних, геоморфологічних, метеорологічних, сейсмічних, техногенних чинників зсувної небезпеки для території адміністративної області, на прикладі Івано-Франківської.
2. Уперше запропоновано використання еталонного інтегрального показника чинників зсувної небезпеки як основи розрахунку показника ймовірності виникнення чи активізації зсувних процесів та критерії його просторової зміни для побудови статистичної моделі регіонального просторового прогнозування зсувної небезпеки з визначенням ступеня впливу окремих чинників на розвиток зсувних процесів та доведення необхідності повного охоплення геологічних таксонів регіонального рівня поза межами адміністративно-територіальних одиниць.
3. Уперше створена геоінформаційно-аналітична система просторового прогнозування розвитку зсувних процесів для території адміністративної області, як складова екологічної безпеки території.

**Практичне значення одержаних результатів.** Результати наведених у роботі досліджень передані в Державне науково-виробниче підприємство «Геоінформ України» з метою включення їх розділом в геологічний блок урядової аналітично-інформаційної системи з питань надзвичайних ситуацій. На регіональному рівні результати використані при оцінці небезпеки магістральних газопроводів в Карпатському регіоні, а також передані в головне управління МНС України в Івано-Франківській області, в обласну державну адміністрацію та в Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Івано-Франківській області. Можливе подальше використання напрацьованих методологій при створенні системи прогнозування зсувної небезпеки для інших регіонів України. Зокрема, Державною геологічною службою України замовлені роботи по Чернівецькій, Івано-Франківській, Одеській, Закарпатській областях. Розроблена система може бути використана при кадастровій оцінці земель, при страхуванні промислових, господарських та житлових об'єктів, при проведенні проектних вишукувань з розвитку територій, спорудженню об'єктів народного господарства. Впровадження результатів роботи підтверджено відповідними актами.

**Особистий внесок здобувача.** Авторів належать ідеї та розробки, що представлені в даній роботі. Зокрема, автором виконано збір, обробку, статистичний аналіз та переведення у формат ГІС картографічних матеріалів по території Івано-Франківської області. Автором виконано обґрунтування чинників зсувної небезпеки та отримано сталонний інтегральний показник для території Івано-Франківської області. Автором розроблена геоінформаційна система просторового прогнозування зсувних процесів на кількісному ймовірнісному рівні.

Основні ідеї, наукові положення і теоретичні висновки дисертації сформульовані здобувачем особисто.

Основні результати досліджень відображені в чотирнадцяти публікаціях. Роботи [1-10, 12-14] опубліковані в співавторстві. У роботі [1] автор створив екологічний блок в муніципальній геоінформаційній системі. У роботі [2] автор розробив геоінформаційну систему регіонального рівня. У роботі [4] авторів належать ідеї по реалізації в середовищі ГІС побудови прогнозів зсувної небезпеки для лінійних об'єктів. У роботах [3, 7, 8, 9] автору належить ідея та реалізація по використанню геоінформаційної системи як інструменту отримання первинної інформації по чинниках зсувних процесів та середовища по представленню результатів прогнозування. У працях [5, 10, 12, 13] автором виконано комплекс досліджень, починаючи з систематизації вихідних матеріалів чинників зсувних процесів і закінчуючи розробкою геоінформаційної системи просторового прогнозування зсувної небезпеки для території адміністративної області. У роботі [14] автор приймав участь в розробці алгоритмів реалізації основних наукових ідей та створив комп'ютеризовану систему прогнозування.

#### **Апробація результатів дисертації.**

Матеріали по темі дисертації були представлені на міжнародних та Всеукраїнських наукових конференціях: VI Міжнародній науковій конференції «Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища», (м.Київ, 6-8 жовтня 2005 р.); Всеукраїнській науковій конференції «Моніторинг

небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища», (м.Київ, 21-24 вересня 2006 р.); Міжнародній науковій конференції «Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища», (м.Київ, 20-23 вересня 2007 р.); VII Міжнародній конференції «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти», (м.Київ, 25-28 березня 2008 р.); XIV Міжнародному симпозиумі «Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS-технології», (м.Алушта, 8-13 вересня 2009 р.); IX Міжнародній науковій конференції «Моніторинг геологічних процесів» (м.Київ, 14-17 жовтня 2009 р.); X Міжнародній науковій конференції «Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти» (м.Київ, 10-13 травня 2011 р.).

**Публікації.** В даний час по розроблюваній темі автором опубліковано 14 праць, в тому числі 4 статті у фахових журналах, 7 тез доповідей на міжнародних і Всеукраїнських конференціях, 1 монографія, отримано 1 патент та здійснено наукове відкриття.

**Структура та обсяг роботи.** Дисертаційна роботи складається із вступу, п'яти розділів, додатків. Повний обсяг дисертації – 139 сторінок, з них 2 додатки на 2 сторінках. Дисертація містить 37 рисунків, 17 таблиць і посилання на 87 літературних першоджерел на 11 сторінках.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовується актуальність теми, сформувано мету і завдання досліджень, наведено наукову новизну і практичну значимість, а також результати апробації та реалізації основних положень роботи.

У першому розділі на основі літературних джерел розглянуто існуючі методологічні підходи до побудови просторових прогнозів розвитку зсувних процесів.

Виконано детальний аналіз існуючих схем побудов регіональних просторових прогнозів, оцінок ризиків виникнення чи активізації зсувних процесів, як викладених у роботах науковців, що вважаються класичними для даного напрямку, так і в роботах вчених, що працюють у цій галузі сьогодні.

Фундаментальними працями, в яких детально розглядаються зсувні процеси, є роботи Гулакяна К.А., Кюнтцеля В.В., Смельянової Є.П., Шеко О.І., Постоева Г.П., Круподерова В.С. Результати наукових досліджень, викладені цими вченими, послужили основою для розробки різних схем побудови просторово-часових прогнозів розвитку зсувних процесів та стали базовими для наступних досліджень.

Відповідно до прийнятих уявлень, єдиним кількісним показником, що визначає ступінь стійкості схилу й можливість виникнення зсуву, є коефіцієнт стійкості схилу. Названий коефіцієнт визначається як відношення опору зсуву порід уздовж якої-небудь можливої поверхні ковзання до суми зусиль, які зміщують породи уздовж тієї ж поверхні. Виходячи з цього, можна виконувати просторовий прогноз розподілу зсувів відповідно до оцінки можливих змін коефіцієнта стійкості. Алгоритм такої оцінки викладений у ряді монографій, підручників, довідників. Для розрахунку коефіцієнта необхідно визначення ряду інженерно-фізичних властивостей гірських порід, зокрема, щільності, питомого зчеплення, кута внутрішнього

тертя, гідрогеологічних характеристик. Слід зазначити, що масові визначення цих параметрів в обсягах статистично достовірних вибірок у реальних умовах не уявляються можливими, а закономірності площинної мінливості кожного з розрахункових параметрів пов'язуються з безліччю природно-техногенних чинників, що не дозволяє використовувати даний підхід при побудові регіонального прогнозу зсувної небезпеки.

Останнім часом набули популярності методи прогнозування, пов'язані з оцінкою ураженості територій.

Питання дослідження зсувних процесів в Україні та зокрема Карпатському регіоні та прогнозування зсувів висвітлені в роботах Блінова П.В., Демчишина М.Г., Сриша І.Ф., Іванік О.М., Климчук Л.М., Рудька Г.І., Фесенко О.В. Детальний аналіз зсувних процесів наведено в звітах Державного науково-виробничого підприємства «Геоінформ України» та інших організацій. Значну увагу в останні роки приділено геофізичним методам дослідження зсувонебезпечних схилів на локальному рівні прогнозування. Ці роботи виконувались ДГП «Укргеофізика», ДГП «Геосервіс», ДРГП «Північгеологія» та іншими організаціями.

У численних роботах Г.І.Рудька досліджені геодинаміка та закономірності розвитку небезпечних геологічних процесів для різноманітних інженерно-геологічних умов Карпатського регіону, наведено наукове та методичне обґрунтування системи регіонального літомоніторингу, запропоновані деякі методичні прийоми прогнозу небезпечних геологічних процесів, а також розробка управлінських рішень по оптимізації процесонебезпечних територій. Інженерно-геологічне районування для різних природно-техногенних систем і об'ємів геологічного простору Карпатського регіону виконано на регіональному та локальному рівнях

При просторовому прогнозі використовуються карти ураженості або карти геодинамічного потенціалу.

У звітах ДНВП «Геоінформ України» на базі статистичної оцінки постійних і змінних чинників наведено кількісний аналіз причин зсувоутворення, запропоновано на базі фактичного матеріалу обґрунтування методичних положень зведеного регіонального прогнозу можливої активізації зсувного процесу в різних регіонах України, структуризовано результати зведеного регіонального прогнозу можливої активізації зсувного процесу з попередньою оцінкою територіального ризику впливу на окремі населені пункти. У звітах наведено детальну оцінку окремих просторово-часових чинників утворення зсувів.

У звіті про інженерно-геологічне вивчення Західного регіону України, вказано, що «...Для оцінки ступеня небезпечності виникнення НС під впливом статичних чинників розвитку ЕГП при побудові карт прийнята бальна оцінка з врахуванням дії кожного чинника. Значення чинників у розвитку ЕГП оцінюються в кожному випадку по п'ятибальній шкалі відповідно наявної дії чинника на розвиток ЕГП:

- потенційна – 1 бал (менше 5 % ймовірності виникнення);
- існує обмежена – 2 бали (від 5 до 25 % ймовірності виникнення);
- існує – 3 бали (25-50 % ймовірності виникнення);
- існує в багатьох випадках – 4 бали (50-75 % ймовірності виникнення);
- існує в більшості випадків – 5 балів (більше 75% ймовірності виникнення).

Узагальнюючи, можна зазначити, що недоліком існуючих методик прогнозування рівня зсувної небезпеки є:

1. Залучення до прогнозу обмеженої кількості чинників, які не представляють повну сукупність природно-техногенних процесів, що ініціюють розвиток зсувних процесів.

2. Оцінка зсувної небезпеки в балах або умовних одиницях, що значною мірою є суб'єктивною.

3. Відсутність виявлення закономірностей на рівні законів розподілу і ймовірностей для окремих чинників в їх зв'язку з зсувними процесами.

4. Відсутність комплексного аналізу всіх можливих чинників на регіональному рівні.

5. Відсутність чіткого обґрунтування на кількісному рівні задіяних в прогнозній моделі чинників.

6. Неможливість отримання оцінки рівня зсувної небезпеки на імовірнісному рівні.

Таким чином, можна стверджувати, що існуючі методики створення регіональних прогнозних моделей зсувних процесів не повною мірою відповідають сучасним вимогам по управлінню природним середовищем при вирішенні проблеми екологічної безпеки.

**У другому розділі** дисертаційної роботи наводиться теоретичне обґрунтування можливих чинників активізації чи виникнення зсувних процесів, доведення зв'язку просторового розподілу зсувів з кожним із відомих і запропонованих чинників зсувної небезпеки, методика оцінки регіонального розподілу зсувів під інтегральним впливом просторових чинників.

У таблиці 1 наведено відомі по літературним джерелам чинники зсувної небезпеки та запропоновані нами їх кількісні показники. У таблиці 1 не вказано чинники, які відповідають локальному рівню вивчення зсувів й які не є сталими для характеристик зсувної активності при переході від ділянки до ділянки (рівень підземних вод, потужність зсувних відкладів), а також специфічні чинники, характерні, наприклад, для морських берегових ділянок (абразія, характеристика пляжу, азимут берегової лінії, висота берегового уступу). В жодному з існуючих прогнозів не було виконано комплексне врахування всіх груп зсувоініціюючих чинників, наведених у таблиці, хоча б на якісному рівні.

Наведений у таблиці 1 перелік просторових чинників обраний із наступних міркувань: забезпечене представництво всіх груп чинників; чинники виключають одночасний вплив один на одного; коефіцієнт інформативності чинників приблизно однаковий (докази цих тверджень наведені в наступних розділах); чинники є об'єктивними, відповідають регіональному рівню та є загальнодоступними для користувача; кількісні показники кожного з чинників стосовно зсувної активності змінюються закономірно. Таким чином, забезпечується системний підхід.

**У третьому розділі** дисертаційної роботи наведено обґрунтування вибору адміністративної області для побудови системи прогнозування зсувних процесів, надано детальний опис фізико-географічних, кліматичних, ландшафтних та геологічних умов Івано-Франківської області.



**Просторові чинники зсувної небезпеки**

№ п/п	Група чинників	Чинник	Кількісний показник чинника
1	Літолого-стратиграфічні	Літо-фаціальний тип підстелених гірських порід	Коефіцієнт ураженості літо-фаціальної зони
2	Інженерно-геологічні	Інженерно-геологічний район	Коефіцієнт ураженості в межах району
3	Геоморфологічні	Базис ерозії	Відстань до базису ерозії
4	Геоморфологічні	Вододіл	Відстань до вододілу
5	Геоморфологічні	Висота	Абсолютна оцінка над рівнем моря
6	Геоморфологічні	Крутість схилу	Кут нахилу денної поверхні
7	Тектонічні	Тектонічні порушення	Відстань до тектонічного розламу
8	Ландшафтні	Рослинність	Відстань до границі лісу
9	Метеорологічні	Опади	Кількість опадів
10	Техногенні	Наявність населених пунктів	Відстань до населеного пункту

Вибір Івано-Франківської області, як території для охоплення системою прогнозування було зроблено виходячи з наступних міркувань: на території області, що займає площу в 13.90 тис.км<sup>2</sup>, згідно державного кадастру зафіксовано 766 зсувів, коефіцієнт ураженості території розрахований, як відношення площі зсувів до площі адміністративної області складає 2.15%, що ставить область на 3 місце по Україні. Більший коефіцієнт ураженості мають лише Чернівецька (9.38%) та Закарпатська (2.96%) області. Розташування області на території Східно-Свропейської платформи, Передкарпатського прогину та Гірських Карпат робить її надзвичайно складною для геологічного, геоморфологічного, тектонічного, інженерно-геологічного, гідрологічного та метеорологічного районування. Подібні складні умови необхідні для доведення обґрунтованості тверджень про можливість створення геоінформаційної системи прогнозування зсувної небезпеки для будь-яких територій.

Опис фізико-географічних, кліматичних, ландшафтних та геологічних умов проілюстровано відповідними картами, створеними автором на підставі літературних джерел або шляхом векторизації існуючих для використання в геоінформаційній системі. До таких карт відносяться: геологічна, гідрологічна, геоморфологічна, тектонічна, інженерно-геологічна, ґрунтів, кутів нахилу денної поверхні, експозиції схилів, тальвегів, водорозділів, середньорічного розподілу опадів. Основна увага при описі умов приділялась характерним властивостям виділених таксонів, що мають вплив на розвиток зсувних процесів.

Особлива увага приділена аналізу геологічної будови території у значній мірі визначальної для активізації зсувних процесів, при цьому детально розглянуто у зв'язку зі зсувами стратиграфо-генетичні комплекси відкладів Східно-Свропейської платформи та Карпатської гірської області.

Загалом характеризуючи стратиграфо-генетичні комплекси порід Карпатської гірської області, слід відмітити широкий розвиток ЕГП, зокрема зсувів, у межах

Карпат, особливо при техногенному впливі на породи схилів (прокладання доріг, інженерних комунікацій, будівельні роботи тощо). Велика кількість літолого-фаціальних різновидностей порід не дають можливості однозначно виділити і конкретизувати середовище розвитку ЕГП в межах Карпатської гірської області. Це пов'язано в першу чергу з невтриманістю міцнісних властивостей порід, різною потужністю делювіальних відкладів, гідрогеологічними особливостями, тектонікою, сучасними вертикальними рухами.

У таких природних умовах розвиток зсувних процесів має масовий характер і поширений на значних площах. Слід зауважити, що з точки зору моделювання, територія Івано-Франківської області надзвичайно складна. Вірогідне прогнозування зсувів можливе лише при комплексному підході до аналізу чинників на кількісному ймовірнісному рівні.

У **четвертому розділі** дисертації наведено характеристику зсувів на території Івано-Франківської області, зафіксованих у державному кадастрі, побудовані автором вихідні картографічні матеріали, на підставі яких виконувались визначення фактичних значень просторових чинників зсувної небезпеки та результати їх статистичного аналізу та обробки.

На території Івано-Франківської області 766 зсувів. В якості атрибутивної інформації по кожному зі зсувів фіксуються геометричні, геоморфологічні, геологічні, гідрогеологічні, інженерно-геологічні характеристики, усього понад 40 параметрів. За типом зсуву виділено: циркоподібних – 304, фронтальних – 435, складних – 9, неправильних – 13, каплевидних – 3, витянутих – 2. За генезисом серед зсувів виділені зсуви течії – 577, структурно-пластичні – 148, зміщення – 19, ковзання – 16, ковзання-течії – 6. За механізмом зміщення зсувних мас виділено: втрата первинної структури порід в зонах зміщення внаслідок зміни їх вологості – 12, зміщення блоків порід по ослаблених зонах на нижні гіпсометричні горизонти – 160, воднопластична течія глинистих порід по підготовленій поверхні – 470, втрата первинної структури порід в зонах зміщення внаслідок зміни їх вологості – 38, в однорідних породах, поверхня ковзання круглоциліндрична – 84, зміщення блоків порід по ослаблених зонах – 2. За формою зсувного схилу виділено звивистих – 417, ввігнутих – 52, опуклих – 90, прямих – 80, ввігнуто-опуклих – 15, хвилястих – 9, фронтальних – 100, підковоподібних, капле видних та опукло-ввігнутих по 1. За типом поверхні ковзання серед зсувів Івано-Франківської області виділено: ввігнутих – 39, хвилястих – 403, ступінчастих – 298, опуклих – 6, прямолінійних – 10, звивистих – 5, плоских – 2, прямих – 2, ввігнуто-опуклих – 1. Виділено 35 відмінностей за літологічним складом зсувних мас.

Результати кореляційного аналізу, проведеного з метою встановлення можливого зв'язку між генетичним типом, формою зсуву та інженерно-геологічними районами (ІГР) на території Івано-Франківської області, дають підстави стверджувати про відсутність такого зв'язку: коефіцієнт кореляції між генетичним типом та ІГР – 0.22; коефіцієнт кореляції між формою зсуву та ІГР – 0.01; коефіцієнт кореляції між генетичним типом та формою зсуву – 0.07.

Цей же висновок повністю підтверджується і результатами тематичного картування.

Статистичний аналіз інших зафіксованих у кадастрі зсувів параметрів дає підстави для припущення про недоцільність їх використання при побудові регіональних прогнозних моделей.

При створенні регіональної системи просторового прогнозування зсувної небезпеки необхідно дотримуватись принципової схеми побудови, яка передбачає:

- 1) збір всіх доступних вихідних даних – як картографічних, так і атрибутивних (описових) на територію досліджень;
- 2) приведення вихідних картографічних матеріалів до єдиного формату обраної геоінформаційної системи та масштабу;
- 3) створення еталонної бази даних по чинниках, що впливають на модельований процес;
- 4) статистичний аналіз величин чинників з еталонної бази даних та визначення найбільш вагомих та інформативних чинників;
- 5) розробка ймовірнісної статистично-математичної моделі виникнення чи активізації процесу;
- 6) оптимізація картографічних та атрибутивних даних у відповідності до створеної ймовірнісної статистично-математичної моделі для використання в ГІС;
- 7) створення програмних модулів ГІС;
- 8) перевірка параметрів моделі на даних, що не були задіяні при розробці математичної моделі;
- 9) розробка інтерфейсу користувача і засобів для представлення результатів моделювання.

Саме за такою схемою було виконано побудову регіональної системи просторового прогнозування зсувної небезпеки для території Івано-Франківської області.

При виконанні даної роботи автором було виконано оцифровку тектонічної карти Українських Карпат, побудованої під редакцією В.В.Глушко, С.С.Круглова в 1986 р.; карту ґрунтів Івано-Франківської області, складену колективом авторів інституту «Укрземпроект» та Українського науково-дослідного інституту ґрунтознавства ім.О.М.Соколовського в 1967 р.; карту гідроізогіпс водоносного горизонту чвертинних відкладів Івано-Франківської області, складену під редакцією В.П.Федоссева, Б.Д.Стеценко, С.А.Тімченко в 1993 р.; карту ландшафтного районування Карпатського регіону, автори Г.П.Міллер, А.В.Мельник, О.М.Федірко, 1996 р.; гідрогеологічну карту дочвертинних відкладів Івано-Франківської області, автор І.Ф.Войтович, 2004 р.; карту розподілу середньорічної кількості опадів на території Івано-Франківської області.

У зв'язку з тим, що на існуючій у форматі MapInfo фізико-географічній карті області рельєф представлений у вигляді горизонталей, проведених через 40 метрів, виникає потреба в побудові цифрової моделі рельєфу (ЦМР). Автор виконав побудову ЦМР на підставі існуючої карти рельєфу з залученням даних з математичної основи та даних з карти масштабу 1 : 100 000, а також характерних точок рельєфу (вершин гір, пагорбів, пунктів державної геодезичної мережі, пунктів триангуляції та відміток урізів водотоків). Для побудови ЦМР були задіяні біля 3 000 000 фактичних значень. Цифрова модель рельєфу будувалась з кроком

20 x 20 м і охоплює територію області з буферною зоною в 15 км. Буферна зона навколо контуру області необхідна для усунення так званих крайових ефектів при побудові ЦМР машинним способом. На підставі побудованої ЦМР було виконано побудову карти кутів нахилу денної поверхні та карти експозиції схилів, представлених також у вигляді безперервних поверхонь, карти водорозділів, карти тальвегів, карт річкових басейнів різних порядків.

Таку значну увагу цифровій моделі рельєфу та похідним картам було приділено в зв'язку з тим, що за О.П.Ємельяновою, загальна рівновага схилу визначається співвідношенням п'яти величин: крутизни схилу, загальної висоти схилу  $H$ , кута внутрішнього тертя ґрунту  $\phi$ , його зчешлення  $C$  і об'ємної ваги  $\gamma$ . При однакових геологічних умовах, тобто при постійних значеннях величин  $\phi$ ,  $C$ ,  $\gamma$ , критична крутизна схилів визначається функцією тільки однієї величини  $H$ . Таким чином, в однорідних геологічних умовах висота схилу є основним показником, що визначає його крутизну.

Оскільки визначення кута внутрішнього тертя ґрунту  $\phi$ , його зчешлення  $C$  і об'ємної ваги  $\gamma$  вимагає проведення додаткових польових робіт і є неможливим у статистично вагомих обсягах, для регіональних прогнозних моделей надзвичайно важливими стають значення абсолютної висоти, куту нахилу денної поверхні та віддалей від найближчих водорозділів та тальвегів. Ці величини дозволяють побічно оцінити величину геопотенціалу.

Урахування в моделі геологічних чинників зсувної небезпеки було здійснено шляхом залучення до аналізу та подальшого використання відповідних картографічних матеріалів: геологічної карти, тектонічної схеми, карти інженерно-геологічного районування, карти розривних порушень, гідрогеологічної карти.

Антропогенний вплив на природні процеси виникнення та активізації зсувних явищ було враховано шляхом визначення величин техногенних чинників: віддалі зсувів від меж населених пунктів та віддалі зсувів від автомобільних та залізничних шляхів. Визначення фактичних значень виконувалось по цифровій географічній карті Івано-Франківської області.

Для розрахунку інтегральної еталонної характеристики для кожного зареєстрованого в державному кадастрі зсуву визначались значення по кожному чиннику.

Отримання значень виконувалось в середовищі ГІС за наступною схемою.

Для чинників зсувної небезпеки, які представлені у вигляді картографічних площинних об'єктів, попередньо розраховувалась оцінка ураженості територій окремого об'єкту, яка базується на співвідношенні, що виражається формулою (1):

$$CmUp_i = \frac{n_i \cdot N}{s_i \cdot S}, \quad (1)$$

де:  $CmUp_i$  – ступінь ураженості зсувами  $i$ -тої таксономічної одиниці, ум.од.;

$n_i$  – кількість проявів зсувів в межах  $i$ -тої таксономічної одиниці, шт.;

$N$  – загальна кількість проявів зсувів в межах території досліджень шт.;

$s_i$  – площа  $i$ -тої таксономічної одиниці, км<sup>2</sup>;

$S$  – загальна площа території досліджень, км<sup>2</sup>.

Для безрозмірної величини, отриманої за вищенаведеною формулою (1), було запропоновано назву коефіцієнт контрастності.

Слід зауважити, що підхід до аналізу геологічного середовища або геологічних процесів на території, яка обмежується адміністративним поділом, дає не зовсім коректні дані.

Для обґрунтування цього твердження наведено приклад розрахунку коефіцієнта контрастності для інженерно-геологічних районів. Значні площі інженерно-геологічних районів знаходяться за межами Івано-Франківської області, відповідна кількість зафіксованих зсувів також знаходиться за її межами. На території адміністративної області зафіксовано 766 зсувів, в той час коли на території задіяних інженерно-геологічних районів їх зафіксовано 3449. Подібна картина в значній відмінності розрахунків коефіцієнтів контрастності спостерігається для будь-яких таксономічних одиниць, в основі виділення яких лежить не територіально-адміністративний підхід. Подальший аналіз таких даних може привести і приводить до накопичення похибок у моделі та в результаті, до отримання неякісної, малодостовірної системи прогнозування зсувної небезпеки. Розгляд геологічної інформації в межах адміністративно-територіальної одиниці не дає можливості відповідати сьгоднішнім вимогам до достовірності результатів наукових досліджень.

Значення фактичних величин чинників зсувної небезпеки, які можна отримати безпосередньо з карт, для кожного зі зсувів фіксувалося безпосередньо засобами ГІС, головним чином за допомогою розроблених запитів або програмних розрахункових модулів, створених автором.

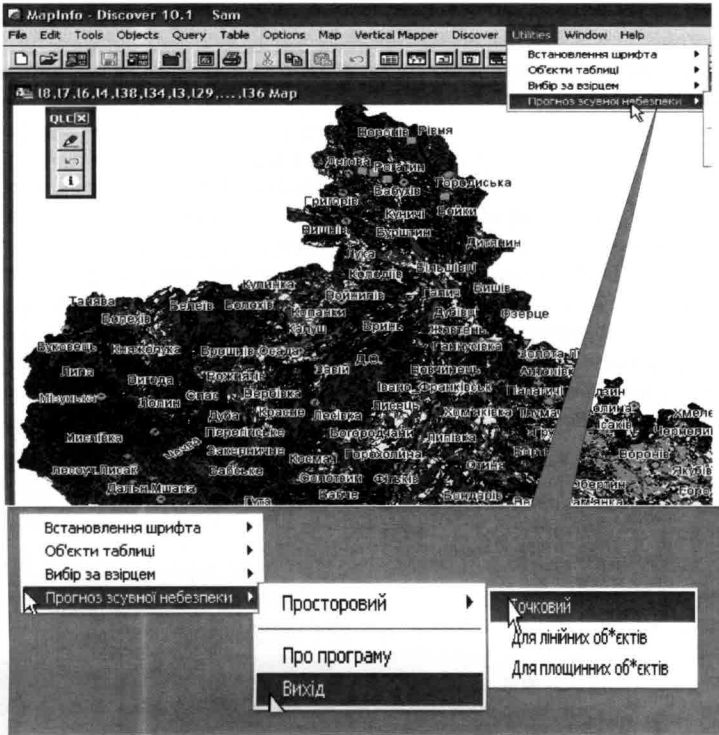
У результаті проведених статистичних досліджень визначені регіональні чинники зсувної небезпеки, доведено наявність на території області двох зон зсувної небезпеки зі своїми власними функціями комплексних показників, встановлено вигляд функцій ймовірності зсувної небезпеки для кожної з виділених зон.

Виконано підготовку математичної моделі для її реалізації в геоінформаційному середовищі.

**У п'ятому розділі** дисертації приведено схему розробки та побудови геоінформаційної системи регіонального просторового прогнозування ймовірності зсувної небезпеки для території адміністративної області.

Зроблений детальний опис особливостей кожного етапу розробки геоінформаційної системи дає змогу для застосування запропонованої схеми побудови для розробки ГІС такого класу як для інших територій, так і для інших небезпечних геологічних процесів.

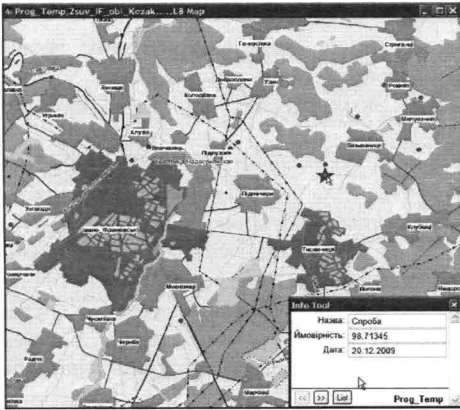
Розроблена геоінформаційна система призначена для використання фахівцями в прикладних галузях – інженерами, управлінцями, екологами, проєктантами, просто зацікавленими громадянами. На рис.1 наведено знімок екрану з діючою системою.



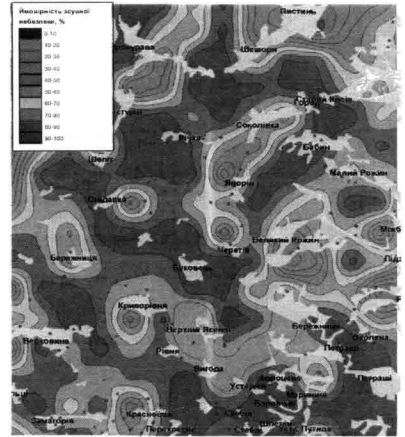
**Рис. 1. Фрагмент знімку екрана з діючою системою просторового прогнозування ймовірності зсувної небезпеки для Івано-Франківської області**

Як видно з рис. 1 для побудови прогнозу користувач повинен мати мінімальні навички роботи в середовищі ГІС. У наявності жодних знань по системах моделювання чи прогнозних системах не має потреби. Побудова прогнозу для користувача полягає у вказанні точки на карті чи вибору існуючого картографічного об'єкту та вводу параметрів. Система автоматично виконує визначення фактичних значень зсувоініціюючих чинників, проводить необхідні розрахунки та видає результати прогнозування в залежності від типу прогнозу (рис. 2).

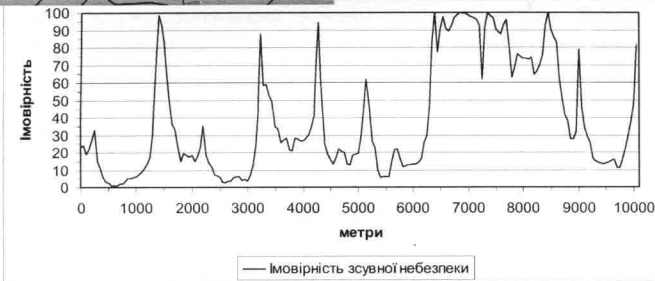
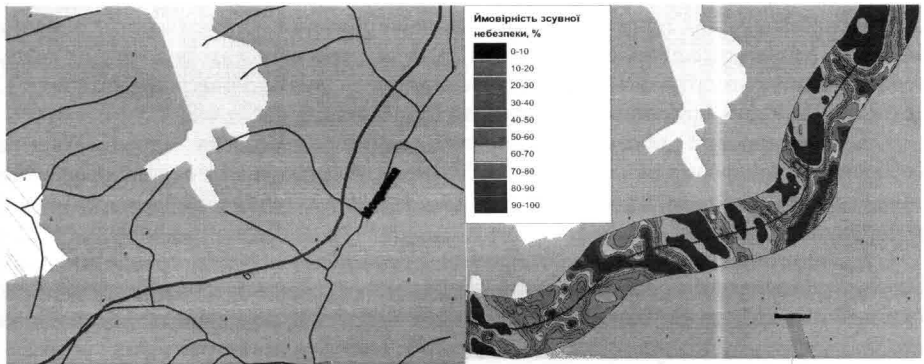
Розроблена геоінформаційна система просторового прогнозування ймовірності зсувної небезпеки повністю відкрита для змін та доповнень використаних картографічних матеріалів. Користувач має змогу редагувати відповідні картографічні шари, уточнювати місцезположення меж різних об'єктів, створювати нові об'єкти. Актуалізувати інформацію за даними дистанційного зондування землі або наземних зйомок і обстежень. Розрахунковий модуль закритий для змін від пересічного користувача. Але може легко враховувати нову інформацію, що стосується уточнень математичної моделі ймовірності зсувної небезпеки. Такі уточнення виконуються автором моделі або розробником системи.



А



Б



В

Рис. 2. Приклади варіантів прогнозу для різних типів об'єктів у систему просторового прогнозування ймовірності зсувної небезпеки для Івано-Франківської області (А – для точки на місцевості, Б – для площинного об'єкту, В – для лінійного об'єкту)

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі висвітлено актуальну науково-прикладну задачу екологічної безпеки – регіонального просторового прогнозу розвитку зсувних процесів. Теоретичні та експериментальні дослідження, виконані автором, дозволяють зробити наступні висновки.

1. Активний розвиток і значне поширення зсувних явищ на території України вимагають розробки ефективних інструментів для визначення можливості виникнення чи активізації зсувних процесів на різних територіях.

2. Проведені теоретичні дослідження та їх практична реалізація дозволяють зробити висновок про ефективність запропонованого комплексу статистичних аналізів для побудови математичних моделей та геоінформаційних систем прогнозування ймовірності небезпечних геологічних процесів і зсувів зокрема: формування бази даних зсувів, обґрунтування і вибір зсувоініціюючих чинників, визначення законів розподілу, уніфікація законів розподілу, оцінка інформативності чинників, розрахунок інтегральних показників, розрахунок прогнозної ймовірнісної функції.

3. Вибір комплексу значимих за характером впливу просторових чинників зсувної небезпеки для території адміністративної області є обґрунтованим. Задіяні в моделі та геоінформаційній системі просторові чинники відносяться до різних груп - геологічних, геоморфологічних, гідрогеологічних, тектонічних, кліматичних і техногенних характеристик навколишнього середовища.

4. Просторовий прогноз ймовірності зсувної небезпеки здійснюється в середовищі геоінформаційної системи загального призначення на основі виявленого закономірного зв'язку просторових зсувоініціюючих чинників з просторовим розподілом зсувів.

5. Кінцевим результатом досліджень є створена автором геоінформаційна система регіонального просторового прогнозування активізації зсувних процесів, як складової екологічної безпеки території Івано-Франківської області. Розроблена система може бути поширена на території інших адміністративних областей України. В даний час за участю автора аналогічні системи адаптуються та впроваджуються на території Одеської, Чернівецької та Закарпатської областей.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Монографії*

1. Екологія міста Івано-Франківська. Монографія / О.М.Адаменко, Є.І.Крижанівський, Є.М.Нейко, Г.Г.Русанов, **О.М.Журавель**, Л.В.Міщенко, Н.І.Кольцова. – Івано-Франківськ: Сіверсія МВ, 2004. 200 с. ISBN 966-7515-30-3



### *Статті у наукових фахових виданнях*

2. Адаменко О.М. Ієрархія геоінформаційних систем екологічної безпеки Центральної та Східної Європи, Карпатського Євро регіону, адміністративної області, районів та міст Західного регіону України. / О.М.Адаменко, Я.О.Адаменко, **О.М.Журавель**, Л.В.Мищенко, О.В.Пендерещкий, А.С.Луценко, І.А.Абушєва, Л.Д.Потравич, Л.В.Плаксій, М.М.Приходько, Н.О.Зоріна, Д.О.Зорін, А.Б.Здинянчин // Вісник Дніпропетровського університету. Геологія. Географія. Вип.5. Дніпропетровськ: видавництво Дніпропетровського університету, 2003. - С.131-133.

3. Кузьменко Е.Д. Прогноз розвитку зсувних процесів як фактор забезпечення надійності експлуатації трубопроводів / Е.Д.Кузьменко, С.І.Крижанівський, О.М.Карпенко, **О.М.Журавель** // Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. 2005. – № 4(17). – С.24-35.

4. Кузьменко Е.Д. Моніторинг зсувних процесів на трасах газопроводів / Е.Д.Кузьменко, **О.М.Журавель**, В.П.Рудко, М.Д.Степ'юк // Нафтова і газова промисловість. – 2009. № 3. – С.55-57.

5. Кузьменко Е.Д. Прогнозування екзогенних геологічних процесів. Частина 1. Теоретичні передумови прогнозування екзогенних геологічних процесів. Закономірності активізації зсувів. / Е.Д.Кузьменко, **О.М.Журавель**, Т.Б.Чепурна, І.В.Чепурний, Л.В.Штогрин // Геоінформатика. – 2011. – № 3. – С.61-74.

### *Патент*

6. Патент 2344227 С2 RU. МПК Е 02 Д 1/00. Спосіб прогноза виникнення или активизации оползней. Говдяк Р.М. (UA), Пугайло А.Ф. (RU), Крыжанивский Е.И.(UA), Кузьменко Э.Д. (UA), Карпенко А.Н. (UA), **Журавель А.М.** (UA); Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа (UA); Заявл. 10.01.2007; Опубли. 20.01.2009. – Бюл. №2, 17 с.

### *Тези наукових доповідей*

7. Кузьменко Э.Д. Аналитическая геоинформационная система пространственно-временного прогнозирования оползневых процессов / Э.Д.Кузьменко, А.Н.Карпенко, **А.М.Журавель** // Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: VI міжнар. наук. конф., 6-8 жовт. 2005 р. – К., 2005. – С.16-18.

8. Kuzmenko E. System of space-time forecast of landslide processes / E.Kuzmenko, Y.Kryzhanivsky, A.Karpenko and **A.Zhuravel** // Proceedings XVIII-th Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association.- September 3-6, 2006. – Belgrade, Serbia. – 2006. P. 310-312.

9. Кузьменко Е.Д. Закономірний зв'язок між величинами імовірностей виникнення зсувів та зсувної небезпеки при комплексному впливі природно-техногенних факторів (теоретичні засади та система прогнозування) /

Е.Д.Кузьменко, С.І.Крижанівський, О.М.Карпенко, **О.М.Журавель** // Екологічні проблеми нафтогазового комплексу: III між нар. наук.-практ. конф., 26 лют. - 2 берез. 2007 р. - К.: НПЦ "Екологія Наука Техніка", 2007. - С. 71-74.

10. **Журавель О.** Геоінформаційна система прогнозування зсувної небезпеки для адміністративної області (на прикладі Івано-Франківської) / **О.Журавель**, Е.Кузьменко, О.Мандрик // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS-технології: XIII міжнар. наук.-техн. симпоз., 9-14 верес. 2008 р. Львівське астрономо-геодезичне товариство, 2008. - С. 146-148.

11. **Журавель О.М.** Система просторового прогнозування зсувної небезпеки для території Івано-Франківської області як складова УІАС НС / **О.М.Журавель** // Моніторинг геологічних процесів: IX міжнар. наук. конф., 14-17 жовт. 2009 р. - К., 2009. - С.238-239.

12. Кузьменко Е.Д. Прогнозування екзогенних геологічних процесів [Електронний ресурс] / Е.Д.Кузьменко, **О.М.Журавель**, Т.Б.Чепурна, І.В.Чепурний, Л.В.Штогрин // Геоінформатика: теоретичні та прикладні аспекти: X міжнар. наук. конф., 10-13 травня 2011р. К.: Всукраїнська асоціація геоінформатики, 2011. - 1 електрон. орг. диск (CD-ROM) : кольор. ; 12 см. - (Геоінформатика 2011). Систем. вимоги: Pentium-266 ; 32 Mb RAM ; CD-ROM Windows 98/2000/NT/XP. Назва з титул. екрану.

13. Кузьменко Э.Д. Геоинформационные системы прогнозирования экзогенных геологических процессов: проектирование, реализация, управление. / Кузьменко Э.Д., **Журавель А.М.**, Кривюк И.В., Чепурный И.В. // Матеріали XVI Міжнародного науково-технічного симпозиуму ["Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS-технології"], (Алушта, 12-17 вересня 2011 р.) / Львівське астрономо-геодезичне товариство, 2011. -С.172-175

### *Наукове відкриття*

14. Закономерная связь между величинами вероятностей возникновения оползней и оползневой опасности при комплексном воздействии природно-техногенных факторов. Научное открытие. Диплом №310. /Кузьменко Э.Д., Крыжанивский Е.И., Карпенко А.Н., **Журавель А.М.**// Научные открытия: сборник кратких описаний научных открытий, научных идей, научных гипотез. 2006. - Москва: МААНОИ, 2007. - С. 64-65.

### АНОТАЦІЯ

**Журавель О.М.** Геоінформаційна система регіонального просторового прогнозування зсувної небезпеки для адміністративної області (на прикладі Івано-Франківської). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 21.06.01 екологічна безпека. – Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Івано-Франківськ, 2013.

Дисертацію присвячено вирішенню актуальної задачі екологічної безпеки – розробці геоінформаційної системи регіонального просторового прогнозування зсувної небезпеки для території адміністративної області.

Встановлено, що прогнозування рівня зсувної небезпеки необхідно здійснювати з урахуванням комплексного впливу просторових зсувоініціюючих чинників. Обґрунтовано оптимальний для території Івано-Франківської області комплекс вагомих чинників зсувної небезпеки. Визначено методологічні основи розробки геоінформаційних систем регіонального просторового прогнозування ймовірності зсувної небезпеки для території адміністративних областей на кількісному рівні з урахуванням окремих геологічних таксонів.

Розроблено геоінформаційну систему прогнозування зсувів для Івано-Франківської області та виконано просторовий прогноз активізації зсувів як складову системи екологічної безпеки території.

**Ключові слова:** зсув, зсувна небезпеки, чинники зсувоутворення, просторовий прогноз, геоінформаційна система.

## АННОТАЦИЯ

**Журавель О.М. Геоинформационная система регионального пространственного прогнозирования оползневой опасности для территории административной области (на примере Ивано-Франковской) – Рукопись.**

Диссертация на соискание научной степени кандидата геологических наук по специальности 21.06.01 – экологическая безопасность. – Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, Ивано-Франковск, 2013.

Диссертация посвящена решению геоинформационной задачи – разработке геоинформационной системы регионального пространственного прогнозирования оползневой опасности для территории административной области.

По литературным данным проведен анализ существующих схем систем прогнозирования развития или активизации оползневых процессов.

Установлено, что прогнозирование уровня оползневой опасности необходимо осуществлять с учетом комплексного влияния пространственных оползнеиницилирующих факторов.

На основании результатов статистических исследований пространственных оползнеиницилирующих факторов определен оптимальный для территории Ивано-Франковской области комплекс весомых пространственных факторов оползневой опасности. Построена статистико-математическая модель пространственной активизации или возникновения оползневых процессов. Определена функция пространственного эталонного показателя оползневой опасности для территории административной области. Установлено, что разработка геоинформационных систем регионального пространственного прогнозирования вероятности оползневой опасности для территорий административных областей на количественном уровне возможна, но более эффективным и достоверным является разработка таких систем

в пределах отдельных геологических таксонов регионального уровня.

Разработана геоинформационная система пространственного прогнозирования вероятности оползневой опасности для территории Ивано-Франковской области. Созданная система имеет максимально дружелюбный интерфейс, не требует от пользователя специальных знаний и предназначена для широкого круга пользователей. Система прогнозирования реализована в среде ГИС «MapInfo» в виде отдельной утилиты с собственным меню. Система работает в режиме реального времени, определяя фактические значения каждого из задействованных пространственных факторов оползневой опасности непосредственно из соответствующих картографических слоев. Такая реализация позволяет конечному пользователю проводить актуализацию существующих карт по данным полевых наблюдений или данным дистанционного зондирования Земли (аэро- и космосъемки) или проводить предварительную оценку эффективности проектных решений

Практическое значение созданной геоинформационной системы регионального пространственного прогнозирования оползневой опасности для территории административной области, заключается в возможности своевременного реагирования на вероятные проявления оползневой активности, разработке эффективных мероприятий по предотвращению или минимизации последствий.

**Ключевые слова:** оползень, оползневая опасность, фактор оползнеобразования, пространственный прогноз, геоинформационная система.

## ABSTRACT

**Zhuravel A.M. Geoinformation system of regional space forecasting of sliding hazard to territory of management area (on an instance Ivano-Frankovsk). – Manuscript.**

The dissertation on reception of a scientific degree in Geology on specialty 21.06.01 – environmental protection. - Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas, Ivano-Frankivsk, 2013.

The dissertation is devoted the solution of the geoinformational problem - development to geoinformational system of regional space forecasting of sliding hazard to territory of administrative area.

According to literary data the analysis of existing schemes of systems of forecasting of development or activation of landslide processes is carried out.

It is established that forecasting of level of a landslide hazard needs to be carried out taking into account complex influence of spatial factors which initiate landslide processes. It is defined optimal for territory of the Ivano-Frankovsk area the complex of powerful factors of sliding hazard. It is installed, that development of geoinformation systems of regional space forecasting of probability of sliding hazard to territories of management areas at quantitative level is possible, but and authentic development of such systems within separate geologic taxons regional level is more effective.

The developed geoinformation system of the space forecasting of probability of sliding hazard to territory of the Ivano-Frankovsk area.

Practical value developed a geoinformation system of regional space forecasting of sliding hazard to territory of management area, consists in possibility of timely reaction to probable developing processes of sliding activity, development effective actions on preventing or minimisation of after-effects.

**Keywords:** landslide, sliding hazard, the factor formation of landslide, the space forecast, a geoinformation system.

Підп. до друку 29.07.2013. Формат 60х90/16.  
Папір офс. Друк цифровий. Гарн. Times New Roman.  
Лвт. арк. 0,8. Наклад 100.

Видавець та виготівник «Симфонія форте»  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Крайківського, 2  
тел. (0342) 77-98-92

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи  
до державного реєстру видавців  
та виготівників видавничої продукції:  
серія ДК № 3312 від 12.11. 2008 р.



an2399