

Міністерство освіти і науки України
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»

Кафедра геодезії та землеустрою

Ткач Єлизавета Олександрівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 624.131.54

(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

**«Формування бази геоданих зсувних процесів та кадастру
земельних ділянок Косівського району з метою оцінки ризиків»**

(назва роботи)

Геодезія та землеустрій

(назва освітньої програми)

193 Геодезія та землеустрій

(шифр і назва спеціальності)

**Робота містить результати власних досліджень, використання ідей, результатів і
текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело:**

Здобувач освітнього ступеня Ткач Є. О.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача)

Науковий керівник доц., к.геол.н. Штогрин Л. В.

(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання керівника)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Професор, д-р. геогр.н. М. М. Приходько

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

Доцент, к.геол.н. Д. В.Касіячук

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Івано-Франківськ – 2025

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут архітектури та будівництва «ІФНТУНГ-ДонНАБА»
Кафедра геодезії та землеустрою
Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр
Спеціальність 193 Геодезія та землеустрій
Освітньо-професійна програма Геодезія та землеустрій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ГКЗ
Приходько М. М.

«__»__ червня____ 2025 року

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ
Ткач Єлизаветі Олександрівні

1. Тема роботи – «Формування бази геоданих зсувних процесів та кадастру земельних ділянок Косівського району з метою оцінки ризиків»

Керівник роботи – доц. к.геол.н. Штогрин Людмила Василівна

Наказ ректора від «06» червня 2025 року № 327/7

2. Термін подання студентом роботи – 20 червня 2025 року

3. Вихідні дані до роботи: матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

ВСТУП

1. Фізико-географічні умови району досліджень. Кадастр обстежених зсувів

2. Використання геоінформаційних систем (ГІС) при вивченні екзогенних геологічних процесів

3. Формування бази геоданих зсувних процесів та кадастру земельних ділянок Косівського району

Висновки

Перелік використаних джерел

5. Дата видачі завдання 06.06.2025

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання	Примітка
1	Отримання завдання на виконання бакалаврської роботи. Опрацювання рекомендованої літератури.	06.06.2025 10.06.2025	
2	Складання попереднього плану та змісту бакалаврської роботи.	11.06.2025 11.06.2023	
3	Вивчення теоретичних аспектів Використання геоінформаційних системи (ГІС) при вивченні екзогенних геологічних процесів	12.06.2025 14.06.2025	
5	Формування бази геоданих зсувних процесів та кадастру земельних ділянок Косівського району	15.06.2025 19.06.2025	
7	Оформлення бакалаврської роботи, складання висновків.	20.06.2025	

Студентка _____ **Ткач Є. О.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ **Штогрин Л. В.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка: 44 сторінки, 11 рисунків, 1 таблиця, 13 літературних джерел.

Зсуви – це складне геодинамічне явище, що супроводжується зміщенням ґрунтових мас під впливом сили тяжіння і часто характеризується значними площами та об’ємами зсувних мас. Тому наслідки зсувних процесів мають катастрофічний вплив на населені пункти, інфраструктуру. Особливо гостро ця проблема постає для регіонів з гірським рельєфом. Косівський район Івано-Франківської області характеризується високою зсувною небезпекою внаслідок особливостей геологічної будови, кліматичних умов та людської діяльності.

Для ефективного моніторингу та управління ризиками, пов’язаними із зсувними процесами, необхідно мати достовірну, структуровану і доступну інформацію про просторове розташування як самих зсувів, так і земельних ділянок, які можуть бути або вже є в зоні ризику. У цьому контексті геоінформаційні системи (ГІС) стають потужним інструментом аналізу та візуалізації просторових даних. Кадастрові дані, які відображають межі, цільове призначення та правовий статус земельних ділянок, дозволяють оцінити потенційний соціально-економічний вплив зсувів на локальному рівні. Водночас дані про зсуви, отримані зі спостережень, дистанційного зондування Землі, топографічних і геологічних карт, дають змогу виявити найбільш небезпечні ділянки та спрогнозувати розвиток подій у разі активізації процесів. Комбінація цих двох інформаційних шарів у межах єдиної бази геоданих відкриває широкі можливості для аналізу, картографування зон ризику, розробки сценаріїв реагування на надзвичайні ситуації та планування територіального розвитку.

Ключові слова: ГІС, кадастр зсувів, земельні ділянки, ризик.

ABSTRACT

Explanatory note: 42 pages, 11 figures, 1 tables, 13 sources.

Landslides are complex geodynamic phenomena involving the displacement of soil masses under the influence of gravity. They can have catastrophic consequences for settlements, infrastructure, agriculture and the natural environment. Regions with mountainous terrain are particularly vulnerable to this problem, such as the Kosiv district of the Ivano-Frankivsk region, which has a high landslide risk due to its geological structure, climatic conditions and human activity.

Effective monitoring and management of landslide-related risks requires reliable, structured, accessible information on the location of landslides and land plots at risk. In this context, geographic information systems (GIS) are becoming a powerful tool for analysing and visualising spatial data. This is why creating a geodatabase that combines landslide process information with land cadastral data is not only appropriate, but also a necessary step for risk assessment and land use decision-making. Cadastral data, which reflects the boundaries, designated purpose and legal status of land plots, enables the potential socio-economic impact of landslides to be assessed at the local level. Conversely, landslide data obtained through observations, remote sensing and topographic and geological mapping helps identify the most dangerous areas and predict how events may develop if the processes intensify. Combining these two information layers within a single geodatabase enables multifactorial analysis, risk zone mapping, emergency response scenario development and territorial development planning.

Keywords: GIS, landslide cadastre, land plots, risk.

Зміст

ВСТУП.....	7
1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ. КАДАСТР ОБСТЕЖЕНИХ ЗСУВІВ	9
1.1 Коротка характеристика природних умов розвитку зсувів	9
1.2 Типи кадастрів	10
2. ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ГІС) ПРИ ВИВЧЕННІ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	16
2.1 Геоінформаційні системи	16
2.3 Основні функції та інструменти QGIS для аналізу просторових даних	18
2.4 База геоданих.....	20
2.5 Картографування та моделювання зсувних процесів в ГІС	26
3.ФОРМУВАННЯ БАЗИ ГЕОДАНИХ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ ТА КАДАСТРУ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК З МЕТОЮ ОЦІНКИ РИЗИКІВ	32
ВИСНОВКИ	42
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. У сучасних умовах активного природокористування та змін клімату, актуальність дослідження природно-техногенних процесів, зокрема зсувів, зростає з кожним роком.

Вплив господарської діяльності на розвиток зсувів часто обумовлюється додатковим навантаженням, підрізкою схилів під час будівельних робіт, створенням динамічних навантажень тощо. Розвиток зсувного процесу викликає руйнування та деформації багатьох промислових, інженерних, житлових та громадських споруд.

Найбільше випадків активізації в Івано-Франківській області відмічається у гірській місцевості, де нові зсуви утворюються, в основному, за техногенних обставин або у випадках аномальних метеоумов. На сьогодні, на території області зафіксовано 805 зсувів, загальною площею 301 км², а кількість активних зсувів становить 95 одиниць. Національна база даних зсувів України наразі містить понад 22000 зсувів. Загальна кількість зсувів склала 22 948 одиниць [1].

Таким чином, тема дослідження є вкрай важливою з погляду сталого розвитку територій, збереження життя і здоров'я населення, ефективного управління природними ресурсами та просторового планування.

Метою бакалаврської роботи є формування бази геоданих зсувних процесів та кадастру земельних ділянок Косівського району з метою оцінки ризиків.

Основні завдання, що вирішуються в бакалаврській роботі: сформувати базу геоданих для зберігання та актуалізації просторових та атрибутивних даних про зсувні процеси та земельні ділянки з використанням QGIS у форматі **GeoPackage** або **PostGIS**;

Об'єкт дослідження – кадастр зсувів та земельних ділянок Косівського району Івано-Франківської області.

Предмет дослідження – використання засобів QGIS для просторового аналізу даних з метою оцінки ризику.

Результати дослідження можуть використовуватись для прийняття управлінських рішень з метою зменшення наслідків від ймовірної активізації зсувів для об'єктів господарювання на території Косівського району.

1 ФІЗИКО-ГЕОГРАФІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ. КАДАСТР ОБСТЕЖЕНИХ ЗСУВІВ

1.1 Коротка характеристика природних умов розвитку зсувів

Косівський район розташований у південно-східній частині області, у передгір'ї та низькогір'ї Покутсько-Буковинських Карпат. Клімат помірно континентальний. Гірські вершини в рівнинній частині сягають 300 – 450 м над рівнем моря, а в гірській – від 700 до 1000 м. Впоперек хребтів течуть найдовші річки району: Черемош – 80 км, Пістинька – 56 км, Рибниця – 54 км, Лючка – 24 км [2].

Сумарна річна кількість опадів понад 1100 мм. Через часті сильні дощі та особливості геологічної, геоморфологічної будови створюються умови для сповзання ґрунту – зсувних процесів (рис 1.1).

Зсувними породами є неогенові відклади, які представлені товщами гіпсів та ангідритів з глинистими прошарками, темно-сірі тонкошарові глини, алевроліти, сірі пісковики з прошарками глин, гравелітів, туфів [3].



Рис 1.1 Стінка відриву зсуву ґрунту в Косівському районі [4].

Кадастр зсувів був створений на основі даних польових обстежень 23 зсувів Косівського району Івано-Франківської області. В кадастрі зазначена така інформація: кадастровий номер зсуву, місце розташування і назва об'єкту, рік активізації зсуву, склад порід основного горизонту, що деформується, абсолютні відмітки (м), тип зсуву за формою в плані / в профіль, довжина (м), ширина (м), площа (м²), висота стінки відриву (м), кут нахилу схилу, град, експозиція, ступінь активності, техногенне навантаження, географічні координати (широта (град.), довгота (град.)) (рис.1.2).

Аналіз кадастру свідчить, що розміри зсувів незначні – десятки метрів як за довжиною, так і за шириною, зрідка розміри збільшуються до перших сотень метрів. Зсуви утворились на схилах протяжністю від 40 до 500 метрів з кутами нахилу від 10 до 20 градусів. За глибиною захоплення порід зсуви відносяться до малих 0.3 – 2.5 м, про що свідчить «висота стінки зриву» (0.3 – 5 м). За експозицією схилів переважає південний напрямок – ПдСх та ПдЗх.

Колонка «Техногенне навантаження» свідчить, що на тілі обстежених зсувів або близько до них знаходяться 44 житлових будинки та господарські споруди. Зазначено їх місцеположення відносно зсувів та ступінь руйнування внаслідок стихійного лиха, а також наявність загрози пошкодження надалі.

1.2 Типи кадастрів

Закони й постанови, прийняті на державному рівні регулюють ведення окремих державних кадастрів та реєстрів, зокрема:

– кадастри природних ресурсів (земельний, водний, лісовий, родовищ корисних копалин (природних і техногенних), екологічний, природних лікувальних ресурсів, мінерально-сировинних ресурсів тощо);

– кадастри нерухомості (будівель та споруд, інженерних мереж і комунікацій, транспортних магістралей, вулично-дорожньої мережі тощо);

№ за пор.	Номер зсуву по кадастру	Місце розташування і назва об'єкту	Рік актизації зсуву	Склад порід, що деформуються	Абсолютні відбитки, м	Тип зсуву за формою в плані / в профіль	Довжина, м	Ширина, м	Площа, м ²	Висота стінки відриву, м	Кут нахилу схилу, град.	Експозиція	Ступінь активності	Техногенне навантаження	Широта (град.)	Довгота (град.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	IФ-Кс-1	в Зх частині відомого зс. I-II-П-Кс-240	1978, 1986, 2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	480	циркоподібний / ступінчастий	50	40	1800	2,5	10	ПдЗх	А	Забудовано, городи, сад	48,34	25,07
2	IФ-Кс-2	в ПдСх частині відомого зс. I-II-П-Кс-240	1978, 1986, 2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	475,5	циркоподібний / ступінчастий	50	40	1800	2,5	15	ПдЗх	А	Забудовано, городи, сад	48,34	25,07
3	IФ-Кс-3	120 м на Сх від відомого зс. I-II-П-Кс-240	1978, 1986, 2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	475,4	циркоподібний / ступінчастий	100	70	5950	2	10	ПдЗх	А	Забудовано, городи, сад	48,34	25,09
4	IФ-Кс-4	430 м на Зх від відомого зс. I-II-П-Кс-47	1978, 2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	560	циркоподібний / ступінчастий	70	80	4760	0,7	13	ПдСх	А	Забудовано, городи, сад	48,35	25,09
5	IФ-Кс-5	400 м на Зх від відомого зс. I-II-П-Кс-47	2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	511	фронтальний / хвилястий	500	100	40000	0,5-1,5	15	Пд	А	Забудовано, городи, сад	48,35	25,09
6	IФ-Кс-6	в ПдЗх частині відомого зс. I-II-П-Кс-45	1978, 2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	441	циркоподібний / ступінчастий	40	20	680	0,3	12	ПдЗх	А	Забудовано, городи, сад	48,35	25,09
7	IФ-Кс-7	на тілі зс. I-III-П-Кс-223	1978, 1986, 2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	400	циркоподібний / ступінчастий	80	50	3200	0,3	16	ПдСх	А	Забудовано, городи, сад	48,33	25,10
8	IФ-Кс-8	на тілі зс. I-III-П-Кс-223	1978, 1986, 2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	400	циркоподібний / ступінчастий	100	80	6400	1,6	19	ПдСх	А	Забудовано, городи, сад	48,33	25,10
9	IФ-Кс-9	на тілі зс. I-III-П-Кс-223	1978, 1986, 2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	400	циркоподібний / ступінчастий	100	80	6800	2	17	ПдСх	А	Забудовано, городи, сад	48,33	25,10
10	IФ-Кс-10	на тілі зс. I-III-П-Кс-222	1978, 1986, 2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	400	циркоподібний / ступінчастий	80	60	3840	1,5	13	ПдСх	А	Забудовано, городи, сад	48,33	25,10
11	IФ-Кс-11	400 м на Сх від відомого зс. I-III-П-Кс-224	2010	Сутлиники, глини, алевроліти, пісковики	396	циркоподібний / ступінчастий	80	60	3600	2,5-3	13	Пд	А	Забудовано, городи, сад	48,33	25,12

Рис 1.2 Фрагмент кадастру зсувів Косівського району [4].

– реєстри (населення, юридичних і фізичних осіб, адміністративно-територіальних утворень, адрес та інші).

Першим програмним документом реформування земельних відносин в Україні є Указ Президента України «Про основні напрями земельної реформи в Україні на 2001-2005 роки» від 30.05.2001 р. № 372/2001. Згідно з даним Указом, основними завданнями земельної реформи є: 1) визначення ефективних механізмів гарантування і захисту права власності на землю; 2) забезпечення ефективного управління земельними ресурсами, раціонального використання і охорони земель; 3) забезпечення розмежування земель державної та комунальної власності; 4) регулювання питань реалізації громадянами, юридичними особами, територіальними громадами сіл, селищ і міст права власності на землю; 5) створення правових засад регулювання ринку земель; вирішення питань, пов'язаних із здійсненням права власності на земельну частку (пай); 6) запровадження механізмів: ефективного управління землекористуванням у населених пунктах та поза їх межами; здійснення програм поліпшення якості та охорони земель за рахунок коштів, які надходять від земельного податку; екологічного стимулювання раціонального землекористування; контролю за використанням та охороною земель на міжгалузевій основі; підготовки до повторного освоєння земельних ділянок із незначною і застарілою житловою та іншою забудовою в населених пунктах.

З часом стає зрозумілим, що всі ці завдання можна ефективно виконувати лише за умови наявності сучасної кадастрової системи. Світовий досвід показує, що кадастрова система є необхідним інструментом для ефективного функціонування ринкової економіки, реалізації земельної політики, підтримки земельно-іпотечного кредитування, підтримки економічного розвитку держави та вирішення питань управління земельними ресурсами. Інформація про земельні ділянки, що міститься у цій системі, є базисом для прийняття рішень,

пов'язаних із розвитком, управлінням та інвестиціями як у приватному, так і в публічному секторах [5].

За *цільми* кадастри можна розділити на три великі категорії:

Фіскальний кадастр, що спрямований на обслуговування цілей оподаткування нерухомості. Дані, отримані за допомогою кадастрової зйомки, повинні зберігатися за допомогою ключового елемента, яким може бути як ім'я власника нерухомості, так і власне нерухомість.

Юридичний кадастр – це кадастр, спрямований на реєстрацію і захист прав власності щодо нерухомості.

Багатоцільовий кадастр – є основою географічної локалізації та визначення технічної, правової, фіскальної та економічної інформації, пов'язаної із землею. Багатоцільовий кадастр використовується для управління земельними ресурсами.

До складу компонентів багатоцільового кадастру входять:

- дані: фіскальні, юридичні та адміністративні, про природні ресурси, про використання землі, суспільно-економічні;
- механізм зв'язку даних;
- кадастрові плани;
- топографічна база;
- геодезична мережа.

Особливе місце в багатоцільовому кадастрі займають кадастрові плани, які складаються на основі оригінальних карт і сучасних матеріалів зйомок. Існує поняття одновидового кадастру, що містить відомості про один об'єкт (будова, водопровід тощо), і багатовидового, що містить відомості про кілька об'єктів одного типу (кадастр інфраструктури, кадастр природних ресурсів, соціальних явищ тощо).



Рис. 1.3 Структура державних цілей та завдань кадастрових систем [5]

За *територіальним принципом* кадастр поділяють на державний і регіональний. У першому випадку кадастр поширюється на територію країни; у другому – галузь поширення кадастру обмежена територіальним регіоном (областю, містом, селищем тощо). У разі, коли управління і методичне забезпечення кадастру, його оновлення здійснюють за єдиними для країни вимогами, то такий кадастр, незалежно від територіального принципу, називають державним [5].

Одним з важливих завдань у галузі охорони природи є створення і розвиток системи кадастрів природних ресурсів.

Кадастри природних ресурсів – систематизовані зведені дані, які якісно і кількісно характеризують визначені види природних ресурсів, містять фізикогеографічні характеристики, класифікації, відомості про динаміку, ступінь вивченості, еколого-економічної значущості тих чи інших об’єктів і ресурсів. Додатково кадастр враховує картографічні і статистичні матеріали, подає рекомендації з використання природних ресурсів, заходи щодо їхньої охорони та іншу інформацію. З метою забезпечення збору, обробки, збереження та аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін і розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття ефективних управлінських рішень в Україні створюється система державних кадастрів природних ресурсів. Вона забезпечує взаємну інтеграцію, комплексність, доступність та оперативність надання відомостей про природні ресурси органам державної влади й управління, суб’єктам природокористування загалом. Єдиного кадастру усіх природних ресурсів не існує, тому за кожним із видів природних ресурсів ведеться окремий кадастр. Термін «природноресурсові кадастри» має узагальнений характер і використовується в юридичній літературі для характеристики різних видів державних кадастрів, а саме: земельного, водного, лісогосподарського, містобудівного, кадастру територій та об’єктів природно-заповідного фонду тощо. Слід зазначити, що кожний окремий кадастр характеризується специфічним змістом зведень та їх зовнішнім проявом [5].

2. ВИКОРИСТАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ (ГІС) ПРИ ВИВЧЕННІ ЕКЗОГЕННИХ ГЕОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Геоінформаційні системи

Геоінформаційна система (ГІС) - це програмно-апаратний комплекс, призначений для вирішення сукупності завдань зі збереженням, відображення, оновленню та аналізу просторової і атрибутивної інформації по об'єктах території. Одна з основних функцій ГІС - створення і використання електронних карт, атласів та інших картографічних творів. Основою будь-якої інформаційної системи є дані. Дані в ГІС поділяються на просторові, семантичні та метадані.

Просторові дані - дані, що описують місце розташування об'єкта в просторі. Наприклад, координати кутових точок будівлі, представлені в місцевій або будь-якій іншій системі координат.

Семантичні (атрибутивні) дані - дані про властивості об'єкта. Наприклад, адреса, кадастровий номер, поверховість та інші характеристики будівлі.

Метадані в ГІС - це дані про дані, які описують геопросторові дані та їх властивості. Вони надають інформацію про походження, структуру, зміст, якість та інші характеристики геопросторових даних, що дозволяє користувачам ефективно шукати, використовувати та управляти цими даними [6].

ГІС широко використовуються у світі для вивчення різних аспектів людської діяльності, що містить картографічну прив'язку. Зараз існують ГІС, що використовуються в економіці, політиці, екології, управлінні і охороні природних ресурсів, кадастрі, науці, освіті та ін. Вони інтегрують картографічну інформацію, дані дистанційного зондування та екологічного моніторингу, статистику, гідрометеорологічні спостереження, експедиційні матеріали та інші.

Структурно, ГІС являє собою централізовану базу даних просторових об'єктів і інструментів, які надають можливості зберігання, аналізу й обробки будь-якої інформації, пов'язаної з тим чи іншим об'єктом ГІС, що сильно спрощує

процес використання інформації про територіальні об'єкти зацікавленими службами та особами [6].

2.2 Інтеграція просторових та атрибутивних даних в ГІС

Для ефективного управління муніципальними утвореннями і динамічними процесами як природного так і техногенного походження необхідні достовірні і актуальні дані про об'єкти і процеси на їх території, а також передові технології накопичення, обробки та подання інформації. Сучасні географічні інформаційні системи з їх розвиненими аналітичними можливостями дозволяють наочно відобразити і осмислити інформацію про конкретні об'єкти, процеси та явища в їх сукупності. ГІС дозволяють виявити взаємозв'язки і просторові відносини, підтримують колективне використання даних та їх інтеграцію в єдиний інформаційний масив. Вони широко застосовуються в містобудуванні, кадастровому обліку, екологічному моніторингу та інших сферах. Одним із найпотужніших і водночас доступних програмних рішень для роботи з ГІС є QGIS (Quantum GIS) – відкрите програмне забезпечення, що надає широкий спектр інструментів для обробки геоданих [6].

QGIS є одним із найпоширеніших ГІС-інструментів завдяки своїй гнучкості та підтримці великої кількості форматів даних. Основні можливості QGIS для аналізу включають:

- підтримка різних форматів геоданих – можливість роботи з векторними (Shapefile, GeoJSON, KML, GeoPackage) та растровими (GeoTIFF, JPEG2000, Sentinel-2) форматами даних;
- створення та редагування геоданих – інструменти для створення, зміни геометрії та атрибутивних даних, застосування просторових операцій;
- просторовий аналіз (інструменти для геообробки, буферизації, об'єднання та кластерного аналізу об'єктів);

- картографічна візуалізація – можливість створювати професійні тематичні карти з використанням стилізації, анотацій та підписів;
- топологічний контроль – перевірка коректності геометрії об'єктів та усунення помилок векторних даних;
- автоматизація обробки даних – можливість використання мови Python (PyQGIS) для створення скриптів та автоматизації процесів;
- інтеграція з базами даних – робота з PostGIS, SQLite, SpatiaLite та іншими геопросторовими СУБД для централізованого зберігання даних;
- публікація геоданих – можливість експорту картографічних матеріалів у PDF, SVG, PNG та інші формати, а також розгортання вебсервісів через QGIS Server або GeoServer [6].

2.3 Основні функції та інструменти QGIS для аналізу просторових даних

Завдяки підтримці міжнародних стандартів та відкритому коду, QGIS є ідеальним рішенням для розробки бази геоданих. Його використання дозволяє ефективно структурувати просторові дані відповідно до вимог законодавства; об'єднувати різні джерела даних (кадастрова інформація, зонування територій); виконувати аналіз територіального планування та приймати обґрунтовані рішення щодо забудови.

Інструменти для роботи з даними – переглядати, редагувати та додавати дані через атрибутивну таблицю, яка містить усі властивості об'єктів. Редагування просторових та атрибутивних даних: QGIS дозволяє редагувати як геометрію об'єктів (їхні координати, форму), так і атрибути (назву, стан, інші характеристики).

Інструмент "Toggle Editing" дозволяє вмикати та вимикати режим редагування даних у шарі, він використовується перед тим, як додавати або редагувати об'єкти [7, 8].

Додавання нових об'єктів: за допомогою інструментів "Add Point", "Add Line", "Add Polygon" можна додавати нові об'єкти на карті, визначаючи їхні геометричні форми. Ці інструменти зручні для створення нових точок або полігонів.

Інструмент буферної зони ("Buffer"): використовується для визначення зон навколо об'єктів. Це може бути корисним для аналізу впливу зсувів на кадастрові ділянки.

Просторові фільтри ("Select by Location"): дозволяють обирати об'єкти на основі їх просторових взаємодій. Наприклад, можна вибрати всі об'єкти земельних ділянок, що знаходяться у зоні дії можливих зсувів ґрунту.

Кластеризація об'єктів ("Heatmap"): дозволяє створювати теплові карти, які показують концентрацію об'єктів на певних територіях. Це може бути корисним для виявлення скупчення зсувів у міських або сільських районах.

Візуалізація даних. QGIS забезпечує гнучкі можливості для візуалізації даних. Можна створювати карти з відображенням зсувів Косівського району Івано-Франківської області, використовуючи наступні інструменти: налаштування символіки: за допомогою інструменту "Layer Properties" можна налаштувати вигляд об'єктів на карті. Наприклад, можна встановити різні кольори або форми точок для різних типів ділянок [7, 8].

Тематичні карти ("Graduated Symbols"): дозволяють візуалізувати дані за певним атрибутом, наприклад, відобразити об'єкти, що перебувають у зоні ризику зсувів.

Додавання легенди, масштабу і заголовка: після налаштування символіки та створення карти, можна додати легенду, масштаб та заголовок за допомогою інструмента "Layout Manager" для створення готового до друку або презентації картографічного документа.

Збереження результатів та метаданих використовуючи інструмент "Export as Image" або "Export as PDF" для збереження карти у форматі зображення або PDF.

Оновлення метаданих – інструмент "Layer Properties"/ "Metadata" для внесення інформації про джерела даних, дату створення та авторів даних. Цей етап забезпечує збереження інформації про актуальність і походження даних [7,8].

2.4 База геоданих

База геоданих – це структура, яка дозволяє зберігати, організовувати, редагувати і аналізувати просторові (географічні) та атрибутивні дані. У QGIS бази геоданих використовуються для зберігання: векторних шарів (точки, лінії, полігони), таблиць з атрибутами (наприклад, назви, площа, стан дороги тощо), зв'язків між об'єктами, стилів візуалізації, форм введення, тощо.

Модель "База геоданих" ґрунтується на принципах реляційних таблиць і використовує персональну базу даних Microsoft Access або багатокористувальницьку реляційну базу даних, таку як Oracle, Microsoft SQL Server, PostgreSQL, Informix або IBM DB2. Ключовою концепцією бази геоданих є набір даних. База геоданих містить три основні типи наборів даних: – класи просторових об'єктів (Feature classes); – растрові набори даних (Raster datasets); – непросторові таблиці (Tables). Ці набори даних додають до бази геоданих розширені можливості (шляхом створення топології мережі або підтипів) для моделювання поведінки, збереження цілісності даних і роботи з одним з

найважливіших наборів просторових відношень. База геоданих забезпечує: доступ і управління великими обсягами просторових даних, що зберігаються у файлах і базі даних; обробку великих і різноманітних типів даних та інших об'єктів; застосування складних правил і відношень в "інтелектуальних" ГІС, що безпосередньо моделюють реальність [9].

Модель бази геоданих визначає загальну модель для просторової інформації. Це типова модель, яка може бути використана для визначення та роботи широким колом різних користувачів або додатків за конкретними моделями [10].

Основними перевагами баз геоданих є централізоване зберігання географічні дані та керувати ними в одній реляційній СКБД; моделювання поведінки просторових об'єктів; підтримувати цілісність просторових даних у несуперечливій, точній базі даних; багатокористувацький доступ та редагування; інтеграція просторових даних з іншими базами даних; підтримка користувацьких функцій і поведінки.

За допомогою моделі даних бази геоданих користувач може створювати більш змістовні об'єкти з новими якостями, моделювати об'єкти навколишнього світу встановлювати та налаштовувати властивості й взаємовідношення об'єктів [9 -12].

Топологія бази геоданих. В базі геоданих топологія – це механізм, який визначає як точкові, лінійні, полігональні просторові об'єкти використовують загальну геометрію.

Топологія визначає та забезпечує правила цілісності даних (наприклад, не повинно бути щілин між полігонами). Вона підтримує запити топологічних відношень і переміщень (наприклад, переміщення просторових об'єктів суміжності або зв'язності), підтримує складні інструменти редагування, а також дозволяє створювати просторові об'єкти із неструктурованих геометрій

(наприклад, створення полігонів з ліній). У ArcGIS топологія включає компоненти: 1) топологічні моделі даних, які використовують відкритий формат для простих просторових об'єктів, правила топології та топологічно інтегровані координати для просторових об'єктів із загальною геометрією; 2) топологічні шари, які використовуються для відображення топологічних взаємовідношень, помилок і винятків; 3) комплекс інструментів геообробки для створення, аналізу, управління та перевірки топології; 4) досконалі програмні алгоритми для аналізу й знаходження топологічних елементів у класах просторових об'єктів (точкових, лінійних і полігональних); 5) потужні засоби редагування й автоматизації даних, які використовуються для створення, підтримки й перевірки топологічної цілісності та подання групових просторових об'єктів [9, 12].

Відношення та класи відношень. Різні види географічних і негеографічних сутностей можуть бути пов'язані між собою відношеннями. Відношення можуть існувати між: – географічними сутностями, наприклад, будинок може бути пов'язаний із земельною ділянкою; – географічними сутностями та негеографічними сутностями, наприклад, земельна ділянка може бути пов'язана з власником; – негеографічними сутностями, наприклад, власник земельної ділянки може бути пов'язаний з податковим кодом. При поданні зв'язків між географічними об'єктами необхідно моделювати просторові відношення між просторовими об'єктами. ArcMap забезпечує два методи асоціації даних, що зберігаються в таблицях з географічними об'єктами: зв'язування і з'єднання. Зв'язування (Relating) – операція, яка встановлює часові зв'язки між записами в двох таблицях, в обох використовуючи загальний ключ. Зв'язування реалізують типи відношень "один-до-одного" (one-to-one), "один-до-багатьох" (one-to-many) і "багато-до-багатьох" (many-to-many). З'єднання (Joining) – операція зв'язування та фізичного з'єднання двох таблиць атрибутів, використовуючи їх спільні елементи, які існують у двох таблицях. З'єднання

використовується для того, щоб доповнити поля однієї таблиці до полів іншої таблиці за допомогою спільних атрибутів або полів. З'єднання реалізують типи відношень "один-до-одного" і "багато-до одного". Відношення "один-до-одного" та "один-до-багатьох" не вимагають нової таблиці у базі геоданих. Зв'язування і з'єднання використовуються для створення даних, їх вивчення та аналізу. У базі геоданих відношення між об'єктами зберігаються в класах відношень. Клас відношень (Relationship class) – це елемент бази геоданих, який зберігає інформацію про відношення. Класи відношень керують асоціаціями між об'єктами в одному класі (класі просторових об'єктів або таблиці) й об'єктами в іншому класі. Класи відношень забезпечують множину ефективних можливостей, які відсутні в операціях зв'язування та з'єднання в ArcMap [9, 12].

Усі відношення в класі відношень зв'язують об'єкти з одного класу джерела (origin class) з об'єктами з одного класу-адресата (destination class). Таблиця класу відношень має пару зовнішніх ключів (foreign key – FK), один з яких відноситься до класу-джерела, а інший – до класу-адресата. Класи об'єктів мають внутрішні ключі (primary key – PK), один з яких відноситься до класу-джерела, а інший – до класу-адресата. Клас відношень має мітку прямого напрямку (forward path label) і мітку зворотного (backward path label). Приклади міток напрямку: "керує", "керується за допомогою". Потужність відношення (cardinalities) визначає кількість об'єктів у класі-джерелі, які можуть відноситися до числа об'єктів у класі адресата. Відношення у базі геоданих можуть мати одне з трьох значень потужності: "один-до-одного", "один-до-багатьох" або "багато-до-багатьох". База геоданих підтримує два типи відношень – прості та складені. Просте відношення (simple relationship) – це рівноправне відношення, при якому пов'язані об'єкти можуть існувати незалежно один від одного. Складене відношення (composite relationship) – це відношення "один-до-багатьох", при якому об'єкти з класу-адресата не можуть існувати незалежно від об'єктів з

класу-джерела. Коли видаляється джерело, відповідні об'єкти з класу-адресата також видаляються.

Елементи об'єктно орієнтованої моделі "База геоданих". База геоданих містить три основні типи наборів даних незалежно від системи їх використання [12]: таблиці (Tables); класи просторових об'єктів (Feature classes); набори растрових даних (Raster datasets). Ці набори даних можна розглядати як універсальну відправну точку для розробки бази геоданих. База геоданих має низку додаткових елементів і типів наборів даних, які можуть бути використані для моделювання складної поведінки, підвищення цілісності даних, розширення можливостей бази геоданих в управлінні даними [9,12].

Таблиці. У базі геоданих управління атрибутами здійснюється в таблицях, які ґрунтуються на серії простих істотних концептів реляційних даних: – таблиці містять ряди; – усі ряди таблиці мають однакові колонки; – кожна колонка має тип даних; – серія реляційних функцій і операторів доступна для операцій на таблицях та їх елементах даних. Таблиці та відношення відіграють ключову роль у ArcGIS, бо вони знаходяться у додатках традиційних баз даних. Користувачі за допомогою таблиць виконують дуже багато традиційних табличних і реляційних операцій. Таблиці (Tables) забезпечують описовою інформацією географічні об'єкти, растри і традиційні таблиці атрибутів у базі геоданих. Рядки у таблиці можуть використовуватися для збереження всіх властивостей об'єктів. Вони включають збереження й управління геометрією просторових об'єктів у колонці (стовпчику) Shape [9,12].

Використання баз геоданих у дослідженнях екзогенних геологічних процесів. Оскільки, база геоданих (геопросторова база даних) — це структура, яка поєднує просторову інформацію (геометрія) — координати, межі, рельєф та атрибутивні дані (тематичну інформацію), то вона широко використовується у

дослідженнях небезпечних процесів для моніторингу стану територій; для моделювання зон ризику; для прогнозування повторення небезпечних явищ.

При дослідженнях зсувних явищ база геоданих зсувів включає полігони зсувних масивів, лінії тріщин і розломів, точки центроїдів активних зсувів, шари крутизни схилів (на основі даних цифрової моделі рельєфу (ЦМР)); інформацію про опади, тип порід, антропогенне навантаження; моніторингові дані обстеження зсувних ділянок.

В QGIS для цього застосовуються інструменти аналізу рельєфу (slope, aspect), зв'язок з кадастровими даними – для оцінки загроз для приватних ділянок або інфраструктури.

При дослідженнях *карстових явищ* база геоданих містить точки карстових воронок; полігони зон небезпеки просідання; інженерно-геологічну характеристику порід; зони обмежень для будівництва.

У QGIS можна створити моделі розповсюдження ризику, використовуючи буферні зони, виконувати просторові запити — наприклад, пошук ділянок у межах 100 м від активного карсту, візуалізація підземної гідрології (у випадку розчинних порід).

При дослідженні підтоплень бази геоданих включають: полігони зон затоплення (за різні роки); глибини залягання ґрунтових вод; дані про паводки, водосховища, гідрмережу; моніторингові обстеження.

У QGIS застосовуються інструменти Hydrology (QGIS Processing Toolbox); накладаються карти ґрунтових вод, трас потоків, басейнів збору води; інтегрується дані метеостанцій, які можуть бути приєднані через таблиці або підключення до сервісів.

Можна інтегрувати дані про ЕГП в єдину базу (GeoPackage або PostGIS), до прикладу:

Компонент	Приклад	Призначення
Landslides	полігони активних зсувів	зонування небезпеки
Karst_points	точки карстових воронок	моделювання осідань
Flood_zones	полігони підтоплення	контроль ризику
Buildings	шари забудови	оцінка загроз
Cadastre	кадастрові ділянки	зв'язок з власниками, страхування
Dem	цифрова модель рельєфу	гідрологічне моделювання

Таку базу можна періодично оновлювати, зберігати в GeoPackage (як локальний файл), або PostGIS (база на сервері).

На підставі інформації бази геоданих можна створювати моделі ризику (за допомогою вагових коефіцієнтів, машинного навчання тощо); проводити просторовий аналіз щодо місць формування зсувів, карстових явищ, підтоплення; розробляти рекомендації для забудови.

2.5 Картографування та моделювання зсувних процесів в ГІС

Аналіз негативного впливу небезпечних геологічних процесів на господарські та інженерні споруди вимагає врахування різних типів зсувів у максимально широкому можливому діапазоні зміни властивостей і, відповідно, параметрів геологічного середовища.

Оцінка та прогнозування геонебезпек за допомогою ГІС

Стихійні лиха є драматичним прикладом того, як люди живуть у конфлікті з довкіллям. Раннє прогнозування та попередження мають важливе значення для зменшення матеріальних збитків та людських жертв. Оцінка ризиків природних загроз є ключовим елементом ефективного процесу прийняття рішень та розробки політики у сфері запобігання надзвичайних ситуацій. Це багатоцільовий процес,

який дозволяє ідентифікувати, виконати кількісну оцінку та зрозуміти масштаби і наслідки ризиків, з якими стикається суспільство.

Світовий досвід у сфері дослідження небезпечних геологічних процесів підкреслює ефективність сучасних ГІС-методів та моделювання у запобіганні та прогнозуванні негативного впливу зсувних процесів, процесів підтоплення, селевих потоків тощо, які були розроблені фахівцями геологічних служб США, Великобританії та інших країн [13].

Методи моделювання та ГІС використовуються для прогнозного картографування, отримання оцінки ймовірного розвитку небезпечних геологічних процесів, створення моделей для багатофакторного просторового оцінювання. Так, на основі статистичного аналізу, даних дистанційного зондування та натурних спостережень оцінюються ризики зсувоутворення, формування та можливі зони підтоплення.

Наведемо дані щодо застосування комплексного ГІС-аналізу для моделювання та прогнозування зсувних процесів.

Моделювання зсувів. Оскільки зсуви відбуваються часто і можуть представляти собою одну з найбільш руйнівних сил на землі, вкрай важливо мати розуміння того, що їх викликає і як люди можуть допомогти запобігти їх виникненню або просто уникати їх, коли вони все ж таки відбуваються. Стале управління земельними ресурсами та розвиток також є важливим ключем до зменшення негативних наслідків зсувів.

Регіональне картографування зсувів. Регіональне або рекогносцирувальне картографування надає базові дані для регіонального планування, надаючи вихідну інформацію для проведення більш детальних досліджень на рівні громади та конкретних ділянок, а також для визначення пріоритетів для майбутнього картографування. Такі карти, як правило, є простими інвентаризаційними або картами сприйнятливості і спрямовані насамперед на ідентифікацію та

розмежування регіональних зсувонебезпечних територій та умов, за яких вони відбуваються. Масштаби карт на цьому рівні зазвичай становлять від 1:10 000 до 1:4 000 000 або навіть менше [13].

Картографування зсувів на рівні громади. Цей тип картографування визначає як тривимірний потенціал зсувів, так і розглядає їхні причини. На цьому етапі також надаються рекомендації щодо землекористування, зонування та забудови, а також рекомендації щодо майбутніх досліджень на конкретній ділянці. Дослідження повинні включати підземні розвідувальні роботи з метою створення карти з розрізами. Масштаби карт на цьому рівні зазвичай варіюються від 1:1 000 до 1:10 000.

Картографування конкретних ділянок. Картографування конкретних ділянок пов'язане з ідентифікацією, аналізом та вирішенням фактичних проблем конкретної ділянки, часто представленої у вигляді житлового масиву. Зазвичай воно здійснюється приватними консультантами для землевласників, які пропонують забудову ділянки, і зазвичай включає детальну програму буріння із свердловинним каротажем, відбором проб та лабораторним аналізом з метою отримання необхідної інформації для проектування та будівництва. Масштаби карт різняться, але зазвичай вони становлять приблизно 1:600.

Карти інвентаризації зсувів. Інвентаризаційні карти позначають території, які визначені як зруйновані зсувними процесами (рис. 2.1). Рівень деталізації цих карт варіюється від простих розвідувальних інвентаризацій, які лише окреслюють широкі ділянки, де, як видається, стався зсув, до складних інвентаризацій, які зображують і класифікують кожен зсув і показують уступи, зони виснаження та накопичення, активні та неактивні зсуви, геологічний вік, швидкість руху та (або) інші відповідні дані про глибину і тип матеріалів, що беруть участь у зсувах [13].

Карти інвентаризації зсувів готуються для різних цілей, включаючи - документування масштабів зсувних явищ на територіях від малих до великих

водозбірних басейнів, як попередній крок до оцінки схильності до зсувів, небезпеки та ризику, дослідити поширення, типи та закономірності зсувів у зв'язку з морфологічними та геологічними характеристиками - вивчення еволюції ландшафтів.

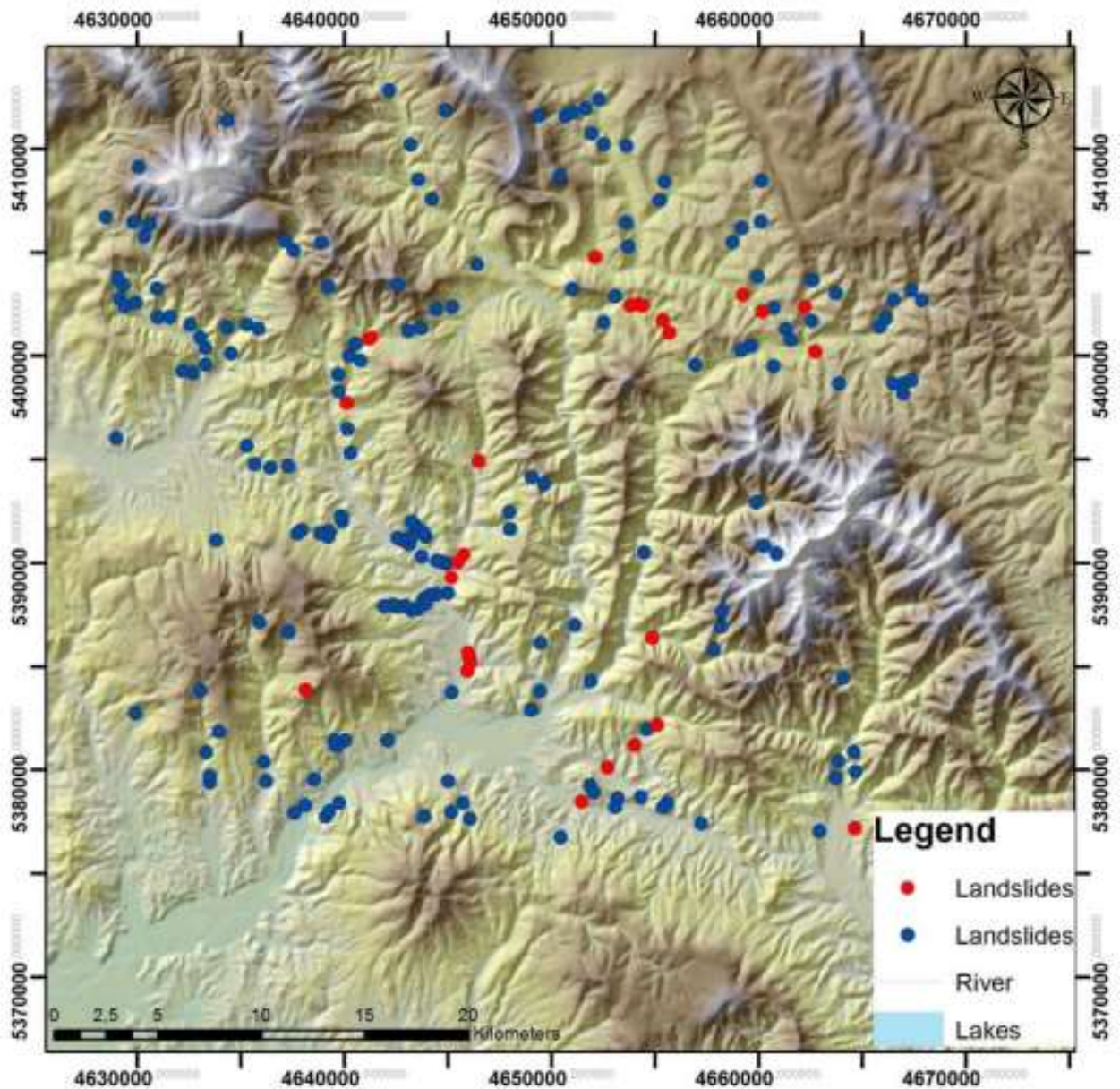


Рис. 2.1 – Карта зсувів Свалявського та Воловецького районів, Карпати [13]

Аналіз зсувонебезпечності. Сприйнятливість вимірює ступінь, до якого місцевість може зазнати впливу майбутніх рухів схилів. Іншими словами, це оцінка того, «де» можуть статися зсуви. Математичною мовою вразливість можна визначити як ймовірність просторового виникнення зсувів на схилах, враховуючи

набір геоекологічних умов Вандін та ін. назвали це «аналізом зсувів». Сприйнятливість не враховує розмір, наприклад, довжину, ширину, глибину, площу або об'єм зсувів, але оцінки сприйнятливості можуть бути підготовлені для зсувів різного розміру [13].

Карта зсувонебезпечності виходить за рамки інвентаризаційної карти і показує ділянки, які мають потенціал зсуву. Ці ділянки визначаються шляхом співвіднесення деяких основних факторів, що сприяють зсувам (таких як круті схили, слабкі геологічні одиниці, які втрачають міцність при насиченні або порушенні, а також погано дреновані породи або ґрунти), з минулим розподілом зсувів.

Ці карти показують лише відносну стабільність схилів; вони не дають абсолютних прогнозів. Підходи та методи визначення зсувонебезпечності можуть бути якісними або кількісними, прямими або непрямими.

Якісні підходи є суб'єктивними, визначають сприйнятливість евристично, і відображають рівні сприйнятливості за допомогою описових (якісних) термінів.

Кількісні методи дають числові оцінки; іншими словами, ймовірності виникнення зсувних явищ у будь-якій зоні сприйнятливості [13].

Всі підходи та методи можна згрупувати у п'ять широких категорій, а саме

- геоморфологічне картування,
- аналіз інвентаризації зсувів,
- евристичні або індексні підходи
- методи, засновані на процесах,
- статистичні методи моделювання.

Типи моделей:

- логістичний регресійний аналіз
- накладання даних

- нейронна мережа
- індексні моделі

Статистичні моделі зсувонебезпечності будуються для опису функціонального (статистичного) зв'язку між факторами нестабільності, що описуються наборами геоекологічних (незалежних) змінних, і відомим розподілом зсувів, взятих як залежна змінна моделі. До них відноситься класична статистика, машинне навчання, нейронні мережі, багатокритеріальний аналіз рішень та інші статистики.

Статистичні моделі зсувонебезпечності будуються для опису функціонального (статистичного) зв'язку між факторами нестабільності, що описуються наборами геоекологічних (незалежних) змінних, та відомим розподілом зсувів, що приймається як залежна змінна моделі.

Методи класифікації можна об'єднати в шість основних груп, а саме:

- класична статистика (наприклад, логістична регресія, дискримінантний аналіз, лінійна регресія),
- індексні (наприклад, вага доказів, евристичний аналіз),
- машинне навчання (наприклад, системи нечіткої логіки, машини опорних векторів, дерева лісів),
- нейронні мережі,
- багатокритеріальний аналіз рішень
- інші статистики [13].

3. ФОРМУВАННЯ БАЗИ ГЕОДАНИХ ЗСУВНИХ ПРОЦЕСІВ ТА КАДАСТРУ ЗЕМЕЛЬНИХ ДІЛЯНОК З МЕТОЮ ОЦІНКИ РИЗИКІВ

Формування геоінформаційної бази, яка дозволяє здійснювати комплексний аналіз просторових даних про зсувні процеси, кадастрову ситуацію, морфологію місцевості та визначати ризикові території, що потребують моніторингу або запобіжних заходів. Створення проєкту в QGIS розпочинається з ініціалізації нового проєкту, де першочерговим завданням є налаштування правильної системи координат, яка відповідає регіону дослідження — наприклад, УСК-2000 для території України. В нашому випадку так як територія Косівського району підійде система координат **EPSG:32635** — **WGS 84 / UTM зона 35N**, тому що охоплює територію України в межах 24°–30° східної довготи, до якої входить і Косівський район Івано-Франківської області. Вона базується на глобальній геодезичній системі WGS 84, що забезпечує сумісність з більшістю супутникових і ГІС-даних. Зона 35N є оптимальною для точного розміщення об'єктів на карті в межах цього географічного сектору без значних спотворень (рис.3.1). Система UTM зручна для аналізу, оскільки має метричні координати, що полегшує обчислення площ, відстаней та побудову буферів. Тому EPSG:32635 є доцільним вибором для просторового аналізу природних процесів у Косівському районі.

Це важливо для забезпечення сумісності всіх геоданих, що будуть завантажені чи створені в рамках проєкту. Наступним кроком є імпорт вхідних даних, до яких можуть належати топографічні карти, кадастрові шари, результати геологічних обстежень, цифрова модель рельєфу (ЦМР), шари зсувних явищ (рис. 3.2) у форматах GeoPackage, SHP, KML або TIFF. Всі ці шари перевіряються на коректність координатної системи, цілісність геометрії та, при

потребі, трансформуються до єдиного просторового стандарту за допомогою інструментів перетворення систем координат.

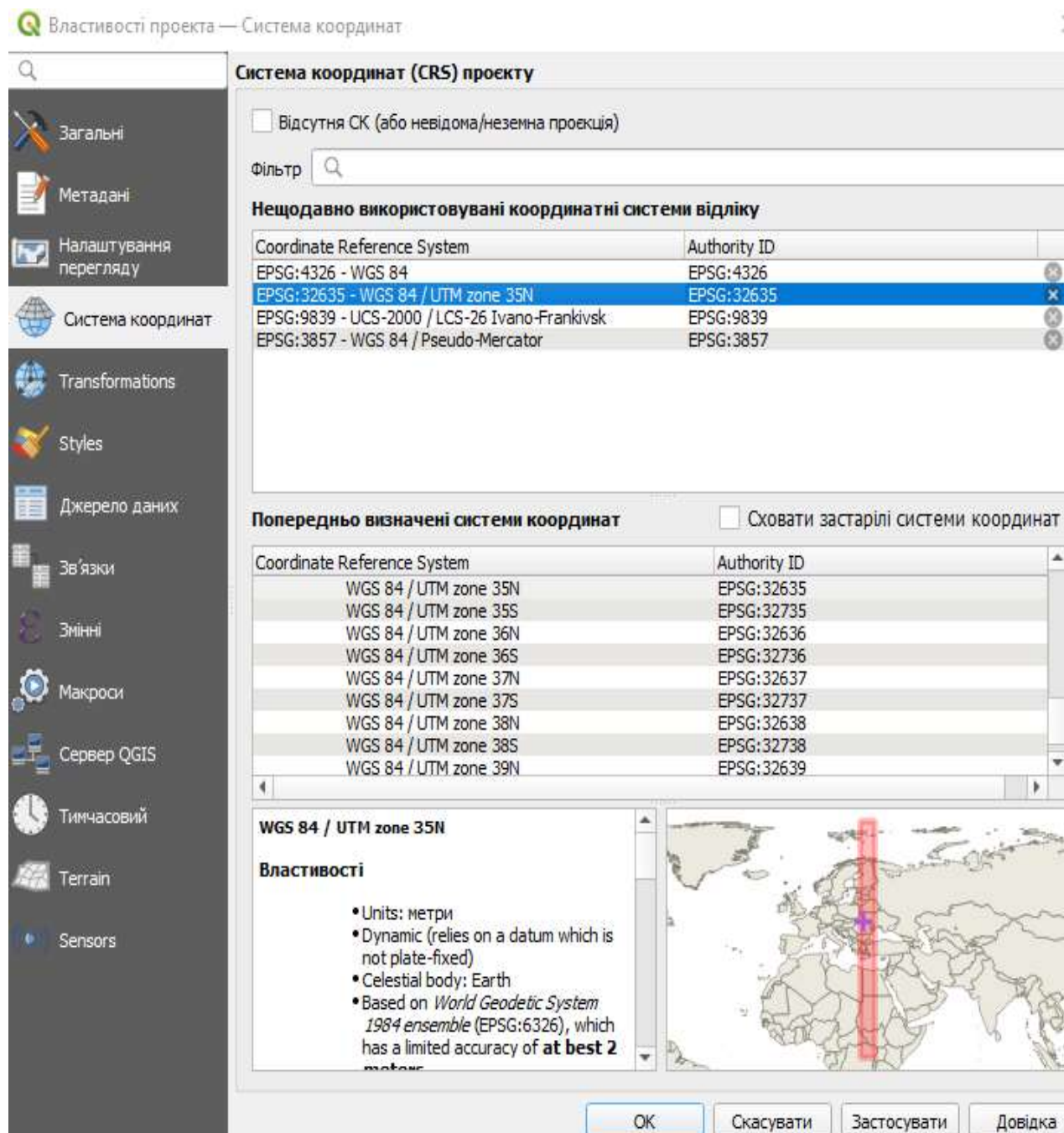


Рис. 3.1 – Встановлення системи координат району досліджень

Після цього створюються нові векторні шари, що відображають об'єкти дослідження — наприклад, полігони зсувних масивів, точки карстових лійок,

контури забудови або межі кадастрових ділянок, у яких задається структура атрибутів (назва, тип явища, площа, дата спостереження, ступінь небезпеки тощо).

Новий шар GeoPackage

База даних: C:\Users\radioboshka\Downloads\mkip_lsc_26.gpkg

Назва таблиці: mkip_lsc_26

Тип геометрії: Точка

Включити Z вимірювання Включити M значення

EPSG:32635 - WGS 84 / UTM zone 35N

Створити поле

Назва: []

Тип: abc Текст (string)

Максимальна довжина: []

Додати до списку полів

Список полів

Назва	Тип	Довжина
-------	-----	---------

Видалити поле

Додаткові параметри

Ідентифікатор шару: mkip_lsc_26

Опис шару: []

Колонка ідентифікатора об'єкта: fid

Колонка геометрії: geometry

Створити просторовий індекс

OK Скасувати Довідка

Рис. 3.2 Створення шарів GeoPackage

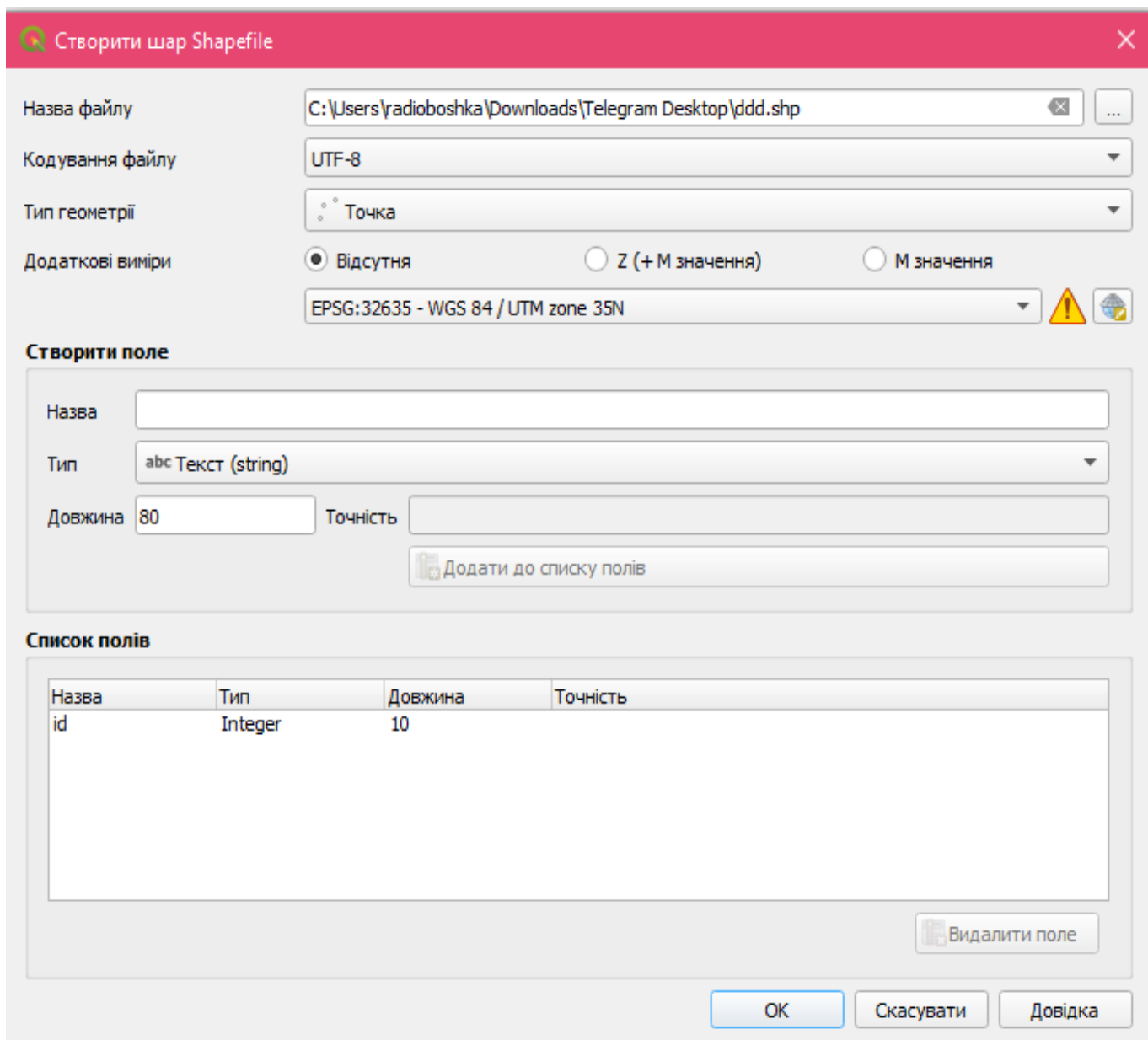


Рис. 3.3 Створення векторного шару

Далі виконується наповнення цих атрибутивних таблиць — вручну або шляхом імпорту таблиць CSV чи Excel, при цьому забезпечується відповідність даних полям шару, а також виконується первинна класифікація об'єктів.

Після створення векторних шарів з відповідними геометриями (точки, лінії або полігони) наступним етапом є наповнення атрибутивних таблиць — це процес введення описових даних, які характеризують просторові об'єкти.

Атрибутивна таблиця — це структура даних, у якій кожен рядок відповідає одному об'єкту на карті, а стовпці — це властивості або параметри цього об'єкта (наприклад, назва, площа, тип зсуву, рік активізації, рівень загрози тощо).

Введення даних може здійснюватись вручну безпосередньо в QGIS: для цього активується режим редагування шару («Toggle Editing»), і користувач може додавати, змінювати або видаляти значення в комірках таблиці. Якщо кількість об'єктів велика, ефективніше використовувати імпорт таблиць у форматах CSV або Excel, де заздалегідь підготовлені дані зіставляються з просторовими об'єктами за унікальним ідентифікатором або іншим спільним полем.

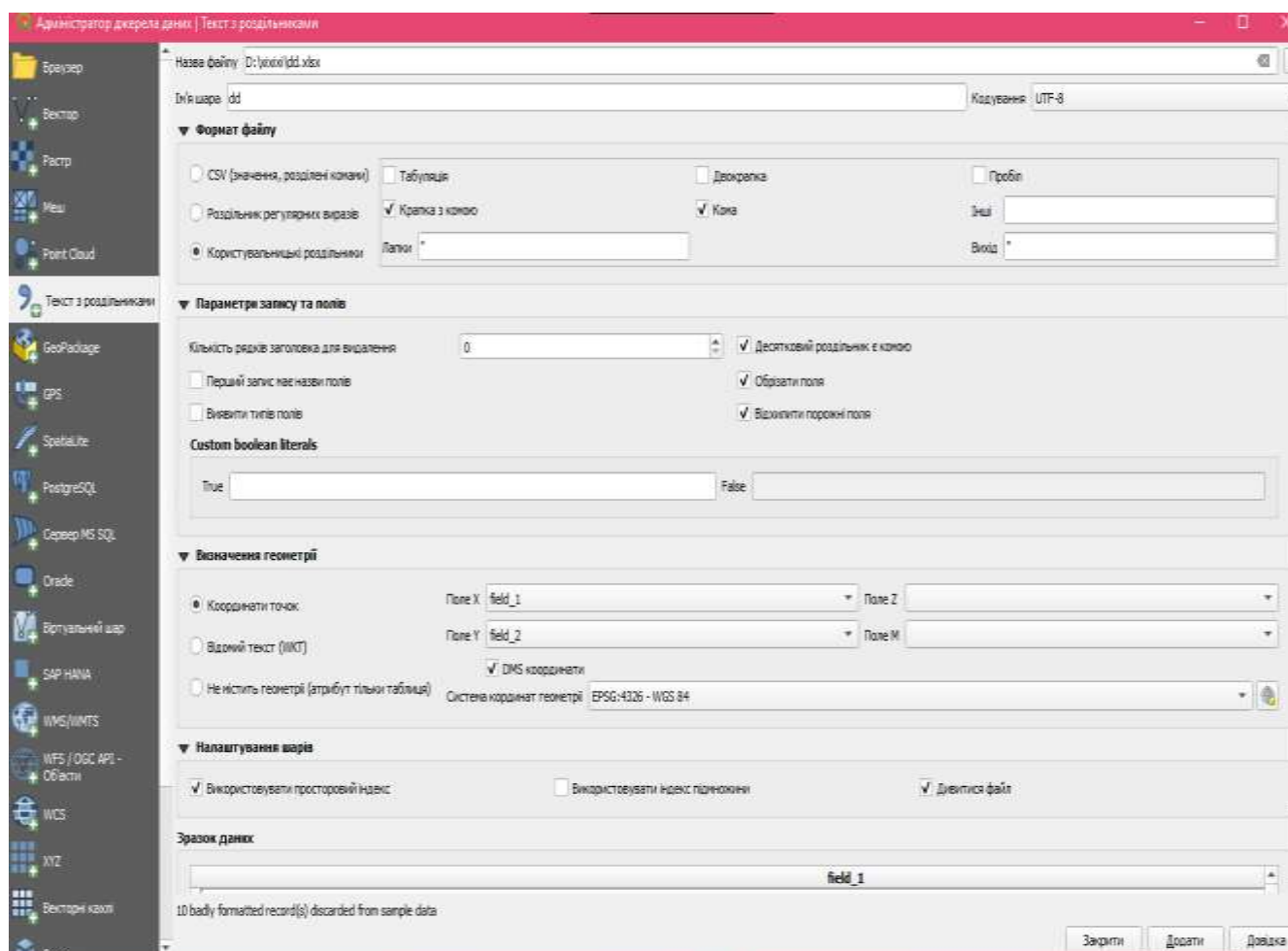


Рис. 3.4 Наповнення атрибутивних таблиць

Наприклад, у шарі зсувів це може бути поле «ID_зсуву», яке присутнє і в таблиці Excel — за цим ключем QGIS виконує з'єднання таблиць. Перед імпортом важливо переконались, що дані не містять помилок: відсутні пропущені значення у критичних полях, коректно зазначені числові та текстові типи, немає конфліктів назв. Після імпорту дані автоматично додаються до атрибутивної таблиці шару або зберігаються як окремий об'єкт, який можна пов'язати через інструмент «Join Attributes by Field Value». Це дозволяє працювати з великою кількістю даних, не змінюючи геометрії шару. Коли дані імпортовано, виконується перевірка на коректність — наприклад, сортування об'єктів за площею чи датою активізації для виявлення аномалій. Після цього бажано провести первинну класифікацію об'єктів — розподіл на категорії, залежно від значень у відповідних полях.

ID	Код	Опис	Датум	Тип ґрунту	Координати	Площа	Класифікація	Інші параметри
1	ІФ-Кс-1	ні відомого зс. І-П	78, 1986, 2010	Суглинки, г...	404,3/75,7/1,5	480	подібний / ступінчастий	50, 40, 1800, 2.5, 10, ПдЗх, А
2	ІФ-Кс-2	в ПдСх частині ...	1978, 1986, 2010	Суглинки, г...	401,5/74,2/1,5	475,5	циркоподібний / ступінчастий	50, 40, 1800, 2.5, 15, ПдЗх, А
3	ІФ-Кс-3	120 м на Сх від відомого зс.	1978, 1986, 2010	Суглинки, г...	395,9/79,7/2	475,4	циркоподібний / ступінчастий	100, 70, 5950, 2, 10, ПдЗх, А
4	ІФ-Кс-4	430 м на Зх від ...	1978, 2010	Суглинки, г...	389,3/170,8/...	560	циркоподібний / ступінчастий	70, 80, 4760, 0.7, 13, ПдСх, А
5	ІФ-Кс-5	400 м на Зх від ...	2010	Суглинки, г...	392,8/118,6/2	511	фронтальний / хвилястий	500, 100, 40000, 0,5-1,5, 15, Пд, А
6	ІФ-Кс-6	в ПдЗх частині в...	1978, 2010	Суглинки, г...	390,4/50,7/2,5	441	циркоподібний / ступінчастий	40, 20, 680, 0.3, 12, ПдЗх, А
7	ІФ-Кс-7	на тілі зс. І-III-П-Кс-223	1978, 1986, 2010	Суглинки, г...	365,6/34,4/3	400	циркоподібний / ступінчастий	80, 50, 3200, 0.3, 16, ПдСх, А
8	ІФ-Кс-8	на тілі зс. І-III-П-Кс-223	1978, 1986, 2010	Суглинки, г...	365,5/34,5/3	400	циркоподібний / ступінчастий	100, 80, 6400, 1.6, 19, ПдСх, А
9	ІФ-Кс-9	на тілі зс. І-III-П-Кс-223	1978, 1986, 2010	Суглинки, г...	367,5/32,5/1,5	400	циркоподібний / ступінчастий	100, 80, 6800, 2, 17, ПдСх, А
10	ІФ-Кс-10	на тілі зс. І-III-П-Кс-222	1978, 1986, 2010	Суглинки, г...	350,4/49,6/2	400	циркоподібний / ступінчастий	80, 60, 3840, 1.5, 13, ПдСх, А
11	ІФ-Кс-11	400 м на Сх від ...	2010	Суглинки, г...	345,4/51,5	395	циркоподібний / ступінчастий	80, 60, 3600, 2,5-3, 13, Пд, А
12	ІФ-Кс-12	380 м на Сх від ...	2010	Суглинки, г...	345,6/50,3/1,5	395	циркоподібний / ступінчастий	70, 50, 2800, 1,5-2, 14, Пд, А
13	ІФ-Кс-13	360 м на ПдЗх в...	2010	Суглинки, г...	345,8/48,5/2	395	циркоподібний / ступінчастий	80, 50, 3200, 2, 13, ПдСх, А
14	ІФ-Кс-14	320 м на Пд від ...	2010	Суглинки, г...	341,6/34,6/2,5	376	циркоподібний / ступінчастий	50, 50, 1875, 45718, 18, Пд, А
15	ІФ-Кс-15	230 м на ПдСх ...	2010	Суглинки, г...	331,7/14,4/2	347	циркоподібний / ступінчастий	50, 50, 1875, 0.5, 17, ПдСх, А
16	ІФ-Кс-16	220 м на ПдСх ...	2010	Суглинки, г...	330,7/12/1,5	344	циркоподібний / ступінчастий	60, 40, 1800, 0,5-1, 17, ПдСх, А
17	ІФ-Кс-17	570 м на Сх від ...	2010	Суглинки, г...	366,8/33,2/1,5	400	циркоподібний / ступінчастий	40, 20, 600, 0,5-1, 18, Пд, А
18	ІФ-Кс-18	610 м на ПдСх в...	2010	Суглинки, г...	365,7/37,9/1,5	403	циркоподібний / ступінчастий	40, 50, 1500, 0,3-0,5, 16, Пд, А
19	ІФ-Кс-19	240 м на Сх від ...	2010	Суглинки, г...	334,9/17,5/2,5	353	фронтальний / хвилястий	100, 500, 37500, 5, 19, ПдЗх, А
20	ІФ-Кс-20	890 м на ПдЗх в...	1978, 1986, 2010	Суглинки, г...	290,4/21,8/1,5	312	циркоподібний / ступінчастий	40, 50, 1500, 1-1,5, 20, Пд, А
21	ІФ-Кс-21	310 м на ПдСх в...	1978, 1986, 2010	Суглинки, г...	287,5/32,4/1,5	320	циркоподібний / ступінчастий	70, 100, 4550, 1,5-3, 15, Пд, А
22	ІФ-Кс-22	в ПдЗх частині в...	1978, 1986, 2010	Суглинки, г...	300,4/40,5/1	341	фронтальний / хвилястий	150, 400, 54000, 1-1,5, 19, ПдЗх, А

Рис. 3.5 Класифікація об'єктів таблиці

Цю класифікацію можна виконати вручну або автоматизовано — за допомогою інструменту «Field Calculator», який дозволяє створювати нові поля з логічними формулами для класифікації. правильно організована атрибутивна таблиця — це не лише описова частина просторових об’єктів, а й ключ до точного, достовірного та автоматизованого аналізу ситуації в зоні дослідження. З нею пов’язані всі наступні просторові операції: від фільтрації та пошуку до побудови буферів, heatmap, кластеризації та оцінки ризиків. Тому наповнення атрибутивних таблиць є критичним і відповідальним етапом у створенні якісного і функціонального ГІС-проєкту.

Додавання координат із Excel-файлу в QGIS є одним із найзручніших способів імпорту точкових об’єктів, особливо коли є табличні дані з географічними координатами.

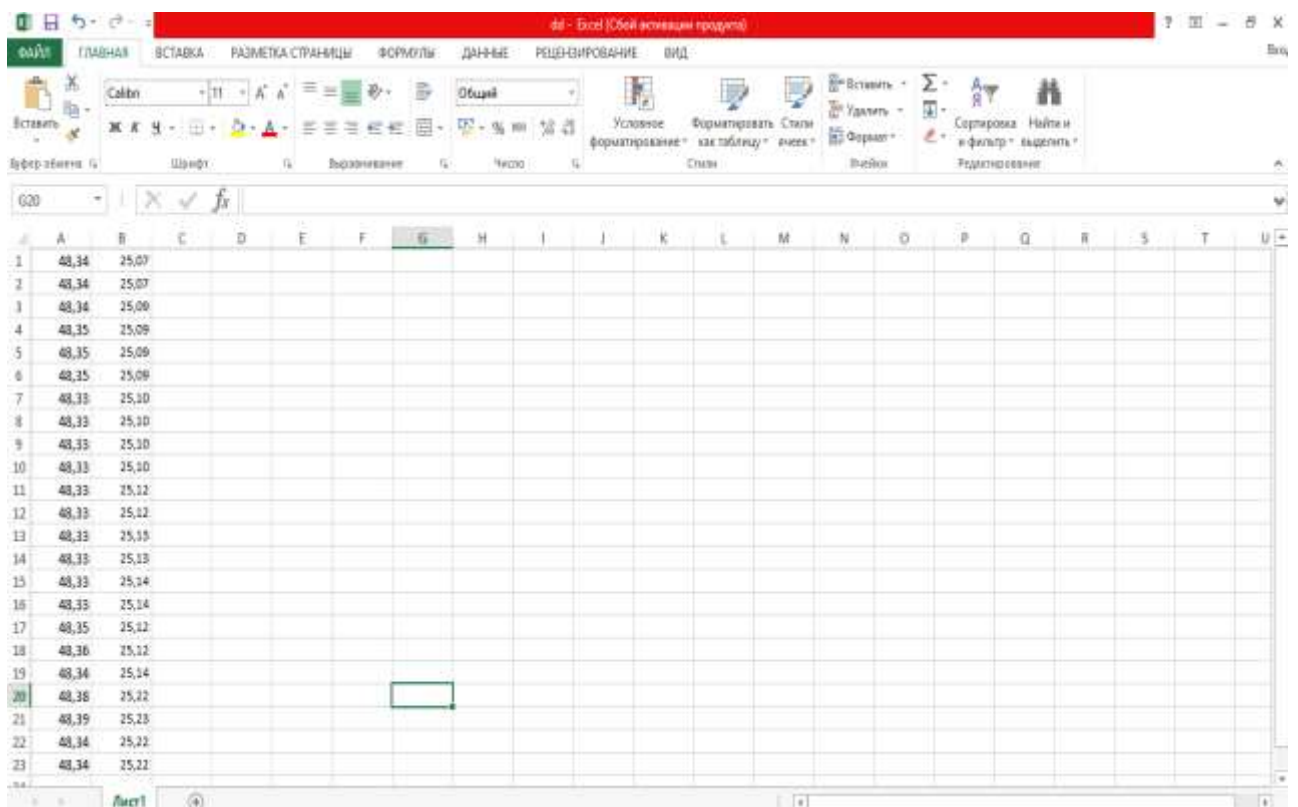


Рис. 3.6 Створення точкового шару для QGIS з даних таблиці Excel

Насамперед необхідно переконатися, що у вашій Excel-таблиці є окремі стовпці з координатами широти (Latitude) та довготи (Longitude), або X та Y у проєкції, що відповідає бажаній системі координат, наприклад, УСК-2000 або WGS 84. Далі файл слід зберегти у форматі CSV (через «Зберегти як» → CSV), оскільки QGIS найкраще працює саме з цим форматом для прямого імпорту. У QGIS відкривається меню «Layer» → «Add Layer» → «Add Delimited Text Layer», де обирається CSV-файл, що містить ваші координати.

У вікні налаштувань потрібно вказати правильний роздільник (кома, крапка з комою або табуляція — залежно від формату вашої таблиці), а також зазначити поля, які містять X та Y координати. Наприклад, якщо таблиця має стовпці X = 506000, Y = 5221000 у метрах, варто також обрати систему координат, що відповідає цим значенням — скажімо, EPSG:32635 (WGS 84 / UTM Zone 35N) або EPSG:5561 (УСК-2000). Після цього, натиснувши «Add», точки автоматично з'являться на карті як новий тимчасовий шар. Якщо дані правильні — точки з'являться в очікуваному місці, інакше — варто перевірити систему координат або правильність числових форматів (десятковий роздільник повинен бути крапкою). Імпортовані точки можна зберегти як постійний шар, натиснувши правою кнопкою миші на шар і обравши «Export» → «Save Features As...», де зручно зберегти в GeoPackage або SHP.

У разі, якщо таблиця містить додаткові атрибути (наприклад, назва об'єкта, дата спостереження, тип об'єкта), вони будуть автоматично додані до атрибутивної таблиці шару. Це дозволяє використовувати їх для візуалізації, фільтрації або тематичного картографування. За допомогою інструмента «Identify Features» можна клікнути по точці та переглянути всі її властивості. У випадку потреби оновлення координат — наприклад, нових точок — достатньо оновити CSV-файл і знову додати його в проєкт.

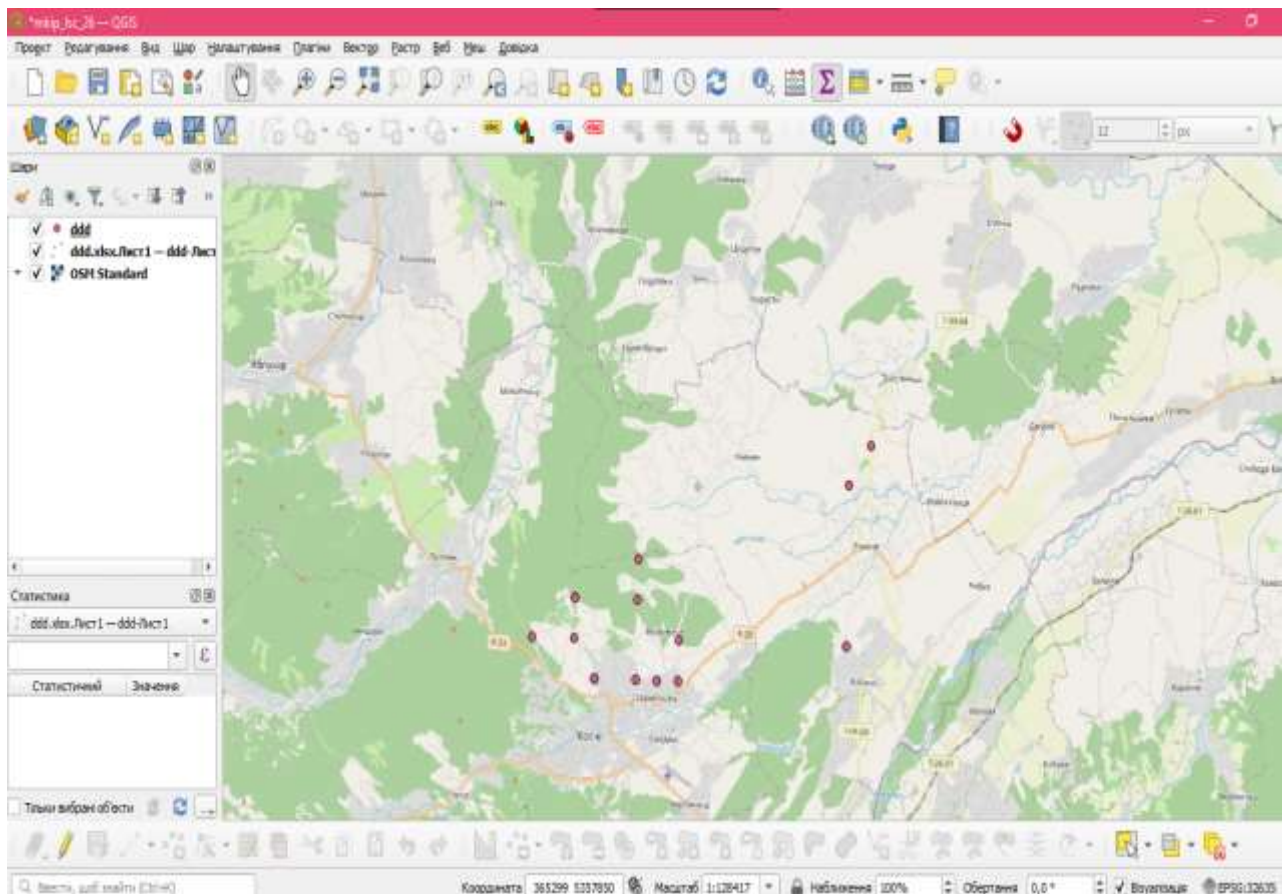


Рис. 3.7 Імпортовані точки зсувів на карті в QGIS

Такий підхід є особливо корисним для баз даних, які регулярно оновлюються, наприклад, спостережень за зсувами, моніторингових точок або об'єктів інфраструктури. У підсумку, імпорт координат з Excel є простим, але дуже потужним методом додавання просторових об'єктів у QGIS, який дозволяє швидко інтегрувати польові чи статистичні дані у геоінформаційну систему без потреби попередньої обробки в спеціалізованих ГІС-форматах.

Одночасно із просторовим аналізом виконується візуалізація даних: кожен шар отримує індивідуальний стиль — наприклад, активні зсуви позначаються червоними полігонами, неактивні — жовтими, а кадастрові ділянки — різними кольорами залежно від форми власності або цільового призначення. Тематична класифікація дозволяє створити візуально зрозумілу картину просторових ризиків та виділити найбільш критичні ділянки. Після

стилізації створюється картографічний макет за допомогою Layout Manager, де компонуються всі необхідні елементи — заголовок, легенда, масштабна лінійка, стрілка півночі, рамка карти, а також можуть додаватись текстові блоки з поясненнями; макет експортується у формат PDF, SVG або PNG для подальшого використання в звіті. Далі виконується побудова та збереження єдиної бази геоданих — як правило, у форматі GeoPackage, де структуровано зберігаються всі шари проєкту, зв'язки між ними, метадані, стилі, а також класи відношень між об'єктами (наприклад, «зсув» — «ділянка» — «власник»), що дозволяє здійснювати запити, оновлення та багаторівневий аналіз.

Таким чином, формування бази геоданих по зсувах в QGIS — це послідовний і структурований процес, який складається із опрацювання кадастрових даних польових обстежень зсувів з координатною прив'язкою, супутникових знімків території досліджень, вибору типу бази, створення шарів зсувів, додавання атрибутів (кадастровий номер, дата обстеження, тип зсуву, абсолютна відмітка, площа, наявності техногенного навантаження та ін.).

База геоданих дозволяє систематизувати інформацію про зсуви, аналізувати взаємозв'язки з іншими факторами та приймати рішення, орієнтовані на зниження геологічних ризиків. В умовах змін клімату та зростання навантаження на схилі ландшафти такі бази є необхідними для безпечного розвитку територій.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання бакалаврської роботи було розглянуто актуальну проблему зсувних процесів у межах Косівського району Івано-Франківської області, який характеризується складними геоморфологічними умовами та значною зсувною активністю. Було встановлено, що більшість зсувів у регіоні виникають на тлі природних чинників, але значну роль у їхній активізації відіграють і антропогенні фактори. У роботі було сформовано кадастр зсувів на основі польових обстежень 23 об'єктів, що дозволило отримати актуальні просторові та описові дані про їхню морфометрію, типи, активність і ступінь впливу на забудову. У межах дослідження була створена геоінформаційна база, що містить просторові дані про зсуви та кадастрові ділянки, зокрема у форматі GeoPackage, що забезпечує централізоване та структуроване збереження інформації. Основним інструментом для реалізації просторового аналізу була використана програма QGIS, яка дозволила здійснити інтеграцію різних джерел геоданих, їхню візуалізацію та обробку.

Важливо відзначити, що сформована база геоданих може бути корисною для подальшого моніторингу, моделювання зсувонебезпечності та прийняття управлінських рішень на рівні місцевих громад. Вона може інтегруватися в регіональні системи моніторингу надзвичайних ситуацій або використовуватись у процесі територіального планування. Результати цієї роботи можуть бути застосовані також у сфері екологічної безпеки, страхування майна та обґрунтування потреб у протизсувних заходах. Отримані у ході дослідження матеріали є базою для створення багаторівневої системи ризик-менеджменту з використанням сучасних ГІС-технологій. У результаті виконаної роботи вдалося досягти поставленої мети — створити геоінформаційну основу для оцінки ризиків зсувних процесів у межах Косівського району та здійснити повноцінний ГІС-аналіз на її основі.

БІБЛІОГРАФІЧНА ДОВІДКА

Тема бакалаврської роботи: «Формування бази геоданих зсувних процесів та кадастру земельних ділянок Косівського району з метою оцінки ризиків»

Обсяг пояснювальної записки: 42 сторінки.

Перелік графічних додатків:

25.06.2025 р.

(дата)

(підпис студента)

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Інформаційний щорічник щодо активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів за даними моніторингу ЕГП – Київ, Державна служба геології та надр України, Державне науково-виробниче підприємство «Державний інформаційний геологічний фонд України», 2021. –78 с.
- 2 Інтернет-джерело. <https://www.ifstat.gov.ua/rn/KOSIWSKYJ.htm>
- 3 Державна геологічна карта України масштабу 1:200 000 аркуша М- 36- XIII (Київ): Міністерство екології та природних ресурсів України .78 с.
- 4 Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. Результати геологічного обстеження зсувних ділянок в Косівському районі Івано-Франківської області (Додаток 1. Інформаційний звіт про геологічне вивчення надр за темою № 29/10-34). Івано-Франківськ: 2010. Кузьменко, Е. Д., Штогрин, Л. В. 138 с.
- 5 Шарий Г. І. ГІС в кадастрових системах: навч. посіб. / Г. І. Шарий, Г. І. Тимошевський, В. В. Щепак. – Полтава: ПолтНТУ, 2017. – 230 с.
- 6 Касіянчук Д. В. ГІС в управлінні територіями: конспект лекцій. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021. – 91 с.
- 7 Зацерковний В. І., Демидов В. К., Цюпа І. В., Малік Т.М. Моделювання в ГІС – 2024. – 420 с.
- 8 Застосування ГІС у природоохоронній справі на прикладі відкритої програми QGIS [Текст]: навч. посіб. / О. Часковський, Ю. Андрейчук, Т. Ямелинець. — Львів: ЛНУ ім. Івана Франка, Вид-во Простір-М, 2021. – 228 с.
- 9 Геоінформаційні системи і бази даних: монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с.

10 Пасічник В. В. Організація баз даних та знань / В. В. Пасічник, В. А. Резніченко. – К.: Видавнича група ВНУ, 2006. – 384 с

11 Світличний О. О. Основи ГІС. / О. О. Світличний, С. В. Плотницький. – Суми: Університетська книга, 2006. – 296 с.

12 Шипулін В. Д. Планування і управління ГІС-проектами / В. Д. Шипулін, Є. І. Кучеренко. – Харків: ХНАМГ, ХНУРЕ, 2009. – 158 с.

13 Ivanik, O., Kravchenko, D., Hadiatska. K. Modelling of geological processes and structures (Part 1). Institute of Geology Taras Shevchenko National University of Kyiv: Textbook. K, 2024. – 94 p.