

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Геологорозвідувальний

(факультет)

Кафедра гідрогеології та інженерної геології

(повна назва)

ПОЯСНОВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студентки Решетняк Дар'ї Олександрівни

(ІПБ)

академічної групи 103-16-2

(шифр)

Спеціальності 103 Науки про Землю

(код і назва спеціальності)

за освітньою програмою «Гідрогеологія»

(офіційна назва)

на тему Аналіз методик інженерно-геологічного моніторингу

(назва за наказом ректора)

на прикладі Закарпаття

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Шерстюк Є.А.			
розділів:				
Загальний	Шерстюк Є.А.			
Спеціальний	Шерстюк Є.А.			
Рецензент	Куцевол М.Л.			
Нормоконтролер	Загриценко А.М.			

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

гідрогеології та інженерної геології

(повна назва)

Рудаков Д.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню **бакалавра**
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту Решетняк Дар'ї Олександрівні академічної групи 103-16-2
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 103 "Науки про Землю"

за освітньою програмою «Гідрогеологія»

на тему Аналіз методик інженерно-геологічного моніторингу
на прикладі Закарпаття

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» № 254-с від
04.05.2020 р.

Розділ	Зміст	Термін виконання
Загальний	Наведені основні засади організації моніторингу екзогенних геологічних процесів, а саме склад і структура системи, класифікація об'єктів спостереження та відповідні програми спостереження. Проаналізована інформативність сучасної спостережної мережі Закарпаття	
Спеціальний	Систематизовані дані щодо особливостей геологічної будови, гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов району досліджень, які є передумовами для розвитку зсувів, селів, карсту, ерозії. Представлена методика і результати проведення моніторингу екзогенних геологічних процесів, визначені основні фактори зсувоутворення. На прикладі результатів обстеження ділянки Терново оцінено стійкість ґрунтового схилу аналітичним методом та рекомендовані протизсувні заходи.	

Завдання видано

(підпис керівника)

Шерстюк Є.А.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі

04.05.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії

10.06.2020

Прийнято до виконання

(підпис студента)

Решетняк Д.О.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 57 с., 11 рис., 6 табл., 20 джерел.

Об'єкт досліджень – організація моніторингових досліджень за екзогенними геологічними процесами на території Закарпатської області.

Предмет досліджень – параметри ґрунтових схилів, що мають чітко виражені зсувні елементи (зсувні тераси, вали та пагорби випирання, заболочені западини, стінки відриву).

Метою роботи є аналіз методик інженерно-геологічного моніторингу Закарпаття.

У вступі викладено проблему розвитку та активізації негативних інженерно-геологічних процесів на території Закарпатської області, визначені мета та завдання досліджень.

В загальній частині представлені основні засади організації моніторингу екзогенних геологічних процесів, а саме склад і структура системи, класифікація об'єктів спостереження та відповідні програми спостереження. Проаналізована інформативність сучасної спостережної мережі Закарпаття.

В основній частині систематизовані дані щодо особливостей геологічної будови, гідрогеологічних та інженерно-геологічних умов району досліджень, які є передумовами для розвитку зсувів, селів, карсту, ерозії. Представлена методика і результати проведення моніторингу екзогенних геологічних процесів, визначені основні фактори зсувоутворення. На прикладі результатів обстеження ділянки Терново оцінено стійкість ґрунтового схилу аналітичним методом та рекомендовані протизсувні заходи.

Ключові слова: СПОСТЕРЕЖНА МЕРЕЖА, КАТЕГОРІЇ ОБ'ЄКТІВ, АКТИВНІСТЬ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ, КОЕФІЦІЄНТ СТІЙКОСТІ, ПРОТИЗСУВНІ ЗАХОДИ.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
1 ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	6
1.1 Основні завдання та структура моніторингу ЕГП	6
1.2 Склад та інформативність спостережної мережі ЕГП	10
2 ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ НЕГАТИВНИХ ІГП ЗАКАРПАТТЯ	15
2.1 Фізико-географічна характеристика району досліджень	15
2.2 Геолого-гідрологічні умови	18
2.3 Інженерно-геологічні умови	24
3 МЕТОДИКА І РЕЗУЛЬТАТИ ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЕГП	30
3.1 Рекогносцирувальне обстеження території	32
3.2 Вивчення зсувних процесів на опорних ділянках 2 категорії	32
3.3 Сезонне спеціалізоване обстеження селевих осередків	34
3.4 Умови розвитку та фактори зсувоутворення	35
4 ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ НЕГАТИВНИХ ЕГП	42
4.1 Методи оцінки стійкості ґрунтових схилів	42
4.2 Оцінка стійкості ґрунтового схилу на ділянці Терново	44
4.3 Протизсувні заходи	50
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56

ВСТУП

Наявність в межах Закарпаття гірсько складчастих форм при їх значній тектонічній порушеності, глинистих порід в розрізах порід корінної основи поряд з потужним чохлам четвертинних глинисто-суглинистих утворень, значна розчленованість рельєфу річковими долинами, висока сейсмічна активність зумовлюють широкий розвиток небезпечних екзогенних геологічних процесів, перш за все зсувів.

На території досліджень зафіксовано близько 2276 зсувів, з яких 1389 відносяться до категорії давніх, а 1387 – до новоутворених. Окрім цього, 173 давніх зсувів активізувались на 251 ділянці. Тому роботи з регіонального і стаціонарного вивчення сучасних екзогенних геологічних процесів в Закарпатському регіоні є надзвичайно актуальні і розглядаються як етап вирішення загальнодержавної проблеми удосконалення прогнозування розвитку сучасних екзогенних геологічних процесів (ЕГП).

У зв'язку з цим метою досліджень є аналіз методик інженерно-геологічного моніторингу Закарпаття. Для її реалізації вирішені наступні задачі:

- характеристика основних принципів організації системи моніторингу екзогенних геологічних процесів;
- аналіз природних передумов виникнення негативних інженерно-геологічних процесів;
- обґрунтування методики проведення моніторингу та аналіз результатів спостережень;
- прогнозування та попередження негативних ЕГП.

Об'єкт досліджень – організація моніторингових досліджень за екзогенними геологічними процесами на території Закарпатської області.

Предмет досліджень – параметри ґрунтових схилів, що мають чітко виражені зсувні елементи (зсувні тераси, вали та пагорби випирання, заболочені западини, стінки відриву).

1. ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ МОНІТОРИНГУ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1 Основні завдання та структура моніторингу ЕГП

Державна система моніторингу довкілля – це система спостережень, збирання, оброблення та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розробка науково обґрунтованих рекомендацій для ухвалення рішень щодо запобігання негативним змінам стану довкілля й дотримання вимог екологічної безпеки.

Пріоритетами функціонування системи моніторингу є захист життєво важливих екологічних інтересів людини та суспільства, збереження природних екосистем, а також запобігання кризовим змінам екологічного стану довкілля й надзвичайним екологічним ситуаціям. Основні завдання моніторингу – довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля, аналіз екологічного стану довкілля та прогнозування його змін, інформаційно-аналітична підтримка ухвалення рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки, інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, а також забезпечення екологічною інформацією населення країни й міжнародних організацій.

На державному й регіональному рівнях моніторинг розвитку ЕГП здійснюється підприємствами геологічної галузі (табл. 1).

Згідно з чинними нормативно-методичними документами, основними завданнями моніторингу екзогенних геологічних процесів є:

- регіональна оцінка ураженості території, оцінка сучасної активізації ЕГП, оцінка загрози впливу ЕГП на населені пункти та об'єкти економіки;
- систематичні спостереження за ЕГП, чинниками їх розвитку та тенденціями змін активності;
- аналіз змін інженерно-геологічних умов під впливом природних і техногенних чинників;

- прогнозування розвитку ЕГП;
- надання органам державної влади достовірної інформації щодо ураженості території ЕГП, існуючої та прогнозної їх активізації, зокрема щодо катастрофічних проявів небезпечних процесів.

Таблиця 1.1

Стан вивченості ЕГП підприємствами геологічної галузі

Підприємства галузі	Види екзогенних геологічних процесів									
	Зсуви	Обвали	Карст	Абразія та переробка берегів во-	Ерозія	Селі	Осідання	Просідання	Підтоплення	Усього
ДП «Західукргеологія»	+	-	+	-	+	+	+	-	+	6
ДРГП «Північукргеологія»	+	-	+	+	+	-	-	-	+	5
ДП «Центрукргеологія»	+	-	-	+	+	-	-	-	+	4
КП «Південукргеологія»	+	-	+	+	+	-	-	+	+	6
Донецьк ДРГП	+	-	+	+	-	-	+	-	+	5
СхідДРГП	+	-	+	-	-	-	+	-	+	4
ПричорноморДРГП	+	-	+	+	+	-	-	-	+	5
КП «Південекогеоцентр»	+	-	+	-	-	+	-	-	+	5
Усього	8	0	7	6	5	2	3	1	8	40

Структуру та основні завдання системи моніторингу ЕГП наведено на рисунку 1.1.

За прийнятою методикою основою моніторингу ЕГП є спостережна мережа, що складається з ділянок трьох категорій, на яких спостереження виконують на різних рівнях та з різною детальністю й точністю.

Ділянки I категорії – це території з однаковим режимом швидкоплинних чинників. Періоди аномалій прояву цих чинників у межах ділянок I категорії відбуваються одночасно, звідси випливає, що й активізація ЕГП відбувається одночасно, можливо, навіть синхронно з режимом змінних

основних чинників або із запізненням на певний час, термін якого визначається особливостями механізму процесу.

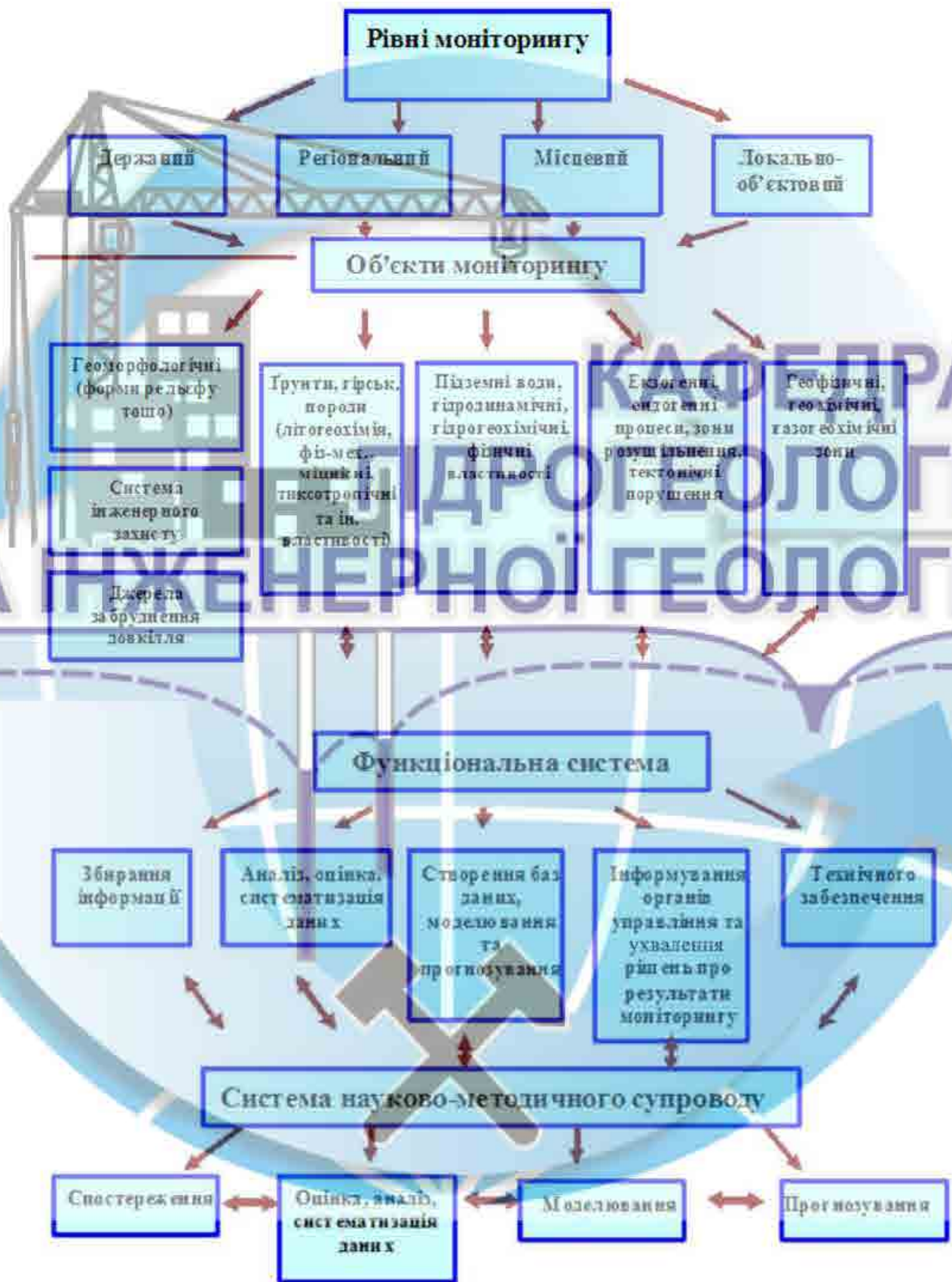


Рис. 1. 1 Структура та основні завдання системи моніторингу ЕГП

Для спостережень за ЕГП на цих ділянках застосовуються аеровізуальні спостереження, які завіряються візуальними маршрутними обстеженнями один раз на п'ять років. Основними показниками активності є кількість новоутворених та активізованих форм (зсувів, карстопроявів, ярів, число водотоків зі слідами проходження селів; довжина кліфу тощо).

У межах ділянок I категорії виділяють ділянки II категорії – це ділянки геологічного середовища, однорідні за геологічною будовою (в основному літологічною), вони є інженерно-геологічними районами або їх частинами та мають прояви ЕГП.

Це райони переважного поширення порід певних стратиграфогенетичних комплексів. Для вивчення режиму ЕГП у межах ділянок II категорії виконують візуальні наземні обстеження, великомасштабні геологічна й геодезична зйомки тощо. Частота спостережень відповідає кількості сезонів, небезпечних для прояву ЕГП, та становить один – два рази на рік.

Основними показниками активності є: кількість і площа новоутворених та активізованих зсувів, карстопроявів; кількість і сумарна довжина новоутворених ярів, кількість і сумарний приріст довжини ярів, що активізувалися; кількість і площа ділянок та об'єктів підтоплення; число селів, що пройшли; довжина кліфу, яка схильна до розмиву, середня величина відступання кліфу. Під час вивчення зсувного процесу на окремих ділянках II категорії формується мережа створів для проведення періодичного нівелювання з метою спостереження за змінами морфопараметрів схилів та окремих зсувів.

Ділянки III категорії виділяють у межах ділянок I або II категорій як прояви процесів або окремі його форми.

Кількісними показниками активності ЕГП є швидкість деформацій гірських порід, зміна їх маси та обсягів, площ і лінійних розмірів прояву ЕГП, кількість новоутворених і форм, що активізувалися, тощо.

Така система дає можливість:

- Оцінювати еколого-геологічні умови на державному й регіональному рівнях за напрямками: спостереження за станом підземних вод, зміни гідрогеологічної обстановки як одного з важливих компонентів довкілля; розвиток та активізація сучасних основних екзогенних геологічних процесів (підтоплення, зсуви).

- Забезпечувати оперативну підготовку необхідної інформації та прогнозів різного призначення й рівня, а також розробку науково обґрунтованих рекомендацій для ухвалення рішень щодо запобігання негативним змінам гідрогеологічної обстановки та дотримання вимог екологічної безпеки.

1.2 Склад та інформативність спостережної мережі ЕГП

Регіональне і стаціонарне вивчення сучасних ЕГП на території Закарпатської області є складовою частиною Державної системи моніторингу довкілля, основними завданнями якої є [13]:

- довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля;
- аналіз екологічного стану довкілля та прогнозування його змін;
- інформаційно-аналітична підтримка прийняття рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання ресурсів та екологічної безпеки;
- інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, населення країни і міжнародних організацій.

Як свідчать результати досліджень ЕГП в Україні та за кордоном [3, 9, 10-12, 19, 20], виконання цих завдань можливе тільки при створенні спостережної мережі, до складу якої входять ділянки розташовані за ієрархічним рівнем (спостережні пункти 1, 2 і 3 категорій) і в межах територій з певними умовами розвитку кожного типу процесу. Результати спостережень узагальнюються на трьох рівнях [7]: регіональному, територіальному і об'єктовому. На регіональному рівні узагальнюються

результати режимних спостережень на пунктах 1, 2 і 3, на територіальному – 2 і 3, а на об'єктовому – 3 категорій.

Нижче надається короткий аналіз існуючої мережі стаціонарних спостережень по видах ЕГП з рекомендаціями по її удосконаленню.

Стаціонарна режимна мережа спостережень (ділянки 3 категорії) була сформована з метою вивчення переважно чотирьох типів ЕГП, які характеризуються широким розповсюдженням і найбільш негативним впливом на господарські об'єкти: це зсуви, селі, карст і бокова ерозія.

Аналізуючи дані режимних спостережень, проведених на опорних зсувних ділянках 3 категорії, можна зробити наступні висновки:

а) оскільки для зсувів ковзання періодичність прояву фази катастрофічної активізації складає близько 50-70 років, режимне вивчення даного типу зсувів традиційними методами (заміри дебітів підземних вод, топогеодезичні заміри зміщення реперів, тощо) є малоефективними, за винятком зсувів, де активізація зумовлена техногенними чинниками (Кам'яниця). Окрім цього, метод виміру зміщення реперів є недостатньо інформативним, оскільки він дає уявлення про посування порід на поверхні зсуву, але абсолютно нічого не говорить про характер переміщень порід всередині зсувного тіла.

б) високоточні інструментальні спостереження за планово-висотними зміщеннями реперів ефективні на зсувах-потоках (течії), на яких спостерігається хоч і повільне, але постійне зміщення порід.

в) малоінформативним і неефективним є спостереження на зсувних ділянках, де проведений комплекс протизсувних заходів, що призвели до повної або часткової стабілізації схилу. На таких ділянках доцільно проводити спостереження, які направлені на вивчення ефективності протизсувних заходів, а не динаміки розвитку процесу.

Перелік пунктів режимних спостережень за розвитком зсувів (ділянки 1, 2 і 3 категорій) з характеристикою їх приуроченості до різних інженерно-геологічних районів наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Перелік пунктів режимних спостережень за розвитком зсувів (ділянки 1, 2 і 3 категорій)

1	2	3	4	Ділянки 2 категорії				Ділянки 3 категорії				13		
				5	6		8	9	10		12			
					початок	закінчення			початок	закінчення				
КАРПАТСЬКИЙ (Ж)	Складчасті середньо-, низькогірські масиви Володільний хребет (Ж-3) Карпат (Ж-3)	Роки спостережень	Верховинський низько-, середньо-гірний Володільний хребет (Ж-3-200)	відсутні			Лубня	1985	1991	потік	Дані спостережень розповсюджуються на зсуви ковзання і зсуви- потоки Карпатського регіону в цілому			
							Волосянка	1997	1983	ковзання				
							Тихий	1984	1990	ковзання				
							Бистрий	1984	1985	ковзання				
					Середньовисотні хребти і групи приводільних Горган (Ж-3-129)	Колочава	2001	2005	Репрезентативні для області Ж-3	Синевир	1199	1199	потік	
						Усть-Чорна	2000	2001		0	3			
						Колочава	2001	2005						
			Ясінянська котловина (Ж-1-130)	Ясіня	2000	2001		відсутні						
	Середньовисотні Половинсько-Чорногірські та Рахівсько-Чивчинські гірські хребти (Ж-4)		Площинне картування ЕГПІ у 1976-1980 і 1998-2006 роках	Гірські хребти Свидовця-Чорногори (Ж-4-131)	Ясіня	2000	2001	Репрезентативні для області Ж-4	відсутні				Дані спостережень розповсюджуються на зсуви ковзання і зсуви- потоки Карпатського регіону в цілому	
					Богдан	2000	2001		відсутні					
					Рахівсько-Чивчинський масив (Ж-4-132)	відсутні			відсутні					
					Скелясті Пасма (Ж-4-133)	Нижнє Селище	2001	2005	Репрезентативні для області Ж-4	Косівка	1982	1984		потік
						Ганичі	2000	2001						
						Кобилецька Поляна	2001	2005						
Полонинський хребет		Усть-Чорна			2000	2001		Княгиня-1	1979	1989	ковзання			

ЗАКАРПАТСЬКИЙ (З)		Площинне картування ЕГПУ 1976-1980 і 1998-2006 роках																		
Низькогір'я Вигорлат- Гутинського пас- ма (3-1)	(Ж-4-134)	Завигорлат-Гутинська міжгірська долина (Ж-4-135)	відсутні				Княгиня-2	1990	1992	потік										
							Родникова Гута	1987	1990	ковзання- потік										
	Вигорлат-Гутинське ву- лканічне низькогір'я (3-1-136)	відсутні					Вільшани	1976	1990	ковзання										
							Кушниця	1990	1992	ковзання- потік										
	Іршавська міжгірська долина (3-1-139)	відсутні					Камяниця	1985	1993	потік										
							Ужгород	1981	1990	ковзання										
	Солотвинська котловина (3-2)	Низькогірний і терасо- вий рельєф Солотвинсь- кої котловини (3-1-138)		Ганичі	2000	2001	Репрезента- тивні для області Ж-2	відсутні												
													Нижнє Се- лище	2001	2005					
													Вільхівці	2001	2005					
													Копашинево	2001	2005					
Терново													2001	2005						
Глибокий Потік													2001	2005						
Відсутні																				
Вишківські відпрепаро- вані інтрузії(3-2-200)	відсутні					відсутні														
Закарпатська акумуля- тивна рівнина з ділян- ками древніх вулканів (3-3)	Притисенська алювіаль- на рівнина-низовина (3- 3-139)	відсутні- передумови розвитку процесу																		
												Берегівсько- Виноградів- ські відпрепаровані ін- трузії (3-3-202)	відсутні				відсутні			
												Передгірські тераси (3- 3-203)	Арданово	2000	2001			відсутні		

Дані спостережень розповсюджуються на зсуви ковзання і зсуви-
потоки на території Закарпатського регіону, де існують передумови
для розвитку процесу

Стаціонарне вивчення селів проводилось з 1976 по 1991 роки на Свидовецькому стаціонарі, де, згідно з загальноприйнятою методикою виконувався комплекс досліджень, направлений на вивчення умов формування твердої складової селевих потоків, участі у формуванні рідкої складової підземних вод та атмосферних опадів. У 2001-2006 роках режимні роботи зводились до сезонного спеціалізованого обстеження селевих осередків на 7 опорних ділянках 3 категорії з метою вивчення осередків зародження селів, визначення об'єму твердої їх складової, тощо. Чотири ділянки (Синевирська Поляна, Мокрянка, Брустурянка і Яблуниця) характеризують область складчастих низькогірних масивів Володільно – Верховинських Карпат, а три (Вільшани, Тиса і Красна) – область Полонинсько-Чорногірських та Рахівсько-Чивчинських гірських хребтів, тобто розміщення ділянок не є найбільш раціональним.

Стаціонарне вивчення бокової ерозії проводилось на ділянці Тиса у 1988-1993 роках, де було закладено 150 (у 1988р), а потім 200 (у 1991р.) реперів, за якими щоквартально фіксувались заміри відступання берега. Окрім цього, в пригірлових частинах основних притоків (Ріка, Тересва і Шопурка) було закладено 40 реперів з метою вивчення динаміки накопичення алювію в заплаві. Вивчення бокової ерозії відновлено у 2001 році, заміри відступання берегу проводились один раз за рік на 144 ділянках, розташованих в долинах основних водотоків. За період спостережень значна частина берегів закріплена, тому подальші спостереження на цих ділянках недоцільні.

Режимні спостереження з метою встановлення швидкості росту карстових ліжок здійснювались на Солотвинському шахтному полі (галогенний тип карсту). Чотири рази за рік проводились заміри найбільш активних ліжок по двох перпендикулярних напрямках в плані (довжина і ширина) і на глибину з допомогою мірної стрічки. Окрім цього, для вивчення динаміки площинного розвитку карсту один раз за рік проводилась топографічна зйомка на окремих ділянках шахтного поля.

2 ОСОБЛИВОСТІ РОЗВИТКУ НЕГАТИВНИХ ІПІ ЗАКАРПАТТЯ

2.1 Фізико-географічна характеристика району досліджень

Закарпатська область розташована на південному заході України і охоплює площу 12,8 тис. км². З заходу, південного-заходу і півдня вона межує з Польщею, Словаччиною, Угорщиною і Румунією, а з північного сходу – з Львівською, Івано-Франківською і Чернівецькою областями України. Її територія розділена на 13 адміністративних районів, в склад яких входить понад 600 населених пунктів (рис. 2.1).



Рис. 2.1 Оглядова карта Закарпатської області

Закарпатська область займає південно-західні схили Східних (Лісис-тих) Карпат і північно-східну частину середньодунайської низовини.

За характером рельєфу область ділиться на гірську (75% всієї площі) і рівнинну (рис. 2.2). Гірська споруда Карпат простягається з північного заходу на південний схід на 280 км при середній ширині її в 40 км і

складається з низки гірських хребтів і невеликих між гірських улоговин.

Загальною особливістю Українських Карпат є асиметричність гірської системи в цілому, а також усіх її хребтів зокрема: південно-західні схили більш виположені, а північно-східні – круті. Для Вигорлат-Гути це виражено в наявності широкого поясу передгір'я з висотами 220-450м, яке поступово переходить в Закарпатську низовину. Остання в районі м. Хуста розділяється коліноподібним згином вулканічного пасма (хр. Вел. Шолтес-Оаш) на Чоп – Мукачівську алювіальну рівнину і Солотвинську котловину.

КАФЕДРА ПІДРОГЕОЛОГІЇ ТА ІНЖЕНЕРНОЇ ГЕОЛОГІЇ



Рис. 2.2 Фізико-географічна карта Закарпатської області

Для рівнини характерна слабо похила і майже нерозчленована поверхня з абсолютними позначками 104-120м. Більша її частина утворена першою надзапlavною терасою р. Тиси, середня висота якої 5-6м над урізом води. Рівнинний вигляд південно-західної і південної частини цієї території порушується поодинокими острівними вершинами (Холмець,

Шаланки) або узгір'ями (Берегівське, Біганьське) заввишки до 300-368м, які є структурно-ерозійними останцями вулканічних гір.

Рельєф Солотвинської котловини горбистий з абсолютними позначками 150-250м в долині р. Тиси до 300-600м в районі стрімчаків.

Всі основні річки області беруть початок в Вододільній частині південно-східного схилу Карпат, протікають майже паралельно одна одній, пересікаючи хребти в субперпендикулярному напрямку, мають густу та сильно розгалужену мережу притоків. Загальна довжина річкової мережі біля 1500км. Річки Уж і Латориця впадають в р. Лаборець (Словаччина), інші – Боржава, Ріка, Тересля, Апшиця, Шопурка, Косівка і інші - є правими притоками р. Тиси. В низинній частині області р. Тиса широка (80-150м), її глибина 2-6м, швидкість течії 0,6-0,9м/сек, дно переважно гравійно-галечно-піщане, береги урвисті (2-7м), заплава зайнята луками. На всьому протязі ріка огорожена дамбою висотою 2-5м.

Праві притоки р. Тиса та її верхів'я (Біла і Чорна Тиси) – типово гірські, швидкоплинні річки з кам'янистим, валунно-галечниковим, рідко піщаним дном, доволі часто порожисті. Глибина їх 1-2м і лише в нижніх течіях вона досягає 3-4м. Для всього регіону характерні повені, часто катастрофічні, під час яких рівень води різко піднімається на 3-6м.

Клімат області помірно-континентальний, середньорічна температура повітря в низинній частині складає + 9 – +11° С, з переміщенням в гори зменшується до + 5 – +8°С в гірсько-рівнинній частині і до + 1 – + 4°С в горах. Сума річних опадів складає 600-700мм в низині, до 900-1400мм - в горах. Значна їх частина припадає на весняний та осінній періоди. Мінімум опадів відмічається в січні-лютому і серпні-вересні. Промерзання ґрунту і стійкий сніговий покрив характерні для гірської частини області. Для рівнини характерні безснігові зими і промерзання ґрунтів до перших сантиметрів. В окремі роки зимою спостерігаються відлиги з рясними дощами, що викликає зимові повені на річках.

2.2 Геолого-гідрогеологічні умови

Територія Закарпатської області охоплює зовнішні та внутрішні елементи альпійської складчастої системи. Тут виділяють Зовнішні або Флішові Карпати і Закарпатський внутрішній прогин. Розділяє їх Закарпатський глибинний розлом, що включає в себе Мармароську і Пенінську зони стрімчаків, а також Мармароський кристалічний масив. Зону глибинного розлому часто розглядають як елемент Внутрішніх Карпат [4].

Гідрогеологічні умови Закарпаття визначаються геологічною будовою, кліматом та рельєфом, що впливають на формування і циркуляцію підземних вод. У відповідності до схеми структурно-гідрогеологічного районування (Дніпропетровське відділення Укр ДГРІ, 2005 р.) територія Закарпатської області належить до басейну I-го порядку – Карпатського складного басейну пластово-блокових і пластових вод. В свою чергу, в басейні I-го порядку виділяють два басейни II-го порядку, а саме: Закарпатський басейн пластових напірних вод (в межах Мукачівської і Солотвінської депресій) та Карпатський басейн пластово-блокових і тріщинно-жильних напірних вод рис. 2.

Закарпатський басейн пластових вод відповідає т.зв. Закарпатському району, а Карпатський басейн – Гірськокарпатському району (рис. 2.3).

Басейн Карпатської складчастої області з великою кількістю опадів, гірським рельєфом та значною крутизною схилів характеризується надмірним зволоженням, швидким розвантаженням через поверхневий стік і є зоною інтенсивного водообміну. Складність геологічної будови Карпатської складчастої області зумовлює складність гідрогеологічних умов формування підземних вод. В першу чергу – це відсутність витриманих в плані та розрізі водоносних горизонтів, інтенсивна водозбагаченість в зонах тектонічної тріщинуватості, локалізація в диз'юнктивних вузлах мінералізованих та термальних вод (рис. 2.4).

Закарпатський артезіанський басейн – це область сповільненого водообміну і чималої мінералізації підземних вод.

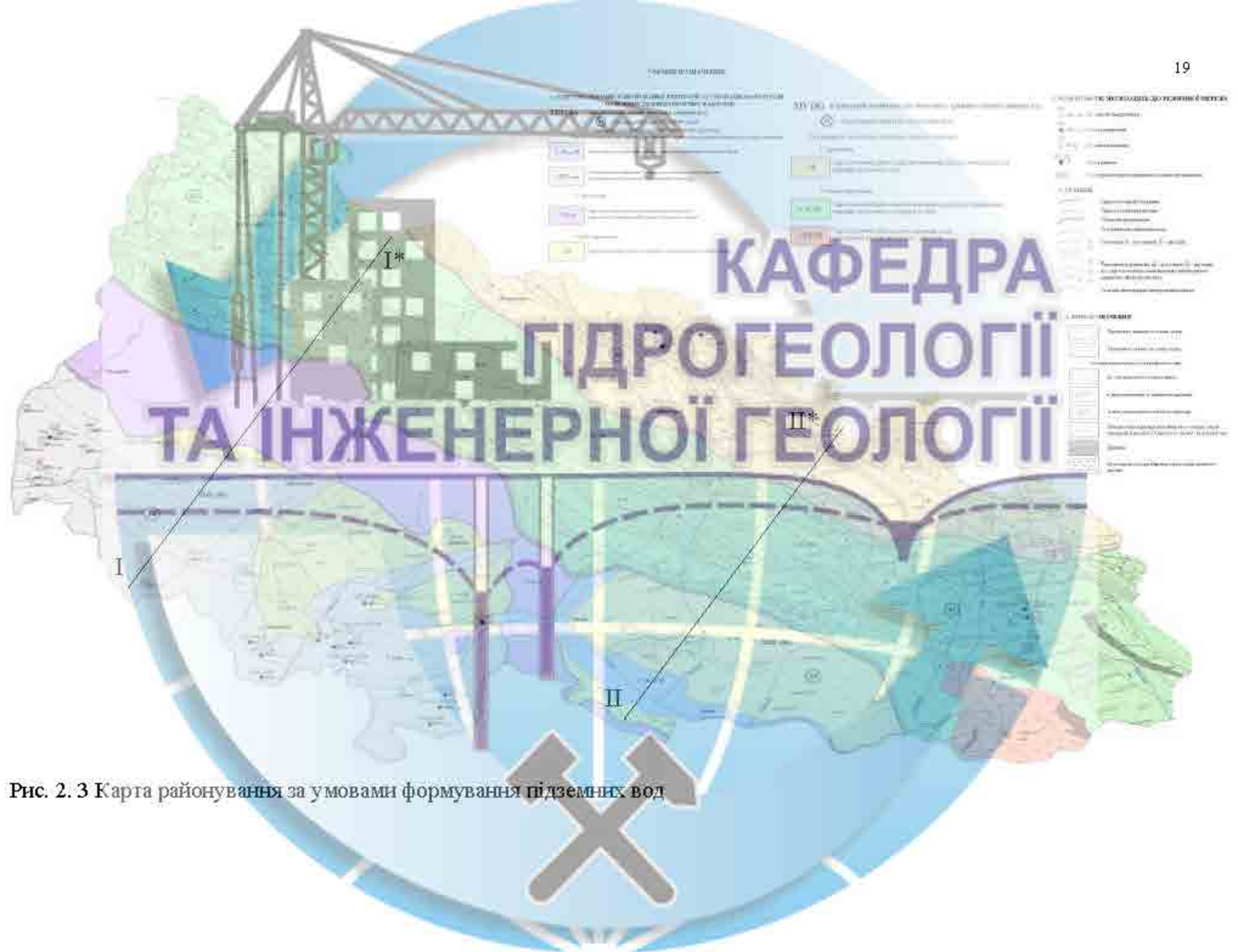
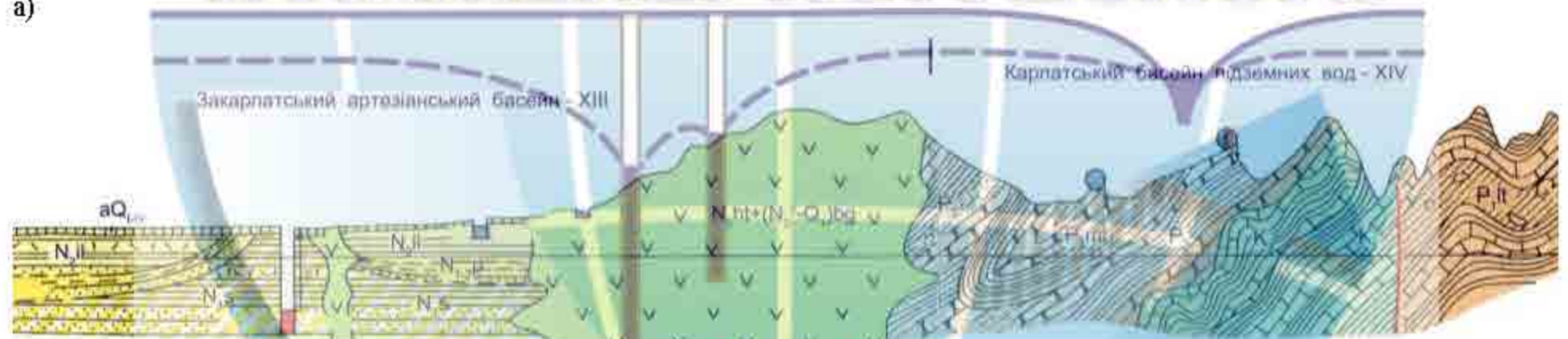


Рис. 2. 3 Карта районування за умовами формування підземних вод



а)



б)

Рис. 2.4 Геологічна будова району досліджень за лініями розрізу I-I* (а) і II-II* (б)

Найбільш обводненими є алювіальні і озерно-алювіальні відклади четвертинного віку, які утворюють витримані у плані і на глибину водоносні горизонти. В більш древніх корінних породах води мають спорадичне поширення.

Нижче наводиться характеристика основних водоносних горизонтів території Закарпаття, які безпосередньо впливають на умови розвитку ЕГП.

Водоносний горизонт верхньоплейстоценових і сучасних відкладів заплав і перших надзаплавних терас гірських річок ($арQ_{III+n}$) розповсюджений на території Вододільних і Полонинських Карпат, Вигорлат-Гутинського пасма і Солотвинської западини, де складає генетично єдиний тип. Водовмісними породами є валунно-галечники з піщано-глинистим заповнювачем. Склад заповнювача і величина матеріалу різко змінюється в плані, що зумовлює рівномірну водозбагаченість горизонту

Слід зазначити, що до перших надзаплавних терас, а доволі часто, і до заплав річок тяготеє промислове та індивідуальне будівництво. Як правило, в період повеней вони затоплюються, так як рівні гірських річок піднімаються до 7м вище межені. В результаті руйнуються будинки, дороги і особливо часто мости, які затоплюються водою, яка переносить велику кількість грубоуламкового матеріалу розміром до 1м в діаметрі.

Водоносний горизонт середньоплейстоценових-сучасних алювіальних відкладів минайської серії $a(Q_{II+n})$ поширений на території Закарпатської аккумулятивної рівнини, характеризується строкатим літологічним складом, що змінюється як по площі, так і в розрізі.

В західній частині рівнини алювіальні відклади представлені відсортованими піщано - галечними відкладами і крупнозернистими пісками, потужність яких зростає на південний захід від 30-40м до 100м. На ділянках найбільшої потужності в розрізі відкладів переважають валунно - галечні утворення, які характеризуються значною обводненістю.

На північ характер відкладів змінюється в бік зменшення крупноуламкових фракцій. Алювіальні відклади тут представлені гравійно-піщаними, піщано - галечними і піщаними з домішками глин утвореннями, що перешаровуються з глинами і тонкозернистим піском.

Водоносний горизонт нижньо-верхньоплейстоценових алювіальних відкладів ($aQ_{r-pш}$) приурочений до низьких (I-IV) і середніх (IV-VIII) річкових надзаплавних терас. Простежується вздовж північної околиці Чоп-Мукачівської і Солотвинської западин, а також в нижніх частинах долин основних водотоків. Водовмісні породи представлені піщано-гравійно-галечниками, потужність яких досягає 50-70м, в передгір'ї не перевищує 5-10м. Водозбагаченість порід невисока, що зумовлюється наявністю в них великої кількості глинистого і пильового матеріалу. Погана відсортованість піщано-галечних відкладів передумовлює їх низькі фільтраційні властивості (коефіцієнти фільтрації від 0,1 до 1,5м/добу).

Водоносний горизонт еоплейстоцен-нижньоплейстоценових алювіальних відкладів високих терас (aQ_{e-rt}) приурочений до X-XI (Копанської) надзаплавної тераси. Водовмісні породи – валуни, галька з суглинком, супіском і піском. Потужність водовмісних порід коливається в межах 10-30м, водозбагаченість незначна. Дебіти джерел до 0,1куб.дм/с, що свідчить про здренованість горизонту (відносне перевищення над Тисою 100м). Горизонт дронується річками Тисою і Боржавою, дебіти джерел значно знижуються в засуху, частина їх пересихає. В місцях виходу джерел доволі часто спостерігаються зсуви.

Водоносний горизонт алювіально-делювіальних відкладів (edQ) Розвинутий спорадично в гірській частині Закарпаття. Водовмісними є суглинисто-щебенево-брилові породи. Глибина залягання рівня ґрунтових вод 0-1,5м, дебіти джерел та колодязів непостійні в часі (від сотих до десятих долів куб.дм/с). Переважають гідрокарбонатні кальцієві і натрієві води з мінералізацією до 1г/куб.дм.

Водоносний комплекс в вулканогенних осадових породах верхньоміоцен-пліоценового віку (N_{1-2}) Водовмісні породи займають на поверхні обширну територію, яка охоплює Вигорлат-Гутинське пасмо і прилягаючу площу Закарпатського прогину на ширину до 50км. Літологічні особливості розрізу зумовили деякі відмінності у формуванні і локалізації підземних вод єдиного, складно збудованого комплексу, де виділяються водоносні горизонти лавової і туфової акумуляції і водоносний горизонт осадових напівскельних порід.

Для вулканогенних порід верхньоміоцен-пліоценового віку характерна наявність ґрунтових вод зони екзогенної тріщинуватості і міжпластових тріщинних і тріщинно-жильних вод зони тектонічної тріщинуватості. Потужність зон тріщинуватості екзогенного походження 5-20м, а ендегенної – понад 20м.

Водоносний комплекс у відкладах сармату (N_{1s}) Поширений спорадично. Невеликі ділянки обводненості порід сармату простежуються в районі м.Берегова, Берегівського горбогір'я, в межах Залужського та Іршавського підняття і в південно-східній частині Мукачівської западини. Глибина залягання водоносних порід – перші десятки метрів. Водовмісними є піски, пісковики, туфи і туфіти, що перешаровуються зі щільними глинами і аргілітами, гідравлічно не пов'язані між собою.

Водоносний комплекс у відкладах тортону (N_{1t}) Комплекс поширений в межах Чоп - Мукачівської і Солотвинської западин. Водовмісними породами є пропарки і лінзи пісків, пісковиків, конгломератів, туфів і туфітів і їх кори вивітрювання.

Водоносний комплекс спорадичного поширення підземних вод у флішових відкладах палеоцену (P) Поширений спорадично на всій території складчастої області Карпат. Водовмісними є тонкі пропарки пісковиків еоцену, тріщинуваті масивні товстопаруваті пісковики і гравеліти палеоцену.

Водоносний комплекс спорадичного поширення у Флішових відкладах крейди (К) Поширений в центральній частині Карпат. Фаціальний склад крейдового флішу досить однорідний, що зумовлює однотипність гідрогеологічних умов на всій території його розвитку і дає можливість розглядати його як єдиний водоносний комплекс. Водовмісними є поодинокі прошарки тріщинуватих пісковиків, конгломератів, вапняків та мергелів.

Водоносний комплекс у відкладах мезозою і протерозою-палеозою (MZ, PZ-PT) Водоносність комплексу вивчена слабо. Поширений він в межах Мармароського кристалічного масиву.

Мезозойські утворення залягають у вигляді окремих останців порівняно невеликої потужності і утворюють з породами палеозой-протерозою єдиний водоносний комплекс.

Грунтові води пов'язані з зоною вивітрювання корінних порід, міжпластові — з тектонічною тріщинуватістю. Найбільш поширений водоносний горизонт кори вивітрювання. Водонасними породами тут є дислоковані хлорито-слюдисті сланці, кварцити, гнейси, мармуризовані вапняки, мрамур, доломіти

2.3 Інженерно-геологічні умови

Поширення різних видів екзогенних геологічних процесів та пов'язані з ними зміни геологічного середовища визначаються особливостями геологічної будови, складом порід, тектонічними, геоморфологічними, гідрогеологічними, загально-кліматичними та метеорологічними умовами. Виділення територіальних комплексів ЕГП, що одержали розвиток в аналогічних умовах, базується на інженерно-геологічному районуванні території. Інженерно-геологічне районування території Закарпаття за умовами розвитку ЕГП ґрунтується на аналізі природних умов їх виникнення та прояву. Воно проведене за структурно-

тектонічною ознакою з виділенням регіонів. В останніх за геоморфологічною ознакою виділені області та райони.

Територія області розташована в межах двох регіонів: Карпатського (Ж) та Закарпатського(З), (рис. 2.5).

Карпатський регіон за геологічними умовами розвитку ЕГП характеризується поздовжньо-смугастою зональністю. В його межах виділено дві області (рис. 2.5):

- область складчастих середньо- та низькогірських масивів Вододільно-Верховинських Карпат;
- область середньовисотних Полонинсько-Чорногірських та Рахівсько-Чивчинських гірських хребтів.

Область складчастих середньо та низькогірських масивів Вододільно-Верховинських Карпат (Ж-3) розділяється на три райони:

- Верховинський середньогірний вододільний хребет (Ж-3-200);
- середньовисотні хребти приводільних Горган (Ж-3-129);
- Ясінянська котловина (Ж-3-130).

Верховинський район характеризується широким розповсюдженням тонкоритмічного флішу, який відзначається низькою стійкістю до вивітрювання, що сприяє формуванню потужного чохла пухких відкладів та створює передумови до інтенсивного розвитку зсувів усіх типів.

Район середньовисотних хребтів приводільних Горган складений товщами глинистого та піщано-глинистого флішу з прошарками пісковиків від верхньої крейди до еоцену. Наявність потужних пачок пісковиків сприяє утворенню значної кількості грубоуламкового матеріалу та розвитку обвальних-осипних явищ і селів. В місцях переважання тонкоритмічного флішу розвинені зсуви.

Район Ясінянської котловини складений переважно тонкоритмічним флішем крейди-палеогена, підвищеної тріщинуватості, що сприяє процесові вивітрювання з утворенням потужних (6-12м) елювіальних, елювіально-делювіальних і делювіальних пухких покривів. Наявність в

розрізі порід, що легко розмиваються, зумовлює широкий розвиток ерозійних процесів: площинного змиву, дрібноструменевої ерозії, яроутворення, руслової ерозії. В прируслових частинах відмічаються опливини, генетично різнотипні зсуви. Переважають зсуви ковзання, що розвиваються в пухкому покриві з захопленням корінних порід. Потужність зсувних накопичень до 35м. На тілах древніх зсувів часто розвиваються зсуви- потоки (течії) другого порядку. Селевий процес має обмежений розвиток.

Область середньовисотних Полонинсько-Чорногірських та Рахівсько-Чивчинських гірських масивів розділяється на п'ять районів:

- гірські хребти Свидовця-Чорногори (Ж-4-131);
- Рахівсько-Чивчинський масив (Ж-4-132);
- Скелясті пасма (Ж-4-133);
- Полонинський хребет (Ж-4-134);
- Завигорлат-Путинська міжгірська долина (Ж-4-135).

Район гірських хребтів Свидовця-Чорногори складений флішем крейди-палеогену, в якому широко розповсюджені потужні пачки пісковиків, що створює передумови для широкого розвитку обвальньо-осипних процесів. Вузькі каньйоноподібні долини рік та струмків, наявність грубоуламкового матеріалу біля підніжжя схилів і в бортах долин, наявність зливових дощів зумовлюють сприятливі умови для розвитку селів. На ділянках схилів, складених переважно тонкоритмічним флішем, розвиваються зсувні процеси.

Рахівсько-Чивчинський масив в тектонічному відношенні відповідає Мармароському кристалічному масиву, який складений найбільш стійкими до процесів вивітрювання породами – сланцями, мармурами та кварцитами протерозой-палеозою. Тут розвиваються обвальньо-осипні явища з утворенням грубоуламкового матеріалу, локально розвинені селі і зсуви.

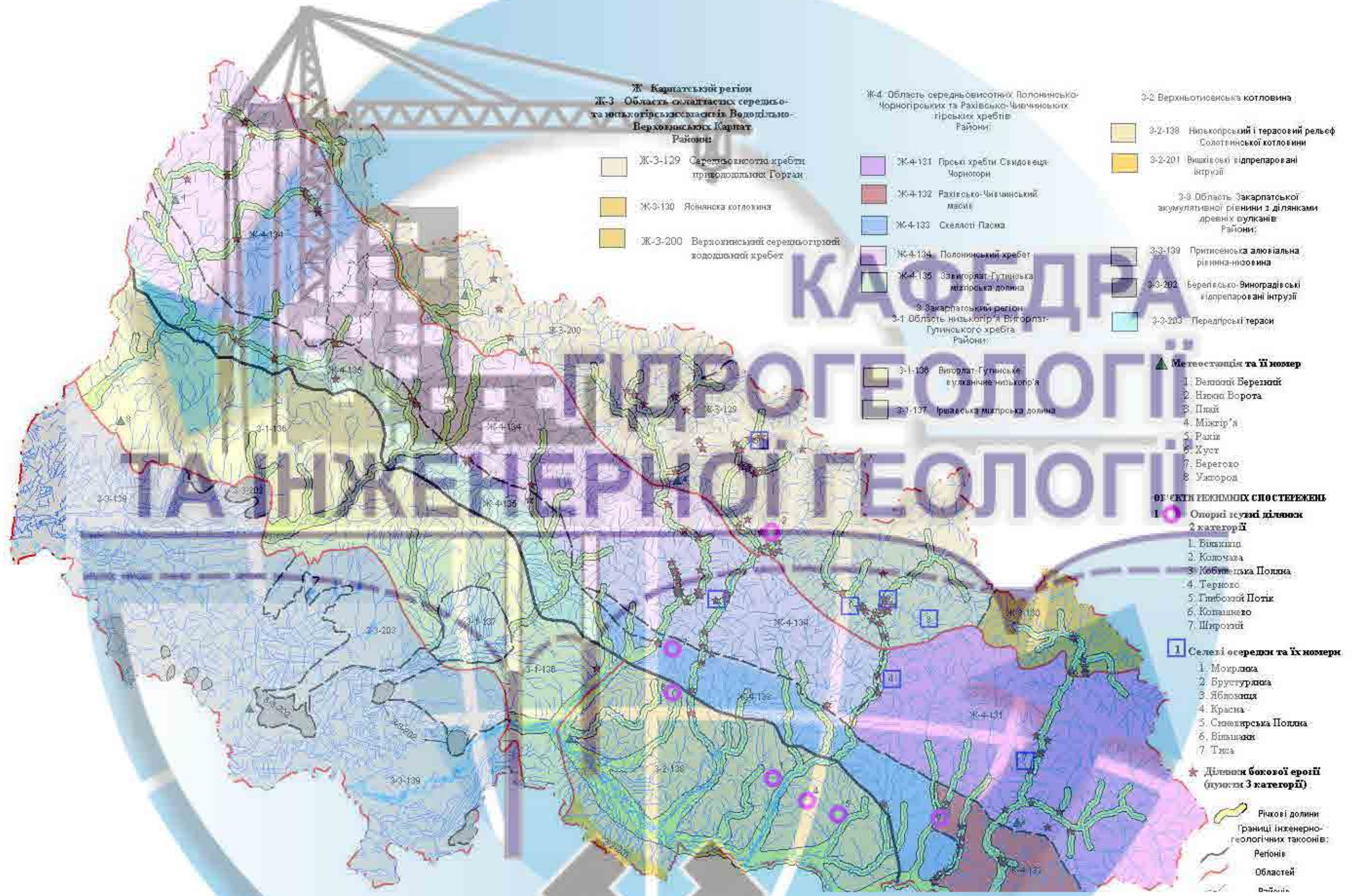


Рис. 2.5 Карта інженерно-геологічного районування за регіональними умовами розвитку екзогенно-геологічних процесів Закарпатської області

Район Скелястих пасмів в тектонічному відношенні відповідає Мармароській і Пенінській зонам стрімчаків Закарпатського глибинного розлому. Складений він мергелями, вапняками і конгломератами крейди, а також пісковиками палеогену. На схилах складених мергелями, широко розповсюджені зсувні, а пісковиками – обвальні-осипні явища. Локально розвивається карбонатний карст.

Полонинський хребет в структурному відношенні представлений серією складних складок, які ускладнені поздовжніми розломами і насувами. В розрізі порід корінної основи переважає тонкоритмічний фліш крейди-палеогену. Потужний чохол пухких відкладів флішевих товщ є середовищем інтенсивного розвитку зсувів та селів. Серед сучасних зсувів переважають зсуви потоки, що пов'язано з перезволоженням схилів атмосферними опадами.

Район Завигорлат-Гутинської міжгірської долини також складений флішовими відкладами крейди палеогену. Характеризується наявністю широких поздовжніх долин, в яких локально спостерігається підтоплення. На прилягаючих схилах, які покриті потужним чохлом пухких четвертинних відкладів, є сприятливі умови для розвитку зсувів.

Закарпатський регіон в структурно-тектонічному плані приурочений до Закарпатського внутрішнього прогину. В його межах виділено три інженерно-геологічні області: низькогір'я Вигорлат-Гутинського хребта; - Верхнетисенська котловина; - Закарпатська акумулятивна рівнина з ділянками древніх вулканів.

В області низькогір'я Вигорлат-Гутинського хребта виділено два райони: Вигорлат-Гутинське вулканічне низькогір'я (З-1-136); Іршавська міжгірська долина (З-1-137).

Вигорлат-Гутинське вулканічне низькогір'я складене вулканогенним матеріалом потужністю до 1000м. Розвиток в межах пасма лавових потоків андезитів, андезидацитів, стійких до процесів вивітрювання, обумовив появу чохла пухких глинистих відкладів потужністю до 5-8м, що перешкоджає розвитку зсувів ковзання, проте дрібні зсувні форми, переважно зсуви- потоки, є практично на всіх ділянках, де відсутній рослинний покрив. До полів розвитку туфів приурочені зсуви ковзання.

Іршавська міжгірська долина в тектонічному плані приурочена до Іршавської вулкано-тектонічної депресії. Представляє собою низовину, виповнену з поверхні озерно-алювіальними піськово-гравійно-галечними відкладами з глинистим наповнювачем. В межах долини відмічається бокова ерозія річок і струмків, підтоплення.

Більшу частину Верхнетисенської котловини займає район низькогірного терасового рельєфу Солотвинської котловини (3-2-138), складений потужною моласовою товщею порід неогенового віку. Присутність на схилах малопотужного чохла глинисто-суглинистих відкладів сприяє утворенню зсувів-потоків, в місцях виходу на денну поверхню субвулканічних утворень – незначних обвалів.

Область Закарпатської акумулятивної рівнини з ділянками древніх вулканів підрозділяється на три райони: Притисенська алювіальна рівнина – низовина (3-3-139); Берегівсько-Виноградівські відпрепаровані інтрузії (3-3-202); Передгірські тераси (3-3-202).

Район Притисенської алювіальної рівнини-низовини складений потужною товщею алювіальних валунно-галечно-піщаних відкладів четвертинного віку. Високі рівні ґрунтових вод зумовлюють підтоплення найбільш понижених ділянок району. В долині р.Тиси та її притоків локально розвивається бокова ерозія берегів.

Район Берегівсько-Виноградівських характеризується інженерно-геологічними умовами, аналогічними описаним для району 3-2-201.

Район Передгірських терас широкою смугою примикає до Вигорлат-Гутинського низькогір'я, здіймаючись над алювіальною рівниною на 20-100м. Складений алювіальними гравійно-галечниками високих терас. Наявність на схилах незв'язаних порід зумовлюють широкий розвиток яружної та площинної ерозії. Локально розповсюджені зсуви.

3 МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ МОНІТОРИНГУ ЕГП

Регіональний режим ЕГП вивчають на спостережних пунктах 1 категорії, яким відповідають інженерно-геологічні області або їх частини. Отримана інформація має відповідати на наступні питання:

- загальна кількість проявів ЕГП (зсувів, селів, ділянок бокової ерозії);
- кількість проявів ЕГП, що активізувалися;
- кількість проявів ЕГП, що виникли вперше;
- загальну кількість активних проявів ЕГП.

Регіональне вивчення ЕГП проводилось у 2 етапи: підготовчі і польові роботи.

Підготовчі роботи полягали у зборі, аналізі і узагальненні фондових матеріалів з геології, геоморфології, тектоніки і фізичної географії, гідрогеологічних і інженерно-геологічних умов, проявів сучасних екзогенних геологічних процесів з метою уточнення районування території за умовами розвитку ЕГП. Передбачалось також дешифрування аерофотоматеріалів в гірській частині території області.

Польові дослідження зводились до рекогносцирувального маршрутного обстеження території масштабу 1:200 000. Основними видами ЕГП, що вивчались в ході проведення маршрутів, є зсуви, селі і бокова ерозія водотоків, так як вони створюють найбільшу небезпеку для життя людей і нормального функціонування господарських об'єктів та природних геосистем на території області.

Режим ЕГП на пунктах 2 категорії вивчався на семи опорних зсувних ділянках, а саме: Колочава, Широкий, Кобилецька Поляна, Вільхівці, Глибокий Потік, Копашнево і Терново. Перші три ділянки характеризують різні інженерно-геологічні райони Карпатського регіону, а чотири останніх - область Солотвинської западини Закарпатського регіону.

Обстеження проводились один раз за рік. Основні завдання щорічних обстежень – підрахунок зміни площ, що уражені активними зсувами, а також отримання кількісних показників, що характеризують як локальний, так і регіональний режими зсувів. Такими показниками є:

- кількість та площа зсувів, що активізувалися;

- кількість та площа зсувів, що виникли вперше; загальна кількість та площа активних зсувів.

Для отримання необхідної інформації основним методом досліджень, який виконувався, є інженерно-геологічне обстеження ділянок. Щорічні обстеження проводились в масштабі 1:10000 – 1:25000, в залежності від розмірів ділянок та інтенсивності прояву процесу.

Стаціонарне вивчення режиму зсувів (спеціалізована інженерно-геологічна зйомка масштабу 1: 500 і топогеодезичні роботи) проводились на чотирьох опорних ділянках, які є репрезентативними для різних інженерно-геологічних областей і різних типів зсувів за їх механізмом, а саме: Топчино, Колочава - 2, Косівська Поляна і Арданово.

Карстологічні дослідження (інженерно-геологічне обстеження карстових ліжок) проводились в межах Солотвинського шахтного поля, де широко розвинений галогенний карст в соленосних товщах тереблінської світи.

Стаціонарне вивчення селенебезпечних територій проводилось шляхом сезонного спеціалізованого обстеження селевих осередків на семи опорних ділянках, які є репрезентативними для різних інженерно-геологічних областей і Карпатського регіону в цілому, а саме: Мокрянкa, Брустурянкa, Яблуниця, Красна, Синевирська Поляна, Вільшани і Тиса. При виборі ділянок керувались наступним:

- в межах ділянок протікають водотоки, в яких неодноразово виникали селеві потоки, які розвантажувались у вигляді потужних пролювіальних конусів виносу;
- кількість пухкого матеріалу в водозбірному басейні струмків достатня для повторної активізації селевого процесу;
- в зоні впливу селів розташовані господарські об'єкти і житлові будинки, які можуть бути повністю або частково зруйновані.

Сезонне спеціалізоване обстеження селевих осередків проводилось 1 раз за рік. Методика цього обстеження полягає в маршрутному вивченні в період селенебезпечних сезонів долин річок з метою визначення динаміки процесу [16,17].

3.1 Рекогносцирувальне обстеження території

Основними задачами, які вирішуються при проведенні рекогносцирувального обстеження території, є:

- оцінка та уточнення регіональних закономірностей розвитку ЕГП на території області, визначення площинного положення осередків розвитку та активізації ЕГП, статичної структури їх параметрів та зв'язку з геоморфологічними, гідрогеологічними та іншими умовами;

- виявлення та оцінка конкретних ділянок, проявів ЕГП;

- оцінка загальної ураженості території та її ураженості активними зсувами;

- вивчення умов та факторів формування ЕГП;

- визначення ступеня впливу ЕГП на господарські об'єкти.

Рекогносцирувальне обстеження території виконувалось шляхом проведення маршрутів масштабу 1:200 000 – 1:50 000, в залежності від складності інженерно-геологічних умов розвитку ЕГП, а також типу та інтенсивності прояву. Маршрути прокладались, в основному, вздовж долин основних водотоків. Пересування виконавців здійснювалось на автомобілях. При необхідності від них прокладались піші маршрути на прилягаючі схили або в долини невеликих притоків. При пересуванні на автомобілях відстань між точками спостережень не перевищувала 2000м, а пішому – не більше 500м. В ході маршрутів проводився безперервний опис річкового басейну, його схилів, місцезнаходження ділянок і проявів ЕГП відносно геоморфологічних елементів території, їх характеристика з візуальною оцінкою параметрів всіх основних морфологічних елементів, літологічних особливостей порід, що піддаються дії ЕГП, гідрогеологічних умов, тощо. Окрім цього, фіксувались ступінь задернованості, заліснення, господарського освоєння ділянок того чи іншого типу ЕГП та прилягаючих територій.

3.2 Вивчення зсувних процесів на опорних ділянках 2 категорії

Вивчення зсувних процесів проводилось на семи опорних ділянках другої категорії: Вільхівці, Глибокий Потік, Колочава, Копашнево, Кобилецька Поляна,

Терново, Широкий. Основними критеріями, згідно яких були виділені саме ці ділянки, є:

- ділянки розташовані в межах різних інженерно-геологічних районів і відрізняються за механізмом, типом та характером прояву зсувних процесів;
- ділянки є репрезентативними, що дозволяє провести інтерполяцію результатів спостережень на суміжні території;
- в межах ділянок розташовані житлові будинки, господарські об'єкти;
- ураженість зсувами території в межах ділянок досить значна;
- величини активності та інтенсивності зсувних процесів в межах ділянок одні з найбільших для території області.

Основні задачі щорічних інженерно-геологічних обстежень в межах опорних ділянок – підрахунок зміни площ, що уражені активними формами проявів процесу, а також отримання інших кількісних показників, що характеризують регіональний режим зсувів. Такими показниками є: зміни висоти і крутизни зсувних схилів, довжини та ширини зсувів, об'єми розмитих або відкладених зсувних порід в основі схилів, кількість активізованих і новоутворених зсувів.

В склад робіт входило: виїзд на ділянку, загальний її огляд, вибір зсуву для проведення на ньому досліджень, замір висоти і кутів нахилу стінки відриву і схилів миса зсуву, опис їх геологічної будови, проміри розмірів зсувного тіла, кутів нахилу його поверхні, опис його морфології (наявність тріщин, ступенів просідання, тощо), промір довжини, ширини і кутів нахилу поверхонь голови і язика зсуву, заміри активних зон зсуву і опис характеру зміщень, встановлення причини активізації зсуву, опис обводненості зсувних накопичень, реєстрація виходів підземних вод і замір їх витрат, встановлення впливу поверхневих водотоків на активізацію зсувних процесів, опис наявності рослинності на всіх елементах зсуву і прилягаючій до нього території, зарисовки або фотографування активних зон зсувів, огляд господарських об'єктів, які розташовані в зонах потенційного впливу зсувних процесів, тощо. Результати всіх обстежень, вимірів заносились в польові книжки.

Вивчення зсувних процесів на опорних ділянках 2 категорії проводилось один раз за рік. Результати спостережень використані при прогнозі розвитку зсувних процесів на території області.

3.3 Сезонне спеціалізоване обстеження селевих осередків

Сезонне обстеження селенебезпечних територій є одним з видів стаціонарних спеціалізованих робіт [16, 17]. У відповідності до проекту сезонне спеціалізоване обстеження селевих осередків проводилось на наступних ділянках: Мокрянка, Брустурянка, Яблуниця, Вільшани, Красна, Синевирська Поляна і Тиса.

Методика сезонного спеціалізованого обстеження селенебезпечних територій полягала у вивченні долин річок та прилягаючих схилів в місцях зародження селів і в транзитній зоні з метою визначення динаміки процесу. Основними задачами, які вирішувались, є:

- вивчення характеру надходження твердого матеріалу в русла річок;
- визначення місць максимального накопичення твердого матеріалу, який може поступати в русла потоків, тобто виявлення осередків зародження селю;
- виявлення можливого характеру початкового зрушення твердого матеріалу, тобто характеру зародження селю;
- вивчення характеру підживлення селів в зоні транзиту;
- вивчення параметрів конусів виносу селевих потоків в зоні розвантаження.

В склад робіт по обстеженню селевих осередків входять: географічна прив'язка об'єкту, загальний огляд осередку, вивчення та визначення морфологічних характеристик рельєфу, встановлення зв'язків з тектонікою, геологією та геоморфологічними умовами, вимірювання параметрів геодинамічного осередку за допомогою рулетки, а також його замальовка. Результати спостережень заносились в польові книжки і відображувались на картах масштабу 1:10 000 – 1:50000.

Сезонне спеціалізоване обстеження селевих осередків проводилось щорічно (один раз за рік) на протязі чотирьох років. Площа

3.4 Умови розвитку та характеристика факторів зсувоутворення

Територіальне переважання в межах Закарпаття гірськоскладчастих форм при їх значній тектонічній порушеності, наявність глинистих порід в розрізах порід корінної основи поряд з потужним (до 10м) чохлам четвертинних глинисто-суглинистих утворень, значна розчленованість рельєфу річковими долинами, висока сейсмічна активність зумовлюють широкий розвиток на цій території небезпечних екзогенних геологічних процесів, перш за все зсувів.

На досліджуваній території закартовано 2276 зсувів, з яких 1389 відносяться до категорії древніх, в основному стабілізованих, а 1387 – до новоутворених (зсуви, що утворилися після листопадової повені 1998р.). Окрім цього, 173 древніх зсувів активізувались на 251 ділянці. Загальна кількість активних зсувів становить 1638шт. Динаміка росту кількості зсувів проілюстрована на рис. 3.1.

Більшість закартованих зсувів мають чітко виражені зсувні елементи: зсувні площадки (тераси), вали та пагорби випирання, заболочені западини і навіть озера в зонах розтягання, подекуди збереглися прямовисні стінки відриву. За формою в плані серед них переважають цирко- і глетчероподібні, фронтальні, рідше зустрічаються ложко-, віяло-, груше-, капле-, підково- і конусоподібні, а також овальні. За своїм станом більшість древніх зсувів відносяться до категорії древніх стабілізованих, що досягнули свого базису денудації. На більшості активізованих ділянок переміщуються пухкі четвертинні відклади, тобто це зсуви другого порядку.

В геоморфологічному відношенні переважна частина зсувів, як древніх так і новоутворених, розміщена на середній та нижній частинах схилів річкових долин, досить часто вони охоплюють весь схил. Зсуви розвинені на схилах, які мають кути нахилу від 12 до 45°, але переважна їх кількість, особливо новоутворених, поширена на схилах з крутизною 25-35° при відносному перевищенні схилів 200-500м, тобто в інтервалі параметрів, які є оптимальними для накопичення пухких мас та води.

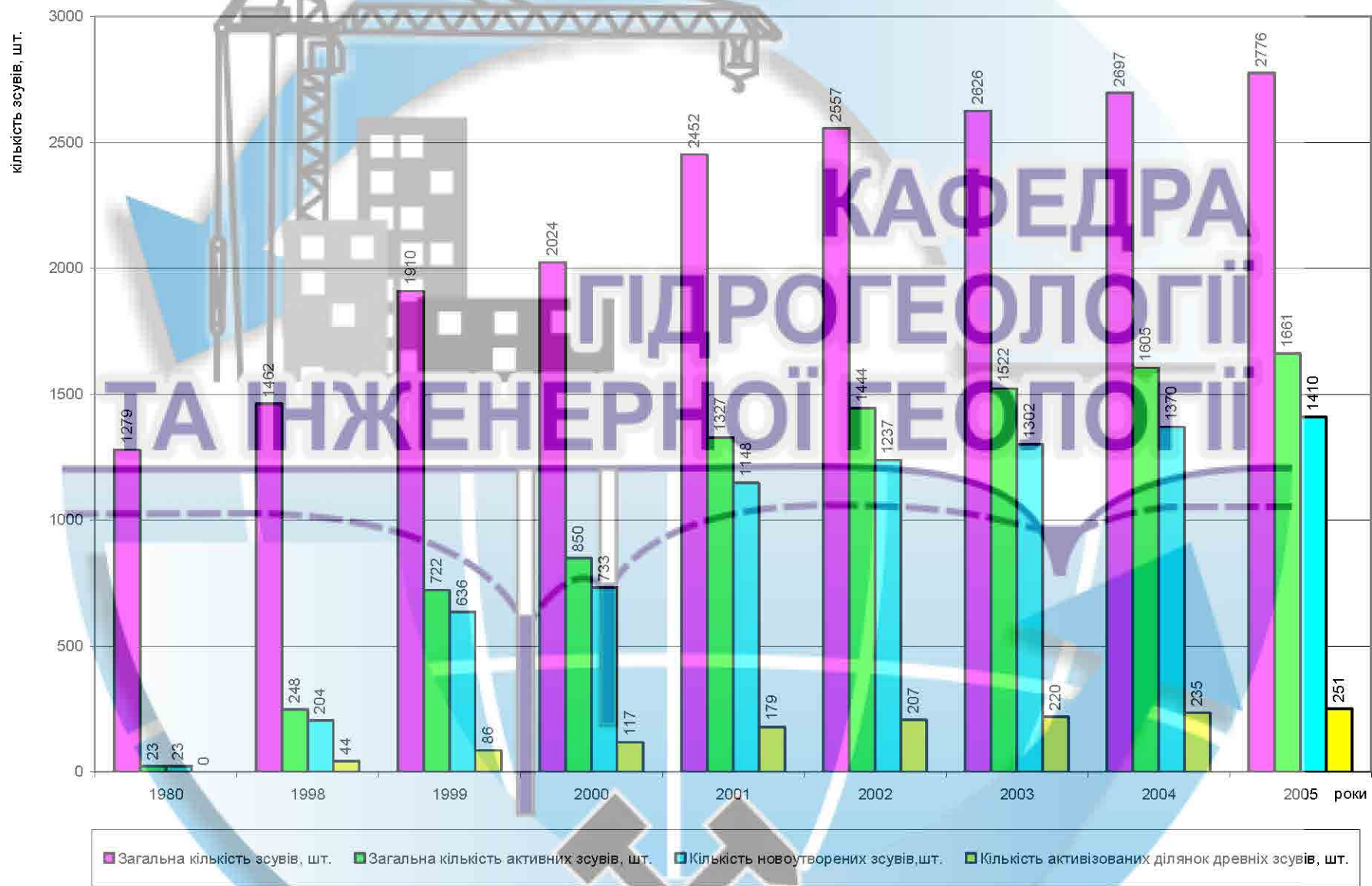


Рис. 3.1 Динаміка росту кількості зсувів на території Закарпатської області

Розміри зсувів дуже різноманітні. Найбільшими є древні зсуви, їх площа зазвичай складає 0,4-0,7 кв.км, досягаючи інколи 3,3 кв.км (зсув 125 в районі с. Черногорова, Великоберезнянського району). Площа більшості новоутворених зсувів не перевищує тисячних долей квадратних кілометрів, хоча деякі з них досягають площі до 0,5 кв.км (зсув 1852.1). За об'ємом гірських порід, що переміщуються, більшість новоутворених зсувів відноситься до категорії малих, невеликих і досить великих, серед древніх переважають величезні і катастрофічні.

Літологічний склад порід, що деформуються, залежить від місцеположення зсуву в загальній схемі інженерно-геологічного районування території Закарпатської області за умовами деформування ЕГП (рис. 2.5). В Карпатському інженерно-геологічному регіоні це породи глинистого флішу крейди-палеоцену, в Закарпатському – глини і суглинки кори вивітрювання вулканітів Вигорлат-Гутинського пасма або глинисті, субгоризонтально залягаючі глинисті моласові відклади неогену в межах Солотвинської котловини. В обох регіонах розповсюджені зсуви, приурочені до чохла елювіально-делювіальних, делювіальних, делювіально-колювіальних четвертинних глин і суглинків, які містять у собі уламки та брили корінних порід (від перших до 30-40%).

За механізмом утворення переважають два типи зсувів: ковзання і потоки (течії), досить часто зустрічаються перехідні їх різновиди. Зсуви ковзання виникають в будь-яких частинах схилу при наявності в породах основи послаблених зон, якими, як правило, є зони тектонічних розломів. Саме до останніх і приурочені більшість зсувів ковзання. Зсуви-потоки приурочені, як правило, до ущелин, улоговин, тальвегових частин балок, долин тимчасових водотоків, де найбільш сприятливі умови для перезволоження глинистих порід.

Найбільш ураженим є інженерно-геологічний район низькогірного і терасового рельєфу Солотвинської котловини, де закартовано 718 зсувів, що становить 25,8% від загальної їх кількості на території Закарпаття.

Зазначимо, що переважна більшість зсувів (642 шт. або 89,4%) утворились після листопадової повені. Значна кількість зсувів виявлена в межах Полонинського хребта (486 шт.) і середньовисотних хребтів Привододільних Горган (434 шт), що

відповідно становить 17,6 і 15,6% загальної їх кількості. В межах самих інженерно-геологічних районів зсуви також розміщені нерівномірно. Вони тяготять до крайових частин стику різних структурно-фаціальних зон. Хоча й тут помітна диференціація. Ділянки схилів з високою ураженістю зсувами (до 30-40%) чергуються з менш ураженими і навіть зовсім не ураженими їх частинами.

Крім постійних факторів на розвиток ЕГП значний вплив мають фактори, що повільно та швидко змінюються.

На утворення зсувів впливає сейсмічна активність території, інтенсивність якої в більш ранні періоди формування сучасного рельєфу була значно сильнішою, ніж в теперішній час. Вплив сейсмічності підтверджується розташуванням значної кількості древніх зсувів (273 древніх зсуви, що становить 21,3% загальної їх кількості) в зоні Закарпатського глибинного розлому, якому відповідають інженерно-геологічні райони Скелястих пасм (Ж-4-133) і більша частина Завигорлат-Гутинської міжгірської долини.

На утворення та катастрофічну активізацію практично всіх типів зсувів, що розвинені на території Закарпаття, серед інших факторів великий вплив має кліматичний, в першу чергу кількість атмосферних опадів, висота снігового покриву і температура повітря, які, в свою чергу, тісно пов'язані з сонячною активністю. Співставлення графіків опадів і сонячної активності з активізацією зсувного процесу в Закарпатті свідчить про існування кореляційного зв'язку режиму зсувоутворення із загальним зволоженням верхньої зони геологічного середовища та одинадцятирічним циклом сонячної активності (рис. 3. 2).

Зволоження порід, яке значною мірою залежить від кількості атмосферних опадів, є одним з найбільш вирішальних факторів, які обумовлюють утворення і активізацію зсувів-потоків на сучасному етапі їх розвитку. Атмосферні опади, проникаючи в пухкі породи четвертинного чохла, призводять до перезволоження схилу, одночасно збільшуючи вагу порід і зменшуючи їх опір здвигу, що призводить до зрушення порід. Вода при цьому відіграє роль додаткового ковзання між породами корінної основи і четвертинного чохла.

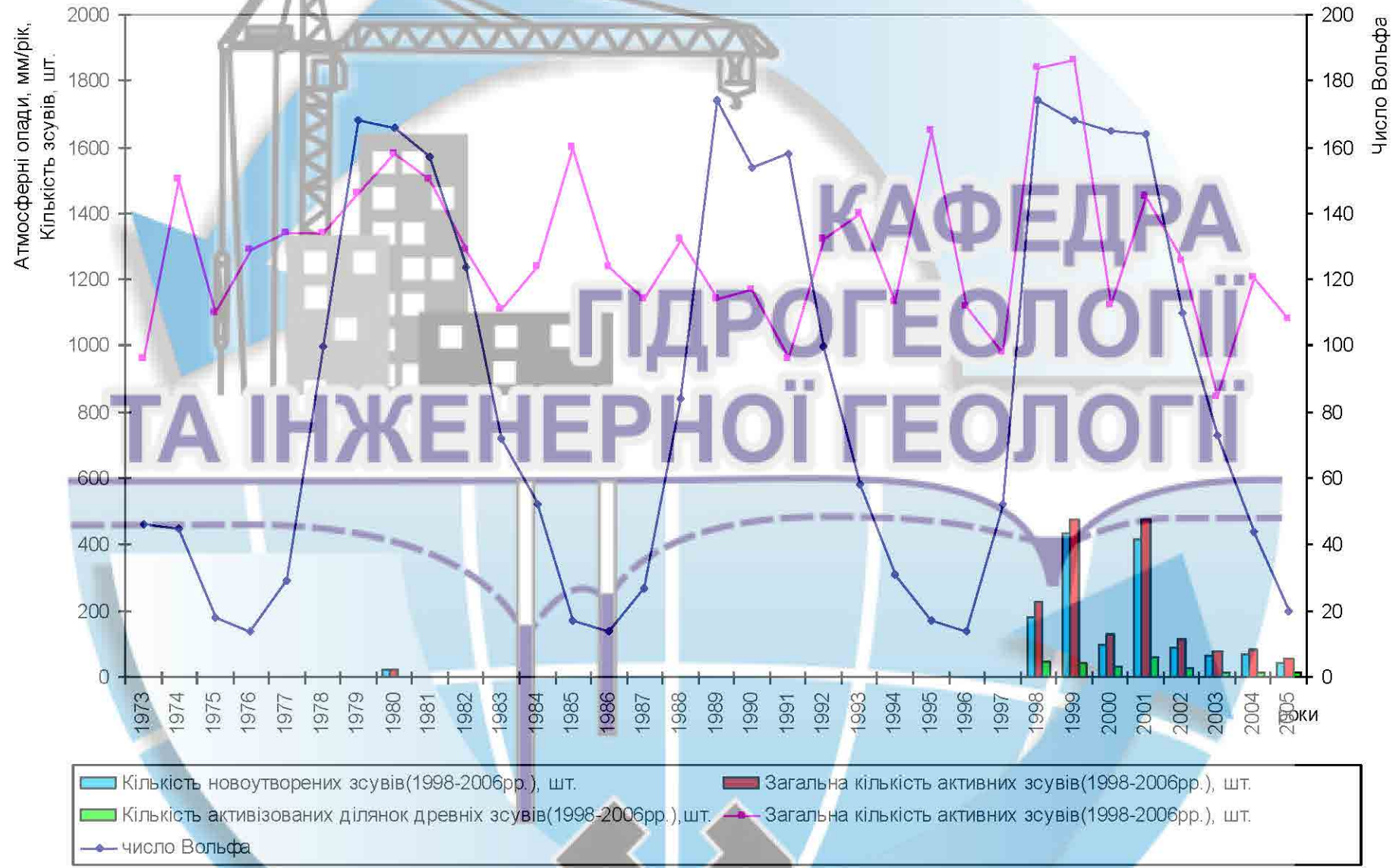


Рис. 3.2 Взаємозв'язок регіональних змін активності зсувів від атмосферних опадів та сонячної активності Закарпаття

Окрім цього, з випаданням інтенсивних зяятих дощів пов'язано виникнення повенів на річках і малих водотоках, що призводить до активізації бокової ерозії і, як результат, підрізки схилів. Часто підрізка схилів в результаті дії бокової ерозії водотоків призводить до утворення нових або активізації існуючих зсувів. Наведена вище оцінка просторово-часових факторів зсувоутворення в Закарпатській області узагальнена в таблиці 3.1. Вона є регіональною за своїм рівнем і може бути використана для обґрунтування просторово-часової оцінки активізації зсувів на досліджуваній території.

Таблиця 3.1

Оцінка просторово-часових факторів утворення зсувів Закарпаття

Групи факторів	Напрямок впливу при утворенні зсувів	Динаміка зсувоутворення	Завчасність прояву	Використання при прогнозі
2	3	4	5	6
Постійні 1. Структурно-геологічні. 2. Найвищі тектонічних форм. 3. Тип порід верхньої зони геологічного середовища. 4. Рельєф (величина кута відкосу схилу)	Розвиток різних типів зсувів: блокових (тектонічних), зміщення і ін. і активізація прояву при дії техногенних чинників	Регіональна концепція до розвитку зсувів в межах регіону з локальним прискоренням переважно на ранніх уражених ділянках	Багаторічна тенденція до прояву процесу зсувоутворення (тренд від 10-17-23-30 років і більше)	Гармонійний аналіз зв'язку сезонна активність-кількість опадів – кількість зсувів, оцінка довгострокових трендів активності зсувного процесу
Повільно-змінні 1. Сейсмічні (3-4 бали)	Можливість руху окремих зсувів, змін морфології, перерозподіл напруг в зсувному масиві	Періодична активізація внаслідок сейсморухів	Періодичність повторів сеймопроявів, випереджаючі варіації гідрогеодеформаційних, газогеохімічних, електромагнітних і ін. полів в межах року або зі зміщенням на 1-2 роки	Кількісно-ймовірний аналіз просторово-часового розподілу зсувів, їх геоморфологічних та ін. елементів (гіпсометричне розташування, рівень активізації, тип порід, кути відкосу та ін.), врахування тренду сейсмічності
2. Довгочасні зміни клімату і кількості опадів (3-5÷10-17 років)	Регіональна активізація зсувів з підвищенням їх кількості на окремих ділянках	В межах річних варіацій	В межах року або зі зміщенням на 1-2 роки	
3. Підвищення рівнів ґрунтових вод (до кригічних глибин 2÷5м)	Додаткове зволоження та перезволоження схилів і зсуво-селевих об'єктів, зниження міцності і зчеплення ґрунтів, тектонічних зон і ін.	В межах річних, середньо- і довгострокових (2-3, 10-17) циклів підйому рівнів ґрунтових вод	В межах року або зі зміщенням на 1-2 роки	
4. Періодичне повторення високих повеней	Локальна активізація абразії, зниження стійкості берегових схилів, порушення профілю річкових русел і балансу ґрунтових мас	Можливість активізації зсувів до кількох разів за рік після підвищення опадів	В межах сезону (режимні спостереження, перерозподіл поверхневого стоку в річковому басейні)	

2	3	4	5	6
5. Стійке зменшення площі рослинного покриття	Загальне зниження стійкості схилів, зростання їх еродованості			
6. Стале поширення техногенного навантаження на схили при забудові, підрізці схилів та порушенні ландшафтів	Порушення балансу ґрунтових мас схилів внаслідок підрізки, забудови, зміни водо-теплого балансу	Формування умов додаткового зсувоутворення внаслідок зростання навантаження на зсувопотенційні ділянки ГС і підвищення природних факторів зсувоутворення	В межах прийнятого розрахункового варіанту	
Швидкоплинні 1. Метеорологічні (аномальні опади від 2-3 діб до 1 місяця)	Зниження міцності ґрунтів на схилах та їх стійкості	Довгострокова активізація зсувів усіх типів	В межах сезону або року з прогнозним підвищенням опадів	Короткотерміновий прогноз загальної активізації. Короткотерміновий прогноз локальної (загальної) активізації
2. Неодноразові високі повені в межах року	Ерозія берегів, зростання кута відкосу, зниження стійкості схилів	Локальна активізація прибережних зсувів	Переважно в межах весняного та осіннього сезонів	
3. Сейсмічні поштовхи понад 5 балів	Активізація тектонічних структур, порушення і рухи порід, можливість проявів сейсмодислокацій	Короткочасова активізація зсувів (довгострокове зниження стійкості порід схилів)	Прогнозуються за варіаціями гідрогеодеформаційних та ін. полів від півроку до кількох діб	Факторне (фривне) врахування при коротко-середньодовгострокових прогнозах параметрів змін гідрогеодеформаційних, газогемічних електромагнітних (ПЕМГЗУ) полів і ін.

Слід зазначити, що Закарпатський регіон є територією зі значним рівнем техногенного навантаження на геологічне середовище, що створює низку техногенних факторів, які впливають на утворення та активізацію зсувів. До цих факторів належать: підрізка схилів при прокладанні доріг, нафто- та газопроводів, будівництво житлових та господарських споруд, тощо; вирубка лісу, розорювання схилів; надмірний випас худоби та інші.

4. ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ПОПЕРЕДЖЕННЯ НЕГАТИВНИХ ЕГП

4.1 Методи оцінки стійкості ґрунтових схилів

Укосом називається штучно створена поверхня, що обмежує ґрунтовий масив, виїмку чи насип (рис. 4.1).

До схилів відносять укоси, утворені природним шляхом (вони обмежують ґрунтові масиви природного складу).



Рис. 4.1. Схема ґрунтового укосу та його основних частин: 1 – уступ; 2 – берма; 3 – бровка уступу; 4 – підощва укосу; 5 – поверхня ковзання

Крива, по якій відбувається руйнування укосу, називається поверхнею ковзання. При прояві негативних факторів може відбутися руйнування укосу (у цьому випадку кажуть, що укис утратив стійкість) і як наслідок – руйнування розташованих на укосі чи поблизу нього будинків і споруд.

Основними причинами втрати стійкості укосів і схилів є:

- влаштування неприпустимо крутого укосу або схилу;
- підрізування схилу, що знаходиться в стані, близькому до граничного;
- збільшення зовнішнього навантаження (зведення споруд, складування матеріалів на укосі чи поблизу його брівки);
- зміна внутрішніх сил (наприклад, збільшення питомої ваги ґрунту при зростанні його вологості або навпаки – дія виважуючої сили води на ґрунти, що складають укис);

- зниження опору ґрунту зрушенню за рахунок підвищення його вологості або інших причин;
- прояв гідродинамічного тиску;
- вплив сейсмічних сил і різного роду динамічних впливів (рух транспорту, забивання палів і т.п.).

У ході розрахунку стійкості укосів і схилів визначають коефіцієнт стійкості, який не повинен перевищувати деякої наперед заданої величини.

Розрахунок виконують для умов плоскої задачі (тобто для смуги основи шириною 1 метр).

Задача оцінки стійкості укосів і схилів базується на наступних принципах.

1. Відомі поверхня ковзання, властивості ґрунтів, що складають основу, зовнішні навантаження і впливи, а також рельєф обмежуючої укіс денної поверхні. Потрібно визначити його коефіцієнт стійкості. Така задача виникає в тому випадку, коли необхідно змінити профіль укосу з метою підвищення його стійкості.

2. Відомі коефіцієнт стійкості укосу, властивості ґрунтів, що складають основу, зовнішні навантаження і впливи, а також рельєф обмежуючої укіс денної поверхні. Потрібно визначити його поверхню ковзання. Таке завдання виникає в тому випадку, коли необхідно визначити безпечну відстань, на якій поблизу укосу можуть бути зведені будівлі і споруди.

3. Відомі властивості ґрунтів, що складають укіс, зовнішні навантаження і впливи, а також рельєф обмежуючої укіс денної поверхні. Потрібно визначити його коефіцієнт стійкості і поверхню ковзання.

При розрахунку стійкості укосів використовують численні методи, які можна об'єднати у дві великі групи, а саме – диференціальні й інтегральні методи.

У першій групі методів розрахунок зводиться до вирішення системи рівнянь, а у другій – до підрахунку за деякими правилами співвідношення діючих на укіс зрушуючих і утримуючих сил.

4.2 Оцінка стійкості ґрунтового схилу на ділянці Терново

Ділянка досліджень розташована на території однойменного села Тячівського адміністративного району, в правому борту стр. Петрушів. В геологічній будові ділянки беруть участь неоген-четвертинні та четвертинні утворення, які зведені до наступних інженерно-геологічних елементів [13]:

ПЕ-1 – Рослинний ґрунт. Шар має обмежене розповсюдження, в основному змитий. Потужність шару 0,2м.

ПЕ-2 – Суглинок тугопластичний опіскований, коричнево-жовтий та зелено-жовтий з домішками до 40% уламків пісковиків розміром 2-10см. Шар розповсюджений по всій площі, втягнутий в зсувні рухи, в місцях деформацій утворює вражаючу мережу тріщин, потужність 2-16м. Загальні фізико-механічні властивості шару наступні: а) природна вологість (W) коливається в межах 23 – 26% (0,228-0,262); б) число пластичності (I_p) = 0,14–0,13, верхня межа (W_l) = 0,32–0,33; нижня межа (W_p) = 0,18–0,20; в) показник консистенції (I_i) в межах 0,34 – 0,48; г) об'ємна вага (j) = 1,92 – 1,91; д) ступінь вологості (G) = 0,4 – 0,90; е) кут внутрішнього тертя $\varphi = 22^\circ$; є) зчеплення $c = 0,28 \text{ Т/м}^2$; ж) об'ємна вага $\gamma = 1,91 \text{ Т/м}^3$.

ПЕ-3 – Глина туго- та м'якопластична, сіро-синя до темно-синьої з домішками до 25% уламків пісковиків розміром 1-10см. Шар розповсюджений по всій площі, втягнутий в зсувні деформації. Потужність коливається в межах 12 – 22м. Загальні фізико-механічні властивості наступні: а) природна вологість (W) коливається в межах 30 – 34% (0,302-0,344); б) число пластичності (I_p) = 0,22 – 0,23, - верхня межа (W_l) = 0,43 – 0,45; - нижня межа (W_p) = 0,21 – 0,22; в) показник консистенції (I_i) в межах 0,42 – 0,54; г) об'ємна вага (j) = 2,04 – 2,06; д) ступінь вологості (G) = 1,10 – 1,19. е) кут внутрішнього тертя $\varphi = 12^\circ$; є) зчеплення $c = 0,36 \text{ т/м}^2$; ж) об'ємна вага $\gamma = 2,06 \text{ т/м}^3$.

ПЕ-4 – Глина сіра та сіро-синя, аргілітоподібна. Служить місцевим водотривом. Розкрита потужність 20 – 30м. е) кут внутрішнього тертя $\varphi = 19^\circ$; є) зчеплення $c = 0,54 \text{ Т/м}^2$.

Оскільки схил складений з різнорідних порід, то сповзання ґрунту часто йде за деякою довільною кривою поверхні ковзання. В цьому випадку для визначення ступеня стійкості відкосу самим виправданим є метод горизонтальних сил (метод Маслова — Беррера) [1].

Суть методу полягає у визначенні активного тиску ґрунту в межах того або іншого блоку як на підпирну стінку з вертикальною задньою гранню та з поверхнею ковзання, нахиленою до горизонту під кутом α .

Коефіцієнт запасу за цим методом визначається за формулою:

$$K_{\text{зап}} = \frac{\sum P_i [\operatorname{tg} \alpha_i - \operatorname{tg}(\alpha_i - \psi_i)]}{\sum P_i \operatorname{tg} \alpha_i} \quad (4.1)$$

де P_i - вага блоку; α_i - кут нахилу площини ковзання цього блоку до горизонту; ψ_i - кут зсуву ґрунту при навантаженні, що дорівнює вазі блоку.

Вибравши поверхню ковзання згідно методу і розрахувавши відношення сил утримуючих до сил зрушуючи отримаємо коефіцієнт запасу (рис.4.2):

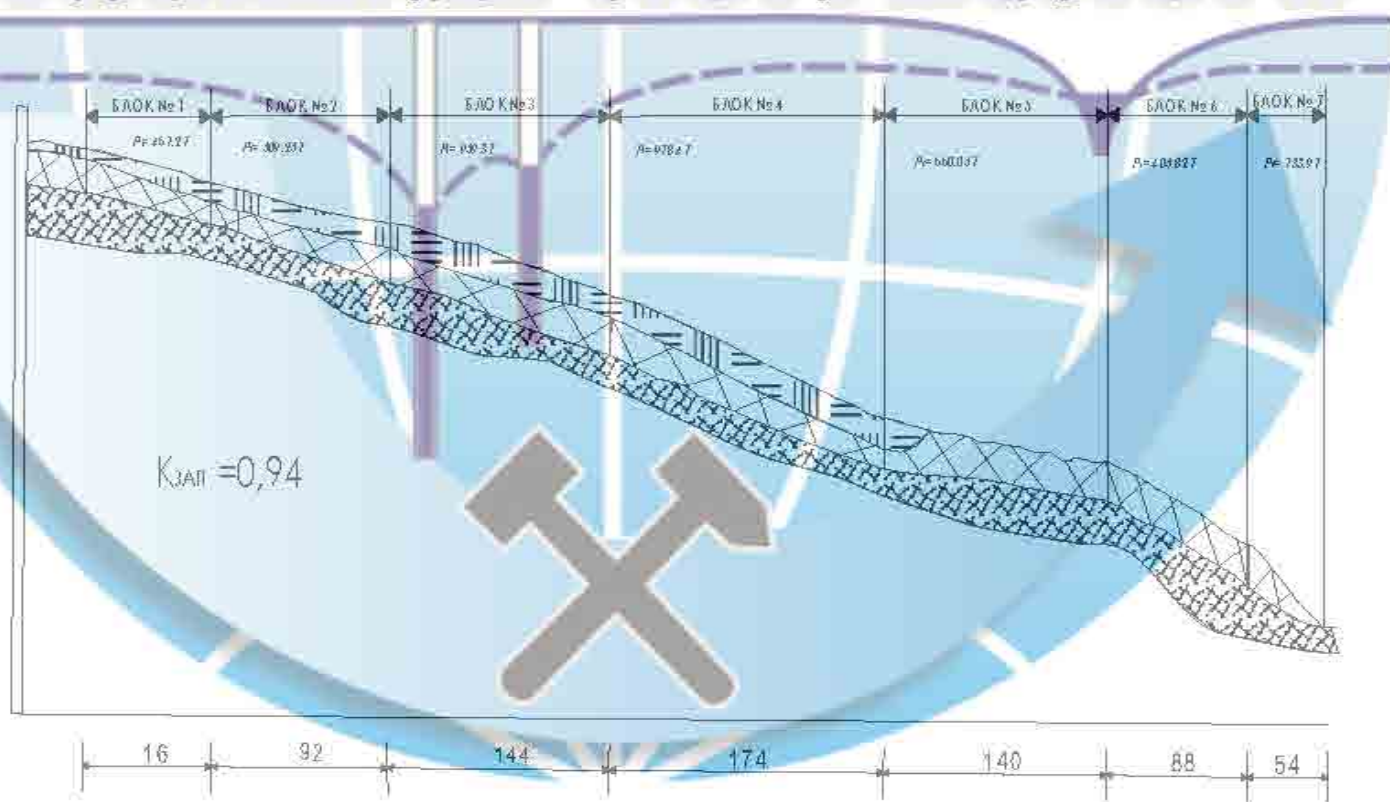


Рис.4.2 Схема до розрахунку стійкості схилу за методом Маслова-Беррера в природних умовах

$$K_y = \frac{461.2(\operatorname{tg}15 - \operatorname{tg}(15 - 20)) + 509.25(\operatorname{tg}18 - \operatorname{tg}(18 - 20)) + 959.3(\operatorname{tg}17 - \operatorname{tg}(17 - 19)) + 978.42(\operatorname{tg}22 - \operatorname{tg}(22 - 19))}{461.2 * \operatorname{tg}15 + 509.25 * \operatorname{tg}18 + 959.3 * \operatorname{tg}17 + 978.42 * \operatorname{tg}22} + \frac{660.05(\operatorname{tg}6 - \operatorname{tg}(6 - 20)) + 405.85(\operatorname{tg}29 - \operatorname{tg}(29 - 20)) + 133.9(\operatorname{tg}30 - \operatorname{tg}(30 - 23))}{660.05 * \operatorname{tg}6 + 405.85 * \operatorname{tg}29 + 133.9 * \operatorname{tg}30} = 0,94$$

Це свідчить, про те, що по вибраній поверхні ковзання відбудеться зрушення гірських мас, тобто даний схил не стійкий. Дані розрахунків зведені в таблиці 4.1.

Проведемо розрахунок стійкості схилу за методом Маслова-Беррера з урахуванням навантаження (рис. 4.3).

$$K_y = \frac{461.2(\operatorname{tg}15 - \operatorname{tg}(15 - 20)) + 509.25(\operatorname{tg}18 - \operatorname{tg}(18 - 20)) + 959.3(\operatorname{tg}17 - \operatorname{tg}(17 - 19)) + 1267.42(\operatorname{tg}22 - \operatorname{tg}(22 - 18))}{461.2 * \operatorname{tg}15 + 509.25 * \operatorname{tg}18 + 959.3 * \operatorname{tg}17 + 1267.42 * \operatorname{tg}22} + \frac{660.05(\operatorname{tg}6 - \operatorname{tg}(6 - 20)) + 405.85(\operatorname{tg}29 - \operatorname{tg}(29 - 20)) + 133.9(\operatorname{tg}30 - \operatorname{tg}(30 - 23))}{660.05 * \operatorname{tg}6 + 405.85 * \operatorname{tg}29 + 133.9 * \operatorname{tg}30} = 0,92$$

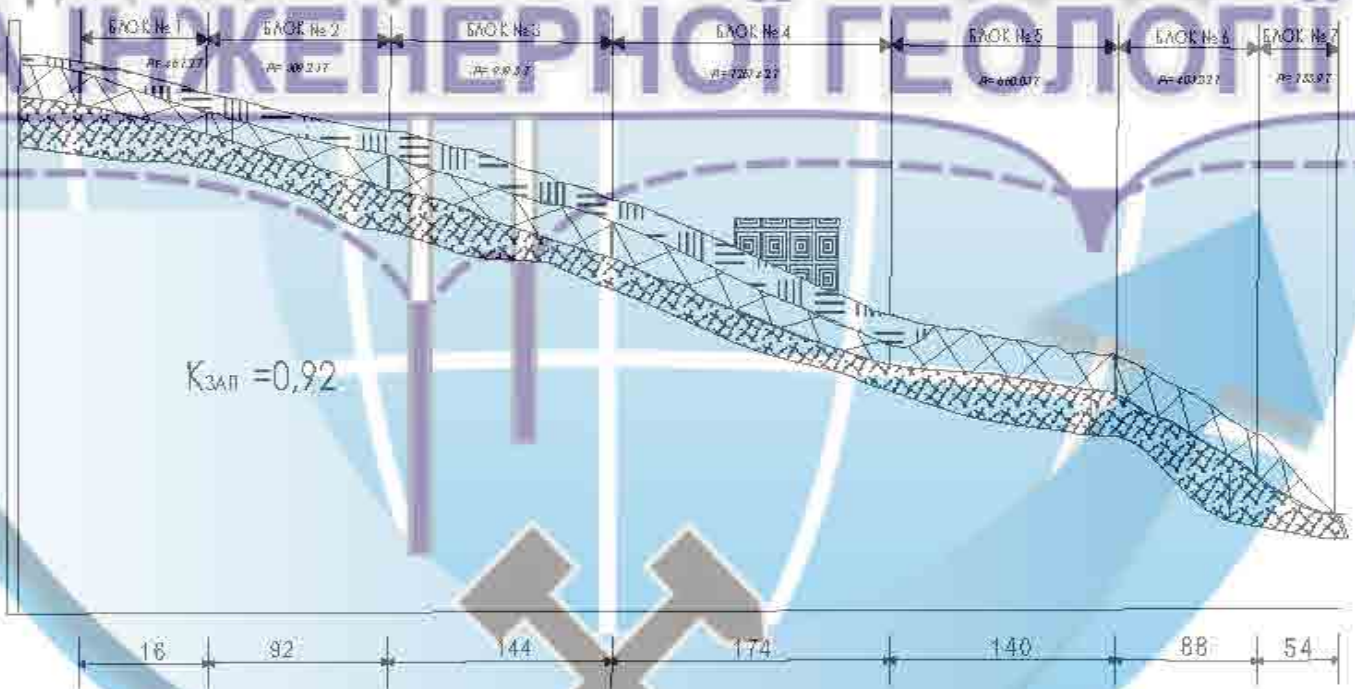


Рис. 4.3 Схема до розрахунку стійкості схилу за методом Маслова-Беррера з урахуванням навантаження

Результати розрахунків представлені в табл.4.2.

Таблиця 4.1

Результати розрахунку стійкості схилу в природних умовах

№ блоку	Основа блоку l , м	Об'ємна вага γ , T/M^3	Вага блоку P , T	Середній питомий тиск $p_0 = P/L$, T/cm^2	Кут внутрішнього тертя, ω°	Зчеплення, c , T/M^2	Кут зсуву, ψ° $tg \psi = tg\phi + c/p_0$	Нахил площини ковзання α°	$tg\alpha$	$\alpha - \psi$	$tg(\alpha - \psi)$	$[tg\alpha - tg(\alpha - \psi)]$	$P \times [tg\alpha - tg(\alpha - \psi)]$	$P \times tg\alpha$
1	96	1.91 2.06	461.2	4.8	17	0.3	20	15	0.268	-5	-0.087	0.175	80.76	123.5
2	92	1.91 2.06	509.2	5.5	17	0.3	20	18	0.325	-2	-0.035	0.36	183.3 3	165.4
3	144	1.91 2.06	959.3	6.6	17	0.3	19	17	0.306	-2	-0.035	0.34	326.1 6	293.2
4	174	1.91 2.06	978.4	5.62	17	0.3	19	22	0.404	3	0.052 4	0.352	344.4	395.3
5	140	1.91 2.06	660.0	4.72	12	0.36	20	6	0.105	-14	-0.249	0.175	115.5	69.37
6	88	1.91 2.06	405.8	4.6	12	0.36	20	29	0.554	9	0.158	0.396	160.7 2	224.9
7	54	1.91 2.06	133.9	2.48	12	0.36	23	30	0.577	7	0.123	0.454	60.79	77.31

Таблиця 4.2

Результати розрахунку стійкості схилу з урахуванням навантаження

№ блоку	Основа блоку L, м	Об'ємна вага γ , T/M ³	Вага блоку P, T	Середній щільний тиск $P_0 = rL$, T/CM ²	Кут внутрішнього тертя, φ°	Зчеплення, c , T/M ²	Кут зсуву, ψ° $\text{tg } \psi = \text{tg} \varphi + c/P_0$	Нахил площини ковзання α°	$\text{tg} \alpha$	$\alpha = \psi$	$\text{tg}(\alpha - \psi)$	$ \text{tg} \alpha - \text{tg}(\alpha - \psi) $	$P \times [\text{tg} \alpha - \text{tg}(\alpha - \psi)]$	$P \times \text{tg} \alpha$
1	96	1.91 2.06	461.2	4.8	17	0.3	20	15	0.268	-5	-0.087	0.175	80.76	123.58
2	92	1.91 2.06	509.25	5.5	17	0.3	20	18	0.325	-2	-0.035	0.36	183.33	165.47
3	144	1.91 2.06	959.3	6.6	17	0.3	19	17	0.306	-2	-0.035	0.34	326.16	293.29
4	174	1.91 2.06	1267.42	10.44	17	0.3	18	22	0.404	4	0.0699	0.3341	423.41	512.04
5	140	1.91 2.06	660.05	4.72	12	0.36	20	6	0.105	-14	-0.249	0.175	115.5	69.37
6	88	1.91 2.06	405.82	4.6	12	0.36	20	29	0.554	9	0.158	0.396	160.72	224.97
7	54	1.91 2.06	133.9	2.48	12	0.36	23	30	0.577	7	0.123	0.454	60.79	77.31

Таблиця 4.3

Результати розрахунку стійкості схилу при осушенні гірських порід

№ блоку	Основа блоку l, м	Об'ємна вага %, $\frac{\gamma}{\gamma_{\text{в}}}$	Вага блоку P, Т	Середній питомий тиск $\rho_{\text{ср}} \cdot l / \Gamma / \text{см}^2$	Кут внутрішнього тертя, ψ , 0°	Зчлення, c, Т/м ²	Кут зсуву, φ , $\text{tg } \varphi = \frac{c}{\rho_0}$	Нахил площини ковзання α , 0°	$\text{tg } \alpha$	$\alpha - \psi$	$\text{tg}(\alpha - \psi)$	$[\text{tg } \alpha - \text{tg}(\alpha - \psi)]$	$P \times [\text{tg } \alpha - \text{tg}(\alpha - \psi)]$	$P \times \text{tg } \alpha$
1	96	1,6 1,8	397,2	4,14	22	0,36	26	15	0,268	-11	-0,194	0,462	183,6 7	106,4
2	92	1,6 1,8	437,6	4,756	22	0,36	26	18	0,325	-8	-0,140	0,465	203,7	142,2
3	144	1,6 1,8	822,8	5,714	22	0,36	25	17	0,306	-8	-0,140	0,446	367,3	251,7
4	174	1,6 1,8	1110,8	9,35	22	0,36	24	22	0,404	-2	-0,035	0,439	487,6	448,7
5	140	1,6 1,8	572,4	4,089	19	0,3	23	6	0,105	-17	-0,305	0,410	235,0	60,10
6	88	1,6 1,8	354,6	4,03	19	0,3	23	29	0,554	6	0,105	0,448	159,1	196,4
7	54	1,6 1,8	117	2,17	19	0,3	26	30	0,577	4	0,069	0,507	59,33	67,50

При урахуванні навантаження коефіцієнт запасу знизився до 0,92, що свідчить про те, що навантажувати схил або проводити будівні роботи не можна. Одним з першочергових заходів щодо боротьби з зсувами є осушення схилу. З цією метою був проведений розрахунок стійкості схилу в осушеному стані по методу Маслова-Беррера (табл.4.3). Це дозволило збільшити коефіцієнт запасу до 1,33:

$$K_s = \frac{397.2(tg15 - tg(15 - 26)) + 437.6(tg18 - tg(18 - 26)) + 822.8(tg17 - tg(17 - 25)) + 1110.8(tg22 - tg(22 - 24)) + 572.4(tg6 - tg(6 - 23)) + 354.6(tg29 - tg(29 - 23)) + 117(tg30 - tg(30 - 26))}{397.2 * tg15 + 437.6 * tg18 + 822.8 * tg17 + 1110.8 * tg22 + 572.4 * tg6 + 354.6 * tg29 + 117 * tg30} = 1,33$$

4.3 Протизсувні заходи

Протизсувні заходи можна умовно поділити на дві групи: це пасивні попереджувальні та активні, які потребують облаштування різноманітних споруд.

До першої групи відносяться такі заходи:

- заборона підрізки зсувних схилів та влаштування на них різного роду відкосів;
- недопущення різного роду підсіпок як на схилах, так і над ними в межах території загрози;
- заборона будівництва на схилах;
- заборона вибухових та гірничих робіт поблизу зсувних ділянок;
- обмеження в особливих випадках швидкості пересування залізничного транспорту в зоні, що прилягає до зсувної ділянки;
- недопущення знищення древо-кущової рослинності та трав'яного покриву на зсувних ділянках та поблизу них;
- обмеження господарської діяльності в межах зсувних ділянок та поблизу них;
- заборона поливу земельних ділянок, а іноді і їх розорювання;

- недопущення скиду на зсувний схил дощових, талих, стічних та інших вод.

Застосування перерахованих вище заходів не пов'язане з витратою значних коштів, часу і матеріалів, тому що при їх проведенні немає необхідності в облаштуванні будь-яких споруд. Слід лише відмітити, що ці заходи можуть дати очікуваний результат, тобто зупинити рух зсуву, не відразу, а через певний проміжок часу, іноді – через декілька років, або при наявності початкових ознак закладання зсуву (тріщини заколу, дрібні пагорби, просадки) – не дати йому розвинутись взагалі.

Активні протизсувні заходи потребують облаштування тих або інших споруд. Цю групу робіт можна умовно поділити на декілька підгруп.

До однієї з підгруп відносяться заходи, що направлені на припинення або послаблення процесів, які безпосередньо впливають на виникнення зсувів. Дуже поширеною причиною виникнення зсувних процесів є руйнуюча діяльність берегів водотоками. Тому на практиці часто застосовують берегоукріплювальні та відбійні споруди і, навіть, регуляцію русел водотоків.

Неврівноваженість порід на схилах часто викликана випаданням великої кількості атмосферних опадів або різким таненням значного снігового покриву. Боротьба з цією причиною виникнення зсувів досягається головним чином шляхом регуляції поверхневого стоку. Регулювання поверхневого стоку має перед собою мету зменшення інфільтрації поверхневих вод в породи, що досягається:

- перехватом поверхневих вод;
- відводом вод в інший бік від зсуву.

Перехват поверхневих вод на незабудованих територіях здійснюється за допомогою простих нагірних каналів та огорожувальних валів, розташованих вздовж зсувного схилу, які відводять воду за межі території, що захищається (в річки, струмки, яри і т.ін.). Якщо на схилах розташовані поливні сільськогосподарські угіддя, то повинні бути встановлені норми

поливу, які дозволяли б зволожувати ґрунт в межах розвитку кореневої системи, але виключали б просочування води та насичення нею порід, що залягають нижче. Слід також оберігати лісову рослинність на схилах, а де її немає – проводити заліснення, тому що вона, змінюючи режим стоку, позитивно впливає на стабільність схилів. Дуже гарно закріплює ґрунти схилів коренева система акації. Трав'яний покрив, який поглинає воду і в деякій мірі регулює поверхневий стік, необхідно зберігати.

Для регулювання стоку при захисті промислових та міських об'єктів, прибігають до вертикального планування території та облаштування водостічної мережі закритого типу. При вертикальному плануванні повинні бути усунені всі пониження, в яких може накопичуватись вода, причому в зоні біля зсуву забороняються великі підсипки, а дерновий покрив, по можливості, зберігається. Якщо дерновий покрив зрізається, то поверхневий шар розпушується, а потім втрамбується або прокатується. Штучні шари насипаються тонкими прошарками (до 20 см) та утрамбовуються пошарово. Окремі ділянки (площі, проїзди та т.ін.) іноді покриваються каменем, асфальтом і іншими матеріалами. До планування схилу можна віднести і облаштування на відкосах берм. Берми розділяють високий відкіс на відкоси меншої висоти, що підвищує стійкість порід на схилі. Закрита стічна мережа включає в себе вуличні лотки, дощоприйомники, водостічні підземні колектори, завданням яких є підвищення інтенсивності стоку. При захисті невеликих об'єктів може застосовуватись і відкрита водостічна мережа, яка складається з ряду неглибоких каналів (збирачів, кюветів) і магістральних каналів, що відводять воду за межі території, яка захищається. Дно та стінки каналів облаштовуються водотривким матеріалом (бетон, важка глина і т.д.)

Дуже часто причиною виникнення зсувів є підземні води. Вони можуть притікати до схилів, насичувати на ньому породи, змінювати їхні властивості і викликати гідродинамічний тиск і тим самим знижувати стійкість схилу. Найбільш ефективним засобом в цьому випадку є дренаж, хо-

ча облаштування його доволі складне. Дренажі призначаються для прийняття та відводу підземних вод, що виходять на схилі, недопущення їх в породи, з яких складений схил, шляхом перехвату або пониження рівня до проникнення в схилову частину і для осушення зсувних накопичень.

Існують також заходи, що протидіють сповзанню порід шляхом облаштування споруд, які утримують ґрунтові маси.

Для попередження сповзання порід застосовуються палі, підпірні стінки, контр банкети, стовпи. Палі (бетонні, залізобетонні, іноді – сталеві) слід розташовувати в шаховому порядку, врізаючи їх, частіше за все, на глибину біля 2 м в незміщену породу. Щоб не порушити стійкість схилу при забиванні, палі повинні опускатися в попередньо пробурені свердловини. Цей метод можна застосовувати також при будівництві житлових будинків на схилах, як засіб, що скріплює фундамент у випадку виникнення посувань ґрунту і зберігає споруду від руйнування.

Підпірні стінки облаштовуються в основі або нижній частині схилу. Щоб підпірна стінка не перекинулась від тиску зсувних мас, її основа заглиблюється в нижчезалягаючі стійкі породи, за стінкою і через неї облаштовується дренаж.

Для підвищення стійкості схилу можна застосувати підсипки-контрбанкети, які навантажують схил.

В цілому ряді випадків найбільш активним засобом боротьби із зсувами може стати зняття зсувних мас із схилу. Але треба мати на увазі, що цей метод слід застосовувати тільки тоді, коли об'єм зсувних мас невеликий.

ВИСНОВКИ

Виконання основних завдань системи моніторингу ЕГП можливе тільки при створенні спостережної мережі, до складу якої входять ділянки розташовані за ієрархічним рівнем (спостережні пункти 1, 2 і 3 категорій) і в межах територій з розвитком кожного типу процесу. Результати спостережень узагальнюються на трьох рівнях: регіональному, територіальному і об'єктовому.

На території Закарпатської області набули широкого поширення і розвитку небезпечні екзогенні геологічні процеси, а саме зсуви, селі, карст і бокова ерозія. Наявністю в межах Закарпаття гірсько складчастих форм та значною розчленованістю рельєфу річковими долинами сприяють розвитку цих процесів.

Гідрогеологічні умови Закарпаття визначаються геологічною будовою, кліматом та рельєфом, що впливають на формування і циркуляцію підземних вод. У відповідності до схеми структурно-гідрогеологічного районування територія в Закарпатській області виділяють Закарпатський басейн пластових напірних вод та Карпатський басейн пластово-блокових і тріщинно-жильних напірних вод.

Басейн Карпатської складчастої області характеризується надмірним зволоженням, швидким розвантаженням через поверхневий стік і є зоною інтенсивного водообміну. Складність геологічної будови зумовлює складність гідрогеологічних умов формування підземних вод. В першу чергу – це відсутність витриманих в плані та розрізі водоносних горизонтів, інтенсивна водозбагаченість в зонах тектонічної тріщинуватості, локалізація мінералізованих та термальних вод.

Закарпатський артезіанський басейн – це область сповільненого водообміну. Найбільш обводненими є алювіальні відклади четвертинного віку, які утворюють витримані водоносні горизонти.

За прийнятою методикою основою моніторингу ЕГП є спостережна мережа, що складається з ділянок трьох категорій, на яких спостереження

виконують на різних рівнях та з різною детальністю й точністю.

Стационарна режимна мережа спостережень Закарпаття є репрезентативною і створена з метою вивчення переважно чотирьох типів ЕПП - зсуви, селі, карст і бокова ерозія. За результатами спостережень встановлено, що основними факторами активізації зсувів є постійні фактори, серед яких розповсюдження в літологічному складі глин та суглинків четвертинного чохла. Серед факторів, які повільно та швидко змінюються, найважливішим є кліматичні умови, перш за все кількість атмосферних опадів, висота снігового покриву та температура повітря. На активізацію зсувного процесу впливають також техногенні фактори, до яких належить забудова та підрізка при плануванні площадок під будівництво.

Основними факторами активізації селевого процесу є тривалі дощі, які часто переходили в зливи; різке танення снігу при відлигах; наявність пухких, слабо зв'язаних гірських порід в підніжжях схилів, руслах струмків; наявність оголених ділянок схилів в місцях суцільної вирубки лісів, що привело до збільшення інтенсивності площинного змиву.

Для ділянки 3 категорії в с. Терново виконано аналітичну оцінку стійкості схилу в природних умовах, а також з урахуванням навантаження та осушення масиву.

Оцінка стійкості за методом Маслово-Беррера показала, що в природних умовах й з урахуванням навантаження ґрунтова товща знаходиться в нестійкому стані при величині коефіцієнта запасу, рівному відповідно 0,94 і 0,92. Одним з першочергових заходів щодо боротьби з зсувами є осушення схилу. З цією метою проведений розрахунок стійкості схилу в осушеному стані також, що дозволило збільшити коефіцієнт запасу до 1,33.

Оскільки на ділянці Терново зафіксований давній та стабілізований зсув, то рекомендовані пасивні попереджувальні заходи. А саме заборона підрізки схилу, будівництва, вирубки дерев, поливу земельних ділянок та розорювання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Котов М.Ф. Механика грунтов в примерах. – М.: Высшая школа. – 1968. – 270с.
2. Ломтадзе В.Д. Инженерная геология. Инженерная геодинамика. – Л.: Надра. – 1988. – 478с.
3. Гошовський С.В., Рудько Г. І., Блінов П.В. Інженерно – геологічний аналіз, моніторинг та захист території від зсувів – Львів, ВУКЦ, 2004. – 52 с.
4. Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000, аркуші М – 34 – XXIX (Сніна), М – 34 – XXXV(Ужгород), L – 34 – V (Сату – Маре). К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, державне геологічне підприємство „Західукргеологія”, 2003 – 96с.
5. ДСТУ 4068 – 2002. Документація. Звіт про геологічне вивчення надр. Загальні вимоги до побудови, оформлення та змісту.
6. Зведений регіональний прогноз можливої активізації зсувного процесу на території Закарпатської області на протязі 1990 – 2010 рр. /Климчук Л.М., Пишна Н.Г., Красноок Л.М. і ін./ Київ, Державний інформаційний геологічний фонд „Геоінформ”, 1999 – 35 с.
7. Звітні матеріали інженерно-геологічної режимної служби (екзогенні геологічні процеси). /Лущик А.В., Романюк О.С., Швирло М.І. і ін. / Сімферополь, КВ Укр ДГРІ, 2005. – 114 с.
8. Инженерно-геологическая карта Украинской ССР. Масштаб 1: 500000. – К.: Мингео УССР, ДО ИМП, 1985. – 125стор., 1 граф. додаток.
9. Изучение режима оползневых процессов. Министерство геологии СССР, Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии(ВСЕГИНГЕО). М.: Недра, 1982. – 255 с.
10. Методика изучения и прогноз экзогенных геологических процессов. Министерство геологии СССР, Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии(ВСЕГИНГЕО) / под ред. А.И., Шеко. С. Е. Гречищева. – М.:

Надра. 1988. – 216 с.

11. Методическое руководство по комплексному изучению селей. Коллектив авторов. М.: Недра, 1970. – 164 с.

12. Методы долговременных региональных прогнозов экзогенных геологических процессов /Под редакцией А.И. Шеко и В.С. Круподерова/ - М.: Недра, 1984. – 167 с.

13. Положення про Державну систему моніторингу довкілля. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 30 березня 1998р. №391. Київ, 1998р. – 8 стор.

14. Попередній регіональний прогноз можливої активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів на території Закарпатської області. /Климчук Л.М., Красноок Л.М., Лескова Г. В. і ін. / Київ, Державний інформаційний геологічний фонд „Геоінформ”, 1999 – 9 с.

15. Прогнозна оцінка можливої активізації зсувного процесу на території Закарпатської області в 2000 р. /Яковлев С.О., Красноок Л.М., Лескова Г.В. і ін./ Київ, Український Державний геологорозвідувальний інститут Укр ДГРІ, 2000 р. – 79 с.

16. Регіональне та стаціонарне вивчення зсувів і селів. Методичні рекомендації. Київ, 2001 – 64 с.

17. Рудько Г.І. Робочі методичні рекомендації по вивченню зсувів і селів в умовах катастрофічної активізації (на прикладі Карпатського регіону.) /Комітет України з питань геології та використання надр. Державне геологічне підприємство „Західукргеологія” / Львів, 1999. – 93 с.

18. Тимчасові методичні положення щодо геологічного забезпечення на державному і регіональному рівнях урядової інформаційно – аналітичної системи надзвичайних ситуацій (УІАСНС). Сучасні екзогенні геологічні процеси (інструкція). Сімферополь – Київ, 2001. – 77с.

19. Шадунц К.Ш. Оползни – потоки. – М.: Недра, 1983. – 120 с.

20. Шеко А.І. Закономірності формування і прогнозу селей - М.: Недра, 1980. – 296 с.