

УДК 520.6:553.981

## ГЕОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ, ЯКІ ЗУМОВЛЮЮТЬ ЗСУВНІ ПРОЦЕСИ В РАЙОНІ УРОЧИЩА “КНЯЖ-ДВІРСЬКИЙ”

<sup>1</sup>К.О.Турчак, <sup>2</sup>Д.Д.Федоришин, <sup>3</sup>Б.Я.Голояд, <sup>2</sup>В.В.Федорів, <sup>4</sup>В.М.Стасула

<sup>1</sup> 76000, Івано-Франківськ, вул. Галицька 145/76

<sup>2</sup> ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422) 42056,  
e-mail: geophys@nuing.edu.ua

<sup>3</sup> 76000, Івано-Франківськ, вул. Матейки, 48/6

<sup>4</sup> ЗАТ “Газінвест”, 7600, м. Івано-Франківськ, вул. Коновальця, 221, тел. (0342) 507454

*Проведены геолого-геофизические исследования и определены основные причины сдвижных процессов в урочище “Княж-Дворской”. По результатам данных исследований предложен комплекс мероприятий по стабилизации сдвижных процессов в пределах заказника.*

*Geological and geophysical were carried out in “Knyazh-Dvorskyi” reserve. The analyses of the investigation helped to determine factors that cause landslide processes and measures for stabilize the landslide have been suggested.*

Ботанічний заказник загальнодержавного значення “Княж-Двірський” в адміністративному відношенні розташований в Коломийському районі Івано-Франківської області поблизу м. Коломия (7-8 км) на території земель Княж-Двірської сільської ради в міжріччі Прута та Великої Шибинки. Загальна площа заказника складає 208 гектарів.

В геологічному відношенні (рис. 1) заказник “Княж-Двірський” характеризується складною геологічною, тектонічною, геоморфологічною та гідрогеологічною будовою. Із геологічної будови висвітлена загальна характеристика району досліджень, з якої видно, що ділянка “Княж-Двірський” розташована у районі зчленування великих тектонічних елементів Зовнішньої та Внутрішньої зон Передкарпатського прогину, і цей факт накладає значний відбиток на його тектонічну, геоморфологічну, гідрогеологічну та неотектонічну модель. Внутрішня і Зовнішня зони Передкарпатського прогину витягнуті відносно вузькими смугами з північного заходу на північний схід і відрізняються одна від одної як геологічною, так і гідрогеологічною характеристикою.

Згідно з геоморфологічним районуванням територія досліджень, до якої входить “Княж-Двірський”, розташована в зонах великих орografічних елементів – Передкарпатської низовини та Карпат. За морфологією рельєфу дана територія розташована в межах Бистрицько-Прутської та Коломийсько-Снятинської терас розчленованих денудаційно-аккумулятивним підняттям, а також Печеніжинської розчленованої горбисто-хвилястої денудаційної височини. За формою рельєфу дана територія належить до зсувних.

За гідрогеологічними умовами територія заказника належить до Передкарпатського артезіанського басейну пластово-блокових і пластових вод I порядку. На території урочища “Княж-Двірський”, а також суміжних з нею ді-

лянках, розповсюджені водоносні горизонти, які представлені на геологічному розрізі (рис. 2).

Із побудови видно, що водоносні горизонти залягають:

– в сучасних алювіальних відкладах заплав рік;

– в середньо-, верхньо-четвертинних алювіальних відкладах I–V надзаплавних терасах;

– в алювіальних відкладах VI надзаплавних терас верхнього міоцену – нижнього відділу четвертинної системи;

– спорадично причетних до піщаних пропластків, прошарків, лінз, що розповсюджені в водотривкій товщі нижнього міоцену.

В геологічній будові території “Княж-Двірського” заказника приймають участь породи крейдової, палеогенової, неогенової та четвертинної систем. Враховуючи те, що основною метою роботи є виявлення причин зсувних процесів, які призводять до знищення тису ягідного та їх запобігання, нами проводились дослідження факторів, що їх зумовлюють.

За даними комплексних геофізичних досліджень у свердловинах 711 та 714 (відповідно Внутрішня та Зовнішня зони Передкарпатського прогину) нами побудований геологічний розріз, який відображає особливості будови ділянки урочища “Княж-Двірський”. Гідрогеологічна картувальна свердловина 714 розташована в районі с. Печеніжин Коломийського району, глибина свердловини становить 101 м. В процесі буріння було розкрито породи четвертинної системи в інтервалі глибин 0-12 м. Починаючи з глибини 12 м і до 101 м залягають міоценові відклади карпатського ярусу.

Літологічно породи карпатського ярусу складені глинами сірими, аргілітоподібними, пісковиком кварцево-польово-шпатовим, досить щільним аргілітом чорного забарвлення.

Четвертинні породи, які розташовані в понижених ділянках рельєфу міжгірських долин і

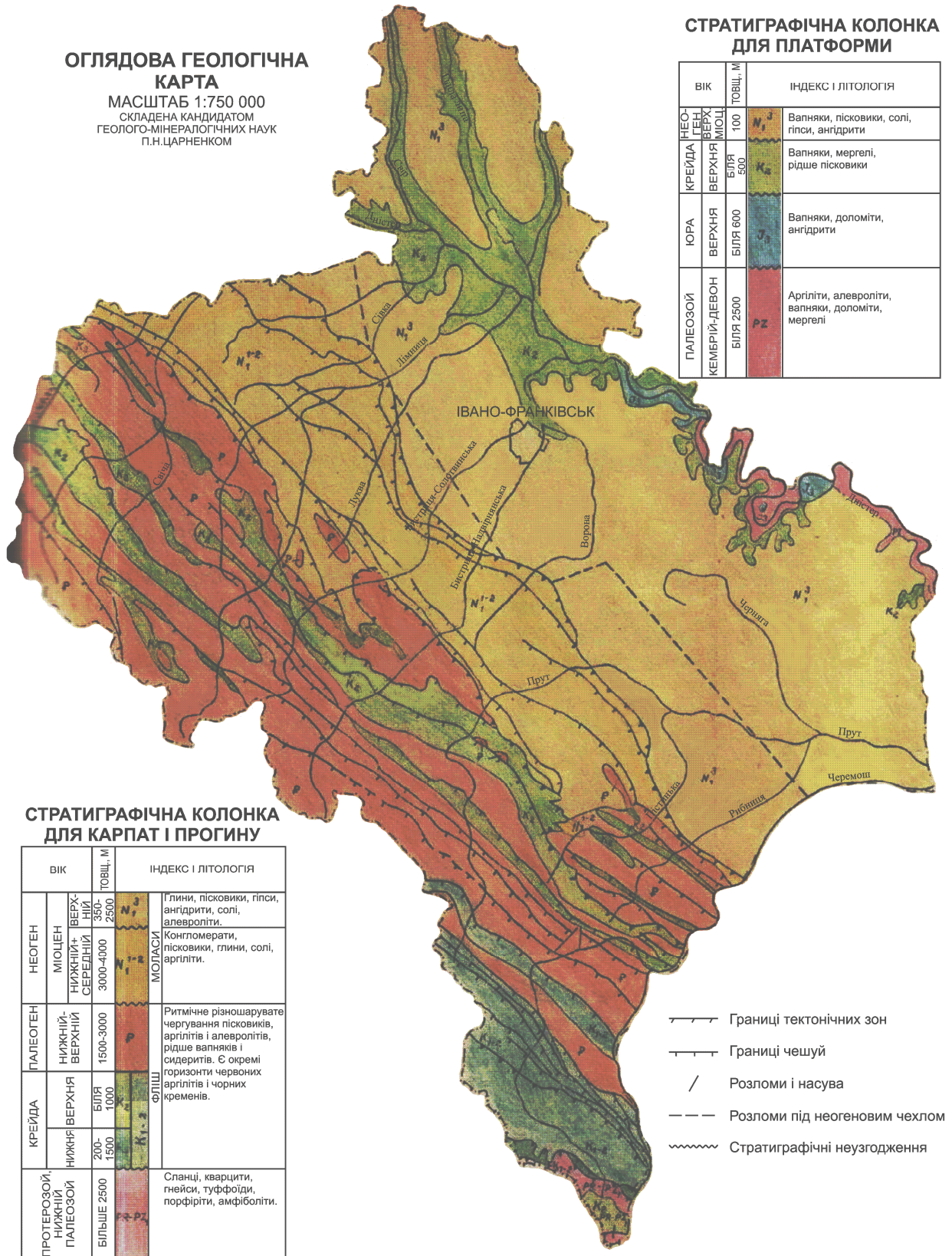


Рисунок 1 – Оглядова геологічна карта

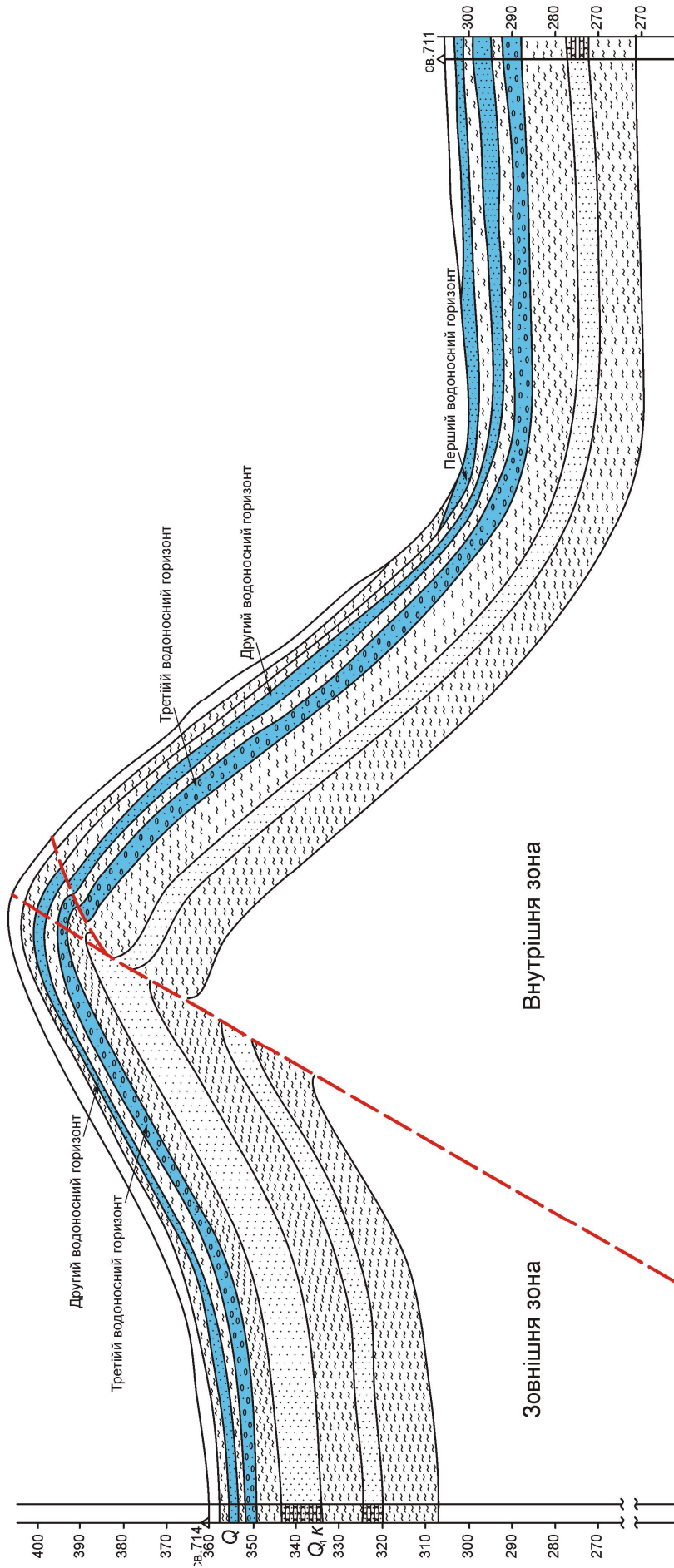


Рисунок 2 – Геологічний профіль по лінії свердловин 714–711

котлованів, літологічно складені алювіальними верхньо-, середньо-, нижньочетвертинними утвореннями надзаплавних терас. Під ґрунтово-родючим шаром в розрізі свердловини розкриті суглинки з домішками гальки товщиною 4,5 м; вниз за розрізом простежується гравійно-гальковий горизонт товщиною 5,5 м; заповнювачем слугують частіше всього піски, в деяких місцях відмічають суглинки, спостерігається присутність в розрізі достатньо великої кількості валунів. Підстилаються гравійно-галькові відклади породами середнього міоцену.

Розглядаючи за аналогією свердловину 711, яка розміщена на профілі I-I, видно, що вибій її знаходиться в породах нижнього міоцену косівської світи. Свердловиною розкриті утворення косівської світи в інтервалі 75-14 м, а також четвертинні відклади – товщиною 14 м.

Літологічно породи косівської світи – це щільні глини темно-сірого кольору, місцями сильно пісковисті, з прошарками слабозцементованого пісковика. Частіше за все ці прошарки розвинуті у верхній частині розрізу.

Породи четвертинної системи залягають на розмитій поверхні неогену. Літологічний розріз розкритий свердловиною, представлений повним складом четвертинних порід всіх генетичних типів: алювіально середньо- та верхньочетвертинних I-V надзаплавних терас; сучасних алювіальних відкладів заплави, що широкою смугою простягаються вздовж р. Прут.

Безпосередньо під ґрунтово-рослинним шаром розкриті суглинки, суглинки з галькою, глини. Потужність їх сягає 9 м. Під ними в інтервалі 11,0-14,0 м залягають гравійно-галькові утворення з пісковиковим і суглинистим наповнювачем. Характерною ознакою для даного горизонту є наявність в ньому валунного матеріалу, що вказує на близькість його до області зносу.

Таким чином, кореляційні побудови, виконані для уточнення геологічної будови ділянки урочища “Княж-Двірський”, засвідчують її складність. За даними геофізичних досліджень у свердловинах та з використанням геологічної інформації побудовано гідрогеологічну карту, аналіз якої дав змогу встановити в геологічному розрізі два водоносних горизонти, які розповсюджені в четвертинних відкладах, а також один змішаний водоносний горизонт, розповсюджений у відкладах міоцену – нижнього відділу, четвертинної системи, а саме:

- водоносний горизонт в сучасних алювіальних відкладах заплави річок;
- водоносний горизонт в середньо-, верхньочетвертинних алювіальних відкладах I-V надзаплавних терас;
- водоносний горизонт в алювіальних відкладах VI надзаплавної тераси верхів міоцену – нижнього відділу четвертинної системи;

Геологічні і гідрогеологічні параметри цих горизонтів близькі за своїми значеннями і знаходяться у тісному взаємозв'язку, тому для них дається єдина характеристика.

Перший водоносний горизонт, розвинутий в заплавах річок Прут і його притоків, схемати-

чно являє собою пласт різної ширини вздовж простягання.

Другий водоносний горизонт має розповсюдження у площині, особливо в межах II і III зон.

Покрівля водоносних горизонтів являє собою вільну поверхню, гіпсометричне положення якої знаходиться в тісному взаємозв'язку з гіпсометричними положеннями рівня води в поверхневих водотоках і кількістю атмосферних опадів. Глибина залягання її від поверхні землі коливається в межах 2,4-7,4 м. Потужність горизонтів, у яких залягають водоносні пласти, коливається зазвичай в межах 1-10 м, у середньому 4-6 м. Верхній водоупор відсутній або розвинутий локально і представлений алювіальними суглинками і глинами. Нижнім водоупором II, III, IV зонах є глинисті товщі неогену.

Підземні води четвертинних відкладів розкриті і випробувані у свердловинах 711 та 714. Дебіт становить від 1,1 л/с до 2,5 л/с при пониженнях поверхневого рівня від 2,7 м до 9,4 м; питомі дебіти – 0,18-0,62 л/с, коефіцієнти фільтрації складають 3,62-17,84 м<sup>3</sup>/добу.

Живляться водоносні горизонти за рахунок інфільтрації атмосферних опадів, поверхневих вод з підживлення із суміжних водоносних горизонтів. Розвантажуються в річну сітку і суміжні водоносні горизонти.

За хімічним складом води четвертинних відкладів, в основному, гідрокарбонатні (катіонний склад різний), з мінералізацією до 1 г/л (табл. 1), але в місцях гідравлічного зв'язку з залягаючими нижче водоносними горизонтами склад води може змінюватися (табл. 2).

Неогенові відклади в зонах I і IV представлені, в основному, глинистими товщами карпатської і косівської світи, у верхах розрізу спорадично розвинуті прошарки пісків і пісковиків, до яких можуть бути приурочені підземні води.

Вони розкриті і випробувані гідрогеологічними свердловинами 711, 714. Дебіти коливаються від 1,21 л/с до 2,2 л/с при пониженнях рівня в межах 5,11-15,4 м; питомий дебіт складає 0,14-0,24 л/с; коефіцієнт фільтрації – 0,59-1,06 м<sup>3</sup>/добу. За хімічним складом води, в основному, гідрокарбонатні з мінералізацією до 1 г/л (табл. 3). Як видно із геологічних побудов, що пісковиковість косівських глин виражена в зонах III і IV значно слабше, ніж в зонах I і II. Таким чином обводненість пластів I-ої і II-ої зони створює додаткові передумови руйнування верхнього шару четвертинних відкладів.

У товщі відкладів середнього і нижнього міоцену в IV зоні виділено водонасичені пласти, перекриті соленосними породами карпатського ярусу. Мінералізація пластових вод досягає 150 г/л. Дебіт води у згаданих пластах при випробуванні склав 0,5 л/с, питомий дебіт – 0,005 л/с, коефіцієнт фільтрації 0,12 м<sup>3</sup>/добу.

Враховуючи високу мінералізацію пластових вод даних відкладів, можна припустити, що їхній вплив на руйнування порід у цих зонах мінімальний.

Таблиця 1 – Хімічний склад води відібраної з четвертинних відкладів

Показник	Кількість	Норма ГОС-Ту 4392-82
Cl <sup>-</sup>	113.6 мг/л	не > 350 мг/л
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	189.1 мг/л	
CO <sub>2</sub> <sup>-2</sup>	0 мг/л	
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	160 мг/л	не > 500 мг/л
Ca <sup>2+</sup>	300 мг/л	
Mg <sup>2+</sup>	54.9 мг/л	
Na <sup>+</sup>	127 мг/л	
Нітрати	0,5 мг/л	не > 3,0 мг/л
Густина	0,996 г/см <sup>3</sup>	
pH	5,15	
eH	125 мВ	

Таблиця 2 – Хімічний склад води відібраної з пласта №1

Показник	Кількість
Cl <sup>-</sup>	78.1 мг/л
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	79.3 мг/л
CO <sub>2</sub> <sup>-2</sup>	0 мг/л
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	168 мг/л
Ca <sup>2+</sup>	280 мг/л
Mg <sup>2+</sup>	97.6 мг/л
Na <sup>+</sup>	345 мг/л
Нітрати	0,3 мг/л
Густина	0,996 г/см <sup>3</sup>
pH	6,35
eH	125 мВ

Таблиця 3 – Хімічний склад води відібраної з пласта №2

Показник	Кількість
Cl <sup>-</sup>	63.9 мг/л
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	88.5 мг/л
CO <sub>2</sub> <sup>-2</sup>	0 мг/л
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	201.6 мг/л
Ca <sup>2+</sup>	180 мг/л
Mg <sup>2+</sup>	12.2 мг/л
Na <sup>+</sup>	58.7 мг/л
Нітрати	0,75 мг/л
Густина	0,998 г/см <sup>3</sup>
pH	4,2
eH	175 мВ

Узагальнення та аналіз геолого-геофізичних досліджень дали змогу закартувати у районі ділянки зсувних процесів, де росте тис ягідний, наступні водоносні горизонти:

– водоносний горизонт у четвертинних відкладах;

– епізодично розвинуті водоносні горизонти у неогенових відкладах.

Аналіз геологічної, геологоморфологічної та тектонічної будови району досліджень дав підстави зробити висновок про ймовірність утворення та наявності на території урочища “Княж-Двірський” як асеквентних, так і консеквентних зсувів.

Така геолого-гідрологічна будова та геоморфологічна характеристика району робіт є сприятливою для розвитку ерозійних процесів

та зумовлює напружено-деформаційний стан окремих ділянок лісу на водорозділі урочища “Княж-Двірський”.

Дослідження геодинамічних явищ, які призводять до зміни напружено-деформаційного стану масиву гірських порід, можна здійснювати за допомогою геофізичних методів. Переважно це методи, які пов'язані із вивченням електричних та електромагнітних полів у природних поверхневих умовах. За результатами досліджень встановлюються аномальні електричні характеристики, які корелюються з тим чи іншим явищем. Найбільш ефективним засобом визначення та прогнозування зсувних процесів, на наш погляд, є комплексний підхід у формуванні методів їх діагностування. Взавши за основу базову ознаку зсуву, яка досить детально описана у ряді праць [1, 2, 3], нами досліджувалися фізичні параметри гірських порід асеквентних та консеквентних зсувів, які, на нашу думку, мають місце в урочищі “Княж-Двірський”. З цією метою на основі обробки каротажних діаграм, отриманих у процесі геофізичних досліджень свердловин 711 та 714, були встановлені глибини залягання водоносних пластів та водоупорів у районі робіт. Лабораторні дослідження керна матеріалу та зразків проб ґрунтів дало змогу встановити їх петрофізичні параметри, а саме: густина, пористість та коефіцієнт фільтрації відповідно: 1,7-2,1 кг/м<sup>3</sup>; 6-8%; 0,59-1,06 м<sup>3</sup>/добу та 3,62-17,84 м<sup>3</sup>/добу.

Поверхня ковзання масиву порід представлена ущільненими породами неогенового віку. Сповзання гірських порід із кореневою системою лісу відбувається у вигляді обриву та сповзання блоку масиву глинистих порід, який завершується котлованом. Форма поверхні ковзання зсувів хвиляста близька до круглоциліндричної і здебільшого суміжна із ділянками ослаблення та масивом, де зберігається напружено-деформаційний стан гірських порід.

Для встановлення ділянок, найбільш схильних до зсувних процесів в районі урочища “Княж-Двірський”, нами проводились наземні електромагнітні дослідження по профілях, розміщених паралельно і перпендикулярно до схилу території, де росте тис ягідний.

Метод імпульсного електромагнітного поля, який використовувався при геофізичних дослідженнях, дав змогу виділити енергоактивні зони за величиною густини потоку короткоживучих імпульсів в діапазоні частот 2±1 кГц та 50±5 кГц. Гірська порода, яка знаходиться у напружено-деформаційному стані, генерує електромагнітні імпульси, які накладаються на природне електромагнітне поле Землі, викликаючи його варіації.

Аномальні зміни природного імпульсного електромагнітного поля Землі спостерігається в місцях розривів, порушень, зсувів, що є джерелами механічних напруг. Джерелом таких механічних напруг можуть бути мікро- та макропорушення суцільності гірських порід. Такі зміни природного імпульсного електромагнітного поля можуть бути прогнозною ознакою майбутніх геодинамічних подій.

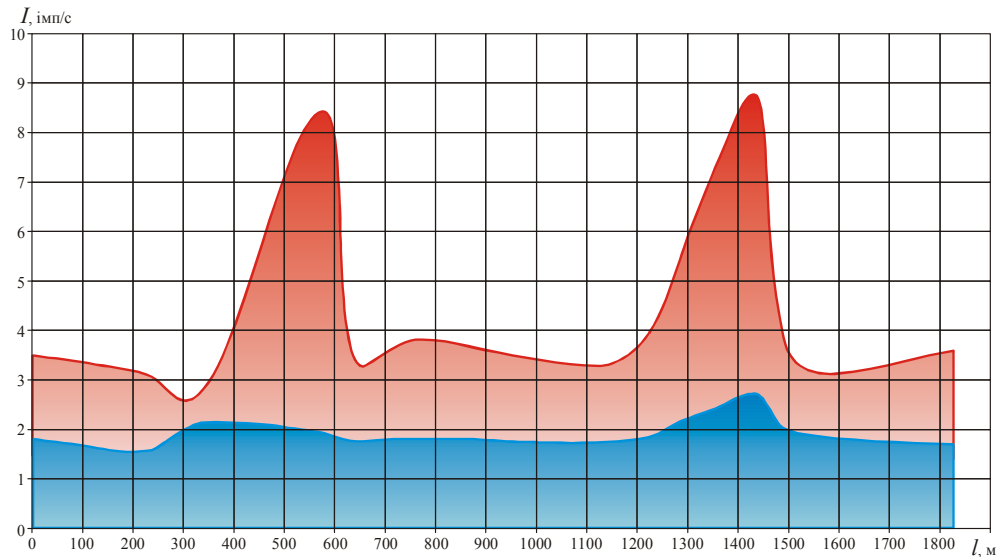


Рисунок 3 – Характер варіацій імпульсів змінного природного електромагнітного поля по профілю I-I

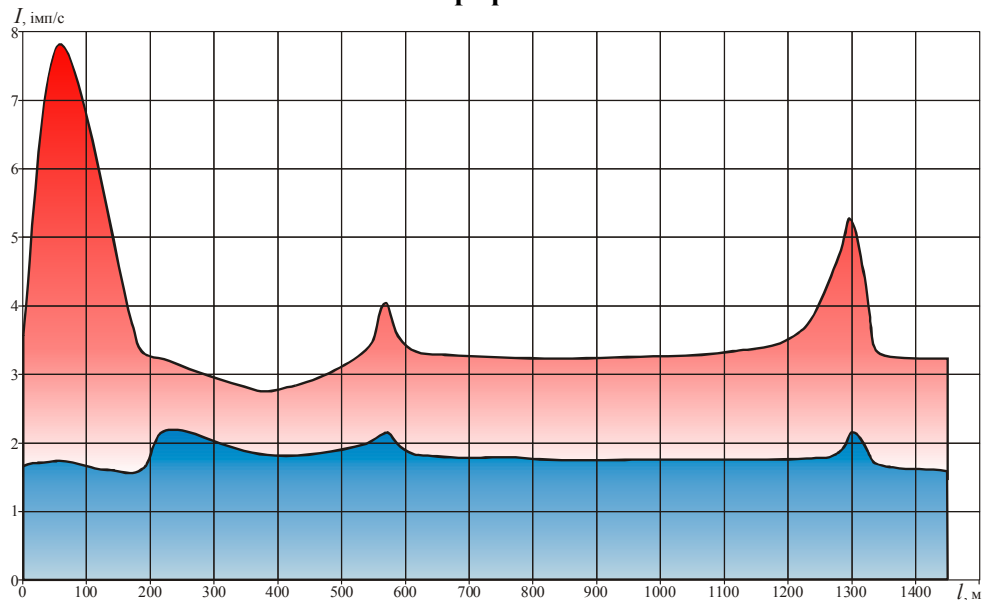


Рисунок 4 – Характер варіацій імпульсів змінного природного електромагнітного поля по профілю II-II

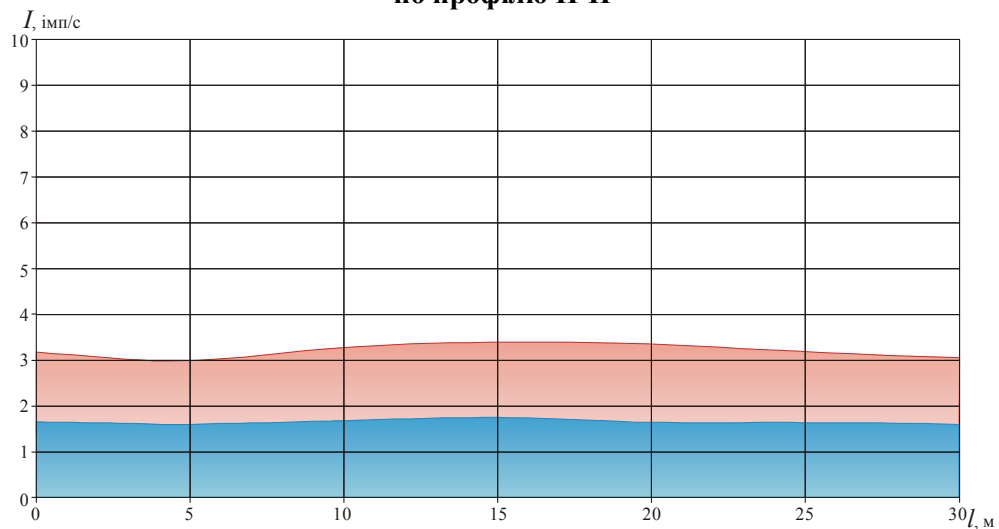


Рисунок 5 – Характер варіацій імпульсів змінного природного електромагнітного поля по профілю на трубі

Як видно із побудов (рис. 3, 4), у районі об'єкта спостережень спостерігаються аномальні зміни інтенсивності природного електромагнітного поля, зокрема на графіках результатів, отриманих при геофізичних дослідженнях по першому профілю, виділяються дві аномалії, а на другому – три. Зростання кількості імпульсів природного електромагнітного поля спостерігається навпроти пасивної ділянки зсуву, який на даний момент перебуває в стані відносного спокою, і достатньо високі покази навпроти активних ділянок майбутніх зсувів. Слід зазначити, що аномалії навпроти пасивних зсувів, де відбувається зниження напружено-деформаційного стану порід, майже в два рази менші від аномалій навпроти активних зон можливих зсувів. Дану розбіжність можна пояснити тим, що навпроти прогнозованих ділянок породи перебувають постійно в напружено-деформаційному стані, який через певний період часу зумовить зсувний процес.

Причиною зсувних процесів на досліджуваній території, на нашу думку, може бути обводнення глинистих пластів, покритих трав'яним покривом, водами першого і другого водонесних горизонтів, які достатньо впевнено відбиваються на кривих електричних методів. Для оцінки частки вкладу фільтраційного потенціалу у величину природного електромагнітного поля, були виконані вимірювання інтенсивності потоку електромагнітних імпульсів над фільтруючим потоком води через асбесто-цементну трубу, розміщену перпендикулярно до водорозділу. Як видно із рисунка 5, кількість зареєстрованих імпульсів рівна фоновому значенню – (1,5-3 імпульс/сек.), що свідчить про домінуючу роль впливу на зміну величини деформації природного електромагнітного поля адсорбційно-дифузійних потенціалів. Такий висновок підтверджується результатами свердловинних

досліджень геологічного розрізу методом ПС. Аналізуючи результати геолого-геофізичних досліджень, можна зробити такий висновок про причини зсувних процесів на урочищі “Княж-Двірський”, а саме: першим основним фактором, який спричиняє зміну напружено-деформаційного стану порід, є складна геологічна будова району проведення геолого-геофізичних досліджень та значна обводненість глинистих пластів четвертинних відкладів прісними водами алювіальних водних заплав; другим основним геологічним фактором, що активізує зсувні процеси, є ділянка стику Внутрішньої та Зовнішньої зон Передкарпатського прогину, яка перебуває у постійному гідродинамічному стані.

З метою запобігання в подальшому зсувних процесів у районі урочища “Княж-Двірський” пропонується комплекс заходів, куди входить:

– забезпечення збору поверхневих вод та здійснення їх стоку по водорозділу у напрямку р. Шибенка;

– за результатами геолого-геофізичного моніторингу здійснювати прогнозування схильних до зсуву ділянок та провести у місцях їх формування роботи для зменшення напружено-деформаційного стану гірських порід.

#### Література

1. Адаменко О., Рудько Г. Екологічна геологія. – Київ: Манускрипт, 1998. – С 140-149.
2. Куровець М., Гунька Н. Основи геології. – Львів, 1997. – С. 274-276; 548-553.
3. Максимчук В., Кузнецова В., Вербицький Т., Білінський А. та ін. Дослідження сучасної геодинаміки Українських Карпат. – Київ: Наукова думка, 2005.

## VII Міжнародна науково-технічна конференція

конференція

# ВІБРАЦІЇ В ТЕХНІЦІ ТА ТЕХНОЛОГІЯХ

м. Львів

(11-13 жовтня 2006 р.)

### Оргкомітет конференції

79013, м. Львів, вул. Степана Бандери, 12  
Національний університет  
“Львівська Політехніка”

**Олександр ГАВРИЛЬЧЕНКО**

тел.: (0322) 58 21 54

e-mail: [gavr@lviv.farlep.net](mailto:gavr@lviv.farlep.net)

### Напрямки роботи конференції:

- Динаміка та синтез вібраційних машин
- Моделювання динамічних процесів
- Динаміка конструкцій
- Керування вібраціями
- Вібраційні технологічні процеси
- Захист від вібрацій
- Вимірювання та контроль віброакустичних параметрів
- Економічні проблеми вібротехніки та вібротехнологій