

– за різницями висот карт вершинного рельєфу і топографічної поверхні H_B-H створюється карта глибини розчленування рельєфу, а за різницями висот топографічної поверхні і базисних поверхонь $H-H_B$ створюються карти залишкового рельєфу, причому визначається об'єм гірських порід, які лежать вище базисних поверхонь; аналогічно створюються карти різниць вершинних і базисних поверхонь різних порядків;

– для кожної точки гідрографічної мережі за координатами сусідніх точок визначають ухили i , за якими створюють карти ухилів гідромережі.

Морфометричні карти створюються в межах басейнів рік або річкових систем.

За запропонованим алгоритмом розроблено програму мовою Object Pascal в середовищі Borland Delphi і створено карти басейну ріки Бистриця Солотвинська для поста Гута.

Розроблені на основі цифрової моделі рельєфу карти крутизни і експозиції схилів, морфометричні карти можуть бути використані як

складові геоінформаційних систем при проектуванні і експлуатації нафтових і газових трубопроводних мереж, моніторингу стану навколишнього середовища, управління природними ресурсами.

Література

1 Бурштинська Х.В., Заяць О.С. Дослідження точності побудови цифрових моделей рельєфу на основі картометричних даних // Вісник геодезії та картографії. – 2002. – №2. – С. 26-32.

2 Карпінський Ю.О., Лященко А.А. Ортографічно-триангуляційна цифрова модель рельєфу // Вісник геодезії та картографії. – 2000. – №3. – С.28-33.

3 Рудий Р.М., Кравець О.Я., Кравець Я.С. Визначення морфометричних характеристик рельєфу для класифікації сільськогосподарських угідь. // Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва. – Львів: Ліга-Прес. – 2005. – С.362-366.

УДК 624.131:(622.691.24+622.276)

НЕБЕЗПЕЧНІ ЗСУВНІ ЯВИЩА НА ОБ'ЄКТАХ НАФТО- ТА ГАЗОПРОЯВІВ

М.В.Амброзьяк

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 559698
e-mail: public@nung.edu.ua*

Рассмотрены основные принципы оценки устойчивости откосов на объектах нефтегазового профиля в Карпатском регионе, а также дана схема превентивных мер с целью избежания оползневых проявлений. Математически определены основные параметры оползневых тел, что дало возможность отделить откосы с малой устойчивостью и рекомендовать соответствующие инженерные мероприятия на данной территории.

Basic principles of hills stability estimation on the oil and gas objects in the Carpathians region are considered in this article. Also, recommended scheme of preventive measures is given with the aim of landslides avoidance. Main parameters of landslide bodies are defined mathematically and this allowed to separate hills with the smallest stability and to recommend the proper engineering measures on the definite territory.

Зсуви – найпоширеніший екзогенний геологічний процес на території Карпатського регіону, що досить часто завдає шкоди економіці країни. Не становлять виключення і об'єкти нафтогазового промислу. Враховуючи розміщення цих об'єктів на силових ділянках, тут постають проблеми руху гірських порід зі схилів, часто призводячи при цьому до руйнацій як самого об'єкта, так і комунікацій, які під'єднані до нього. Важливим науковим завданням є розробка інженерних методів не тільки оцінки стійкості схилів, але й прогнозування подальшого руху зсувних мас.

Успіх боротьби зі зсувами багато в чому визначається рівнем наших знань про природу зсувних процесів, механізм їх розвитку, достовірністю оцінок ступеня активності зсувів і прогнозних висновків.

Руйнування окремих схилів представляють собою явища менш руйнівні, ніж інші катастрофи, наприклад, землетруси, повені, урагани, проте вони більш поширені і сумарний збиток від руйнування схилів безперечно більший від збитків одиничних природних процесів. Варто також додати, що значна частина збитків, завданих землетрусами і повенями, зумовлена утвореними при цьому зсувами.

Зсуви являють собою широко розповсюджене природне явище, яке відбувається в різних геологічних і кліматичних умовах. Воно полягає в повільному зсуві мас гірських порід на схилах, яке відбувається без відриву від поверхні ковзання. Швидкість оповзання може коливатися в широких межах, обумовлених напруженим станом схилу і реологічними властивостями мас гірських порід. Напружений стан схилу складний і залежить від багатьох чинни-

ків: крутості і висоти схилу; геологічної будови; гідрогеологічних умов; щільності порід; впливу поля регіональних горизонтальних напружень і наведених напружень, викликаних екскаватором; фільтраційного тиску; перерозподілу дотичних напружень у процесі повзучості; сейсмічного впливу; ступеня і швидкості вивітрювання, що викликає вивільнення вільної енергії деформацій тощо. Реологічні властивості гірських порід також досить складні і залежать від багатьох чинників: параметрів повзучості ґрунтів (межа повзучості, статична в'язкість, модулі мобілізації і стабілізації); часу; параметрів опору зрушенню (коефіцієнти ефективного зчеплення, ефективного тертя в піковому і залишковому станах); геологічної історії напруги; ступеня переконсолідації; наявності старих поверхонь; орієнтації часток, викликаних тектонічними чи зсувними деформаціями; ступеня наближення до граничного стану на глибині під дією власної ваги тощо.

Ступінь, в якому вивчено природу перерахованих чинників і їх роль у зсувному процесі, різні. В одних випадках ці питання досить добре досліджені і є докладні публікації; в інших – поки лише висувуються гіпотези і припущення, які мають потребу в подальшому вивченні.

Дійсний механізм зсувів значно складніший від тих спрощених теоретичних схем, на яких ґрунтуються інженерні розрахунки стійкості схилів. Це меншою мірою стосується штучних схилів, які утворені шляхом осипання однорідного матеріалу, і має більше значення для природних схилів, що знаходяться в стані, близькому до граничної рівноваги. Особливу увагу на об'єктах, приурочених до видобутку і зберігання нафти і газу, варто приділити залученню штучних схилів, утворених шляхом зрізання ґрунту в зсувних районах у зв'язку з будівництвом доріг і каналів, зведенням споруд тощо. Вивчення механізму зсування в таких випадках ускладнюється не тільки внаслідок необхідності обліку численних геологічних, гідрогеологічних, геоморфологічних та інженерно-геологічних чинників, які здійснюють вплив на стійкість і деформованість схилу, але також і внаслідок складності виявлення відносної ролі цих чинників. Зрозуміло, що процес вивчення є досить складним і охоплює багато чинників.

Освоєння території без обліку закономірностей розвитку екзогенних геологічних процесів може викликати ланцюгову реакцію активізації зсувів і призвести до катастрофічних наслідків. У зв'язку з розширенням масштабів освоєння нових та інтенсифікацією використання вже освоєних територій, роль діяльності людини в активізації екзогенних геологічних процесів буде зростати.

Як модельний об'єкт нами було вибрано Богородчанське виробниче управління підземного зберігання газу УМГ "Прикарпаттрансгаз". Саме тут у 1998 році в північно-західній частині внаслідок техногенної діяльності були виявлені зсувонебезпечні території, які становлять потенціальну загрозу для даного об'єкта. Активізація зсуву в 1998 році поставила про-

блему розробки профілактичних та захисних заходів на ділянці активного зсуву, які забезпечили б екологічну безпеку експлуатації газосховища.

Ділянка зсуву має трапецієподібну форму протяжністю з південного сходу на північний захід близько 300 м, верхня (південно-східна) частина ділянки обмежена терасою, а нижня – дамбою і річкою Саджавкою.

Рельєф ділянки пересічений численними тілами земляних мас у вигляді валів та обривів. Максимальний перепад висот складає 45 м. На ділянці зроблено суцільну вирубку лісу. Рослинність представлена дикоростучими кущами. Східна і західна частина ділянок обмежені лісом.

До однієї з найбільш несприятливих в екологічному та експлуатаційному відношеннях є зона розміщення значного геологічного зсуву, який захоплює породи елювіально-делювіального покриву, що розвинувся на I – IV надзাপлавних терасах р. Саджавки, повністю перекиривши та знівельовавши їх. Покривний шлейф цього типу розвинувся вздовж правого борту р. Саджавки в межах всього об'єкта. Сучасна стабільність цих ділянок значною мірою зумовлена укріплюючими та водопонижуючими властивостями кореневої системи дерев.

Обстеження ділянки, пошкодженої зсувом, засвідчило, що активний розвиток екзогенних процесів тут зумовлений вирубкою лісу. Це призвело до порушення природної рівноваги, підняття рівня ґрунтових вод, зменшення зчеплення в ґрунтах та активного розвитку деструктивних екзогенних та ендегенних процесів [1].

Порушені зсувом породи значного об'єму, а також яскраві тенденції до його подальшої активізації створюють значну зону втрати газу з підземного сховища.

Якби не були причини, що викликають порушення стійкості схилів на дослідному об'єкті, у кінцевому рахунку рух гірських мас відбувається під дією сили ваги. Отже, у багатьох випадках умови стійкості схилів можуть бути визначені за правилами механіки. Для розрахунків стійкості розроблено багато методів. Однак усі ці методи виходять з основної умови рівноваги, що діють на схил. Найскладнішим моментом стало визначення поверхні ковзання. У нашому випадку було використано математичний метод у поєднанні з напівграфічним методом. В основу останнього було покладено припущення, що поверхня ковзання проходить через подошву схилу. У результаті проведених розрахунків було визначено коефіцієнти стійкості для окремих ділянок схилу, які представляли потенційну небезпеку щодо зсувопроявів. Також було враховано зміну стабільності схилу як у зимово-весняний, так і у осінній період. Порівняння даних значень коефіцієнтів дало змогу окреслити коло першочергових заходів. Для моделювання просторового поширення зсувних процесів на одному із схилів було побудовано 3D-модель (рис. 1) за допомогою використання програмного забезпечення, що дало змогу виділити зони локалізації

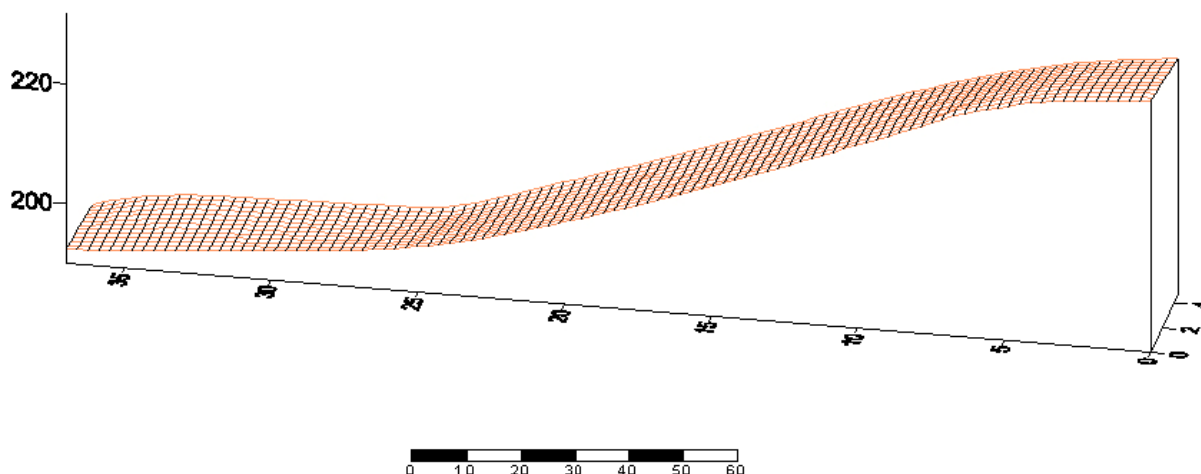


Рисунок 1 – Просторова 3D-модель схилу

первинних зміщень, які у майбутньому були порівняні із теоретично визначеними коефіцієнтами стійкості, що і підтвердило можливість у недалекому майбутньому активізації зсувних процесів [2].

Виявлено також закономірність поширення зсувів на даній території, які характеризуються такими особливостями:

1. Максимальна ураженість території зсувами відмічається в межах зон поширення суглинків та глин. Збільшення потужності глинистих відкладів у поєднанні з ерозійною діяльністю водотоків визначає різке зростання ураженості території зсувними процесами.

2. Зсуви на цій території приурочені здебільшого до зон підвищеної тріщинуватості.

3. Знижена денудаційна стійкість кореневої системи, низькі фільтраційні властивості ґрунту зумовлюють інтенсивне площинне змивання та лінійну ерозію на схилах.

Аби уникнути зниження колекторських властивостей підземного газосховища (і, як наслідок, виведення з експлуатації його значної частини) та забезпечити екологічну безпеку експлуатації газосховища, пропонується розроблений комплекс заходів, який полягає у:

- регулювання поверхневого стоку;
- регулювання підземного стоку;
- впорядкування тіла зсуву;
- зміцнення тіла зсуву.

Такий метод дослідження було використано на Богородчанському виробничому управлінні підземного зберігання газу. Це дало змогу виокремити ділянки зсувних процесів, визначити їх стійкість та запропонувати комплекс протизсувних заходів [3].

Також нами було здійснено регіональне дослідження зсувних процесів на Пасічнянському газоконденсатному родовищі. Таке просторове прогнозування проводилося на основі аналізу умов та факторів зсувів, інженерно-геологічного стану та ступеня техногенного впливу на геологічне середовище. Основою для такого прогнозування зсувного процесу стали результати маршрутного інженерно-геологічного обстеження території родовища із зазна-

ченням місць активізації зсувного процесу та із уточненням динаміки рухів зміщення. Регіональні закономірності розвитку зсувних явищ були виділені такі:

– зсуви, активізація котрих визначається природнокліматичними параметрами без суттєвого впливу техногенного чинника;

– зсуви, активізація яких визначається складним поєднанням чинників при інтенсифікації техногенного навантаження на схил;

– зсуви, катастрофічні прояви яких визначаються кліматичними параметрами. Їх активізація контролюється ходом сезонного багатовікового режиму зволоження.

Для даної території притаманною є власне закономірність розвитку зі складним поєднанням як природних, так і антропогенних чинників.

На рисунку 2 зображено поширення зон геологічних процесів даного регіону. На ділянках площинного поширення зсувів оцінка зсувонебезпечності була здійснена на основі аналізу геологічного розвитку району та інших інженерно-геологічних особливостей території.

Широке поширення суттєво глинистих утворень менілітової світи (середньоменілітова та верхньоменілітова підсвіти) обумовлюють значне поширення зсувів та зсувних ділянок складної будови, яких тут налічується до декількох сотень. Зсуви переважно циркоподібної форми в плані, довжиною від 100-150 м до 500-600 м та шириною від 200 до 500 м. Зсувні ділянки часто набувають складної будови. Значною поширеною є також ярова ерозія (яри шириною 5-7 м, глибиною до 3 м).

Фізико-механічні властивості порід зумовлюють рухливість блоків при довготривалому режимі зволоження і техногенного навантаження. Періоди активізації зсувів контролюються довготривалими періодами зволоження, протягом яких схили знаходилися у стані відносної стійкості. Динаміка зсувного процесу на ділянці лівобережжя р. Битківчик характеризується певною довготривалою циклічністю. Повний цикл зміщення ще до кінця так і не з'ясований.

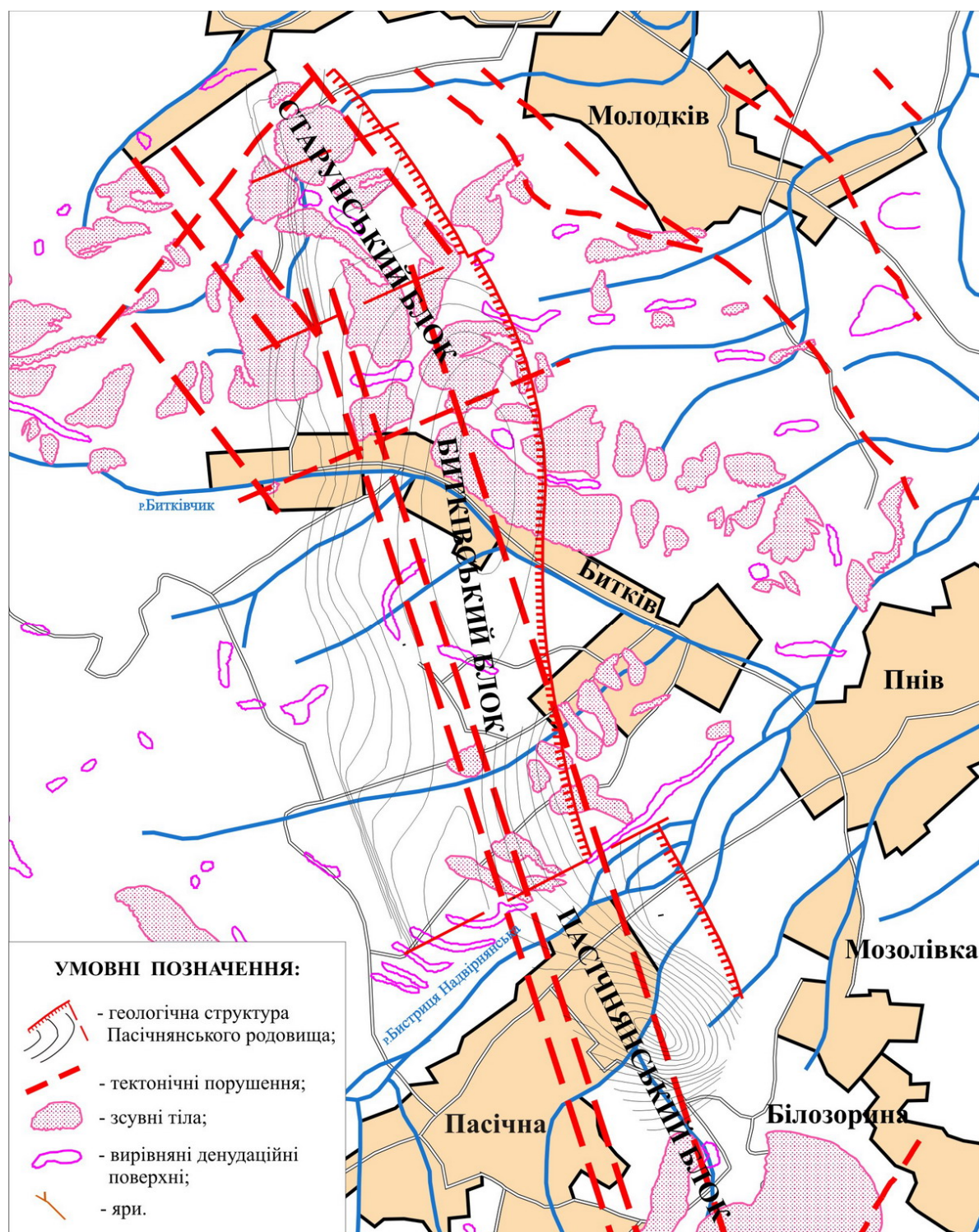


Рисунок 2 – Картосхема поширення екзогенних процесів на Пасічнянському родовищі (за матеріалами Я.О.Адаменка) [5]

У тектонічному відношенні ділянка розташована в межах Берегової скиби в смузі поширення суттєво глинистих порід нижньо-, середньоменлітової підсвіт менлітової свити. Відмічається одинадцять зсувів та зсувних ділянок. Як правило, зсуви – циркоподібні за формою в плані, довжиною від 100 до 250 м та шириною до 300 м. Зсувна ділянка № 43 – складної будови довжиною 1,5 км та шириною до 500 м. Загальний об'єм зсувних порід – 8 890000 м³.

Тут можна виділити такі типи зсувного характеру:

- зсувний рельєф з добре вираженими морфологічними елементами схилу;
- зсувний рельєф, що переформований у результаті планувальних та інших робіт, проте зі збереженими елементами схилу;
- зсувний рельєф без збереження морфології схилу (згладжена нижня частина).

Слід відзначити, що більшість зсувних тіл знаходяться у пасивному стані та не викликають загрози зсування ґрунту. Хоча за певних умов, таких як збільшення зволоження ґрунту, тектонічна активізація, інтенсивне розорювання території тощо, може призвести до активізації зсувів та ярів.

Враховуючи значне регіональне поширення зсувних явищ на території Пасічнлянського родовища, існує необхідність у правильній стабілізації схилів, які уже знаходяться у стані руху, або коефіцієнти стійкості яких сягають критичних значень.

З усіх можливих заходів для укріплення схилів з активними чи можливими зсувами, найбільш важливими є ретельно виконані дренажі, які сприяють зменшенню ваги нестійких мас та збільшенню міцності порід, що формують схил [4].

Відповідний дренаж є найбільш необхідною мірою не тільки на схилах у стадії руху, але й на проєктованих під видобуток нафти і газу. У процесі проєктування водовідводів доцільним буде врахування існуючої системи стоку поверхневих вод і той вплив, який здійснять на неї новостворені відкоси. Врахувати необхідно також поверхневі води, які стікають схилом й інфільтруються згори. Ці два процеси викликають тут ерозію на поверхні схилу і сприяються виникненню опливин і локальних пошкоджень схилу. Найбільш доцільним для боротьби з ерозіями у цьому випадку є облаштування відвідних рівчаків та дренажного улаштування для перехоплення поверхневих вод. При вірно заданому ухилі такі інженерні облаштування збиратимуть як поверхневі, так і фільтраційні води.

У кожному із досліджуваних об'єктів були проаналізовані закономірності формування і розвитку геодинамічних та гідродинамічних процесів, які визначають екологічний стан і динаміку.

Зсуви на об'єктах нафтогазового профілю можна попередити і не допустити. Для цього в деяких випадках необхідно своєчасно відрегулювати стік, в інших – не допускати перевантажень, не порушувати рослинний покрив, дотримуватися визначеного режиму виконання робіт, режиму експлуатації об'єктів на схилах.

На сьогодні прийнято, що оперативне вирішення завдань попередження зсувів дає змогу значно знизити затрати на їх ліквідацію наслідків і подальші схилоукріплюючі заходи. Якщо раніше наголос ставився на „боротьбу із зсувами”, проведення так званих „протизсувного будівництва”, то тепер стає очевидним, що боротьба найчастіше необхідна не із зсувами, а з усім тим, що їх породжує. Деколи – це просто недостатнє сприйняття серйозності порушення стійкості схилів, виконання робіт на схилах за звичною технологією, прийнятною для рівнинних ділянок.

Отже, як висновок, можна стверджувати, що при проєктуванні і тим паче при експлуатації об'єктів нафтогазової галузі обов'язковим є попередня оцінка стану геологічного середовища, яка базується на визначенні стану і параметрів як схилів загалом, так і виокремленні зсувних тіл зокрема. Дані результати дають змогу окреслити низку першочергових заходів з метою уникнення небезпечних аварійних явищ, спричинених рухом гірських порід.

Література

1 Технічний звіт про роботу з визначення деформацій земної поверхні на БСПЗГ / Науково-виробничий центр „Геогаз”. – 1998.

2 Коган А.А. Инженерно-геологическое прогнозирование. – М.: Недра, 1984.

3 Проект „Стабілізація зсуву в районі БПЗГ” / Інститут Івано-Франківськкомундар-проект. – 1999.

4 Ломтадзе В.Д. Инженерно-геологический анализ, оценка и прогноз при инженерных изысканиях // Инженерная геология. – 1985. – № 4.

5 Адаменко Я.О. Оцінка впливів небезпечних об'єктів на навколишнє середовище: науково-теоретичні основи, практична реалізація: Автореф. дис...докт. техн. наук 21.06.01. – Івано-Франківськ, 2006.