

УДК 551.131

КОНЦЕПЦІЯ РЕГІОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ЗСУВІВ ТА СЕЛІВ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Г.І.Рудько

НАК "Надра України", 01034, Київ, вул. Володимирська, 34, тел. (044) 2286661,
e-mail: nadra@g.com.ua

Л.Є.Шкіца

ІФНТУНГ, 76019, Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 45369
e-mail: lshkitsa@ifdtung.if.ua

Р.З.Шута

ІГН НАН України, 01054, Київ, вул. О. Гончара 55-Б, тел. (044) 2210725

Проанализированы закономерности развития экзогенных геологических процессов Карпатского региона Украины и предложен механизм регионального прогнозирования оползней и селей.

There have been analyzed regularities of the development of exogenic geological processes of the Carpathian region of Ukraine. The mechanism of regional forecasting of landslides has been suggested.

Екзогенні геологічні процеси гравітаційного характеру можуть контролюватися циклічністю природнокліматичних процесів. Зв'язок природнокліматичної циклічності з небезпечними геологічними процесами виявлено рядом вчених, які досліджували розвиток зсувів та селів. В 80-х роках минулого століття професором Шеко А.І. встановлений зв'язок селів з кліматичними циклами, аналогічний результат для прояву селей в Середній Азії встановив Т.М. Мустафакулов. Ними виділені цикли тривалістю 6, 11 і 22 роки, що добре корелюються сонячною активністю. Найбільш чітко виражений 11-річний цикл сонячної активності. При дослідженні сонячно-земних зв'язків слід також мати на увазі наявність в сонячній діяльності 22-річного циклу. Цей цикл слід розглядати як зміну полярності магнітного поля і починається він з парного 11-річного циклу. Всі природні процеси, що розвиваються а земній поверхні, взаємопов'язані і зумовлені великою кількістю факторів, серед яких космічні відіграють, вірогідно вирішальну роль.

Так як екзогенні геологічні процеси мають виражений циклічний характер, то періоди їх активізації можуть бути прогнозовані. Прогнозування змін стану геологічного середовища складається з прогнозних оцінок окремих геологічних процесів, з одного боку, і прогнозної оцінки стійкості геологічного середовища в результаті техногенних змін - з другого. На основі кліматичних циклів можуть виділятися довгострокові прогнози (10-15 років) та короткострокові прогнози (1-3 роки).

Довгострокові прогнози враховують загальну тенденцію розвитку геологічного процесу на основі аналізу рядів спостережень за геологічними процесами та кліматичними умовами. Такий довготерміновий прогноз на основі дослідження комплексу природних чинників та режимних спостережень був виконаний для території Південно-Східного Передкарпаття на основі більше ніж 100-річних рядів спостережень за кліматичними параметрами і 30-ти річним періодом спостережень на стаціонарах за умовами та факторами розвитку екзогенних геологічних процесів. В тому випадку, якщо ряди спостережень за проявами геологічних процесів короткі, на основі співставлення графіків прояву цих процесів і швидкозмінних факторів, що їх зумовлюють, побудованих по частинах 11 – річного сонячного циклу, встановлюються зв'язки між ними. На основі екстраполяції графіків швидкозмінних факторів робиться прогноз даного генетичного типу геологічних процесів.

Короткостроковий прогноз реалізується в рамках довгострокових прогнозних оцінок на основі переважно детермінованих моделей, які базуються на достовірній геологічній інформації.

Середовищем розвитку зсувів є наступні типи геологічного середовища: Карпатська гірсько-складчаста область та Закарпатський внутрішній прогин. Виникнення зсувів та інших небезпечних природних процесів на Закарпатті настає у результаті взаємодії ряду природних та антропогенних

факторів.

За матеріалами проведених раніше робіт (Рудько 1987,1992, 1999 рр.), на основі результатів дослідження наслідків масової катастрофічної активізації зсувів в Закарпатті в 1998-1999, 2001рр., виконана регіональна класифікація зсувів Закарпатської області. Принципи класифікації зсувів полягають в виділенні відповідних типів геологічного середовища, організація якого, враховуючи формаційні комплекси, тектонічні умови геологічного середовища, геоморфологічні та гідрогеологічні умови, визначає масштаби, механізм та динаміку розвитку відповідних генетичних типів зсувів:

- зсуви Карпатської гірськоскладчастої області, в межах якої середовищем їх формування є флішова формація та кора вивітрювання флішу. В цьому контексті флішовий комплекс може виступати як, власне, самостійне середовище розвитку зсувів, так і з залученням в зсувний процес делювіальних та елювіальних відкладах на схилах;

-Рахівський складчастий комплекс, характеризується розвитком докембрійських кристалічних порід, на які накладаються осадові кайнозойські породи. Для цієї структурної одиниці характерні гігантські зсуви, які мають об'єм до 15-20 млн.м³. Активізувалися зсуви, які є тільки фрагментами гігантських зсувних систем в межах окремих фрагментів в нижній та верхній частинах схилу. Для Рахівської зони вкрай важливим є вибір стратегії захисту зсувонебезпечних територій, виходячи з просторово-часових закономірностей розвитку зсувних геоконструкцій. По генезису - це структурно-пластичні та пластичні зсуви, які характеризуються складним механізмом формування та приурочені до зони тектонічного контакту кайнозойських та докембрійських комплексів;

-Закарпатський внутрішній прогин, в межах якого мають розвиток моласовий комплекс порід та вулканогенний комплекс порід.

В межах вищеперерахованих комплексів і розвинуті відповідні генетичні типи зсувів, які можуть бути досліджені за результатами комплексних інженерно-геологічних робіт. При цьому для прогину характерні дві моделі розвитку зсувного процесу.

Карпатська гірськоскладчаста область характеризується широким розвитком потенційно зсувного рельєфу. Серед генетичних комплексів зсувів в її межах виділяються грандіозні структурно-пластичні зсуви, які мають чітко виражений аперіодичний характер прояву і об'єми до 35-40 млн. м³. В межах Закарпатської області до таких типів зсувів доцільно віднести зсув «Волосянка», об'єм якого складає більше 10 млн. м³. В період масової катастрофічної активізації в 1998-1999рр., а також в 2001р. прояви таких зсувів відсутні. Слід зауважити, що найбільше просторове розповсюдження в межах Карпатської гірськоскладчастої області мають пластичні зсуви, які власне і активізувались в досліджуваній період.

З точки зору розвитку процесу в рамках періоду масової катастрофічної активізації мали розвиток виключно зсуви пластичного типу, за рахунок порід, які перезволожилися в результаті довготривалого перенасичення вологою в межах зони розповсюдження глинистого флішу. Об'єми зсувних мас складають до 1,0 млн. м³.

Механізм цього процесу може бути розглянутий в трьох варіантах.

Розвиток зсувів в межах схилів, які ускладнені ерозійними процесами. В цьому випадку ерозійна промоїна відіграє роль акумулятора глинистих відкладів, що дозволяє вільно розвантажуватись зсувним масам по ложу промоїни, при цьому набираючи вологу за рахунок діяльності водостоку, та ділянок вклинювання ґрунтових вод. В окремих випадках механізм формування таких зсувів обумовлює розвиток брудокам'яних селів. Це відбувається у випадку, коли формування потоку супроводжується інтенсивними зливами, що контролює консистенцію глинистих відкладів.

Розвиток зсувів в межах древньозсувного рельєфу, де активізація процесу відбувається за рахунок перезволоження потенційно зсувонебезпечних відкладів. У цьому випадку розвиток процесу контролюється інтенсивністю зволоження, а також морфологією зсувного схилу. Принципово можливі два механізми розвитку процесу:

- розвиток зсуву в межах виключно делювіального комплексу відкладів, де в зсувні деформації залучені делювіальні та частково вивітрені породи;

- розвиток зсуву в межах делювіального, елювіального комплексу та корінних порід флішової формації. В цьому випадку потужність зсуву може коливатися в широких межах, досягаючи до

- десятків метрів, а об'єм зсувних відкладів складати від одного до декількох мільйонів м³;
- розвиток зсувів в межах зон тектонічної тріщинуватості та на ділянках сильно вивітрених різновидностей глинистого флішу. В цьому випадку розвиток зсувного процесу контролюється потужністю ослаблених зон та умовами розвитку дезінтеграційних процесів щодо формування потенційно ослаблених зон.

Закарпатський внутрішній прогин характеризується рядом просторово-часових закономірностей, які обумовлені середовищем розвитку зсувів, їх механізмом та динамікою в залежності від різноманітних факторів зсувоутворення. В межах прогину виділяються два формаційні комплекси, які є середовищем розвитку зсувів: моласова формація та вулканогенна формація.

Для моласової формації характерним є розвиток грандіозних зсувів в глинах, об'єм яких може коливатися від 40 до 10-15 млн.м³. Особливості цих зсувів дуже добре просліджуються на прикладах зсувів “Вільхівчик”, “Грушево” та інші. Ця група зсувів найбільш багато чисельна у зв'язку з формуванням потенційно зсувного рельєфу у гідрофільних глинах міоцену та їх корі вивітрювання. Враховуючи вкрай інтенсивне техногенне освоєння цієї частини Закарпатського прогину, необхідно зважити на значний ризик будівництва споруд та інженерних комунікацій в межах потенційно зсувонебезпечних територій. За механізмом - це структурно – пластичні, структурні (дуже рідко) та пластичні зсуви.

Для вулканогенної формації середовищем розвитку зсувів є кора вивітрювання вулканітів, представлена гідрофільними бентонітовими глинами. За рахунок вивітрювання та нагромадження вологи в монтморилоніті відбувається процес зсувного переміщення з віддачею води, в результаті чого зсув стабілізується. З точки зору використання дренажних споруд для інженерного захисту від розвитку такого типу зсувів то вони неефективні у зв'язку з тим, що вода зсувних відкладів знаходиться в кристалічній ґратці і може бути видалена за рахунок технологічних процедур спеціального характеру, або природним шляхом. Серед зсувів, розвинених в корі вивітрювання вулканітів найбільш типовими є зсуви в с. Арданово, с. Сільце та інші. За механізмом це пластичні та структурно – пластичні зсуви.

Розвиток зсувів в межах Рахівської структурно-тектонічної зони характеризується наступними особливостями. Зсуви мають розвиток в межах теригенних комплексів палеоцену та їх корі вивітрювання. Об'єми цих зсувів досягають до 15 млн.м³, що робить практично неможливим інженерний захист території від такої складної зсувної системи. На превеликий жаль інженерний захист території здійснюється тільки на локальних ділянках загрози зсуву народногосподарському об'єкту (ділянки автомобільних доріг в 1998-1999рр., с. Косівська Поляна в 1980 році).

Активізація небезпечних геологічних процесів (у першу чергу зсувів і селів) у листопаді-грудні 1998 року та у весняний період 1999 року (сумарна кількість катастрофічно активізованих зсувів становила понад 900, а селів – близько 100) відбулася на фоні різко підвищеної сонячної активності, та попередньо, протягом трьох років надмірного зволоження ґрунтів гірських порід, особливо в 1998 році. Після катастрофічних зливових дощів у поєднанні з іншими метеорологічними чинниками почалася практично синхронно із паводком фаза масової активізації зсувів та селів різних генетичних типів, обсягів та інтенсивності. Деякі прояви цих процесів для регіону є грандіозними (наприклад, зсув в с. Вільхівські Лази, об'ємом до 40 млн. м³, який зруйнував село, сель об'ємом до 12 тис. м³, який привів до людських жертв в с. Руська Мокра).

Після цього період масової активізації зсувів був синхронно продовжений у весняний період 1999 року. Активізація небезпечних геологічних процесів у березні 2001 року мала інший механізм. У 2000 році кількість опадів була загалом меншою від норми, тобто гірські ґрунти і ґрунтоутвірні породи в межах зсуво- та селенебезпечних ділянок на початку березня, не були перезволожені. Переважна більшість зсувів та селів (446 зсувів та селів у 98-ми населених пунктах), сформувалися за рахунок короткочасного надмірного перезволоження ґрунтів гірських порід протягом 3, 4 і 5 березня 2001 року (за I декаду березня випало 84,2 мм опадів). При цьому, як правило, активізувалися незначні за об'ємом зсуви і селеві потоки.

Вирішальним фактором паводку у березні 2001 р. були інтенсивні опади впродовж 3 діб, а також підвищення температури повітря до 5-10° в горах, що зумовило раптове танення снігу, який перед тим випав у великих кількостях особливо у високогір'ї. За період 4-8 березня 2001 року на території області випало дощу і розтануло снігу в кількості 2 млрд. м³, що в середньому дорівнює 157 мм опадів на цілій території Закарпатської області. Це перевищує 2-3 місячну норму опадів по області. Такої кількості воді неспроможний затримати на схилах жоден природний чинник, у тому числі і стовідсоткова лісистість гір. Потужний поверхневий стік по поверхні замерзлого ґрунту

зумовив селеві потоки і, в багатьох випадках, тимчасові запруды, особливо у створах автодорожніх мостів, що також спровокувало підняття рівня води.

В зв'язку з прогнозом періодів активізації значну увагу слід приділити питанню про запізнення зсувних зміщень по відношенню до опадів, що сталися. Таке запізнення може тривати від декількох днів до року і більше. Тривале запізнення (місяць та більше) в рамках внутрішнього річного режиму пов'язано з повільними і поступовими змінами вологості в межах всієї товщі зсувних відкладів. Це найбільш характерно для зсувів глибокого закладання. В роки високих та катастрофічних паводків на більшості рік Закарпаття інтенсивно розвивається бокова ерозія. Інтенсивний розвиток бокової ерозії обумовлює активізацію зсувного процесу Закарпаття. В той же час Закарпатський регіон залишається територією зі значним рівнем техногенного навантаження, що підсилює подальший вплив техногенних факторів на зсувоутворення, а також можливість формування нових за типом зсувів.

Катастрофічна активізація зсувів і масштабні повені 1998-1999 і 2001 років призвели до трагічних наслідків, людських жертв і збитків в декілька сотень мільйонів гривень. Для попередження аналогічних випадків в майбутньому пропонується комплексний аналіз основних проблем та прорахунків при вивченні, реагуванні та ліквідації наслідків масової катастрофічної активізації небезпечних геологічних процесів.

Недостатня увага при реалізації моніторингу небезпечних геологічних процесів та прогнозуванні періодів їх масової активізації. Для території Закарпатської області таких моделей не існувало.

В результаті відсутності фінансування по програмі регіонального, стаціонарного вивчення небезпечних геологічних процесів практично повністю був зірваний комплекс робіт щодо можливостей прогнозування оцінки катастрофічного розвитку небезпечних геологічних процесів в межах Закарпатської області. На період початку катастрофічного розвитку небезпечних геологічних процесів в межах області, на всіх рівнях вивчення цих процесів існував інформаційний вакуум.

Після фази катастрофічної активізації не була реалізована методологія оперативного вивчення та реагування на катастрофічний розвиток небезпечних геологічних процесів як з точки зору визначення механізму процесу, так і його динаміки. В процесі дослідження зсувонебезпечних територій були тільки візуально охарактеризовані територіальні комплекси, в межах яких активізувались зсуви, а також виконано обстеження житлових будинків, інших споруд інженерних комунікацій, з точки зору ризику їх деформації або руйнування під дією геологічних процесів. Всі ці процедури здійснювались візуально без використання бурових робіт та інженерно-геологічної розвідки. Натомість був задіяний комплекс геофізичних методів, які могли дати тільки орієнтовну інформацію. Такий стан речей існує до теперішнього часу, що не дозволяє об'єктивно оцінити масштаби процесу та вибрати оптимальні способи інженерного захисту процесонебезпечних територій.

Таким чином на основі некоректно вибраних методологічних засад було здійснено цілу низку організаційних процедур які не дозволили провести районування території за умовами розвитку геологічних процесів, визначити особливості механізму динаміки цих процесів, провести їх регіональну класифікацію, та вибрати оптимальні методи інженерного захисту територій.

Виною цієї ситуації є відсутність методичних розробок для умов України, кон'юнктурні засади умов фінансування робіт по вивченню небезпечних геологічних процесів, а також відсутність єдиної методології інженерного захисту процесонебезпечних територій. В цій ситуації ще потрібно зробити ряд організаційних висновків та не допустити повторення її у майбутньому.

УДК 550.83: 624.131.31

ШАР ДИНАМІЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ ЯК ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗСУВНИХ ГЕОСИСТЕМ (НА ПРИКЛАДІ КАРПАТСЬКОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ)

В. Д. Чебан, Г. І. Рудько

(ЗУГРЕ ДГП "Укргеофізика", Львів), (інститут геологічних наук НАК України, Київ)

The layer of dynamic deformation as an object of the landslides investigations of the geosystem (with considering the Carpathian region of Ukraine).