

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ЦИБУЛЬСЬКА ОКСАНА ВІКТОРІВНА



УДК 551.311.8(477:292.452)

**ГЕОЛОГО-ГЕНЕТИЧНА ТИПІЗАЦІЯ СЕЛІВ ТА ОЦІНКА
СЕЛЕНЕБЕЗПЕКИ БАСЕЙНУ р. ТИСА
(ГІРСЬКОСКЛАДЧАСТА ОБЛАСТЬ КАРПАТ)**

04.00.01 – загальна та регіональна геологія

Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата геологічних наук

Київ – 2013

Дисертацією є рукопис

Робота виконана на кафедрі загальної та історичної геології геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка МОН України

Науковий керівник:

доктор геолого-мінералогічних наук, професор **Шевчук Віктор Васильович**, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, професор кафедри загальної та історичної геології

Офіційні опоненти:

доктор геологічних наук, старший науковий співробітник

Азімов Олександр Тельманович, Інститут геологічних наук НАН України, провідний науковий співробітник Наукового Центру аерокосмічних досліджень Землі

кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник

Гнилко Олег Мирославович, Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України, старший науковий співробітник відділу проблем геології Карпат

Захист відбудеться «5» листопада о 14.00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.001.32 при Київському національному університеті імені Тараса Шевченка за адресою: 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 90, к. 104.

З дисертацією можна ознайомитись у науковій бібліотеці ім. М. Максимовича Київського національного університету імені Тараса Шевченка, за адресою: 01601, м. Київ, вул. Володимирська, 58, зал № 12.

Автореферат розісланий «30» вересня 2013 року.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.001.32



М.М. Курило

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Карпатський регіон характеризується активним розвитком сучасних небезпечних екзогенних геологічних процесів, в тім числі і селів, особливості формування й перебігу та динамічний режим яких визначаються геологічною будовою, морфоструктурними та морфоскульптурними особливостями території, ландшафтно-кліматичними умовами, а також характером сучасних рухів земної кори. З'ясування причин виникнення цих процесів, необхідність дослідження впливу селів на функціонування природно-техногенних систем, а також пошуки об'єктивного прогнозу та вдосконалення системи випереджувальних заходів диктують необхідність їх вивчення та аналізу у басейнах різної геолого-геоморфологічної будови. Аналіз досліджень та публікацій, а також проведення польових робіт у межах Гірськоскладчастих Карпат підтверджують істотний вплив селів на руйнування та пошкодження населених пунктів, сільськогосподарських об'єктів, залізниць, автошляхів тощо, що призводить до значних економічних та екологічних збитків. У зв'язку з цим необхідним є визначення комплексу чинників формування селевих потоків та найбільш типових їх комбінації для ділянок різної будови, проведення розрахунків динамічного впливу селів на інженерні споруди, оцінка селенебезпеки різнопорядкових потоків та прогнознi дослідження для попередження можливих наслідків цього процесу, вдосконалення і розробки протиселевих заходів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано на кафедрі загальної та історичної геології Київського національного університету імені Тараса Шевченка у рамках державних бюджетних прикладних наукових тем, в яких автор брала участь як виконавець: «Моніторинг та прогнозна оцінка стану природних систем та природно-техногенних комплексів на основі моделювання геологічних процесів» (держ. реєстр. № 0108U010311), «Розробка теорії та методології побудови динамічних геолого-геофізичних моделей геологічних об'єктів і процесів» (№ 11БФ049-02). Необхідність досліджень спрямованих на пошуки методів боротьби із селевими процесами та їх прогнознi оцінки диктується Постановою Кабінету Міністрів України від 24.10.2001 р. № 1388, зі змінами «Про затвердження Програми комплексного протипаводкового захисту в басейні р. Тиса у Закарпатській області на 2002–2006 роки та прогноз до 2015 р.»

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є створення геолого-генетичної типізації селів басейну р. Тиса та оцінка селенебезпеки різнопорядкових потоків з уточненням випереджувальних заходів відповідно до виділених типів.

Досягнення цієї мети здійснювалось шляхом вирішення таких **задач**:

- встановлення закономірностей та головних співвідношень між чинниками селеформування у басейнах різної геологічної та геоморфологічної будови.
- систематизація численних даних по селепроявах в басейні р. Тиса, а також результатів власних спостережень, з метою розробки регіональних класифікацій селів для гірськоскладчастої області Карпат.
- аналіз існуючих класифікацій селевих потоків та басейнів.
- виявлення існуючих типів селенебезпеки в басейні р. Тиса;

- визначення натурних параметрів селевих потоків та басейнів для деталізованих досліджень;
- визначення силових показників селевих потоків з використанням спеціалізованих модулів для оцінки динамічного впливу селів.

Об'єкт дослідження – селі басейну р. Тиса.

Предмет дослідження – типи селевих потоків та басейнів, умови та чинники селеформування, моделі впливу селевих потоків на об'єкти різного призначення.

Методи дослідження: ландшафтно-кліматичний, геоморфологічний, літолого-фаціальний та дистанційного зондування Землі. Виконано детальні польові геологічні та геоморфологічні дослідження з характеристикою елементів рельєфу, геологічних умов селевих басейнів, відкладів селевого генезису (селевих тіл). Для оцінки селенебезпеки потоків різних порядків та встановлення динамічного впливу селів застосовано методи чисельного моделювання з використанням розрахунково-аналітичного модуля «Mudflows», використано ГІС-технології, зокрема засоби програмного продукту «MapInfo».

Наукова новизна одержаних результатів:

1. Створено нові регіональні типізації селевих потоків (за джерелами живлення твердої фази) та басейнів (за морфологічними особливостями) для Гірськокарпатських Карпат (басейн р. Тиса), в основу яких покладено встановлені закономірності перерозподілу чинників селеформування у басейнах з різною геологічною будовою, відмінними геоморфологічними та ландшафтно-кліматичними умовами. Виділені типи селів та басейнів пов'язують їх з різними комбінаціями чинників.

2. Вперше типізовано селеві тіла (відклади селевого походження) за морфогенетичними ознаками та характером формування. Встановлено залежність формування різних типів селевих тіл від порядку потоку.

3. Вперше проведено чисельне моделювання динамічного впливу селів на інженерні споруди у басейнах річок Мокрянк та Брустурянка. Виконано комплексну кількісну та якісну оцінку селенебезпеки різнопорядкових притоків цих річок.

4. Удосконалено уявлення щодо типів селенебезпеки у Карпатах, серед яких виділено: 1) динамічний вплив, що призводить до руйнування чи пошкодження об'єктів, розташованих на шляху селевого потоку; 2) занесення річкових долин та русел селевими відкладами, що ускладнює їх освоєння, створює загрозу підтоплення.

5. Уточнено рекомендації протиселевого захисту відповідно до виділених типів селевих потоків та басейнів.

Практичне значення одержаних результатів. Кількісна оцінка селенебезпеки різнопорядкових притоків річок Мокрянк та Брустурянка з використанням інформаційно-аналітичного модуля для визначення динамічного впливу селів дозволила розраховувати навантаження, що передаються на інженерну споруду під впливом зовнішнього середовища. Оперуючи даними стосовно гідродинамічної сили та повного тиску селевого потоку можна їх використовувати для прийняття випереджувальних заходів щодо негативної дії селів, проектувати

селезахисні споруди, а також мости, газопроводи, лінії комунікацій тощо у ділянках, що є селенебезпечними. Запропоновані регіональні типізації селевих потоків та басейнів дозволили уточнити і розділити протиселеві заходи відповідно до виділених типів, враховуючи характер селенебезпеки. Проведені дослідження є частиною комплексної інтегральної оцінки геологічного середовища з метою запобігання та мінімізації впливу селевих процесів на природно-техногенні системи.

Особистий внесок здобувача. В основу дисертації покладено матеріали, зібрані автором під час експедиційних робіт у межах Тячівського, Воловецького, Свалявського, Іршавського, Рахівського районів Закарпатської області впродовж 2006–2011 рр. Обстежено та визначено характеристики понад 70 селевих басейнів, опрацьовано численні фондові та літературні джерела, матеріали науково-дослідних, геологознімальних робіт. Головні теоретичні положення дисертації та практичні результати досліджень отримані особисто автором під керівництвом наукового керівника проф. В.В. Шевчука.

Основні результати досліджень відображені в публікаціях [1–5, 7, 8, 10, 11]. Роботи [3–6, 9–11] опубліковані в співавторстві. У праці [3] автором визначено та проаналізовано основні чинники формування селевих потоків в басейні річки Тиса в межах Тячівського та Воловецького районів Закарпатської області, проведено чисельне моделювання впливу селевих потоків на об'єкти різного призначення, за результатами моделювання оцінено ступінь селенебезпеки притоків різних порядків річок Мокрянка та Брустуриянка. У статті [4] автором схарактеризовано особливості прояву гравітаційних процесів в межах Іршавського району Закарпатської області на основі попередньо проведених польових досліджень. Особистий внесок автора у роботі [5] полягає у аналізі геологічної будови та характеру прояву сучасних зсувних процесів району с. Голубине (Закарпаття) на основі даних детальних польових геологічних робіт. Автором проведено оцінку впливу структурно-деструкційних чинників на формування зсувів у межах Карпат. У праці [6] автором схарактеризовано закономірності розвитку небезпечних геологічних процесів, зокрема зсувних та селевих, в басейні р. Тиса.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертації та результати досліджень апробовано на міжнародних та всеукраїнських наукових та науково-практичних конференціях: 5-а міжнародна науково-практична конференція «Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності» (м. Яремче, 2009 р.); XIV-ий міжнародний науково-технічний симпозіум «Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS – технології» (м. Алушта, 2009 р.); IX Міжнародна конференція «Моніторинг геологічних процесів України» (Київ, 2009 р.); 1st Students' International Geological Conference (Kraków, Poland, 2010); X Міжнародна наукова конференція «Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища» (Київ, 2012 р.); Всеукраїнська наукова конференція-школа «Сучасні проблеми геологічних наук» (Київ, 2013 р.). Результати досліджень були використані для участі у Конкурсній стипендіальній програмі фонду Віктора Пінчука «Завтра UA». (Київ, 2008 р.), де отримали позитивну оцінку.

Публікації. За темою дисертації опубліковано 13 наукових праць, з них 6 статей у фахових наукових виданнях, що належать до списку затверджених ДАК України (2 одноосібних), 6 – тези доповідей та матеріали конференцій (4 одноосібних), 1 – конкурсна робота.

Структура дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Викладена на 181 сторінках друкованого тексту (основний текст дисертації налічує 161 сторінку, список використаних джерел – 20 сторінок). Робота містить 6 додатків. Наведено 49 рисунків, 15 таблиць, список використаних джерел включає 182 найменування.

Дисертаційну роботу виконано на кафедрі загальної та історичної геології під керівництвом д. г.-м. н., проф. Віктора Васильовича Шевчука, якому автор щиро вдячна за допомогу у вирішенні наукових проблем та організаційних, методичних питань. Також автор виражає подяку за численні консультації, наукові дискусії, поради, практичну допомогу д. геол. н., доц. О.М. Іванік та співробітникам кафедри загальної та історичної геології.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У першому розділі дисертації наведено огляд стану досліджень селевої проблематики в Україні та світі, а також визначено основні характеристики селевих потоків та басейнів, що обумовлюють механізми зародження селів, особливості протікання. Схарактеризовано селеві процеси Криму і Карпат, історичні факти найбільш катастрофічних селесходжень. Систематизовано існуючі класифікації селів за різними ознаками.

Результати досліджень різноманітних аспектів селевих процесів висвітлені у роботах М.М. Айзенберга, К. Аділіса, І.В. Боголюбова, К.І. Богдановича, І.Я. Боярського, М.А. Великанова, Б.Ф. Виноградова, М.С. Гагошидзе, С.Г. Геворкяна, І.Г. Єсьмана, Н.Г. Гончарова, В.І. Єфремова, Т.Л. Кіренської, О.А. Ключкіна, Є.А. Толстих, А.М. Олиферова, В.Ф. Перова, С.Г. Рустамова, А. Сюрреля, М.М. Протодьяконова, Б.С. Степанова, Т.С. Степанової, С.М. Флейшмана, М.В. Цовяна, І.І. Херхеулідзе, У.М. Фреха, А.І. Шеко та ін. На сучасному етапі вивченням селів у світі займаються Ю.В. Єфремов, М.А. Казаков, Д.А. Манукьян, М.М. Хаджиев, Н.Л. Белая, С.С. Черноморец, А.Л. Шнипарков, П.К. Колтерманн, Ю.Г. Селіверстов, С. Кенон, Дж. Гатнер, М. Руперт, Дж. Міхаель, Дж.І. Коста, М. Джейкоб, Н. Готта, К. Міамото, М. Гуліман, Д. Рікенман, В. Медіна, Р.М. Іверсон, Дж.-П. Малет, Ф. Макгрегор, Д. Варнес та ін. Вченими та дослідниками розкрито ключові питання вчення про селі, описано наймасштабніші селеві катастрофи, визначено головні причини їх виникнення, проведено оцінювання селевих ризиків у межах селеактивних урбанізованих територій світу, запропоновано сучасні методи прогнозу та моделювання селів, висвітлено результати їх застосування тощо.

Зважаючи на багатофакторність селевого процесу вчення про селі відноситься до міждисциплінарних наук. У зв'язку з цим проблему виникнення та попередження селів намагаються вирішити науковці різних галузей – геології, екології, географії, інженерної геології, геомеханіки, геоінформатики тощо. Найрезультативнішими є

комплексні дослідження, що включають аналіз усіх аспектів селевої проблематики. Що стосується дисертаційних досліджень, то вони спрямовані перш за все на висвітлення геологічних та геоморфологічних особливостей цього процесу, які доцільно прив'язувати до конкретного регіону.

В Українських Карпатах можна виділити такі головні етапи вивчення селів:

1) дослідження в рамках всесоюзних програм (1960–1991 рр.) – активні дослідження селенебезпечних басейнів, створення стаціонарів для детального вивчення (напр., у басейнах річок Флантус–Свидовець), накопичення інформативної бази для ведення регіонального моніторингу геологічного середовища, складання різномасштабних тематичних карт тощо;

2) пострадянський – скорочення робіт з вивчення селів виробничими установами, поживавленню сприяла лише повінь 1998–1999 рр.;

3) сучасний – вивчення селів націлені на пошуки методів прогнозування, попередження та розробки превентивних заходів, ведуться окремими науковими установами та групами вчених з використанням сучасних інформаційних засобів, математичного та комп'ютерного моделювання, ГІС-аналізу тощо. Вивченням селевих процесів в Україні, зокрема в Карпатському регіоні, на даному етапі займаються О.М. Адаменко, Г.І. Рудько, М.Д. Будз, І.П. Ковальчук, О.М. Іванік, В.В. Шевчук, Е.Д. Кузьменко, Т.Б. Чепурна, О.І. Лук'янець, М.М. Сусідко, А.М. Оліферов та ін.

При вивченні селевих басейнів та потоків дослідники та вчені звертаються до існуючих класифікацій селів, які, як виявилось, не завжди в повній мірі відображають геологічні та геоморфологічні умови та чинники формування селевих процесів у Карпатах. Класифікації селевих басейнів та потоків за різними ознаками були запропоновані Ф. Фрехом (за висотністю розташування джерел живлення), Ж. Сюррелем, Коста де Бастоліком, П.С. Непорожнім, В.Ф. Перовим (за порядком водотоку чи кількістю приток), М.Д. Будзом, І.П. Ковальчуком (за геолого-геоморфологічною будовою), М.М. Грішиним, Н.С. Дюрнбаумом (за гідрологічними особливостями), В.Є. Йогансоном (за водопроникністю покриваючих порід, ступенем розмивання схилів), К.І. Богдановичем, Б.В. Поляковим (за особливостями геологічної будови), А.Є. Єрмаковим, А.І. Шеко, Д.Л. Соколовським, С.М. Флейшманом (за висотою розташування басейну), С.Г. Рустамовим, І.І. Херхеулідзе (за ступенем селеносності чи селеактивності), М.А. Великановим (за речовинним складом селевої маси), В.А. Виноградовим (за механізмом формування, насиченістю наносами), Д.Тоні, Ж.С. Біазером, К. Адлісом, П. Десваре, Г. Ауліцкім (за ерозійною діяльністю водотоків), Д.Г. Варнесом, Г.Н. Хатчінсоном, Д.М. Круденом та ін. Якщо склад, характер руху та механізми формування селевих потоків досліджені досить детально і можуть бути використані і для Карпатського регіону, то геологічні та геоморфологічні характеристики, морфометричні показники селевих басейнів та специфічність потенційних селевих мас не дають достатнього уявлення про можливі варіації проходження селів у Карпатах, що ускладнює проведення протиселевих заходів. Необхідна класифікація, що прив'язана до конкретного регіону, відштовхуючись від географічного положення, кліматичних умов та інших чинників, що можуть впливати на формування селів.

Адже поєднання різних геологічних особливостей, або різні комбінації одних і тих же чинників призводять до утворення різних типів селів. Типи селевих потоків мають відрізнятися морфологічно і генетично.

Не менш важливим завданням у Карпатах сьогодні є кількісна оцінка селенебезпеки конкретних потоків. Оцінка та прогнозування селенебезпеки в тих чи інших районах неможлива без використання комплексів математичних моделей, що описують різні стадії селевого процесу та розрахунково-аналітичних модулів, що дозволяють встановити критичні параметри селів, їх вплив на силові показники. Для Карпатського регіону такий модуль був розроблений групою вчених геологічного та механіко-математичного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка В.В. Шевчуком, О.М. Іванік, М.В. Лавренюком, В.І. Лавренюком та автором, участь якого полягала у зборі фактичного матеріалу та тестуванні програмного комплексу. Даний модуль, що має назву «Mudflows», використаний у дисертаційних дослідженнях з метою визначення ступеню селенебезпеки конкретних селевих потоків, співвідношень між різними чинниками формування селів, проведення аналізу їх можливих комбінацій у межах різних територій та отримання висновків та рекомендацій щодо запобігання їх катастрофічних наслідків.

Отже, незважаючи на значний обсяг робіт, що був проведений в межах Карпатського регіону з 1960-х років до наших днів та стрімкий розвиток комп'ютерних технологій, що дозволяють прогнозувати, оцінювати ризики селенебезпеки тощо, актуальними лишаються крупномасштабні дослідження в межах селенебезпечних територій Карпат, що дозволять зосередити увагу на геологічних аспектах селеформування, встановити особливості перерозподілу чинників у басейнах різної геологічної будови, визначити параметри селевих потоків, обрахувати їх силові показники, конкретизувати протиселеві заходи, оцінити ступінь селенебезпеки селевих басейнів та окремих потоків, що є їх елементами. Окрім того, існує потреба в узагальненні та систематизації накопиченого матеріалу та виділенні притаманних Карпатському регіону типів селевих потоків та басейнів, оскільки не усі загальні класифікаційні схеми в повній мірі відображають різноманіття умов та співвідношення чинників формування селів у Карпатах.

Другий розділ дисертації присвячений аналізу геологічних, геоморфологічних та ландшафтно-кліматичних умов розвитку селевих потоків у гірськоскладчастій області Карпат (басейн р. Тиса), визначенню головних чинників сулеутворення та їх співвідношень у басейнах різної будови.

Територія, що вивчалася, в адміністративному відношенні займає частину Закарпатської області, зокрема Воловецький, Міжгірський, Рахівський, Свалявський, Тячівський та Виноградівський райони. Характеризується високим ступенем техногенного освоєння, що створює додаткове навантаження на геологічне середовище та сприяє розвитку небезпечних геологічних процесів, в тім числі і селів. Досліджуваний регіон входить до складу Східних (Українських) Карпат та охоплює більшу частину Зовнішніх та частково Внутрішні Карпати. У Внутрішніх Карпатах до нього потрапляє територія Мармароського масиву, Мармароської зони

Скель та Пенінської зони, у Зовнішніх – Кам'янопотоцький, Рахівський, Поркулецький, Дуклянський, Черногорський, Скибовий покриви та Кросненська зона.

У геологічній будові території досліджень беруть участь утворення двох структурних поверхів. Нижній структурний поверх Гірськоскладчастих Карпат утворений карбонатно-теригенними мезо-кайнозойськими формаціями (переважно флішовою), які складають ряд структурно-фаціальних зон. Відклади інтенсивно дислоковані і утворюють пакет покривних структур. У деяких місцях тильних частин флішового покриву на денну поверхню виходять вапнякові зони (Пеніни, Татри) і кристалічні масиви, сформовані метаморфічними утвореннями рифею, венду, кембрію і верхнього палеозою, а також відкладами мезокайнозою (Мармароський кристалічний масив). Верхній структурний поверх складений переважно четвертинними осадовими утвореннями, окремі ділянки у Внутрішніх Карпатах – вулканогенними та вулканоміктовими, що залягають переважно горизонтально. Основними параметрами літолого-фаціальних відмінностей є речовинний склад порід, ритмічність, вапнистість, кременистість, слюдистість, структурно-текстурні особливості, потужності. Саме ці характеристики флішових утворень є визначальними при виникненні різноманітних екзогенних процесів, оскільки різні типи флішу мають значні відмінності фізико-механічних властивостей порід і відповідно різний ступінь реагування на деструктивні процеси.

Власне літолого-стратиграфічна будова того чи іншого річкового басейну визначає можливість існування в його межах потенційних селевих мас (ПСМ), наявність яких вказує на ймовірність формування селевого потоку. Потенційними селевими масами у басейнах Карпатських річок найчастіше виступають різні генетичні типи четвертинних відкладів, які представлені континентальними фаціями. Серед них виділяють делювіальні, елювіальні, алювіальні, льодовикові, техногенні, біогенні, хемогенні та їх парагенетичні комплекси: делювіально-колювіальні, елювіально-делювіальні, еолово-делювіальні, елювіально-делювіальні та делювіально-зсувні утворення. Більшість порід четвертинного комплексу мають середні показники фізико-механічних властивостей, значення яких залежать від умов залягання порід. Круті схили, високий рівень ґрунтових вод, водопрояви на поверхні, нахил пластів корінних порід в бік поверхні схилу значно погіршують ці показники.

Вплив літолого-стратиграфічного чинника посилює структурно-тектонічна будова регіону. Різне залягання шаруватих і масивних порід по відношенню до топографічної поверхні схилів та їх тріщинуватість, обумовлені перш за все різною інтенсивністю складчастих та розривних тектонічних дислокацій, поряд з іншими особливостями порід, визначають нерівномірність фізичного вивітрювання і, відповідно, неоднакове розміщення на території селевого водозбору осередків накопичення уламкового матеріалу на місцях їх утворення. В результаті руху продуктів вивітрювання вниз по схилах під дією сили тяжіння маси рихлоуламкового матеріалу концентруються на окремих ділянках схилів, які стають осередками насичення селів. Зсувні процеси в зв'язку з особливостями режиму ґрунтових вод і часто посилення поверхневого стоку являють собою специфічні

осередки насичення селів на місці їх утворення. Ерозійна діяльність дощової, снігової, льодовикової та ґрунтової води, особливо в легкорозмивних глинистих і пілуватих ґрунтах, слугують допоміжними агентами руйнування і одночасно переносу значних мас твердого матеріалу з поверхні корінних порід в місця концентрації у підніжжя крутих схилів і в русла.

Досліджувана територія характеризується відсутністю витриманих по площі і в розрізі водоносних горизонтів. При незначній потужності четвертинного покриву активний вплив на водний режим території мають водоносні горизонти флішових комплексів, які розташовуючись вздовж площин ковзання і відриву зсувних масивів та ґрунтових блоків, сприяють порушенню умов їх рівноваги і сповзанню в селеві русла.

Сейсмічність Карпат не викликає безпосереднього формування селевих процесів, але є важливим чинником формування потенційних селевих мас. Найбільш інтенсивні землетруси приурочені переважно до зони Закарпатського глибинного розлому, яка характеризується інтенсивними і диференційованими опусканнями та горизонтальним розтягуванням. Тут відбуваються переважно землетруси невеликої сили (M від 0,6 до 2–2,5).

Основні риси сучасного рельєфу, які безпосередньо відбиваються на розвитку селів, визначив неотектонічний (неоген-четвертинний) етап розвитку Землі. Адже орогенез, що супроводжується складчастістю та розривною тектонікою, є на багатьох ділянках провідним чинником підготовки гірських порід до наступного прискореного екзогенного руйнування. Сучасні підняття в Карпатах супроводжуються формуванням вузьких V-подібних долин гірських річок зі скелястим ложем, висячими долинами приток. За даними повторних високоточних нівелювань в Карпатському регіоні України швидкість сучасного росту гірської системи Карпат становить 1–2 мм/рік, а у верхів'ях р. Тиса – до 3–4 мм/рік.

Вплив рельєфу на характер та інтенсивність селевих процесів проявляється в першу чергу через нахили селевих русел, крутизну схилів та морфологію долин. Селеактивні притоки головних річок у складчастій області Карпат мають переважно типовий гірський характер. Найбільш селенебезпечними є потоки I, II порядків (за схемою класифікації Столера-Філософова). Селі в Українських Карпатах при інших однакових умовах можуть формуватися переважно на ділянках селевих річищ, нахил яких перевищує 16–18°. Круті ухили русел при малій їх ширині визначають можливість значних швидкостей руху потоку, особливо при великих глибинах. Одночасне або майже одночасне впадання потужних водних притоків у селеве русло призводить до різкого збільшення водних витрат селів на ділянці русла, розташованій нижче цих притоків.

Ландшафтно-кліматичні умови також сприяють розвитку селів. Водозбори, схили яких покриті густими лісами з потужною кореневою системою, як правило, не бувають селенебезпечними. Проте роль карпатських лісів різко знижується в результаті суцільних вирубок, рослинний покрив порушується в результаті випасу в лісах тварин тощо. Відомо, що переважна частина селів утворюється внаслідок злив або після тривалих дощів. Кількість опадів за 24 години може досягати 2–3 місячні

норми – 150–250 мм. Важливими умовами є також інтенсивність опадів та особливості їх взаємодії з продуктами розпаду гірських порід.

Отже, геологічна будова, геоморфологічні та ландшафтно-кліматичні умови за певних обставин виступають важливими чинниками селеутворення, кожен з яких вносить свою долю у цей процес. Чинники дуже тісно пов'язані між собою і іноді складно достовірно визначити на якому етапі закінчується вплив одного і починається дія другого. Проте домінуючу роль відіграє не дія одного з чинників, а певні їх комбінації. У різних селевих басейнах в якості домінуючих виступають різні групи чинників. Співвідношення окремих чинників та їх комбінацій описано нижче, при системному описі типів селів, виділених в басейні р. Тиса.

У **третьому розділі** детально схарактеризовано селі басейну р. Тиса, виділено найхарактерніші цьому регіону типи за речовинним складом, характером руху, механізмом формування, генезисом твердої та рідкої фаз потоку, морфологічними особливостями басейнів тощо, запропоновано регіональну морфологічну типізацію селевих басейнів, типізацію селевих потоків за живленням твердої фази селевих мас, типізовано селеві тіла за характером формування та морфологічними особливостями.

В Українських Карпатах відмічено близько 400 селевих водозборів (з площею від 0,1 до 50 км²). Серед них в межах досліджуваної території переважають середньо- та низькогірні селеві басейни зі значною диференціацією потоків за довжиною, кутами нахилу та морфологією долин, ступенем покриття рослинністю схилів, літологією та механічними властивостями потенційних селевих мас.

У результаті проведених досліджень та обстеження понад 70 селевих потоків у басейнах з різною геологічною будовою та геоморфологічними особливостями, а також аналізу численних літературних джерел, фондових матеріалів встановлено достатньо витримані типи комбінацій чинників, що дозволили систематизувати численні дані по селепроявах. Оскільки виявлені закономірності не можливо відобразити за допомогою загальних класифікаційних систем запропоновано регіональні типізації селевих потоків, басейнів та тіл селевого генезису для басейну р. Тиса (гірськоскладчаста область Карпат).

Аналіз геоморфологічних умов та чинників цієї групи дозволив виділити типи селевих басейнів. В основі цієї класифікації лежать морфологічні особливості басейнів та тип рисунку гідрографічної сітки, враховано також загальні класифікації селевих басейнів за цими ознаками. Виділено два типи селевих басейнів: простий, або «елементарний», та складний, що, в свою чергу, поділяється на підтипи – «розгалужений» та «каскадний» (рис. 1).

У селевих басейнах *простого типу* селеві русла прямі, незначної довжини (500–3000 м), мають прямолінійний повздовжній профіль, V-подібний поперечний профіль, що вказує на їх відносну молодість, одне русло, просту будову, але достатній для виникнення селевого потоку нахил та кількість потенційного селевого матеріалу (рис. 1).

Долини *складних* селевих басейнів мають V- чи U-подібний поперечний та прямолінійний або ступінчастий повздовжній профілі, розгалужену сітку приток, що можуть бути також селеактивними (рис. 1). Два основних підтипи селевих басейнів

виділено, враховуючи найбільш характерні селеактивним потокам типи рисунка гідрографічної сітки. У виділених типах басейнів особливості формування та проходження селевих потоків відрізняються та впливають на їх руйнівну силу.

Басейнам «розгалуженого» підтипу властиві деревовидний та вилоподібний типи рисунка гідрографічної сітки (рис. 1). Потоки мають значну протяжність та розвинену систему приток. Селенебезпеку забезпечується розгалуженням річкової сітки – потік набуває основної активності в результаті злиття приток нижчих порядків, що сприяє збільшенню потужності основного потоку в результаті привнесення матеріалу кожною наступною притокою.



Рис. 1. Космоснімки басейнів простого (1) та складного (2) (розгалужений (а), каскадний (б)) типів у долинах річок Мокрянкя та Брустуранкя

Басейни «каскадного» підтипу характеризуються пір'ястим типом рисунка річкової сітки (див. рис. 1). До цього типу належать селенебезпечні потоки, що мають значну протяжність, розвинену сітку коротких приток, які впадають безпосередньо у водотік та приносять значну кількість селевого та пролювіального матеріалу у долину основного потоку та його русло. Ухил русла потоку при цьому може бути і незначним. В результаті одночасного сходження селів по притоках основного потоку та їх безпосередньому розвантаженні в основному руслі, навіть при незначних його кутах нахилу, відбувається формування селевого потоку великої потужності. Такі потоки можуть бути селенебезпечними як по всій їх протяжності, так і на певних відрізках. Прикладом «каскадного» селевого басейну є р. Яблуниця (притока р. Мокрянкя) – при масовому одномоментному сходженні селевих потоків через інтенсивне живлення річки матеріалом зносу її приток почала працювати основна водотока, що призвело до виникнення селевого потоку по основному руслу.

В межах Карпат не виключено існування річкових басейнів інших гідрографічних типів, проте натурними та аналітичними дослідженнями встановлено особливу роль виділених типів у селеформуванні.

Важливе значення при формуванні селів має характер живлення твердої фази їх селевих мас, що залежить від геологічної будови басейну та часто визначає механізм зародження селевого потоку. В межах Гірськоскладчастих Карпат за цією ознакою виділено п'ять типів селевих потоків:

1) Селі, в яких тверду фазу формують продукти схилового змиву. Прикладом цього типу є басейн р. Абранкя, де делювіально-гравітаційні та делювіально-

пролювіальні відклади, які інтенсивно розмиваються за сприятливих гідрометеорологічних умов, слугують головним постачальником пухкоуламкового матеріалу у селеві русла.

2) Селі, в яких тверда фаза селевої маси формується внаслідок перемивання продуктів концентрованого гравітаційного зносу. Характерні для басейнів, схили яких є зсуво- чи обвалонебезпечними. Якщо зсувними відкладами перекривається русло, а вище формується запруда, її прорив за інших сприятливих умов загрожує формуванням селевого потоку значної потужності. Формування селевого потоку за таким принципом відбулося по струмку Нижній Плаїк (с. Руська Мокра, 1998 р.), що призвело до руйнування трьох житлових будинків та загибелі чотирьох жителів.

3) Селі, в яких формування твердої складової обумовлено перемивом акумулятивних терас – утворюються за рахунок надмірного живлення потоку матеріалом, що потрапляє до селевого русла в результаті перемиву ним акумулятивних терас струмка чи річки нижчого порядку, в яку він впадає (селенебезпечний потік прорізає акумулятивні тераси потоку нижчого порядку).

4) Селі, які живляться конусами виносу власних чи інших потоків (їх приток) – водний потік, що має густу сітку приток, насичується пролювіальним та селевим матеріалом, який в залежності від морфології водотоку, транспортувальної здатності та об'єму винесеного матеріалу може або відкладатися безпосередньо у руслі селеактивного потоку у формі конуса виносу та перегороджувати русло, або розмиватися, формуючи селеві чи пролювіальні шлейфи.

5) Селі комбінованого живлення – живляться уламковим матеріалом різного походження, що надходить до русла потоку в результаті площинного змиву, бічної та донної ерозій, гравітаційних процесів тощо.

Слід зазначити, що ідентифікація селевого потоку за джерелом живлення твердої фази селевих мас дає змогу визначити основні види попереджувальних заходів, що мають бути спрямовані перш за все на протидію процесу, що сприяє насиченню селевого потоку уламковим матеріалом.

Класифікація селевих тіл. Проблемою, що потребує окремого обговорення та дослідження, є відклади селевого генезису – селеві тіла. За характером формування серед селевих тіл виділено такі типи: монофазні – селеві відклади, акумульовані в конусі виносу одноактного селевого потоку, без видимого нарощування новим селевим та пролювіальним матеріалом; поліфазні – сукупність селевих відкладів, акумульованих в зоні розвантаження, а інколи і в нижній частині зони транзиту в результаті багаторазового селевого процесу.

За морфологією селевих тіл виділено такі їх типи: конус виносу (елементарна форма селевих тіл у зоні акумуляції селевого потоку); злиті конуси виносу (ускладнена форма селевих тіл, що формується в результаті накладання елементарних конусів виносу декількох потоків один на одного); селевий шлейф (форма акумуляції селевих тіл у руслі та на схилах селеактивного потоку в зоні транзиту або на початку зони розвантаження); руслове тіло (уламковий матеріал селевого походження, що був транспортований та акумульований у руслі потоку; формуються у потоках, що мають розгалужену сітку селеактивних приток; часто відкладаються у руслах великих річок, які не є селенебезпечними, але здатні

переносити значні кількості селевого матеріалу).

У потоках різних порядків формуються різні морфогенетичні типи селевих тіл. Так, у басейні р. Тересва по селеактивних потоках I-,II-го порядків, що не мають приток та характеризуються прямим і коротким руслом, селеві тіла формуються у зоні акумуляції та мають форму конусів виносу. По потоках III-го порядку селеві тіла формуються як у зоні транзиту – селеві шлейфи, так і в зоні акумуляції – конуси виносу. По руслу р. Тересва, що може бути селенебезпечним на окремих відрізках, у верхній течії, формуються руслові селеві тіла, об'ємом близько 50 тис. м³.

Аналіз селевих тіл дозволив виділити два типи селенебезпеки: динамічний вплив (полягає у руйнуванні чи пошкодженні інженерних споруд, розташованих у зоні транзиту чи акумуляції селевого потоку) та занесення річкових долин селевими відкладами з формуванням селевих тіл, що ускладнює їх господарське освоєння та створює загрозу підтоплення.

У четвертому розділі дисертації розглянуто питання селенебезпеки, методи та критерії її оцінки. Обґрунтовано актуальність проведення деталізованих (крупномасштабних) досліджень, що дозволяють оцінити кількісно та якісно ступінь селенебезпеки конкретних потоків та перейти до розробки випереджувальних заходів, а також виділити типи селенебезпеки, що виникають в межах досліджуваного регіону.

Комплексну оцінку селенебезпеки виконано на прикладі басейнів річок Мокрянка та Брустуриянка. Головними чинниками селеформування у даному районі виступають геоморфологічні (нахил русел, крутизна схилів, ширина, довжина та морфологія долини ті ін.), літологічні, що посилюється структурно-тектонічними (корінні породи представлені товщами глинистого флішу, аргілітів з прошарками пісковиків та алевролітів, порушені складними системами тріщинуватості, розломними зонами), гідрометеорологічні та техногенні. Досліджуваний регіон відноситься до одного з найбільш зволжених у Гірськоскладчастих Карпатах. Тут зафіксовано два максимуми опадів (1400 мм) – в червні–липні та жовтні. Особливо сприятливими для активізації селів є зливи (100 мм і більше за добу).

Відповідно до запропонованих типізацій селів ідентифіковано селеві потоки та басейни в долинах досліджуваних річок. Переважають селі, тверда фаза яких формується в результаті перемиву продуктів концентрованого гравітаційного зносу, характерним механізмом зародження при цьому виступає прорив запруд, сформованих гравітаційними тілами. У ділянках, де на перший план виходять техногенний та ландшафтно-кліматичний чинники, тверду фазу селів живлять продукти площинного змиву. За морфологією басейнів найпоширенішими є басейни простого типу, що складають розгалужені та каскадні. Особливими умовами протікання селевих потоків характеризуються басейни каскадного типу, як наприклад басейн р. Яблуниця (ліва притока р. Брустуриянка). Тут тверда фаза основного селевого потоку формується в результаті перемиву конусів виносу приток. Найвищою селективністю характеризуються прості селеві басейни, в яких постачання уламкового матеріалу є комбінованим, а площі водозбору та режими витрат забезпечують формування селів навіть при незначній тривалості опадів.

У межах досліджуваного регіону селі створюють два типи небезпеки: 1)

динамічний вплив; 2) занесення долин річок селевими відкладами. Другий тип має не менш негативні наслідки ніж перший, адже ускладнює нормальне функціонування населених пунктів, розташованих у таких долинах.

З метою визначення динамічного впливу селів на об'єкти різного призначення та кількісної оцінки селенебезпеки окремих притоків річок Мокрянка та Брустурянка проведено чисельне моделювання з використанням програмно-аналітичного модуля «Mudflows». В основу модуля покладено алгоритм, що базується на емпіричних даних по Карпатському регіону та фундаментальних законах гідродинаміки, зокрема формулі Бернуллі, з якої отримується вираз для ударного гідродинамічного тиску. У результаті використання програмного комплексу визначено диференційованість показників селенебезпеки різнопорядкових притоків річок Мокрянка та Брустурянка у залежності від морфометричних параметрів русел селевих потоків, літологічних та фізико-механічних властивостей потенційних селевих мас, площі водозбірного басейну та гідрометеорологічних чинників формування селю (табл. 1). Розрахунки проводились із урахуванням наступних усереднених параметрів: тривалість зливи – 40 хв, тип зволоженості ґрунтів – перезволожені, що відповідає максимальним значенням коефіцієнта стоку, густина потоку – 1,5 т/м³.

Окрім того проаналізовано вплив зміни густини потоку (1,2–2 т/м³) та зволоженості ґрунтів на силові показники селевих потоків: зростання цих параметрів сприяє збільшенню гідродинамічної сили, що діє на споруду та повного тиску.

Таблиця 1

Визначення показників селенебезпеки для притоків 1-го та 2-го порядку річок Мокрянка та Брустурянка

Назва притоки	Площа водозбору, км ²	Ширина селевої течії на дні, м	Перевищення, м	Довжина проекції потоку, м	Кут нахилу лівого схилу, °	Кут нахилу правого схилу, °	Швидкість течії, м/с	Глибина селевого потоку, м	Повний тиск селевого потоку, т/м ²	Гідродинамічна сила, що діє на споруду, т
Ліві притоки 1-го порядку р. Мокрянка										
Н. Плаїк	0,55	3,2	500	1500	40	63	5,93	0,44	5,60	8,88
Бобровинський	1,96	3,5	790	2500	70	55	7,99	1,03	10,36	43,40
Яновець	55,25	6	500	14000	65	50	8,23	9,97	17,63	2023,37
Праві та ліві притоки р. Брустурянка										
Безімен.	0,1	0,6	100	300	10	36	3,87	0,28	2,46	1,08
Тростяничик	2,9	4,5	550	2800	40	60	7,43	1,22	9,19	61,34
Яблуниця	61,3	8	900	6000	45	51	14,42	5,54	35,36	2568,34
Притоки 2-го порядку										
Безімен.	0,05	1	175	347	50	30	3,74	0,18	2,24	0,51
Безімен.	0,9	3	650	1700	60	73	7,03	0,66	7,91	17,31
Безімен.	1,6	3	500	1800	35	25	7,26	0,84	8,53	32,13

Таке моделювання дозволило також проаналізувати вплив окремих чинників на динамічні параметри селів. Максимальні рівні усереднених швидкостей потоків різних порядків залежать від інтенсивності опадів (витрат потоків) та особливостей долин (поздовжні і поперечні профілі, терасованість тощо), котрі у свою чергу відображають час формування долин і ступінь реалізації ерозійного потенціалу при тих чи інших неотектонічних рухах. Режимми зростання швидкостей до критичних (селеутворюючих) рівнів у високопорядкових притоках (басейни простого типу) із значними ухилами і порівняно вузькими долинами швидко досягаються при короткотривалих зливах і, навпаки, у довгих потоках (басейни складної будови, розгалужені та каскадні) із терасованими долинами досягнення критичних швидкостей можливе лише при тривалих зливах, котрі, формуючи однопікові повені на крупних річках, викликають багатопікові паводки на коротких; найбільш селенебезпечними є короткі притоки, що відносяться до басейнів простого типу; у басейнах складного типу головне русло найчастіше буває селенебезпечним на певних відрізках.

Зважаючи на різні поєднання чинників селеформування, результати моделювання, ступінь освоєння території, ураженість НЕГП, повторюваність селів, засобами MapInfo проведено типізацію селевих басейнів у картографічному режимі (рис. 2), виділено найбільш селенебезпечні ділянки. На карті показано диференціацію селевих басейнів за їх типами та ступенем селенебезпеки.

Загалом, басейни річок Мокрянка та Брустурянка у населених пунктах Руська Мокра, Німецька Мокра, Лопухів, Усть-Чорна слід віднести до високого ступеня селенебезпеки. Більшість притоків цих річок за необхідних умов можуть створювати значні силові ефекти (див. табл. 1). За типом загрози, що створюють окремі селеві потоки, беручи до уваги їх силові показники, притоки річок можна диференціювати за трьома категоріями селенебезпеки: висока – потоки, що мають вихід на забудову; середня – потоки, що загрожують автодорогам, низька – потоки, розвантаження яких не має прямого впливу на забудову.

Враховуючи особливості виникнення та протікання селів у басейнах різної будови та типове їх різноманіття уточнено протиселеві заходи відповідно до виділених типів селів та басейнів. У басейнах простої будови завчасне та системне проведення агролісомеліоративних заходів може не тільки знизити наслідки сходження селів, але і унеможливити їх зародження. У басейнах складної будови такі заходи також є важливими, проте відіграють допоміжну роль та потребують додаткових технічних підходів. На прикладі басейну каскадного типу р. Яблуниця визначено необхідні типи превентивних заходів. Найкращі результати у басейнах такої будови дає поєднання всіх категорій заходів захисту, особливо – меліоративних і гідротехнічних. Для мінімізації наслідків від занесення річкових долин селевими відкладами з формуванням селевих тіл необхідно не тільки розчищати русла та долини річок від уламкового матеріалу, але і спрямовувати русла річок, що переносять і акумулюють значні маси селевого матеріалу, укріплювати борти річок спеціальними стінками тощо.

Рекомендовано самоорганізовуватися та створювати волонтерські організації жителям карпатських сіл та періодично проводити попереджувальні заходи, що є

мало витратними, але дозволять максимально попередити, знизити повторюваність та наслідки селів та вберегти свою власність від пошкоджень та руйнувань.

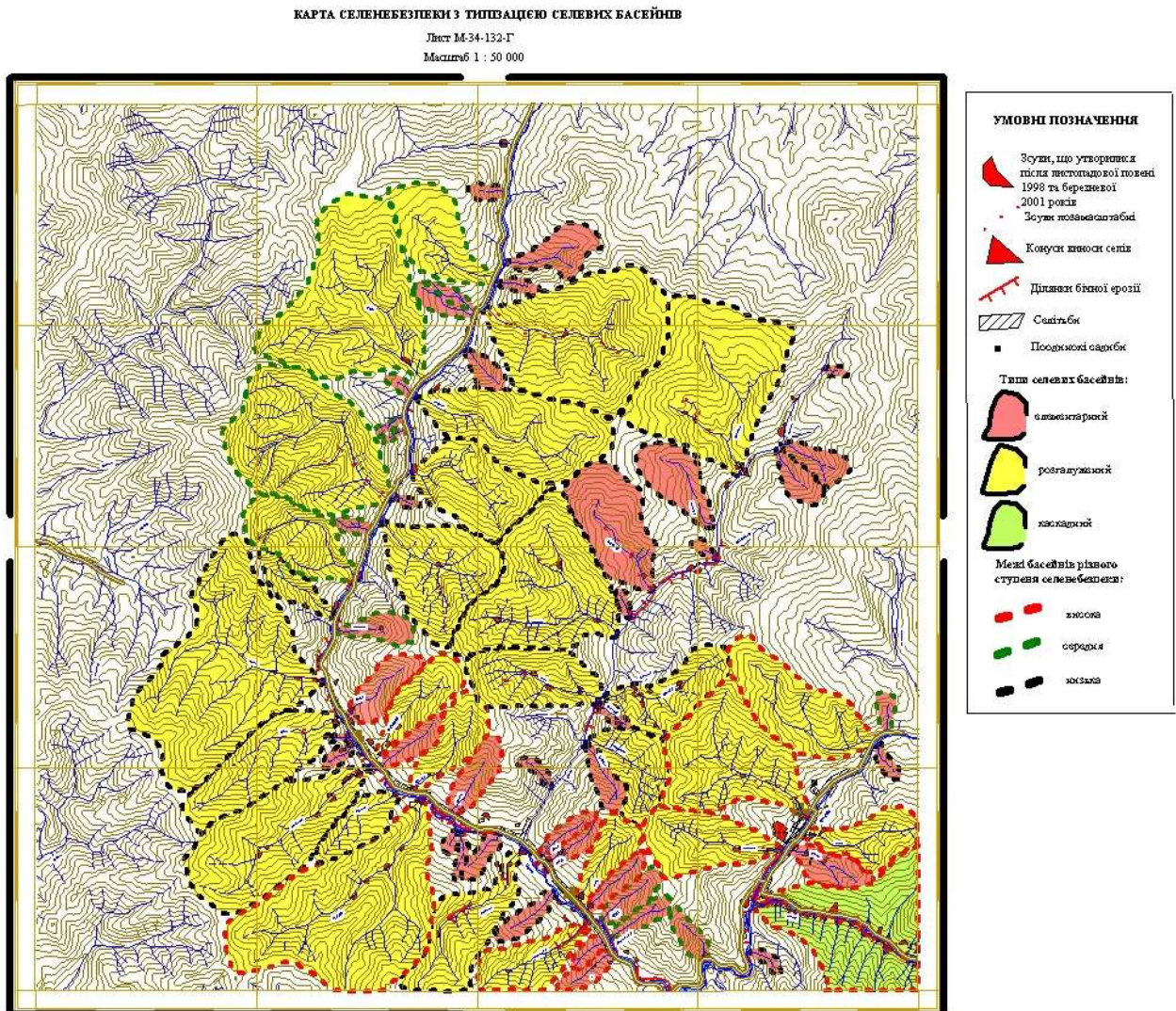


Рис. 3. Карта селенебезпеки з типізацією селевих басейнів у долинах річок Мокрянка та Брустурянка (з використанням матеріалів Закарпатської геологорозвідувальної експедиції)

ВИСНОВКИ

У роботі на основі проведених досліджень вирішувалась актуальна наукова проблема, що полягає у типізації існуючих у межах гірськоскладчастої області Карпат селевих басейнів, потоків і тіл селевого генезису в залежності від різних комбінацій чинників селеформування.

Наукові та практичні результати роботи полягають у наступному.

1. У результаті дослідження найбільш селенебезпечних районів гірськоскладчастої області Карпат визначено комбінації та взаємозв'язки між літологічними, геоморфологічними, структурними, гідрогеологічними,

неотектонічними та сейсмічними чинниками при виникненні та активізації селів.

2. Створено нові регіональні типізації селевих потоків (за джерелами живлення твердої фази) та басейнів (за морфологічними особливостями) для Гірськоскладчастих Карпат (басейн р. Тиса), в основу яких покладено встановлені закономірності перерозподілу чинників селеформування у басейнах з різною геологічною будовою, відмінними геоморфологічними та ландшафтно-кліматичними умовами. Виділені типи селів та басейнів пов'язують їх з різними комбінаціями чинників. За джерелами живлення твердої фази селевих мас виділено селі, тверда фаза яких формується в результаті перемиву продуктів схилового змиву (тип 1), концентрованого гравітаційного зносу (тип 2), акумулятивних терас потоку вищого порядку (тип 3), конусів виносу приток (тип 4), комбінованого живлення (тип 5). За морфологічними особливостями виділено два типи селевих басейнів: простий, або «елементарний», та складний, що, в свою чергу, поділяється на підтипи – «розгалужений» та «каскадний». Розроблені класифікації та виявлені залежності розвитку селів від комбінацій чинників можуть бути використані та адаптовані для території зі спорідненою геолого-геоморфологічною будовою.

3. Вперше типізовано селеві тіла (уламковий матеріал селевого генезису) за характером формування та морфогенетичними ознаками. Елементарним типом селевих тіл є конус виносу. Ускладненою формою є злиті конуси виносу, що формуються в результаті накладання елементарних конусів виносу кількох потоків один на одного. Якщо розвантаження селевих потоків відбувається у руслі потоку, в який він впадає, чи в межах заплави, в результаті наступного розмивання утвореного конуса виносу формується селевий шлейф. Найскладнішим типом селевих тіл є руслове тіло, що являє собою уламковий матеріал селевого походження, транспортований та акумульований у руслі потоку вищого порядку. Встановлено залежність формування різних типів селевих тіл від порядку потоку.

4. Виділено два типи селенебезпеки, що створюють селі у Карпатах: 1) динамічний вплив – призводить до руйнування чи пошкодження інженерних споруд та інших об'єктів, розташованих на шляху селевого потоку; 2) занесення річкових долин та русел селевими відкладами – ускладнює освоєння територій, створює загрозу підтоплення населених пунктів.

5. Вперше проведено чисельне моделювання динамічного впливу селів на інженерні споруди у басейнах річок Мокрянк та Брустурянка з визначенням їх силових показників. Показано, що за тих чи інших умов найбільші значення витрат селевих потоків та їх силового впливу характерні для умов повного зволоження ґрунтів, які обумовлені значеннями коефіцієнта стоку, та максимальної густини потоку (2 т/м^3). Дані стосовно гідродинамічної сили та повного тиску селевого потоку використано для визначення випереджувальних заходів щодо негативної дії селів.

6. На підставі результатів моделювання, а також враховуючи особливості поєднання чинників селеформування, ступінь освоєння території, ураженість НЕГП, повторюваність селів виконано комплексну кількісну та якісну оцінку селенебезпеки різнопорядкових притоків річок Мокрянк та Брустурянка. Засобами MapInfo проведено типізацію селевих басейнів в картографічному режимі та

виділено найбільш селенебезпечні ділянки. На карті показано диференціацію селевих басейнів за їх типами та ступенем селенебезпеки.

7. Уточнено рекомендації протиселевого захисту відповідно до виділених типів селевих потоків та басейнів. У басейнах простого типу завчасне та системне проведення агролісомеліоративних заходів може не тільки знизити наслідки сходження селів, але й унеможливити їх зародження. У басейнах складної будови такі заходи також є важливими, проте відіграють допоміжну роль та потребують додаткових гідротехнічних підходів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. **Гуда О.В.** Класифікації селевих тіл, басейнів та потоків для Складчастих Карпат (басейн р. Тиса) / О.В. Гуда // Тектоніка і стратиграфія. – 2012. – № 39. – С. 151–159.
2. **Гуда О.В.** Порівняння факторів формування селевих процесів в басейні р. Тиса (Закарпаття) / О.Гуда // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. геологія. – 2012. – Вип 56. – С. 8–12.
3. Шевчук В.В. Негативний вплив селів на функціонування природно-техногенних систем та оцінка селенебезпеки притоків різних порядків басейнів річок Мокрянкя та Брустурянкя / В.В. Шевчук, О.М. Іванік, **О.В. Цибульська** // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. геологія. – 2013. – Вип. 61. – С. 5–9.
4. Іванік О.М. Динаміка формування та геолого-геоморфологічні чинники активізації гравітаційних процесів у межах Іршавського району Закарпатської області / О.М. Іванік, **О.В. Гуда** // Вісн. Київ. ун-ту. Сер. геологія. – 2010. – Вип. 54. – С. 4–7.
5. Шевчук В.В. Структурні осуви в басейні річки Пиня (Східні Карпати) / В.В. Шевчук, О.М. Іванік, **О.В. Гуда** // Вісн. Київ. ун-ту. Серія геологія. – 2010. – Вип. 48. – С. 4–7.
6. Рудько Г.І. Геодинамічний режим екзогенних геологічних процесів в басейні р. Тиса (Закарпатська область) / Г.І. Рудько, **О.В. Гуда** // Екологічна безпека та збалансоване ресурсокористування: науково-техн. журн. – 2013. – № 1 (7). – Івано-Франківськ: Симфонія форте. – С. 9–14.
7. **Гуда О.В.** Аналіз факторів формування селів та розробка морфолого-генетичної класифікації селевих тіл та басейнів для Карпатського регіону (гірськоскладчасті Карпати, басейн р. Тиса) / О. Гуда // Моніторинг геологічних процесів та екологічного стану середовища: Матеріали Х Міжнародної наукової конференції (17–20 жовтня 2012). – Київ. – 2012. – С. 270–272.
8. **Цибульська О.В.** Класифікації селевих тіл, басейнів та потоків для складчастих Карпат (басейн р. Тиса) / О.В. Гуда // Сучасні проблеми геологічних наук: Матеріали Всеукраїнської наукової конференції-школи (15–19 квітня 2013). – Київ: КНУ ім. Тараса Шевченка, 2013 р. – С. 37–39.
9. Іванік О.М. Динаміка формування та геолого-геоморфологічні чинники активізації гравітаційних процесів у межах Іршавського району Закарпатської

області / О.М. Іванік, **О.В. Гуда** // Моніторинг геологічних процесів України: Матеріали ІХ Міжнародної конференції. – Київ, 2009. – С. 267–269.

10. Іванік О.М. Кількісна оцінка селенебезпеки Карпатських річок / О.М. Іванік, М.В. Лавренюк, Г.Є. Іванкевич, А.Є. Мазко, **О.В. Гуда** // Вплив руйнівних повеней, паводків, небезпечних геологічних процесів на функціонування інженерних мереж та безпеку життєдіяльності: Матеріали 5-ї міжнародної науково-практичної конференції (23–27 лютого 2009). – Яремче. – 2009. – С. 83–85.

11. Шевчук В.В. Моделювання та прогнозна оцінка небезпечних геологічних процесів засобами ГІС / В.В. Шевчук, О.М. Іванік, М.В. Лавренюк, **О.В. Гуда** // Геоінформаційний моніторинг навколишнього середовища: GPS і GIS - технології: Матеріали XIV-го міжнародного науково-технічного симпозиуму. (м. Алушта, Крим). – 2009. – С. 145–146.

12. **Guda O.V.** Comprehensive assessment of the main factors of landslide processes formation and activation in the Carpathian region / O. Guda: 1st Students' International Geological Conference (Kraków, Poland 2010). – P. 18–19.

13. **Гуда О.В.** Геолого-геоморфологічні фактори активізації небезпечних геологічних процесів у межах верхньої течії р. Латориця (Закарпаття): конкурсна робота стипендіальної програми фонду "Завтра "UA". – Київ, 2008. [Електронний ресурс]. – <http://old.pinchukfund.org/zavtra/uk/scholars/2009/?student=568>

АНОТАЦІЯ

Цибульська О.В. Геолого-генетична типізація селів та оцінка селенебезпеки басейну р. Тиса (гірськоскладчаста область Карпат). – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата геологічних наук за спеціальністю 04.00.01 – загальна та регіональна геологія. – Київський національний університет імені Тараса Шевченка МОН України, Київ, 2013.

Створено нові регіональні типізації селевих потоків (за джерелами живлення твердої фази) та басейнів (за морфологічними особливостями) для Гірськоскладчастих Карпат (басейн р. Тиса), в основу яких покладено встановлені закономірності перерозподілу факторів селеформування. Типізовано селеві тіла (відклади селевого походження) за морфогенетичними ознаками та характером формування. Встановлено залежність формування різних типів селевих тіл від порядку потоку.

Виділено два типи селенебезпеки, що створюють селі у Карпатах: динамічний вплив та занесення річкових долин та русел селевими відкладами. Вперше проведено чисельне моделювання динамічного впливу селів на інженерні споруди у басейнах річок Мокрянка та Брустуриянка з визначенням їх силових показників та виконано комплексну кількісну та якісну оцінку селенебезпеки різнопорядкових притоків цих річок. Уточнено рекомендації протиселевого захисту відповідно до виділених типів селевих потоків та басейнів.

Ключові слова: селеві потоки, селеві басейни, селеві тіла, типізація, моделювання, селенебезпека.

АННОТАЦИЯ

Цыбульская О.В. Геолого-генетическая типизация селей и оценка селевой опасности бассейна р. Тиса (горноскладчатая область Карпат). – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата геологических наук по специальности 04.00.01 – общая и региональная геология. – Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко МОН Украины, Киев, 2013.

Созданы новые региональные типизации селевых потоков (по источникам питания твердой фазы) и бассейнов (по морфологическим особенностям) для Складчатых Карпат (бассейн р. Тиса), в основу которых положены установленные закономерности перераспределения факторов селеформирования в бассейнах разного геологического строения, разнообразными геоморфологическими и ландшафтно-климатическими условиями. По источникам питания твердой фазы селевых масс выделено сели, твердая фаза которых формируется в результате перебива продуктов склонового смыва (тип 1), концентрированного гравитационного износа (тип 2), аккумулятивных террас потока высшего порядка (тип 3), конусов выноса притоков (тип 4), комбинированного питания (тип 5). По морфологическим особенностям выделено два типа селевых бассейнов: простой и сложный, который в свою очередь, делится на подтипы – «разветвленный» и «каскадный». Разработанные классификации и выявленные зависимости развития селевых процессов от комбинаций факторов, их вызывающих, могут быть использованы и адаптированы для территорий с подобным геолого-геоморфологическим строением.

Проведена типизация селевых тел (отложения селевого генезиса) по морфогенетическими признакам и характеру формирования. Элементарным типом селевых тел является конус выноса. Осложненной формой являются слитые конусы выноса, которые формируются в результате наложения элементарных конусов выноса нескольких потоков друг на друга. Если разгрузка селевых потоков происходит в русле потока, в который он впадает, или в пределах поймы, в результате последующего размывания образованного конуса выноса формируется селевой шлейф. Наиболее сложным типом селевых тел является русловое тело – обломочный материал селевого происхождения, транспортированный и аккумулярованный в русле потока высшего порядка. Установлена зависимость формирования различных типов селевых тел от порядка потока.

Выделены два типа селевой опасности в Карпатах: динамическое воздействие, что приводит к разрушению или повреждению инженерных сооружений и других объектов; занесения речных долин и русел селевыми отложениями, что затрудняет их освоение, создает угрозу подтопления.

Средствами программно-аналитического комплекса «Mudflows» проведено численное моделирование динамического воздействия селей на инженерные сооружения в бассейнах рек Мокрянка и Брустурянка с определением их силовых показателей. Показано, что при тех или иных условиях максимальные значения силового влияния селевых потоков характерны для условий полного увлажнения грунтов и максимальной плотности потоков (2 т/м^3). Данные относительно

гидродинамического воздействия селей и полного давления использованы для определения противоселевых мероприятий.

На основании результатов моделирования, а также учитывая особенности сочетания факторов селеформирования, степень освоения территории, пораженность селями и их повторяемость выполнена комплексная количественная и качественная оценка селевой опасности разнопорядковых притоков рек Мокрянка и Брустурянка. Средствами MapInfo в картографическом режиме дифференцировано селевые бассейны за типом и степенью селевой опасности.

Уточнены рекомендации противоселевой защиты согласно выделенным типам селевых потоков и бассейнов. В бассейнах простого типа заблаговременное и системное проведение агролесомелиоративных мер может не только снизить последствия схода селей, но и исключить их зарождение. В бассейнах сложного строения такие меры также являются важными, однако играют вспомогательную роль и требуют дополнительных гидротехнических подходов.

Ключевые слова: селевые потоки, селевые бассейны, селевые тела, типизация, моделирование, селевая опасность.

ABSTRACT

Tsybulska O.V. Genetic-geological typification of debris flows and assessment of debris flow hazards within the Tysa river basin (Carpathian folded region). – Manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Geological Science, speciality 04.00.01 – general and regional geology. – Taras Shevchenko Kyiv National University of MES of Ukraine, Kyiv, 2013.

New regional typifications of debris flows (according to the power supply of their solid phase) and basins (according to the morphological features of their structure) were developed for the Carpathian folded region (the Basin of Tysa River). They are based on the established redistribution of debris flow formation factors. The classifications have been developed, also it was identified that debris flows processes depend on combinations of factors that cause them. The typification of debris flow bodies (sediments of debris origin) was carried out according to the morphogenetic features and formation character. The formation dependence of different debris flow bodies on the flow order was determined.

There were determined two types of debris flow hazards that arise in the Carpathians: dynamic effect and accumulation of debris flow sediments in river valleys and river beds. The numerical modeling of the dynamic debris flow impact on engineering structures within the basins of Mokrianka and Burustianka rivers as well as definition of power indexes were conducted for the first time. Also a comprehensive quantitative and qualitative evaluation was carried out respecting the debris flow hazard of different order tributaries of these rivers. Recommendations concerning the debris flow protection in accordance with the selected types of debris flows and basins were specified.

Keywords: debris flows, debris basins, debris flow body, typification, modeling, debris flow hazard.