

УДК 624.131

Чепурний І. В., к.геол.н., доцент (Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ)

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЛІСОВОГО ПОКРИВУ НА РОЗВИТОК ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ В КОНТЕКСТІ ЇХ ПРОГНОЗУВАННЯ

Статтю присвячено питанню впливу рослинного покриву на розвиток зсувних процесів. Використовуючи геоінформаційні технології, статистичні методи аналізу та на основі аналізу літературних джерел, показано що фактор впливу лісового покриву слід враховувати при створенні регіональних прогностичних моделей просторового розвитку зсувних процесів.

Ключові слова: зсув, лісовий покрив, фактор, гістограма розподілу, інженерно-геологічний район.

Вступ. Зсувні явища належать до екзогенних геологічних процесів. Станом на 2013 рік на території України зафіксовано 22942 зсуви, які займають площу 2135,17 км. кв. З них в активному стані знаходяться 1777 площею 93,77 км. кв [1]. Активізація зсувних процесів часто призводить до катастрофічних наслідків – руйнування житлових будинків, об'єктів інфраструктури та навіть до людських жертв. Тому просторове та часове прогнозування зсувних процесів є актуальним завданням. Великий вплив на активізацію схлизових гравітаційних явищ має фактор рослинності. Особливо яскраво його роль проявляється для гірських територій Карпат, де лісова рослинність забезпечує формування водного балансу території, і як наслідок впливає на стійкість схилів.

Аналіз останніх досліджень. Питанню прогнозування розвитку зсувних процесів приділяється значна увага. Усі роботи, які ведуться у напрямку оцінювання розвитку зсувних процесів зводяться до двох напрямів – районування територій за ступенем ураженості зсувами та до просторово-часового прогнозування із врахуванням факторів, які впливають на розвиток зсувних процесів. Фактори, які ведуть до утворення або активізації зсувів, поділяють на дві групи: постійні або тривалої дії й часові або швидкої дії. Для різних регіонів встановлено зв'язки між окремими просторовими факторами або їхніми групами, або окремими часовими факторами й зсувною активністю [2-5].

Для Карпатського регіону України комплексні дослідження впливу всіх відомих просторових і часових факторів на утворення або активі-

зацію зсувів, зв'язок яких із зсувами може бути формалізовано й оцінено кількісно, вперше виконано в повному тексті в роботах [6-8]. При цьому встановлено наявність кількісних зв'язків кожного фактора з зсувоутворенням. До зазначених груп факторів відносяться: геологічні, геоморфологічні, геофізичні, ландшафтні, метеорологічні й сейсмічні. У цих роботах при прогнозуванні враховано вплив лісового покриву на розвиток зсувів.

Вплив рослинного покриву на розвиток схилових гравітаційних процесів досліджено у роботах багатьох науковців. Фундаментальними працями у цьому напрямку є [9, 10]. Автори роботи [11] використовуючи аерофотознімки та ГІС-технології дослідили часовий розвиток зсувних та селевих процесів після вирубки лісу. Окремі аспекти впливу лісового покриву на формування зсувів наводяться у [12, 13].

Методика досліджень. Дослідження впливу рослинного покриву на розвиток зсувних процесів у даній роботі проводяться з точки зору визначальності впливу цього фактора на можливість прояву зсувів. Основне завдання полягає у виявленні закономірностей впливу лісового покриву, та їх обґрунтування. Методика досліджень у загальному відповідає методиці наведеній у [7] і передбачає використання геоінформаційних і статистичних методів аналізу. Дослідження виконуються на регіональному рівні. Фактичні дані взято з каталогу зсувних процесів ДНВП «Геоінформ України». Для кожної точки зсуву у середовищі геоінформаційної системи (ГІС) автоматично визначаються кількісні характеристики відповідних факторів. Далі проводиться їх статистичний аналіз для оцінки значимості кожного фактора та для виключення їх взаємовпливу. Аналіз включає оцінку основних описових статистик, визначення законів розподілу вибірок, проведення кореляційного, кластерного, факторного методів аналізу. Після цього визначають інтегральний параметр зсувної небезпеки на кількісному ймовірнісному рівні.

Постановка завдання. Метою статі є дослідження впливу фактора лісового покриву на формування зсувів з точки зору можливості його використання при створенні просторових регіональних прогностичних моделей розвитку зсувних процесів.

Результати досліджень. Вплив лісу на коефіцієнт стійкості схилів бути безпосереднім і непрямим, позитивним і негативним. Безпосередній вплив проявляється через механічну дію (дія ваги маси дерев на схил, збільшення міцності верхньої товщі ґрунту в результаті його армування кореневою системою або зменшення міцності при розклинюванні щільних порід корінням) і дією на водний і термічний режим, а також режим зволоження схилів [9]. Непряма дія проявляється у

впливі дерев на інтенсивність ерозії, на характер та інтенсивність вивітрювання і т.п.

Автор роботи [10] пов'язує вплив лісового покриву на зсувний процес з глибиною дзеркала ковзання. Якщо поверхня ковзання розташована нижче шару поширення коренів, тоді рослинність впливає тільки на величину прикладених до схилу сил (зміна величини сил, пов'язаних з водовмістом у верхній товщі гірських порід, вага рослинності). При розташуванні поверхні ковзання в шарі поширення коренів додається вплив рослинності на міцність ґрунтів. Гірські породи, що складають схил і деревний покрив є єдиною системою, яка перебуває в рівновазі; порушення властивостей одного з компонентів системи може спричинити за собою порушення стійкості схилу в цілому.

Нами запропоновано у якості показника впливу рослинного покриву (лісового фактора) на прояв зсувів взяти мінімальні відстані від зсувів до межі лісу. У якості ділянки досліджень обрана територія Карпатського регіону. Відстані розраховувались для тих інженерно-геологічних районів території, де щільність розвитку зсувних процесів найвища. Як відомо, виділення інженерно-геологічних областей і районів визначене різницею морфоструктурних, структурно-геологічних, ландшафтно-кліматичних, гідрогеологічних особливостей території, а також розчленуванням рельєфу, кутами нахилу схилів, направленістю та амплітудою неотектонічних рухів. Тобто, для кожного інженерно-геологічного району комплекс умов які визначають розвиток зсувних процесів буде різним.

На рисунку 1 наведено карту інженерно-геологічного районування території Карпатського регіону України із нанесеними точками зсувів, розшифрування назв інженерно-геологічних областей наведено у таблиці 1. Візуального аналізу достатньо, щоб зробити висновок про неоднорідність поширення зсувних процесів. На рисунку 2 наведено фрагмент карти у ГІС MapInfo із нанесеними шарами зсувів, лісів та межами інженерно-геологічних районів. Основною вимогою до кількісних характеристик факторів, які враховуються в інтегральному показнику при прогнозуванні зсувів є їх підпорядкованість статистичним законам розподілу. У [14] вказано, факторна характеристика «відстань від зсуву до межі лісу» підпорядковується нормальному закону розподілу, при чому максимальна кількість зсувів простежується при наближенні до межі лісу. З метою підтвердження цього висновку виконано побудову гістограм розподілу факторної характеристики «відстань до лісу» для різних інженерно-геологічних районів. На рис. 3 наведено гістограми на яких зображено криву нормального закону

розподілу та критерій Колмогорова-Смірнова (KSd). Номери інженерно-геологічних районів для яких побудовано гістограми відповідають номерам рис. 1.

Як випливає з рис. 3 усі гістограми у більшій чи меншій мірі підпорядковуються нормальному закону розподілу, максимальна кількість зсувних процесів спостерігається при наближенні до межі

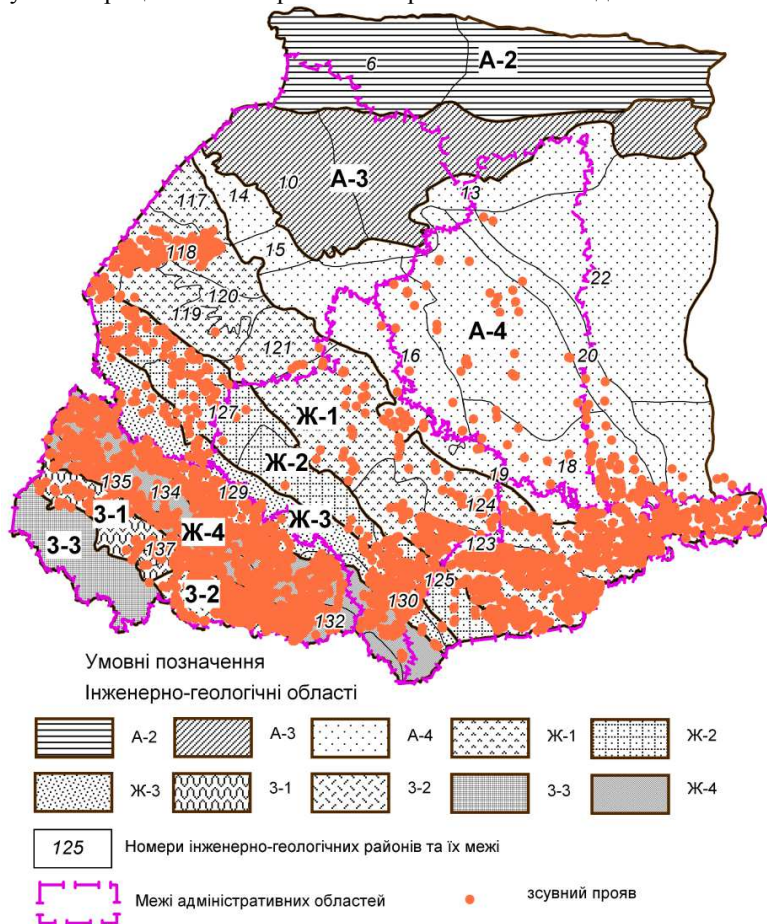


Рис. 1. Карта інженерно-геологічного районування Карпатського регіону з нанесеними зсувами

Схема поділу території Західного регіону України на інженерно-геологічні регіони та області (див. рис. 1)

Інженерно-геологічний регіон	
Номер	Назва інженерно-геологічної області
А Волино-Подільський регіон	
А-2	Денудаційно-аккумулятивні рівнини Волинської височини
А-3	Аккумулятивно-денудаційні рівнини Малого Полісся
А-4	Структурно-денудаційні рівнини Подільської височини
Ж Карпатська складчаста система	
Ж-1	Аккумулятивно-денудаційні рівнини Передкарпатської височини
Ж-2	Середньо- та низькогірські масиви Зовнішніх Карпат
Ж-3	Середньо- та низькогірські масиви Вододільно-Верховинських Карпат
Ж-4	Середньовисотні Полонинсько-Чорногорські та Рахівсько-Чивчинські гірські хребти і пасма
З Закарпатський прогин	
З-1	Низькогір'я Вигорлат-Гутинського вулканічного хребта
З-2	Верхнетисенська котловина
З-3	Закарпатська аккумулятивна рівнина з ділянками древніх вулканів

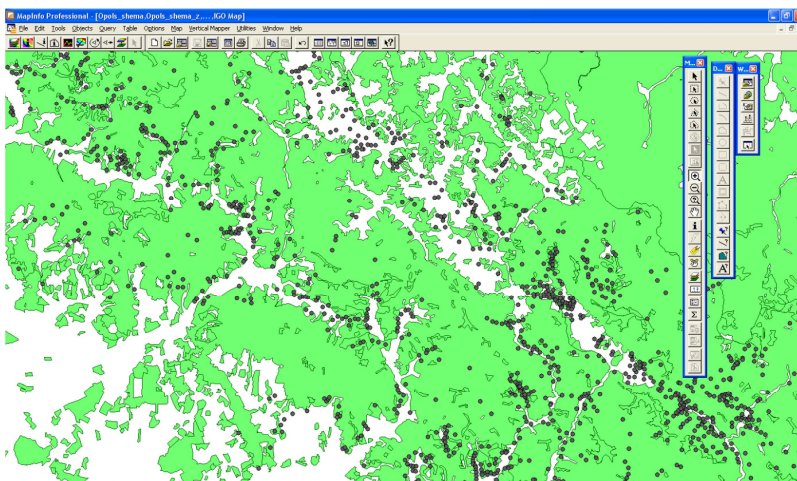


Рис. 2. Картографічні шари зсувних процесів та лісового покриття відкриті у ГІС MapInfo

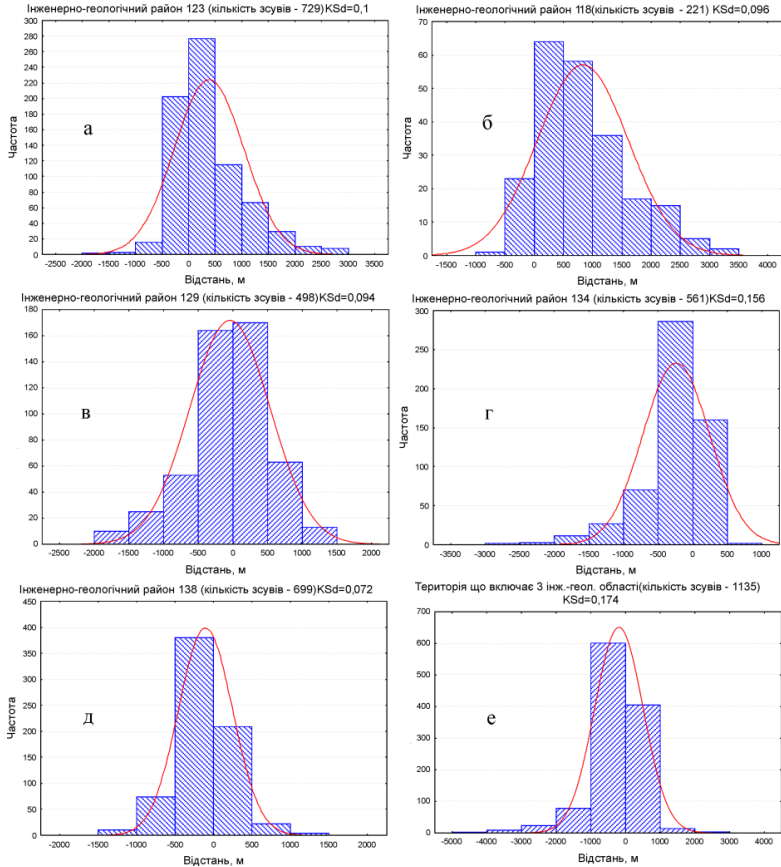


Рис. 3. Гістограми розподілу факторної характеристики «відстань до лісу» для різних інженерно-геологічних районів:

а – Сансько-Дністровська вододільна рівнина; б – Південно-Покутсько-Буковинська передгірська рівнина; в – Вододільно-Верховинсько-Горганський хребти; г – Полонинський хребет; д – Верхньотисенська котловина; е – територія, що охоплює частини трьох інженерно-геологічних областей, згідно [14]

лісу, тобто при наближенні до межі лісу вірогідність виникнення зсувів зростає. Для пояснення цього факту необхідно докладніше розглянути вплив лісу на умови, які контролюють стійкість схилів.

Важливим і найбільш дискусійним питанням є питання про кліматичну і гідрологічну роль лісу. Більшість вчених схиляються до того, що ліс сприяє зволоженню ґрунту. Лісові масиви створюють шорст-

кість підстилаючої поверхні, що затримує вологі потоки повітря. Крім того, зволожуюча роль лісу багатьма дослідниками пояснюється як результат мікрокліматичного впливу. Як відомо, хмари утворюються тим швидше, чим нижча температура повітря і вища його вологість, ліс створює саме такі умови. Залежно від зімкнутості крон дерев ліс згладжує амплітуду температури – взимку у лісі тепліше, а літом прохолодніше [15, 16].

У порівнянні з безлісими ділянками, в лісі спостерігається зростання кількості опадів. При цьому збільшення лісистості призводить до зростання опадів в зимове і в літнє півріччя, річна сума опадів зростає приблизно на 5-6% на кожні 10% лісистості. Разом з ростом звичайних вертикальних опадів спостерігається ріст горизонтальних опадів (роси, інею) [17].

Лісові масиви в значній мірі впливають на процеси і умови навколишнього середовища: клімат, температуру, опади, стік, фізичні властивості і вологість ґрунту, ґрунтові води.

На активізацію зсувних явищ на схилах найбільш істотно впливає дія лісу на стік води (поверхневий, внутрішньогрунтовий і ґрунтовий) і похідні від цього - вологість ґрунтів і підґрунтя, а також рівні ґрунтових вод.

Щодо впливу лісу на стік існує повна єдність поглядів. Ліс зменшує поверхневий стік і переводить частину його у внутрішній (внутрішньогрунтовий і ґрунтовий). Поверхневий стік води зменшується унаслідок: нерівномірності поверхні ґрунту; вираженості мікрорельєфу (наявність купин, пнів, невеликих западинок і т. д.); слабого промерзання ґрунту; утворення в ґрунті мікропорожнин (на місці коренів, що погнили, ходів землерийних тварин і т. д.); впливу підстилки, що грає роль фільтру при проходженні води зверху вниз і що перешкоджає її пересуванню в похилому напрямі. Все це сприяє швидкому просочуванню води в ґрунт [15].

Відомі роботи по вивченню зміни витратних елементів водного балансу при вирубці лісів у Карпатах. У [18] на підставі порівняння водного балансу на еталонній (без вирубки) ділянці і ділянці з вирубкою, після врахування калібрування даних встановлено скорочення ґрунтового потоку в перше десятиліття після вирубки на 15%: (з 261 до 222 мм), сумарне випаровування за цей період зменшилося на 26% (з 615 до 457 мм), а поверхневий стік помітно збільшився на 77% (з 243 до 431 мм).

Висновки. Рослинність є впливовим фактором при прогнозуванні зсувних процесів. Доказом правильності цього твердження є побудо-

вані гістограми розподілу факторної характеристики «відстань від межі лісу до зсуву», які підпорядковуються нормальному закону розподілу.

Існуюча тенденція до збільшення кількості зсувів з наближенням до межі лісового масиву пояснюється наступним: 1) підвищеною кількістю опадів; 2) переводом поверхневого стоку в ґрунтовий за рахунок хорошої дренажності порід в лісовому масиві; 3) внутрішнім стоком вод уздовж схилу; 4) підвищенням гідродинамічного тиску, що направлений вздовж потоку фільтрації і зростає у міру зменшення водопроникності порід з віддаленням від лісу. Додатковим чинником є рубка лісу, яка ведеться в основному від межі углиб лісового масиву. Механічний вплив вирішальної ролі не грає.

У подальшому при прогнозуванні зсувних процесів слід враховувати більшу кількість характеристик впливу рослинності на розвиток зсувних процесів.

1. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2013 році. – Київ : ДП “Агентство “Чорнобильінформ”, 2014. – 542 с.
2. Рудько Г. И. Оползни и другие геодинамические процессы горноскладчатых областей Украины (Крым, Карпаты) / Г. И. Рудько, И. Ф. Ерыш. – К. : Задруга, 2006. – 624 с.
3. Демчишин М. Г. Современная динамика склонов на территории Украины (инженерно–геологические аспекты) / М. Г. Демчишин. – К. : Наукова думка, 1992. – 253 с.
4. Гошовський С. В. Екологічна безпека природних геосистем у зв’язку з катастрофічним розвитком геологічних процесів / С. В. Гошовський, Г. І. Рудько, Б. М. Преснер. – К. : ЗАТ «Нічлава», 2002. – 624 с.
5. Кюнтцель В. В. Закономерности оползневой опасности на европейской территории СССР и его региональный прогноз / В. В. Кюнтцель. – М. : Недра, 1980. – 213 с.
6. Закономерная связь между величинами вероятностей возникновения и оползневой опасности при комплексном воздействии природно–техногенных факторов. Научное открытие. Диплом № 310/ [Кузьменко Э.Д., Крыжанивский Е. И., Карпенко А. Н. и др.] // Научные открытия: Сборник кратких описаний научных открытий, научных идей, научных гипотез. – Москва : МААНОИ, 2007. – С. 64–65
7. Кузьменко Э. Д. Универсальный алгоритм прогнозирования экзогенных геологических процессов / Э. Д. Кузьменко // Моніторинг небезпечних геологічних процесів та екологічного стану середовища: матеріали VIII Міжнар. наук. конф., Київ. – Київ : Київський національний університет, 2007. – С. 16–17.
8. 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.
9. Турманина В. И. Опыт изучения взаимодействия растительности с оползневыми процессами склонов / В. И. Турманина // Матеріали совещания по вопросам изучения оползней и мер борьбы с ними. – К. : Изд. Киевского ун-та, 1964. – С. 204–207.
10. Еме-

льянова Е. П. Основные закономерности оползневых процес сов / Е.П. Емельянова. – М. : Недра, 1978. – 308 с. **11.** Imaizumi F., Sidle R. C., Kamei R. Effects of forest harvesting on the occurrence of landslides and debris flows in steep terrain of central Japan. *Earth Surface Processes and Landforms*, 2008, vol. 33, issue 6 – Pp. 827–840. **12.** Stokes V. The impact of forests and forest management on slope stability. Internal report to the Forestry Commission, 2010. – 7 pp. Available at: http://www.forestry.gov.uk/pdf/Slope_stability_and_CCF.pdf. **13.** Bathurst, J. C., Bovolo C. I. Cisneros F. Modelling the effects of forest cover on shallow landslides at the river basin scale. *Ecological Engineering*, 2010, vol 36 (3). – Pp. 317–327. **14.** Прогноз розвитку зсувних процесів як фактор забезпечення надійності експлуатації трубопроводів// Кузьменко Е. Д., Крижанівський Є. І., Карпенко О. М., Журавель О. М./ Розвідка та розробка нафтових і газових родовищ. – № 4(17), 2005. – С. 24–35. **15.** Мелехов И. С. Лесоведение / И. С. Мелехов – М. : Лесная промышленность, 1980. – 408 с. **16.** Чубатий О. В. Водоохоронні гірські ліси / О. В. Чубатий. – Ужгород : Карпати, 1972. – 120 с. **17.** Харитонов Г. А. Водорегулирующая и противоэрозионная роль леса в условиях лисостепи / Г. А. Харитонов. – М. : Гослесбумиздат, 1963. – 256 с. **18.** Чубатий О. В. Гірські ліси – регулятори водного режиму / О. В. Чубатий. – Ужгород : Карпати, 1984. – 104 с.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Мошинський В. С. (НУВГП)

Chepurnyi I. V., Candidate of Geological Science, Associate Professor
(Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
Ivano-Frankivsk)

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF FOREST COVER TO THE DEVELOPMENT OF LANDSLIDES PROCESSES IN THE CONTEXT OF THEIR PREDICTION

Article is devoted to the influence of vegetation for the development of landslides. Using GIS technology, statistical analysis and by analyzing the literature, it is shown that the impact of forest cover factor to consider when creating predictive models of regional spatial development of landslides.

Keywords: landslides, forest cover, factors, histogram of distribution, geotechnical district.

Чепурный И. В., к.геол.н., доцент (Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа, г. Ивано-Франковск)

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЛЕСНОГО ПОКРОВА НА РАЗВИТИЕ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ В КОНТЕКСТЕ ИХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

Статья посвящена вопросу влияния растительного покрова на развитие оползневых процессов. Используя геоинформационные технологии, статистические методы анализа и на основе анализа литературных источников, показано что фактор влияния лесного покрова следует учитывать при создании региональных прогностических моделей пространственного развития оползневых процессов.

Ключевые слова: сдвиг, лесной покров, фактор, гистограмма распределения, инженерно-геологический район.
