

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Факультет геології, географії, рекреації та туризму
Кафедра фундаментальної та прикладної геології

До захисту перед ЄК допущено
В.о. зав. кафедри _____ доц. Петік В.О.
« _____ » _____ 2025 року

**«Інженерно-геологічні дослідження зсувних процесів
на території Сумської області»**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Виконав:
студент 2 курсу, група ГЖ-21,
спеціальність 103 Науки про Землю,
освітньо-професійна програма
«Інженерна геологія»
П'явка Ігор Віталійович
Керівник:
к. техн. н.,
Соколов Віктор Артемович

Кваліфікаційна робота захищена
з оцінкою « _____ »
_____ Голова ЄК Безрук К.О.
_____ Секретар ЄК Тищенко І.І.
« _____ » _____ 2025 року

РЕФЕРАТ

Стор. 89, таблиць 6, рисунків 9, джерел 47.

Мета роботи: виявлення зсувних ділянок, визначення геологічної будови, структури зсуву, причин і умов, сприяючих його утворенню, механізму і динаміки розвитку, а в завершенні кількісна оцінка і прогноз стійкості схилу.

Основний зміст: При проведенні інженерно-геологічних досліджень на ділянці вишукувань виконувався комплекс візуальних спостережень, бурових, лабораторних, камеральних робіт, проводився збір і систематизація матеріалів досліджень минулих років. На всіх етапах проведених робіт накопичувались та аналізувались дані щодо факторів виникнення і механізму протікання зсувів. Розроблена схема концепції утворення, динаміки зсувів та системи зсувоутворюючих факторів, взята за основу в складанні кадастру зсувних процесів Сумської області. Головними роботами, виконаних в процесі досліджень, являється розрахунок стійкості схилу, кількісна оцінка та прогноз стійкості схилу.

Головні результати: отримані дані щодо геологічної будови, структури, причин і умов утворення зсуву, прогноз стійкості схилу, розрахунок стійкості зсуву, правильний вибір протизсувних заходів.

Практичне значення: полягає в можливості використання отриманих даних для проектування нових та експлуатації існуючих будівель в складних інженерно-геологічних умовах.

Ключові слова: ЗСУВНІ ПРОЦЕСИ, СХИЛ, РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ СХИЛУ, ФІЗИКО-МЕХАНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТІВ, ПРОТИЗСУВНІ ЗАХОДИ.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	6
1.1 Фізико-географічна характеристика району	6
1.2 Історія досліджень району	17
1.3 Геологічна будова	20
1.4 Гідрогеологічні умови району	45
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА І ОБ'ЄМ ВИКОНАНИХ РОБІТ.....	52
2.1. Польові бурові та зондувальні роботи.....	52
2.2. Шурфові роботи та рекогносцирувальні спостереження	53
2.3. Геофізичні дослідження	53
2.4. Лабораторні дослідження.....	53
2.4.1. Визначення фізичних властивостей	54
2.4.2. Визначення фізико-механічних властивостей.....	55
2.4.3. Визначення хімічного складу ґрунтів	55
2.4.4. Стандарти та методичні документи.....	56
2.5. Камеральна обробка даних	56
2.6. Схема виконання польових робіт.....	58
2.7. Загальний обсяг виконаних робіт.....	59
РОЗДІЛ 3. ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ДІЛЯНКИ	60
3.1. Морфологія схилу	60
3.2. Фізико-механічні властивості ґрунтів	61
РОЗДІЛ 4. ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ЗСУВНИХ ДІЛЯНОК	65
4.1. Глибина залягання рівня ґрунтових вод.....	65
4.2. Сезонні коливання рівня ґрунтових вод.....	65
4.3. Характер водоносних горизонтів: напірні / безнапірні	67
4.4. Водопровідність, фільтрація та водонасиченість порід.....	68
4.5. Вплив гідрогеологічних умов на зсувні процеси	70
РОЗДІЛ 5. ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТІЙКІСТЬ СХИЛУ.....	72
5.1. Антропогенні фактори.....	72
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ СХИЛУ	76
6.1. Розрахунок методом Маслової	76
6.2. Розрахунок у програмі БП «АРУО».....	77
ВИСНОВКИ.....	79
Список використаних джерел	81

Вступ

Розвиток зсувної діяльності в Україні є однією з найактуальніших проблем сьогодення. Утворенню зсувів сприяє підтоплення території, викликане в основному витоками з комунікацій, в певних геологічних умовах.

Підставою для вивчення зсувних процесів на території міста Путивля є такі актуальні у наш час проблеми:

1. Активізація зсувних процесів останніми роками, яка протікає на тлі підвищеного природного і техногенного перезволоження ґрунтів, особливо у межах міста.
2. Відсутність даних про рівень зсувної загрози на конкретних ділянках житлових забудов міста.
3. Відсутність регулярних режимних спостережень на регіональному рівні і як наслідок - протікання безконтрольного процесу розвитку зсувів.

Метою досліджень є виявлення зсувних ділянок, визначення геологічної будови, структури зсуву, причин і умов, сприяючих його утворенню, механізму і динаміки розвитку, а в завершенні кількісна оцінка і прогноз стійкості схилу.

Основними завданнями виконаних робіт являються:

1. З'ясування зсувної загрози для жителів і будівельних об'єктів на території м. Путивль шляхом проведення рекогносцирувального обстеження.
2. Проведення режимних спостережень з метою складання надійних просторово-часових прогнозів для виконання застережливих протизсувних заходів.
3. Створення на підставі виконаних робіт чіткої і достовірної концепції зародження і механіки руху зсувних мас.
4. Розробка схеми районування району по ураженості зсувними процесами.
5. Складання кадастру виявлення зсувів на території Сумської області.
6. Розрахунок та прогноз стійкості схилів, на яких відбуваються зсувні процеси.
7. Розробка протизсувних заходів.

Об'єктом досліджень являються рельєфоутворюючі процеси.

Предмет досліджень – зсувні процеси, це одна із складових сучасних екзогенних геологічних процесів, яка знаходиться в природній, постійно діючій системі рельєфоутворення. Зсувом слід називати масу гірських порід, що сповзла або сповзає вниз по схилу або укосу (штучний схил) під впливом сили тяжіння, гідродинамічного тиску, сейсмічних і деяких інших сил.

Для прогнозу, попередження та ліквідації зсувних процесів на зсувонебезпечній території науково-дослідними інститутами проводиться комплекс інженерно-геологічних вишукувань.

Сумський філіал «УкрНДІНТБ» вже багато років займається інженерно-геологічними дослідженнями на території Сумської області, та за її межами, тому має здобутий роками досвід, завдяки цьому виконані роботи мають велику цінність. Інститутом виконується комплекс робіт, до складу яких входять інженерно-геологічні дослідження на зсувонебезпечних ділянках. Яскравим прикладом таких робіт являються інженерно-геологічні вишукування на території ділянки «Городок» в м. Путивль, проведені в 2008 р. Виконані дослідження мають наукове значення. За допомогою одержаних результатів вперше був складаний кадастр зсувів на території Сумської області, удосконалено методику підрахунку стійкості схилу, розроблено схему рекомендованих методів засисту від зсувних процесів. Отримані матеріали також мають практичне значення, вони можуть використовуватись в проектних організаціях.

РОЗДІЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Фізико-географічна характеристика району

Путивльський район знаходиться в центральній частині Сумської області, його територія становить 1100 км². У районі 94 населених пункти (місто Путивль і 93 сільських населених пункти). Чисельність наявного населення станом на 01.01.2009 - 31,4 тис. чол., це 2,6 % від населення області, в тому числі: сільське - 14,7 тис. чол., міське (м. Путивль) - 16,7 тис. чол. Адміністративним центром району є місто Путивль, яке розташоване на правому березі річки Сейм (приплив Десни), в 22 км від залізничної станції Путивль на відстані 100 км на північний захід від обласного центру м. Суми. Площа міста Путивль складає 8,5 км². Географічні координати - 51°19' п. ш. 33°52' сх. д. Путивльський район межує з Глухівським, Кролевецьким, Буринським і Білопільським районами Сумської області, а також, на сході, з Курською областю Російської федерації.

Орогідрографія

Особливості сучасного ландшафту міста визначаються геологічною і геоморфологічною будовою цього району. Місто Путивль розташоване в межах південної частини лісостепової зони, на південно-західних відрогах Середньоросійської піднесеності.

В ландшафтному відношенні територія міста неоднорідна, оскільки, в досліджуваному районі представлені різні типи лісостепу: вододільні, схиліві, заплавні, долинні.

Місто Путивль розташоване на правому березі р. Сейм. Тому в геоморфологічному відношенні територія міста є сильно розчленованою рівниною акумулятивної денудації в межах тераси пліоцену, що круто обривається до долини р. Сейм, пересічену декількома ярами і балками

.

З південного боку місто розташоване в межах глибокої заплави, перехідної

в першу надзаплавну (соснову) терасу і за крутим схилом, углиб берега, більш стародавні тераси, перехідні в плато.

Путивльське плато розташоване між долинами річок Сейму і Клевені. До долини р. Сейм плато обривається круто і утворює правий її берег, до долини р. Клевені воно має пологий спад. Таким чином, воно володіє асиметричною будовою і тому вододільна лінія між долинами річок Сейму і Клевені проходить близько від правого берега долини р. Сейм. Південна частина Путивльського плато характеризується наявністю більш піднесених територій, максимальні висоти досягають 224 м (східніше м. Путивль), а в північній його частині - 218 м. Поверхня плато має дуже розчленовану балками і ярами поверхню, особливо це характерно для правобережжя долини річки Сейму.

Найбільш низькі відмітки в межі міста знаходяться біля річки Сейм. Лівобережна облямівка річки Сейм досягає глибини 100 м. По рельєфу вона рівна, місцями заболочена. Переважаючи абсолютні відмітки землі на облямівці 129.0-134.0 м.

Перша надзаплавна (соснова) або піщана тераса підноситься над заплавою на 4.0-10.0 м. В межах міста ця тераса не має широкого поширення, виділяючись горбистим характером рельєфу.

Після тривалих дощів, зливів і весняного снігорозтавання в поглиблених поверхнях соснової тераси так само, як і на заплаві, часто утворюються невеликі озерця, які зникають в посушливі періоди року. Обмежується соснова тераса з боку схилу крутим уступом, за яким на плато розташовується основна частина міста.

Уступ, який формує корінний берег річки Сейм, в багатьох місцях розтинається глибокими, розгалуженими ярами, балками (район міського парку, пам'ятник Ковпаку), перепад висот тут досягає 50 м (абсолютна відмітка поверхні плато - 183.0 м, абсолютна відмітка заплави - 130.0 м) - фото 5.

З боку річки рельєф уступу ускладнений зсувними процесами (фото 7 - 14), обваленнями, цирковими поглибленнями, в яких також скупчується вода, вона сприяє збільшенню зсувного зміщення ґрунту по схилах. Схили ярів зазвичай

круті, обривисті, зі слідами зсуву, багато хто з них зайнятий чагарниками і рідше деревною рослинністю.

Ярово-балочний характер території свідчить про активну ерозійну діяльність. Міжярові ділянки, які зайняті міськими будовами, мають порівняно рівний рельєф, з підвищенням углиб плато (фото 4).

Рельєф центральної, східної частини міста спокійний. У районі вулиці Леніна з півдня на північ проходить лінія місцевого вододілу з відмітками поверхні землі 189.4-184.11 м. На захід і на північний схід від цієї лінії відмітки землі зменшуються. Особливо помітні зменшення відміток спостерігаються в західному напрямі, убік вулиць Свердлова, Радянської, Держинського, Боровського, де відмітки змінюються від 168.78 - 173.68 м. Окрім вищезазначених коливань рельєфу, в межах центральної частини міста є значна кількість місцевих неглибоких западин і понижень, утворюючих мікрорельєф території, де різниця відміток поверхні коливається в межах 1.0-2.0 м.

Західна частина міста характеризується більш спокійнішим рельєфом, має слабке пониження на південь, убік річки Сейм.

Центрально-східна та західна частини міста найбільше піддавалися техногенним змінам рельєфу. Тут в період забудови, в районі деяких вулиць (вул. Нова, біля школи №2), були засипані природні стоки поверхневих вод, а в результаті асфальтування вулиць зрегульовані всі природні стоки. [48]

Таким чином, для району досліджень характерний рівнинний рельєф, на його фоні широко поширені глибокі річкові долини, багаточисельні балки і яри, на схилах яких протікають зсувні процеси.

Клімат

Географічне положення міста Путивль зумовлює своєрідність кліматичних умов, які характерні в цілому, для всього Путивльського району. Клімат на території міста помірно-континентальний, з теплим, тривалим літом і помірно холодною зимою, яка супроводжується відлигою.

Температура повітря. Багатолітня середньорічна температура повітря складає +6.6°C. Найбільш холодними місяцями є січень і лютий, а найбільш

теплими - липень і серпень. Причому в літній період температура повітря може підвищуватися до $+32 - +37^{\circ}\text{C}$ (у 2007 році температура повітря була $+37^{\circ}\text{C}$) - абсолютний максимум. Абсолютний мінімум температур, який спостерігався в районі становить -35°C . Морози -25°C і нижче, як правило, спостерігаються 5-15 днів в році.

Дані середньорічної температури на досліджуваній території наведені в таблиці 1.2.1.

Таблиця 1.2.1

Температура повітря

Температура, ($^{\circ}\text{C}$)	Місяць												Рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Середня	-7.7	-6.4	-1.1	7.9	14.9	18.0	19.2	18.2	13.0	6.6	0.6	-4.1	6.6
Денна максимальна	-3	-3	2	12	19	22	23	22	17	10	2	-1	10
Нічна мінімальна	-10	-9	-3	3	9	13	14	13	8	3	-1	-6	3

Найбільш низька середньомісячна температура повітря в січні (мінус 16.6°C) зафіксована в 1963 р., найбільш висока (0.0°C) - в 2007 р.

У літні місяці температура повітря може опускатися нижче за нуль, навіть в червні (1982 р.), а в травні заморожування спостерігаються приблизно один раз кожні два роки.

В той же час в зимовий період, для даної місцевості, характерна відлига від 1-2 до 30 днів (у 1975 році спостерігалася сильна відлига впродовж 20 днів, коли середньодобова температура була $+1 - +2^{\circ}\text{C}$, а в окремі дні до $+10^{\circ}\text{C}$). Стійкий перехід середньодобової температури повітря через 0°C навесні спостерігається 23 березня, восени - 15 листопада і триває 235 днів.

Останні 100-120 років температура повітря в м. Путивль, так як і в цілому на Землі, має тенденцію до підвищення. Впродовж цього періоду середньорічна температура повітря підвищилася приблизно на 1.5°C . Найбільш теплим за всю історію спостережень виявився 2007 р. Найбільше підвищення температури сталося в першу половину року. [46]

Таблиця 1.2.2

Відносна вологість повітря

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Відносна вологість, %	85	83	82	70	64	70	73	72	75	80	88	89	78

Вологість повітря. Відносна вологість повітря в середньому за рік складає 78%, найменша вона в травні (64%), найбільша - в грудні (89%). Нижче в таблиці 1.2.2 наведені дані відносної вологості повітря на території району досліджень.

Атмосферні опади. Опади протягом року випадають нерівномірно. Середньорічна норма опадів в даному районі складає близько 603 мм, найбільша кількість опадів випадає зазвичай в літньо-осінній період, найбільше в липні, найменше - в лютому.

Середньорічна кількість опадів на території ілюструється нижче наведеними табличними даними.

Таблиця 1.2.3

Середня кількість опадів

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
С/р к-сть опадів, мм	43	33	38	39	55	68	77	62	45	38	52	53	603

Мінімальна річна кількість опадів (228 мм) спостерігалася в 1908 р., *максимальна* (886 мм) - в 1973 р. Максимальна добова кількість опадів (89 мм) зафіксована в червні 1912 р. В середньому за рік в місті спостерігається 154 дні з опадами; найменша кількість опадів (10 мм) у вересні і жовтні, найбільше (18 мм) - в грудні.

Піки максимального випадання опадів зафіксовано в 1980, 1981, 2009 рр. (795,5 - 803,1 мм). Закономірним наслідком такого частого випадання опадів являється активізація ерозійно-зсувних процесів, зафіксована відповідними службами моніторингу екзогенних процесів, що підтверджується даними Харківської ГРЕ, яка проводила режимні спостереження на території

Путивльської зсувної зони.

Взимку осідання мають затяжний характер, кількість їх невелика. Щорічно в м. Путивль утворюється сніговий покрив, максимальна висота якого спостерігається в лютому. Сніг лежить приблизно 100 днів. Зазвичай він з'являється 10-20 листопада, остаточно сніговий покрив формується до 15 грудня. Його залягання по району нерівномірно. Це викликано особливостями рельєфу: сніг накопичується в балках і пониженнях. Схили, як правило, залишаються майже без снігового покриву. В середньому висота снігового покриву невелика (близько 20 см).

Дата сходу снігового покриву - друга декада березня. Глибина промерзання ґрунту на кінець зими в середньому досягає 75 - 95 см, в холодні і довгі зими до 120 - 150 см, у відносно теплі - 30 - 50 см.

Весною ґрунт відтає приблизно до 20 квітня.

Вітер. На даній місцевості влітку переважають західні і північно- західні вітри, а взимку частіше спостерігаються вітри північного і північно- східного напрямку. Зазвичай швидкість вітру - близько 5 м/с, проте в окремі періоди, особливо влітку, може досягати 40 м/с (шквали в 1981, 1984, 1992 рр.), рідко спостерігаються суховійні вітри. Найбільша швидкість вітру - взимку, найменша - в липні та серпні. У січні вона в середньому складає 4,4 м/с, в липні – 3,1 м/с (таблиця 1.2.4).

Таблиця 1.2.4

Швидкість вітру

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Швидкість вітру, м/с	4.4	4.6	4.3	4.1	3.5	3.3	3.1	3.1	3.3	3.9	4.4	4.7	3.9

Кількість днів з грозами в середньому за рік складає 20, із градом - 7, снігом - 74.

Хмарність. Найменша хмарність спостерігається в серпні, найбільша - в грудні (таблиця 1.2.5). [46]

Таблиця 1.2.5

Загальна хмарність

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Хмарність, бали	7.4	7.2	7.0	6.5	5.9	5.7	5.4	5.1	5.4	6.3	8.1	8.3	6.5

- 0 балів -ясно^{III},
- менше 5 балів нижнього ярусу, або хмари середнього ярусу, що просвічуються, або будь-яка кількість хмар верхнього ярусу - *невелика хмарність*;
- від 1-3 до 6-9 балів або 3-8 балів хмар нижнього ярусу або щільних хмар середнього ярусу - *мінлива хмарність*;
- від 8-10 до 0-3 балів хмар нижнього ярусу - *хмарно з проясненнями*,
- 7-10 балів хмар нижнього ярусу - *хмарно*,
- 10 балів хмар нижнього ярусу - *похмуро*.

Гідрологічні умови

Гідрологічна мережа м. Путивль представлена річкою Сейм, яка є найбільшим припливом р. Десни. Річка Сейм формує основний поверхневий стік району, бере свій початок в с. Юшково на півночі Белгородської області Російської Федерації, звідси прямує на північний захід до м. Курськ, далі на захід і південний-захід, північніше с. Рижевки підходить до Сумської області. Тут, протягом 15 км, р. Сейм тече на південний захід уздовж кордону Сумської і Курської областей, потім вступає в Сумську область. Протікаючи, річка утворює великі закрути, перетинає Путивльський і Конотопський райони, вирушає в Чернігівську область і біля села М. її гирло впадає в р. Десну.

Довжина річки Сейм - 748 км. Площа басейну складає 27500 км². Ширина річки до 85 м. Глибина зрідка досягає 6.0 м. [49]

Сейм - типова рівнинна річка. Правий берег майже завжди крутий і високий (до 40 метрів), зарослий чагарниками, інколи з оголеннями крейди та вапняків. Лівий берег, має більш терасовану поверхність, з ухилом терас у бік річки, викладений, низький (5-10 метрів), зручний для оброблення і тому

найчастіше використовується під сільськогосподарські угіддя. Долина річки асиметрична. Ширина долини (переважно 9-12 км) поступово збільшується. У верхній течії ширина долини 1-2 км, середній - 5-8 км, нижче 12-26 км. Долина порівняно глибока 50-75 метрів (фото 1).

Заплава річки Сейм широка - 11.0 - 12.0 км, місцями сильно заболочена, особливо в нижній течії. Болота займають більше 8 % площі басейна річки. У басейні р. Сейм налічується близько 1000 озер та водосховищ (таблиця 1.3.6).

Падіння р. Сейму від витоків до гирла рівне 128 м, що складає нахил в середньому 20 см на 1 км. Але на території Сумської області падіння ще зменшується. Швидкість перебігу річки весною 1-2 м/с.

Таблиця 1.3.6

Водосховища в басейні р. Сейм

Назва водосховища	На якій річці створено (назва річки)	Довжина берегової лінії (км)	Об'єм повний (мли. м ³)	Об'єм корисний (мли. м ³)	Площа водного дзеркала (км ²)
Некрасовське	Есмань	2.20	2.00	1.56	1.35
Конотопське	Езуч	1.25	1.60	1.60	1.05
Есманьське	Есмань	1.20	1.10	1.10	1.00
Буринське	Чаша	4.00	1.80	1.80	1.02
Віровське	Струмок р. Вір	2.20	1.90	1.56	1.01
Ульяновське	Локія (приплив р.Вир)	6.10	3.20	2.80	1.60

Живлення переважно снігове (до 50%), важливу роль в постійному живленні грають ґрунтові води, часто у вигляді джерел, що виходять на схилах ярів і балок. Саме джерела в ярах і балках найчастіше являються витокami припливів в межах району.

Найбільш повноводним р. Сейм буває навесні, коли поступає багато талої снігової води, це найчастіше відбувається в першій половині березня, рідше - на початку квітня (фото 2). Тоді починається піднімання рівня під час льодоходу, рівень річки підвищується на 5-6 м, вона затоплює заплаву і, в деяких місцях, розширюється до 5 км. Але влітку її рівень знижується, і витрата води зменшується, повинь закінчується в кінці травня; проте нормальна повенева

витрата р. Сейму не падає нижче 23.3 м³/с.

Після повені заплава річки ще довго застається непрохідною, заболоченою, береги соснової тераси обвалюються і лише завдяки рослинності не руйнуються повністю. Заплава замулюється, оскільки саме в період танення снігу відбувається інтенсивна ерозійна діяльність. Верхній шар ґрунту разом з добривами потрапляє в річку, яка в цей період переносить основну масу наносів (твердий стік).

Мінімальний стік спостерігається з початком літньо-осінньої повені, яка починається в травні і закінчується в жовтні - листопаді. Найменші витрати води в більшості років спостерігаються в серпні та вересні.

Восени витрати води підвищуються. Літня повінь на території району часто порушується зливовими паводками. В цей час рівні води в річці піднімаються на 0,3 - 0.6 м, рідше - до їм. Тривалість таких підйомів невелика, до 10 днів.

Середньорічний стік р. Сейм

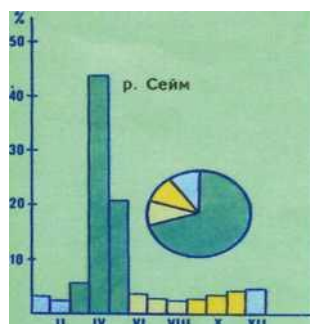


Рисунок 1.1 I Весна, II Літо, III Осінь, IV Зима

По витратах води серед річок Сумської області річка Сейм займає друге місце після р. Десни, його витрата становить 36 м³/с.

Середньорічний стік р. Сейм зображений вище на рисунку.

В даний час на режим річки істотний вплив має господарська діяльність. Майже щорік наголошується невідповідність середньомісячних величин стоку, обумовлених впливом гідротехнічних споруд в басейні річки, а також забором води на водопостачання.

Гідрографічна сітка району також представлена розташованими в північно-

східній і північно-західній частинах міста балками, струмком Кубер і яром Троїцьким. Струмок Кубер є правою притокою ріки Клевень. Обидві балки обводнені. Струмки, що протікають по дну балок, беруть початок в заболочених ділянках міської території (район вулиці Держинського, Болотникова, Злодійського - струмок впадає в яр Троїцький, в районі вулиць Горького, Куйбишева, К.Маркса, Свободи, озера Сизого - струмок Кубер). Обидві балки є областю розвантаження ґрунтових вод міської території. У південній частині м. Путивль в районі вулиць Калініна, Нова також існує балка, яка пересікає схил долини річки Сейм. Перепад висот тут досягає 53 м.

Схили балки круті, місцями обривисті, переважно задерновані або зарослі деревинно-чагарниковою рослинністю. У різних місцях балки спостерігаються виходи ґрунтових вод у вигляді незначних по дебіту джерел, заболочених ділянок, дрібних водотоків, що з'єднуються в русловій частині балки в один струмок, званий місцевими жителями "Путинка", яка впадає в р. Сейм.

Хімічний склад. Поверхневі води району по хімічному складу гідрокарбонатні, кальцієві або кальцієво-магнієві з мінералізацією 0.3 - 0.8 г/дм³ і загальною жорсткістю 3-6 ммоль/дм³, в окремих випадках жорсткість збільшується до 20 ммоль/дм³ і більше. Води схильні до поверхневого забруднення. [46]

Забруднення поверхневих вод. Щільність населення на берегах річки Сейм досить висока, вода використовується для господарського водопостачання і зрошення. Уздовж берегів створюються водозахисні смуги. На берегах розташовані пансіонати санаторії та дитячі табори відпочинку, безліч піщаних пляжів. На р. Сейм поширені охота, риболовство, туризм, у наслідок чого поблизу населених пунктів річка забруднена.

Путивль - один із стародавніх міст України, його перша згадка в історії датується 1146 роком, як важлива фортеця між Черніговом і Новгородом-Сіверським. Це місто на Сеймі зіграло важливу роль в історії Русі. Назва міста згадується в багатьох літописах («Слово о полку Игоревім») і має історичне значення. У ряді староруських фортець м. Путивль надійно захищав південні

кордони російської землі від спустошливих набігів степняків, а в середні віки - від нападів литовських феодалів, польської шляхти, кримських татар.

Тисячолітній Путивль у всі часи свого існування є одним з економічно важливих міст Сумської області. В даний час основна галузь економіки міста Путивль - сільське господарство. Агропромисловий комплекс району має стійкі і стабільні передумови для досягнення високої ефективності сільськогосподарського виробництва. Такими передумовами є його родючі ґрунти, вигідне географічне розташування, сприятливі для сільського господарства природні і кліматичні умови. Традиційне сільське господарство району спеціалізується на виробництві зернових культур, цукрового буряка, м'ясо-молочному тваринництві. Ресурси рослинництва в районі досліджень виключно великі і сприятливі для розвитку цієї галузі.

Промисловість представлена в основному підприємствами по переробці сільськогосподарської сировини, зокрема молокозаводом, харчокомбінатом, хлібозаводом та льонозаводом. Не останнє місце займає лісова, деревообробна промисловість. Найбільше промислове підприємство міста ВАТ "Сейм" належить до електронної галузі. Останніми роками розвивається середній і малий бізнес, в основному у сфері торгівлі і послуг.

Також важливим внеском в розвиток промисловості на території району є видобувна промисловість. Тут знаходяться родовища торфу, пісків, крейди та глини, які активно розробляються кар'єрним способом.

На сучасному етапі народне господарство Путивля і Путивльського району все більше набуває ринкового характеру. Поряд з традиційними галузями економіки є також значні можливості для широкого розвитку туризму.

Місто Путивль - один з культурних центрів Сумщини. У районі діють загальноосвітні школи, сільськогосподарський технікум, педагогічне і професійно-технічне училища, функціонують дома культури, клуби, бібліотеки, кінотеатр "Ярославна", музична школа, а також державний історико-культурний заповідник, в який входять краєзнавчий музей і музей партизанської слави. Про багату історію міста розповідають і багато чисельні

архітектурні пам'ятники: Молчановський монастир, Спасо-Преображенський собор (XVIII ст.), церква Миколи Козацького (початок XVIIIст.) «Городок» (із скульптурою княгині Ярославни (фото 6)), Софронівський монастир, пам'ятник Ковпаку, Спадщанський ліс - партизанський заповідник, в декількох кілометрах від міста.

Путивль - місто, що розвивається, яке за останні роки прикрасилося новобудовами. В даний час забудова Путивля, його реконструкція, благоустрій і озеленення ведуться за проектом, розробленим київськими архітекторами. У ній передбачається максимально зберегти своєрідність міста, тактовно поєднувати стару і нову забудови.

Залізницею (по лінії Ворожба Конотоп) і автотранспортом місто пов'язане з іншими районними центрами Сумської області.

1.2 Історія досліджень району

Перші геологічні дослідження району були проведені Н. Калініченко в 1840 р., він описав делювіальні та валунні суглинки на правому схилі долини р. Сули, а також виявив в них велику кількість кісток ссавців, серед яких найбільші належать мамонту.

Але найперший повний опис геології Сумської області здійснив професор Харківського університету Н. Борисяк в 1867 р. Він описав в своїх роботах виходи крейди і органічні залишки, які в ній знаходилися, палеогенові відклади та четвертинні відклади.

В 1872 р. І. Леваковський описав в долині р. Псла виходи на поверхню крейди та перекриваючі її глауконітові піски і четвертинні суглинки. Автор привів список фауни, знайденої в крейді, та відмітив нерівність поверхні крейдяних відкладів.

В 1881-1884 рр. П. Мілакшевським були виявлені родовища вогнетривких глин.

В 1893 р. Н. Соколов описав глауконітові піски межигірсько- обухівського горизонту.

В 1903 р. вийшла робота П. Армашевського - десятиверстна карта 46 аркушів та опис до неї. В роботі висвітлювався систематичний опис геологічної будови, геоморфології, гідрогеології та корисних копалин Сумської області.

Геологія Сумської області була порівняно добре вивчена завдяки працям професорів Харківського університету Н. Борисяк, І. Леваковського, П. Пятницького, А. Гурова та інших.

Вивченням геоморфології області з 1915 по 1945 рр. займався професор Н. Дмитрієв.

1924-1945 рр. професор Харківського університету Д. Соболев написав безліч робіт по стратиграфії палеозойських, мезозойських, палеогенових, неогенових та четвертинних порід; геоморфології, тектоніці та корисним копалинам області. В цей час було встановлено наявність неогенових терас на території Дніпрово-Донецької западини. Д. Соболев вперше висловив думку про можливість знаходження нафти на Україні.

1936 р. - пробурені глибокі бурові свердловини на нафту.

Крейдяні відклади вивчали Г. Мирчинк (1919 р.), О. Савчинська (1949 р.), І. Чернецький (1940 р.), він вперше встановив наявність верхньокрейдяних відкладів.

Вивчення зсувних процесів на території досліджуваного району в основному почате в процесі проведення комплексної геологічної зйомки масштабу 1:200000 в період з 1958-1967 рр.

Найбільш ґрунтовні роботи по вивченню геологічних процесів, в тому числі зсувів, проведені Харківською геологорозвідувальною експедицією в період з 1980 по 1988 роки. У цей період Соколовим Ю.П. закладаються основи просторово-часового поширення екзогенних геологічних процесів на території Сумської області, відбиті на картах масштабу 1:200000. [46]

Спеціальні інженерно-геологічні дослідження зсувних процесів в цей, і подальші періоди, носять епізодичний характер. Найбільш значні роботи по вивченню зсувних процесів на локальному рівні проводяться в наступні роки:

1971 рік - інститутом «Харківпроект» складається схематична інженерно-

геологічна карта м. Путивля в масштабі 1:5000.

1974 рік - інститутом «Укрюжгіпрокоммунстрой» проводяться інженерно-геологічні дослідження в межах зсувної ділянки в районі вул. Кірова в м. Путивль.

1978 рік - інститутом «Укргіпроинжпроект» виконуються інженерно-геологічні дослідження на зсувних схилах стародавнього «Городка» в м. Путивль, під проєктований парк культури і відпочинку.

1981 рік - Сумською філією інституту «УкрвостокГІІНТИЗ» виконуються інженерно-геологічні дослідження в районі розвитку зсуву в районі Молчановського монастиря в м. Путивль.

1986 рік - Харківське відділення «УкрГІІНТИС» по заявці Харківської ГРЕ розбиває наглядову режимну мережу реперів зсувних ділянок на східному схилі Монастирської гори з боку вул. Волочаєвської і на південному схилі Монастирської гори в районі станції II-го підйому в м. Путивль.

1987 рік - інститутом «Укрюжгіпрокоммунстрой» проводяться інженерно-геологічні дослідження з метою складання схеми інженерного захисту від небезпечних геологічних процесів на території м. Путивля.

У період з 1986 р. по 1998 р. Харківськими ГРЕ виробляються режимні спостереження на регіональному рівні і на стаціонарних ділянках, улаштованих мережею реперів в 1986 р. Проте, у зв'язку з відсутністю регулярного фінансування, ці роботи проводяться епізодично, результати робіт освітлюють в бюлетенях, рекомендації яких носять загальний стандартний набір заходів, не конкретизований для окремих зсувних ділянок.

Головним недоліком проведених робіт на локальному рівні є те, що бурові роботи з відбором монолітів проводилися за межами зсувних тіл і результати лабораторних випробувань цих проб використовувалися в розрахунках стійкості схилів.

2005 - 2006 рр. - ВАТ «Суми-надра» проводяться інженерно-геологічні дослідження зсувних процесів на території Сумської області.

В результаті проведених робіт, було встановлено, що фізико-механічні

властивості ґрунтів, порушених зсувними процесами, істотно відрізняються від властивостей ґрунтів, відібраних за межами зсувних тіл. А саме параметри фізико-механічних властивостей ґрунтів, що вводяться в розрахунки стійкості схилів.

2006 - 2008 рр. Сумською філією інституту «УкрНДПНТВ» виконуються інженерно-геологічні вишукування на ділянці будівництва району «Городка» в м. Путивль. [48]

На даний момент звіти по більшості проведених досліджень на території області відсутні.

У обласній адміністрації, куди поступають скарги по зсувах, виявлені лише графіка до звіту Харківської ГРЕ за 1983 рік і інформаційний звіт за 1991 рік. У архітектурі м. Путивля збереглася схема інженерного захисту за 1987 рік. В Сумській філії інституту «УкрНДПНТВ» збереглися архівні екземпляри науково-технічних звітів інженерно-геологічних вишукувань в районі Молчановського монастиря (1981р.) та району «Городок» (2006-2008 рр.). Вся інформація збереглась лише в архівних екземплярах і являється секретною.

З 1994 року по області збільшилася кількість атмосферних опадів, внаслідок чого в місті Путивль підвищується рівень ґрунтових вод, в тому числі і за рахунок безгосподарної експлуатації водонесучих комунікацій, що не могло не позначитися на активізації зсувних процесів останніми роками.

В цілому, за останнє десятиліття, у зв'язку з економічними труднощами в країні, зсувні процеси на території району протікали безконтрольно.

1.3 Геологічна будова

Стратиграфія і літологія

На території Сумської області докембрійський кристалічний фундамент несе на собі головним чином морські, іноді лагунні, і частково континентальні відклади девонської, кам'яновугільної, пермської, юрської, крейдиної, палеогенової та континентальні осади неогенової і четвертинної системи.

Докембрій (AR+PR)

На території м. Путивля кристалічні докембрійські породи були розкриті буровими свердловинами на глибині 810 м. Вони представлені мігматитами, гранітами та гнейсами.

Абсолютний вік відкладів 2.3-2.4 млрд. років.

Кам'яновугільна система (С)

Кам'яновугільна система на території представлена нижнім і середнім відділами, потужністю близько 2 км. Для неї характерні в нижній частині товщі відклади вапняків з сильною доломітизацією, в верхній частині - перешарування строкато-кольорових глин, алевролітів, рідше піщаників, з малопотужними прошарками вапняків. В верхньому під'ярусі зустрічаються відклади слабометаморфізованого вугілля. Також відклади кам'яновугільної системи характеризуються наявністю залишків флори та мікрофлори.

Нижній карбон (Сi)

Нижній карбон представлений візейським ярусом. Він характеризується відкладами глин, які в нижній частині мають форамініфери, остракоди і спікули губок. В декількох свердловинах, пробурених до нижнього карбону виявлено шар вапняків, які іноді містять нафтопродукти.

Середній карбон (Сi)

Середній карбон поширений майже по всій території області. Висота його залягання знижується з півночі на південь. В м. Глухів майже горизонтальна поверхня середнього карбону лежить на глибині близько 0.5 км. На південь, в 15 км північніше м. Путивль глибина його залягання сягає 1.5 км, але в с. Хмелеве - 1.2 км. Що свідчить про можливість існування Глинського підняття. Середній карбон характеризують в нижній частині вапняки, в верхній - товща перешарування строкатокільорових глин, алевролітів, рідше піщаників, з одиничними малопотужними прошарками вапняків.

Пермська система (Р)

Пермська система на території представлена верхнім відділом. Відклади системи характеризуються в нижньому під'ярусі строкато кольоровими

глинами з прошарками алевролітів, в верхньому - перешаруванням строкато кольорових глин та піщаників.

Потужність відкладів 58 м.

Тріасова система (Т)

Тріасова система представлена відкладами нижнього відділу, головним чином пісками і вапняковими піщаниками, з рідким перешаруванням строкато кольорових глин та піщаників.

Потужність відкладів близько 50 м.

Юрська система (J)

Юрські відклади на території характеризуються потужною товщею сірих, зеленувато-сірих глин, з прошарками вапняку та алевролітів. Глини мають велику кількість фауни. Верхні шари порід містять фауну нижньооксфордського типу, нижче виявлені келовейські шари, поділені на дві зони: зону з кристеляріями та зону з епістоминами групи *Epistomina stelligera*.

Потужність відкладів близько 260 м.

Крейдяна система (K)

Крейдяна система на території області представлена нижнім та верхнім відділами.

Нижня крейда (Ki)

Відклади нижньої крейди розкриті і охарактеризовані бурінням глибокої свердловини біля ст. Терещенської. Вони представлені перешаруванням щільних чорних глин з глинистими пісками, які залягають на келовейських темних глинах верхньої юри. Альбський ярус верхньої частини нижньокрейдяних відкладів не має самостійного положення на території області. Для нього характерні піски, без органічних залишків, які майже не відрізняються і завжди розглядаються разом з вище лежачими сеноманськими пісками.

Верхня крейда (Kз)

Верхній відділ крейдяної системи на території області представлений

майже всіма ярусами.

Сеноманський ярус (Kzi-st)

Він представлений так званими крейдяними пісками, вік яких визначається як сеноманський. Тут слід зауважити, що нижню частину товщі пісків відносять до альбського ярусу нижнього відділу крейдяної системи. Товща пісків літологічно неоднорідна, зустрічаються крупні кварцові піски, іноді білі дрібні піски. Верхня товща містить глинисті піски, в яких рідко зустрічаються фосфорити. Нижня частина товщі складена пісками, які містами переходять в піщаники, іноді водоносні, потужністю 20-30 м.

Туронський ярус (fct)

Туронський ярус представлений білою глауконітовою крейдою, яка містить прошарки білого піску, іноді мергельних глин. Потужність відкладів різна, найчастіше до 18, іноді до 40 м.

Коньякський ярус (Kzcn)

Коньякський ярус на всій території розглядається разом з туринським чи сантонським ярусами. Він представлений глауконітовою крейдою турон-сеноманського віку, та світло-сірими і темно-сірими мерелями сантон-коньякського віку, потужністю 86.6 м.

Сантонський ярус (test)

Сантонський ярус майже на всій території поширений рівномірно, потужністю до 146 м. Він представлений мерелями світло-сірими, іноді зеленувато-сірими крейдяними. Також, як зазначено вище, до нього відносять темно-сірі мертелі сантон-туронського віку. Іноді зустрічаються вапняки з вмістом мікрофауни. Мікрофауна поширена нерівномірно, її найбільша кількість виявлена на глибині 300-340 м.

Кампанський ярус (Kzcp)

Кампанський ярус виходить на поверхню в північній частині області. Але значна частина нижньої товщі цих відкладів занурюється під ерозійний рівень. Він представлений білою пишучою крейдою, місцями з включеннями кремнію. Велике значення (в стратиграфічному відношенні) має горизонт вапняково-

глауконітових фосфоритових піщаників.

Для крейдяних відкладів кампанського ярусу характерна присутність великої кількості мікрофауни.

Потужність відкладів до 176 м.

Маасріхський ярус, нижній під'ярус (K_2mJ)

Він розвинений на всій території Путивльського району. Представлений білою тріщинуватою писальною крейдою. Наявність розлому в районі між м. Путивль і с. Сміливим (знаходиться в 45 км на південь від м. Путивля) сприяло різкому зануренню крейдяних порід під палеогенові та четвертинні відклади. Крейдяні породи виходять на поверхність північніше від лінії, що простягається від м. Путивль до м. Суми, а південніше від цієї лінії вони різко занурюються.

Потужність відкладів складає більше 120 м.

Найближче до поверхні землі вони зустрічаються в основі корінного схилу на глибині від 2.0 до 12.0 м (абсолютні відмітки 123.0-135.0 м). В своїй верхній зоні (2.0-3.0 м), особливо в долині річки крейда зруйнована до глинистого стану.

Палеогенова система (Р)

Палеогенові відклади нерівно (похило) залягають з північного сходу на південний захід поверхні крейди, нівелюють її, унаслідок чого потужність їх часто змінюється на невеликих відстанях. Представлені вони відкладеннями новопетровсько-берекського горизонту - це білі і жовті піски, що залягають безпосередньо на зелених глауконітових пісках межигірсько-обухівського горизонту і на інших більш древніх породах. Віковий діапазон цієї свити великий. Значна частина її відноситься до неогену, деякі відклади білих і жовтих пісків до утворення більш стародавнього часу. Імовірно, подекуди полтавську свиту можна розглядати як прибережну фацію київського ярусу або межигірсько-обухівського горизонту.

До палеогену відносять і ту частину білих і жовтих кварцових пісків, які згідно лежать на глауконітових пісках межигірсько-обухівського горизонту і в

цьому випадку їх можна віднести до середнього олігоцену.

У складі палеогену виділяється палеоцен, еоцен, олігоцен.

Палеоцен (P_i)

Канівський ярус (P_{2kп})

Наявність палеоцену в Сумській області вперше доказано в 1940 р. І.Чернецьким. Палеоценові відклади залягають на нерівній поверхні верхньокрейдяних відкладів і представлені зеленими глауконітовими, мілко зернистими, глинистими пісками, які містять залишки фауни і фосфоритові включення, розміром до 3 см. Вище залягає опоковидна порода. Перехід між піском та опоковидною породою майже не помітний.

Еоцен (P₂)

Бучакський під 'ярус (P_{2Be})

Бучакські відклади представлені білими і жовтими пісками з прошарками піщаника. Вони залягають на зелених палеогенових пісках, а місцями на крейдяних відкладах. Іноді зустрічаються пласти та лінзи сіруватого кременистого, дрібного і нерівномірно-зернистого піщаника, потужність якого коливається від декількох сантиметрів до 15.5 м (с. Баничі), в середньому сягає 3-5 м.

Також до бучакських відкладів умовно відносять зелені, буро-зелені мілкозернисті глауконітові піски. В пісках зустрічаються: в верхніх горизонтах - залізисті, внизу - дрібні фосфоритові конкреції, а в найнижчих горизонтах пісків - фосфорити, переважно на границі з крейдою.

У південній частині м. Путивля крейдяні відкладення перекриті породами середнього палеогену (бучакський ярус), які представлені частим перешаруванням пісків і глин. Піски бучакської свити відрізняються світлішим забарвленням, більшою крупністю і меншим вмістом глауконіту. Колір їх переважно світло-сірий, сірий, інколи білий, рідше зустрічаються темні прошарки. Піщані відклади погано відсортовані, переважають різнозернисті, середньо-, дрібнозернисті піски. Часто зустрічаються тонко- розпиляні, обвуглені рослинні залишки і гнізда. У підшві свити місцями спостерігаються

рідкі фосфорити.

Піски бучакської свити виходять на поверхність по правому борту долини р. Сейм і приймають участь в утворенні обвальо-зсувних тіл в межах Путивльської зсувної зони.

Глини бучакської свити в основному, дуже записковані. Розкрита потужність перевищує 13.0 м.

Київський під'ярус (Р_ку)

Породи київського під'ярусу на основі літологічного складу поділяють на: апатитові піски, київський мергель, наглинок. Найбільше поширення має київський мергель. Північну границю київського мергеля можливо провести в такому напрямку: с. Короп, південніше м. Кролевець, м. Путивль, м. Білопілля, південніше м. Суми, через с. Краснопілля на схід Харківської області.

Потужність київського ярусу від декількох метрів до 41 м.

Олігоцен (Р_з)

Олігоцен представлений відкладами *межигірсько-обухівського горизонту*. Він та більшій території області виражений прибережною фацією.

Представлений головним чином пісками, які містять прошарки і лінзи піщаників. Відклади межигірсько-обухівського горизонту часто виходять на поверхню. Вони залягають на крейдяних, іноді на палеоценових відкладах.

Піски межигірсько-обухівського горизонту зеленого і зеленувато-сірого кольору, глауконітові, дрібно і середньозернисті, рідко глинисті. В верхніх горизонтах зустрічаються піски білого кольору, кварцові. В глауконітових пісках іноді спостерігаються дрібні залізисті конкреції.

Потужність порід межигірсько-обухівського горизонту помітно коливається, в загальному спостерігається збільшення потужності порід з північного сходу (1-5 м) на південний захід (до 40 м).

Неогенова система (N)

Міоцен (N_i)

Міоцен представлений відкладами *новопетровсько-берекського горизонту*, розвиненого в межах плато на правобережжі р. Сейм. Горизонт представлений

кварцовими пісками, світло-сірими, містами охристо-бурими, з вмістом заліза, тонко-дрібнозернистими, з прошарками темно-сірої глини, іноді запіскованої. У верхній частині розрізу зустрічаються малопотужні лінзовидні прошарки кварцового піщанику з залізистим цементом і тонкі прошарки каолінової глини.

Потужність відкладів 10-17 м.

В межах Путивльського плато відклади новопетровсько-берекського горизонту залягають на бучакських пісках. Межа між пісками проводиться частіше умовно. Тому в м. Путивлі піски новопетровсько-берекського горизонту і бучакської свит об'єднані.

Верхній міоцен - нижній пліоцен (N1-2)

Представлений товщею строкатих глин. Залягають глини на пісках новопетровсько-берекського горизонту. У зоні контакту в строкатих глинах відмічаються тонкі прошарки глинистих пісків. Строкаті глини нерівномірно забарвлені. У верхній частині глини темніші, коричнево-бурі, нижче - червоні і помаранчево-бурі.

Строкаті глини в основному піскуваті. Вміст піску нерівномірний, помітно збільшується в приконтартових частинах розрізу. У товщі строкатих глин виділяються лінзи і прошарки кварцових глинистих пісків, в деяких місцях вони мають значну потужність (до 2 - 3 м). Вміст піску знижує число пластичності глин до 7 - 15 одиниць.

Характерною особливістю строкатих глин є наявність безлічі різних орієнтовних дзеркал ковзання, в межах м. Путивль, вони разом з четвертинними відкладеннями складають тіла зсувів і створюють дзеркала ковзання зсувів. Також строкаті глини є першим відносним водоупором.

Потужність строкатих глин 11.0-24.0 м.

Четвертинна система (Q)

Четвертинні відклади представлені нижньо-, середньо-, верхньочетвертинними і сучасними відкладами. Потужність четвертинної товщі на плато становить 10-20 м. Четвертинні відклади в районі м. Путивля різні, вони представлені наступними генетичними типами:

- елювіальними;
- еолово-делювіальними;
- флювіогляціальними;
- алювіальними;
- озерно-болотними;
- делювіальними.

Нижньочетвертинні відклади (Q_i)

До них відносяться елювіальні утворення біловезького горизонту, представлені викопним ґрунтом, що сформувався на товщі червоно-бурих глин. Горизонт викопного ґрунту складений брудно-сірими алевритистими глинами і суглинками потужністю 0.7-3.5 м.

Середньочетвертинні відклади ($Q?$)

Озерно-алювіальні відклади лихвинського горизонту залягають в основі IV надзапальної тераси (мореної) річки Сейму на розмитій поверхні палеогенових порід. Представлені пісками сірими і темно-сірими, кварцевими, різнозернистими, в основному дрібно- і середньозернистими, місцями з прошарками піскуватих глин і алевритистих суглинків. Як правило, в основі товщі залягають більші за розміром відклади, а в верхній частині піски, в основному дрібно- і тонкозернисті, а також частіше зустрічаються прошарки глини і суглинків. Потужність 8-17 м.

Флювіогляціальні відклади ($fldn$)

Підморенні відклади розвинені місцями, залягаючи у вигляді окремих лінз. Вони представлені пісками світло- і буро-сірими кварцевими. Потужність 0.2-5.5 м.

Моренні відклади ($IgHdn$)

Межа моренних відкладів проходить вздовж водорозділу р. Сейм. Вони представлені супіском з включенням кристалічних порід. Шаруватість в морених відкладах відсутня. У районі Путивльської зсувної зони моренні супіски часто насичені водою.

Моренні суглинки складаються зі суміші глинистих і алевритових порід, з

невеликим вмістом піску, рідким включенням гальки та дрібних кристалічних порід. В сухому стані щільний моренний суглинок легко розколюється по плоскості, в вологому стані - становиться в'язким, схожим на глину, завдяки цьому він може служити тимчасовим водопором для різних техногенних вод. Типове забарвлення морени - червоно-буре, жовто- буре. Потужність моренних відкладів 2-12 м.

Флювіогляціальні надморенні відклади

Флювіогляціальні надморенні відклади розвинені не по всій території, залягають на морені у вигляді окремих лінз невеликої потужності (0.2-2 м). Представлені алевритистими суглинками і різнозернистими пісками, що містять гальку і гравій кристалічних порід. В межах зсувної зони м. Путивля флювіогляціальні відклади вміщують воду і утворюють верхній слабодобітний горизонт в льодовиковій товщі середньочетвертичних накопичень.

Верхньочетвертичні відклади (Q3)

Для верхньочетвертичних відкладів характерні елювіальні утворення. Вони представлені викопним ґрунтом, який розвинений досить широко в основі верхньочетвертичних відкладів на морені або на надморенних флювіогляціальних відкладах. Елювіальні відклади складені коричнево- бурими суглинками з домішками рослинних залишків, середньою потужністю до 1.5 м.

Алювіальні і алювіально-озерні відкладення

Розвинені на другій надзаплавній терасі р. Сейм (західна частина м. Путивль). Представлені жовтуватو-сірими, сірими пісками з прошарками суглинків.

Потужність 21-28 м.

Еолово-делювіальні і елювіальні утворення

Зустрічаються майже на всій території м. Путивль окрім першої і другої надзаплавних терас, заплави р. Сейм і балок. Представлені палево- жовтими, буро-палевими, вапняними пористими не шаруватими лесами і лесовидними суглинками, що залягають на мікулинському викопному ґрунту.

Типовий лес являє собою дуже ніжний на дотик суглинок (супісок), він

відрізняється однорідним тонким механічним складом та карбонатністю.

Зміна лесу відбувається в результаті процесів підтоплення і обводнення. Він стає нестійким, пливунopodobним і дуже погано віддає воду назад.

В процесі розчинення і винесення карбонатного матеріалу лесу отримали значну пористість, також частина лесу під впливом процесів вивітрювання змінює свій колір, нешаруватий лес стає шаруватим.

В процесі інфільтрації поверхневих вод часто змінюється механічний склад. Внаслідок цього лес перетворюється на лесовидну породу.

Накопичення лесів відбувалося в міжльодовикові епохи, тому у складі лесової товщі інколи спостерігається декілька горизонтів лесів, розділених викопним ґрунтом. Потужність лесової товщі змінюється від 0.5 до 10.0 м.

Алювіальні відклади першої надзапальної тераси

Поширені повсюдно в долині р. Сейму. Залягають на палеогенових, інколи на верхньокрейдяних відкладах. Представлені пісками ясно-бурими, бурожовтими і сірими, кварцовими, різнозернистими. Зустрічаються прошарки супісків і суглинків.

Потужність відкладів від 19 до 30 м.

Еолово-делювіальні утворення осташковського горизонту

Виділяються лише в межах другої надзапальної тераси, де нижчий (калінінський) горизонт лесової товщі відсутній. Відклади залягають на алювіальних пісках і складаються лесовидними суглинками, що містять гнізда і прошарки піску.

Потужність горизонту 1.5-2 м.

Сучасні відклади

Озерні і болотні відклади приурочені в основному до заплави р. Сейм. Представлені торфами, інколи луговим мергелем, мулистими глинами потужністю до 6.5 м.

Алювіальні відклади складають заплаву річки Сейм та балки. Річковий алювій складений зазвичай різнозернистими пісками і алевритистими суглинками в нижній частині, верхній - глинами. Потужність до 9 м.

В складі балочного алювію переважають суглинки, глинисті піски. Потужність 3 - 9 м.

Еолові відклади представлені горбами на першій надзаплавній терасі р. Сейм, потужність відкладів до 8.5 м.

Пролувіальні відклади складають конуси винесення, зустрічаються в гирлах активних ярів правого берега р. Сейм. Представлені в основному сумішшю піщано-глинистого матеріалу. [46]

Гравітаційні зсувні відклади практично ніким з авторів робіт по стратиграфії не виділялися раніше, можливо зважаючи на їх слабку вивченість, або через незначне поширення.

В процесі проведених польових робіт в 2005-2006 рр. ВАТ «Суми- надра», по дослідженню зсувних процесів на території Сумської області, встановлено досить широке поширення зсувних відкладів на території Сумської області, зокрема м. Путивля. Якщо врахувати небезпеку для життєдіяльності людей і масштаби протікаючих зсувних процесів, необхідно відмітити, що зсувні відкладення повинні представляти інтерес і займати своє місце в геологічній історії.

Залежно від механізму протікання гравітаційних процесів зсувні відкладення бувають грубошаруваті і змішані.

Грубошаруваті зсувні накопичення характерні, з одного боку, для зсувів, що протікають по механізму ковзання, а з іншого - для зон транзиту зсуву.

Змішані зсувні відкладення характерні, з одного боку, для зсувів, що протікають по механізму обвалу, а з іншої, для зон накопичення, тобто язика зсуву, де майже завжди відбувається перемішування зсувної маси.

По літологічному складу зсувні тіла складені суглинками, супісками, глинами, піском, а на території міста в розрізах зсувів значну частину займають і техногенні накопичення.

Площі зсувних відкладень вимірюються від декількох десятків до декількох сотень тисяч квадратних метрів.

Вік зсувних відкладів в основному сучасний і лише в деяких ділянках

області зсувні відклади імовірно верхньочетвертинні.

Потужність зсувних відкладів змінюється від 0,5 до 7-8 м і в середньому складає 2-3 м. [48]

Тектоніка

У геоструктурному відношенні територія м. Путивль, як і вся Сумська область, розташована на північному борту Дніпрово-Донецької западини (ДДЗ).

Схил ДДЗ в межах області характеризується пологим ($2-5^\circ$) моноклінальним зануренням фундаменту і осадового чохла в південно-західному напрямку.

Структура ДДЗ обумовлена платформенними умовами її формування, що відрізняються від геосинклінальних. Розглядаючи будову Дніпрово-Донецької западини ми стикаємося з наявністю в ній розломів і скидів, що грають провідну роль у формуванні основних рис структури.

Кордони Дніпрово-Донецької западини:

- на південному заході - Український кристалічний масив;
- на південному сході - складчасті спорудження Донбасу;
- на північному сході - Воронежський кристалічний масив;
- на північному заході - Білорусько-Балтійський виступ кристалічного фундаменту. [16]

У будові осадової товщі виділяється декілька структурних поверхів:

- Перший *девонсько-нижньопермський* поверх з різким кутовим і стратиграфічним неузгодженням залягає на кристалічному фундаменті. Його потужність збільшується з північного сходу на південний захід від 135 до 1260 м.
- Другий *верхньопермсько-мезозойський* структурний поверх лягає з кутовим неузгодженням на девонсько-нижньопермський поверх. Особливо чітке кутове неузгодження між поверхами виражено в південній, найбільш зануреній частині північного борту западини. Потужність другого

структурного поверху змінюється від 250 м до 1600 м.

Дані глибокого буріння розвідувальних свердловин на північному борту Дніпрово-Донецької западини підтвердили наявність розломів в докембрійському фундаменті ДДЗ, по яких сталося опускання як докембрійського ложа, так і покриваючих його осадових порід.

Розглядаючи абсолютні відмітки глибин залягання докембрійських порід по свердловинах на схилах ДДЗ, можна встановити наступні основні риси її будови.

У м. Путивлі кристалічні докембрійські породи були розкриті на глибині 810 м, а в с. Сміливому, яке знаходиться на відстані 45 км. на південь від м. Путивля на глибині 2218 м. Загальне пониження докембрійського ложа на цій відстані складає 1408м. На цій ділянці північного схилу ДДЗ, між м. Путивлем і с. Сміливым спостерігається різке занурення крейдяних порід під палеогенові і четвертинні відкладення.

Крейдяні породи виходять на поверхність на північ від лінії що йде від м. Путивля до м. Суми, їх різке занурення під третинні і четвертинні відкладення відбувається на південь від цієї лінії. По цій лінії проходить так зване «крейдяне плече» Д. Н. Соболева. Виходячи з даних геофізичних досліджень, на південь від міста Путивля намічається різкий уступ в докембрійському кристалічному фундаменті, який інтерпретується як розлом.

Сукупність цих даних дає підставу передбачати наявність розлому і скиду між м. Путивлем і с. Сміливым (додаток 1).

Розлом проходить від м. Купянська на південному сході, північніше м. Харкова, в 2-3 км південніше м. Суми, трішки південніше від м. Путивля, м. Гомеля і далі міняючи північно-західне простягання на широтне, з'єднується з північною лінією Ельсько-Тагильського грабена.

В межах Дніпровського грабена на території Сумської області виділяються позитивні і негативні структури.

До позитивних структур відносяться:

— Роменський соляний купол;

- Велико-Бубнівське, Талалаївське, Красно-Колядинське
підняття;
- Артюховська структурна тераса.

До негативних структур відносять великі западини, такі як Бобриківську мульду і східну частину Дмитрієвської мульди.

Крім того відмічаються флексурні перегини шарів, які облямовують піднімання і примикають до регіонального розлому. [46]

Перераховані позитивні і негативні структури в більшій або меншій мірі відображені у формах сучасного рельєфу, а отже могли впливати на формування зсувної діяльності.

Ймовірно, істотну роль на формування умов зсувоутворення в районі м. Путивля грають неотектонічні рухи, які мають позитивну спрямованість і поширені в правобережній зоні річки Сейм. У басейні цієї річки відмічається найбільша асиметрія в будові річкової долини, і саме до цих районів приурочена найбільша кількість активних зсувних проявів.

Геоморфологія

Геоморфологія району досліджень не однорідна. Походження форм сучасного рельєфу в значній мірі зобов'язано дії льодовика, а також ерозійно-аккумуляційній діяльності льодовикових та післяльодовикових річок.

В рельєфі території можливо виділити два основних генетичних типи макрорельєфу. До першого типу відноситься *плато*, яке являє собою найбільш високі ділянки водороздільного простору, і характеризується найбільш різко виявленою ерозією рельєфу. Його поверхня розділена порівняно густою системою балок та ярів.

Загальний нахил поверхні плато зумовлений в основному геологічною структурою території, і направлений із північного сходу на південний захід. В цьому напрямку висотні відмітки знижуються від 239 м (с. Краснопілля) до 196 м (с. Кархарівщина), при цьому нахил становить приблизно 0.276 м на один кілометр.

Поверхня плато, як вказувалось вище, порівняно глибоко розділена врізаною річковою, балочною та яровою системами на окремі ділянки, витягнуті в основному вздовж правого берега головних річкових систем району.

Долини великих річок різко асиметричні. їхні праві берега високо підняті над рівнем дна долин, а русла річок часто омивають круті обривисті схили, на якій розвиваються обвальні-зсувні процеси.

В результаті проведених досліджень встановлено, що на правих схилах річок, які врізаються в плато, від ерозійної діяльності поверхня еоцен-пліоценових глин в дочетвертинний час розмита під кутом в сторону русла. Таким чином, більш молоді відклади четвертинного віку відкладались на слабо нахилених в сторону річки поверхнях глин, що сприяло розвитку зсувних процесів.

Другий тип макрорельєфу складає широкі рівнинні долини дольодовикових та льодовикових терас. Вони характеризуються слабо хвилястою або досить плоскою поверхнею, незначною ярово-балочною системою, при значній кількості другорядних річкових долин, які часто зв'язані прохідними долинами. Поверхня терасової рівнини розділена широкими лощинами стоку, по яким здійснюється стік атмосферних вод з основної площі водозабору.

Значно розвита система лощин стоку в районах поширення льодовикових відкладів. Починаються вони від підвищеного водороздільного простору до більш глибоких річкових долин, а потім в добре виражені балкові системи.

Долини річок глибоко врізуються в поверхню рівнини і мають дві-три, іноді чотири післяльодовикові тераси району. [48]

Територія міста Путивль у геоморфологічному відношенні приурочена до сильно розчленованої акумулятивно-денудаційної рівнини в межах пліоценової тераси, яка круто обривається до долини р. Сейм, пересічену декількома ярами і балками (додаток 3).

Таким чином на території міста можна виділити декілька геоморфологічних елементів:

1. Східна частина міста розташована в межах правобережної V надзаплавної тераси р. Сейм.
2. Центральна частина міста приурочена до присхилової частині вододілу (плато).
3. Південна частина міста розташована на правому крутому схилі корінного берега р. Сейм (заплава) перехідна в I надзаплавну терасу.
4. Західна частина міста розташована на II надзаплавній терасі р. Сейм.

Басейн річки Сейм зрошує майже третину Сумської області, охоплюючи її центральну частину, у тому числі і м. Путивль.

Долина р. Сейм характеризується особливо різко вираженою асиметрією.

Майже на всьому шляху річка притискається до крутого правого берега або відділяється від нього молодими терасами. Найбільш характерні відмітки правого берега річки перевищують 200 м, досягаючи 227 м біля с. Линово. По лівому березі річки Сейм простягається широка, з незначним пониженням, плоска терасова рівнина, яка направлена на південь до вододілу Сейм - Сула. Вузька полоса цього вододілу майже безпосередньо примикає до долини р. Сули. Його висотні відмітки знижуються з заходу на схід від 200 до 191 м.

Найбільш характерні відмітки терасової рівнини Сейму зменшуються з північного сходу на південний захід від 180 до 160 м.

Заплавна тераса. Річка Сейм має добре виражену заплаву, над рівнем річки вона піднята на 1-2 м. В верхній частині складена переважно дрібнозернистими піщаними відкладами, які іноді заключають сірувато-зеленуваті крейдоподібні мергельні суглинки, а зрідка торф'яну масу.

Абсолютні відмітки поверхні заплави змінюються в межах м. Путивля 129.0-134.0 м.

Соснова тераса (I надзаплавна) піднесена над заплавою на 4.0-10.0 м. В м. Путивлі ця тераса не має широкого поширення. Вона обмежується з боку схилу крутим уступом. Уступ, створюючи корінний берег річки Сейму, в багатьох місцях розтинається глибокими ярами, балками, перепад висот тут досягає 50 м. Соснову терасу майже скрізь утворюють піщані алювіальні відклади, які

неглибоко перероблені еоловими процесами.

II надзаплавна тераса поширена в західній частині міста, і круто єднається з гірською частиною Путивльського плато. Її поверхня достатньо плоска і майже не порушена яровою ерозією. По зовнішньому краю тераси в тих місцях, де вона примикає до високого уступу моренної терасової поверхні, тягнеться низовинна полоса, покрита луговою рослинністю чи болотами. Від цієї полоси до заплави тягнеться сітка заболочених і частково зайнятих озерами широких ліній стоку. Абсолютні відмітки більш високих ділянок поверхні тераси сягають 136-140 м. В геологічній будові тераси приймають участь деградований лесовидний суглинок і алювіальні піски.

V надзаплавна тераса поширена в східній частині міста. Вона займає головну частину простору між вищеописаними терасами і вододілом р. Сули. Основну частину цього простору тераси більшість дослідників відносять до плато. Абсолютні відмітки її поверхні змінюються від 176.0 до 179.0 м. Таким чином, над рівнем заплави тераса підноситься на 40-50 м. Геологічна будова тераси в основі представлена шаруватими різнозернистими пісками, які перекриваються перешаруванням темних суглинків і мулів. Загальна потужність алювію досягає 18-20 м, він перекривається потужною товщею (до 20 м) льодовикових озерних і флювіогляціальних відкладів, перекритих малопотужним моренним покривом. Вище морени залягає викопний ґрунт, який сформувався на лесовидному над моренному суглинку потужністю близько 0.45 м. Викопний ґрунт перекривається лесами. [50]

Історія геологічного розвитку

Формування сучасного рельєфу - це результат двох протилежно направлених сил: ендегенних, які створюють різні форми структур і екзогенних, які руйнують ці форми. Таким чином, історія геологічного розвитку території Сумської області, зокрема міста Путивля, відображує перш за все історію рельєфу.

Початок формування рельєфу області відноситься до олігоцену, коли услід

за відступаючим Харківським морем намітилося віяло річок, направлених відповідно до загального схилу поверхні північно-східного борту западини.

В цей час на півдні області існує роз'єднане островами берекське море, в яке з берегів, так само як і з островів, поступає піщаний матеріал, перемикаючий в зонах пляжів і утворюючий горизонти чистих кварцових пісків.

На початок міоцену в широких долинах закладених річок, на різних стадіях їх розвитку, існують озерні басейни, в яких накопичуються перемиті тонкозернисті піски і прошарки глин новопетровської свити.

В кінці сармата і особливо меотисі річки області переходять на нові ерозійні рівні і помітно покращують свої долини, по яких відводяться поверхневі води з усієї зростаючої території суші. До кінця цього етапу в широких озерах-старицях почався процес накопичення строкатих глин, що залягають на древньому піщаному алювії, тобто відбувається формування найбільш древньої тераси пліоцену.

З кінця понтійського століття у зв'язку з викликанною підніманням регресією моря, відбувається посилення ерозії, що виражалось в утворенні значних ерозійних жолобів, які заповнюються потужною товщею опадів новохарковської тераси. В кінці кіммерійського часу відбуваються нові позитивні переміщення, з якими пов'язано утворення нових жолобів, накопичення алювіальних товщ і формування бурлуцької тераси.

У цю епоху на плато і на попередніх двох терасах продовжується формування червоно-бурих глин в результаті вивітрювання накопичених раніше строкатих глин. Утворення червоно-бурих глин відбувається на тлі похолодання клімату.

На початку четвертинної епохи, у зв'язку із значним підніманням Євразійського материка в миндельську льодовикову епоху відбувається вироблення нових ерозійних ступенів долин, які остаточно були заповнені алювіальними осіданнями в миндельську міжльодовикову епоху. Потужність алювіальної товщі цієї тераси в долині р. Сейм досягає 35 м.

Таким чином, перед наступом Дніпровського льодовика рельєф Сумської області був вже досить складним. У долинах крупних річок існували тричотири добре розвинених тераси, також були закладені основні припливи річок області: Десни, Сейму, Псла і Сули.

Льодовик, який насунувся з північного-заходу, переступивши вододіл Десни і Сейму, заповнив всю лівобережну терасову рівнину р. Сейм і рухаючись на південний захід, перевалив через вододіл Сейм - Сула, заповнивши долину р. Сули. Таким чином, всі долини річок Сумської області, розташовані на захід від вододілу Псел-Сула-Сейм, виявилися заповнені льодовиком, який утворив тут Білопольсько-Віровську лопасть. Підпружинений в районі сел Кобили і Глушково (Курська область), Сейм, направив свої води вгору по річці СнаДСТУЪ, а потім, переступивши через занижену частину вододілу, по річці Суджі влився в річку Псел.

Долина р. Десни в межах області виявилася повністю завантаженою льодовиком. Таким чином, р. Сейм і р. Десна в межах області тимчасово припинили своє існування. Від краю льодовика води частково направлялись по річках Вір і Крига в долину р. Псла, а на заході - в долину р. Сули.

Головна маса прохідних долин, утворених тимчасовими потоками в льодовикову епоху, утворилися в період відступу льодовика, інакше вони виявилися б заповненими моренними відкладами, які в них відсутні. Багато сучасних мертвих долин сполучають верхів'я річок Сули і Сейму, вбираючи талі води від краю відступаючого льодовика.

У момент наступу льодовика долина річки Сейму була розташована приблизно там, де частково знаходиться і зараз. Долина була вже добре вироблена і як тільки звільнилася від льодовикового покриву, почала відновлювати свій звичний, який зберігся і понині гідрографічний режим.

В кінці риського часу, коли область звільнилася від льодовикового покриву, великі річки посилено розмивають флювіогляціальні осідання, що накопичилися в їх долинах, розносять і виносять їх, зрізуючи і нівелюючи дрібно-горбистий ландшафт льодовикових заплавних терас. Малі річки не в

зможі були виконати таку роботу, тому в їх долинах часто зустрічаються ділянки терас, майже повністю складені: флювіогляціальними відкладами. В цей час осушуються і прохідні долини області.

У рис-вюрмську епоху в долинах річок відбувається посилена акумуляція алювію, а на більш древніх терасах і на плато утворюється горизонт викопного ґрунту.

На початку вюрма, у зв'язку з новими зпейрогенічними підняттями, річки утворюють глибші жолоби, що пізніше заповнюються алювієм, який приймає участь у формуванні палеовюрмських терас. На плато і древніх терасах відкладається лес. У другу половину вюрма відбувається незначне збільшення ерозії, яка потім змішалася з посиленою акумуляцією і формуванням соснових терас. За межами соснових терас завершується процес лесоутворення і починається формування сучасних ґрунтів.

В кінці вюрма помітно пожвавлюється ерозія і виробляються жолоби сучасних заплав, які в даний час заповнюються сучасним алювієм. [46]

Епейрогенічні коливання земної кори, що зумовили періодичні зміни базису ерозії, відображені в будові не лише річкових долин, але і балочно-яркових систем, в яких також переходи інтенсивної ерозії змінювалися її послабленням. Воно зафіксоване в слабкій терасированості схилів крупних балочних систем.

Минулі сотні тисячоліть стерли з подоби сучасного рельєфу сліди древніх зсувних процесів. Проте є всі підстави вважати, що зсуви, як одні із видів рельєфоутворюючих процесів, розвивалися у всі часи за відповідних сприятливих для них умов.

Морфологія цих схилів, яка характеризується крутістю стінок, чіткістю бровок, блоковою будовою і протіканням сучасних зсувних процесів дійсно говорять на користь їх зсувного походження в кінці верхньочетвертичного періоду.

Корисні копалини

Корисні копалини даного району розглянемо по предметно, незалежно від їх

промислового значення, оскільки окремі види мінеральної сировини можуть бути використані в різних галузях народного господарства.

Піски

Для даної місцевості характерні четвертинні піски. Вони представлені великими масивами, приуроченими до долин річок і особливо I надзаплавної (соснової) тераси.

Ці піски зазвичай лежать безпосередньо на денній поверхні. Тут зустрічаються білі, перебиті, досить чисті, нерівномірнозернисті піски, часто добре відсортовані, які відповідають всім вимогам будівельної техніки. Вони широко застосовуються для виробництва вапняного цементу, для бетону і бетонного виробництва, в дорожньому будівництві, для штукатурних робіт.

У багатьох місцях долини р. Сейм річкові піски, особливо на I надзаплавній терасі, зустрічаються у вигляді дюн. Ці піски використовуються для будівництва, а також як баластний матеріал для залізничного полотна.

Дуже цінним будівельним матеріалом є піски, що утворилися в результаті перемиву морен льодовиковими водами. Вони часто залягають під верхнім ґрунтом і володіють однаковою, інколи великою величиною зерна і червонуватим кольором, притому вони є досить чистими. Кар'єри цих пісків зазвичай зустрічаються на схилі правого берега р. Сейм.

Окрім вказаних вище родовищ пісків, приурочених головним чином до річкових долин, на території району досліджень поширення мають піски на плато. Тут вони часто залягають на значній глибині, тому їх розробка пов'язана з великими витратами. У зв'язку з цим інколи використовуються піски, які не відповідають технічним вимогам.

Піщаники

Родовища піщаників на території району дуже поширені, вони приурочені до третинних палеогенових і неогенових відкладів.

Палеогенові піщаники зустрічаються в бучакському і харківському ярусах, вони зазвичай зеленого, рідше білуватого кольору, дрібно-, рідше середньозернисті, складаються із зерен кварцу і глауконіту.

Неогенові піщаники приурочені до Полтавського ярусу, білого і строкатого кольору, дрібно- і середньозернисті, складені зернами кварцу, зцементованих аморфним кремнеземом, окислом заліза, а іноді глинистою речовиною. Як палеогенові, так і неогенові піщаники залягають серед пісків і часто мають нестійку потужність. В залежності від якості такі піщаники використовуються при будівництві містків, для фундаментів, доріг, а кременисті піщаники (кварцити) можуть також служити сировиною для виробництва динасової цегли і скла.

Родовища кварцових піщаників в основному зосереджені на I надзаплавній терасі правого берега р. Сейм. Залягає кварцовий пісок потужністю до 4 м на площі в декілька десятків гектарів під моренними пісками і ґрунтовим покривом на глибині близько 5 м. У деяких місцях, при впадінні р. Клевень в р. Сейм відкладення піщанику у вигляді великих плит виходять на поверхню (додаток 4).

Родовища міцного крем'янистого бучакського піщанику світло-сірого кольору знаходиться на відстані 30 км від з.ст. Путивль, в с. Петуховка. Його можливо використовувати як будівельний камінь, для замощення відкосів доріг, водотоків та інше.

Глини вогнетривкі і гончарні

Вогнетривкі і гончарні глини в даному районі зустрічаються часто, в основному серед третинних відкладів. Представлені вони неогеновими, переважно «строкатими» глинами, приуроченими до підвищених частин рельєфу і які залягають над пісками полтавського ярусу. Рідше вони зустрічаються у вигляді невеликих прошарків або лінз в полтавських пісках.

На велику увагу заслуговують родовище «строкатих глин» біля м. Путивля в с. Ліново. Тут є прошарки сірих і рожевих пластичних глин, напіввогнетривких, придатних для виробництва кислототривких виробів.

«Строкаті» глини використовуються для виробництва будівельної цеглини, глинит-цементу, портланд-цементу. Також вони можуть використовуватися для виробництва гончарного посуду, черепиці, керамічних труб, кахлю та інше.

Каоліни

Родовища каоліну в Сумській області мають велике значення. Одним з кращих є давно відоме родовище в с. Полошки, 15 км від з.-д.ст. Глухов.

У районі м. Путивля каолін відноситься до категорії вторинних каолінів і має обмежене поширення. Лише невеликі поклади вторинних каолінів відомі біля з.-д. ст. Путивль. Тут каолін утворює невеликі прошарки серед полтавських білих пісків, зміщених зсувними процесами, причому ці прошарки перешаровуються з піском. Запаси каоліну в даному родовищі не встановлені тому промислового значення поки що не мають.

Також родовище каоліну знаходиться біля з.-д. ст. Гончарі Путивльського району, при розробці родовища було встановлено залягання каоліну шаром від 0.10 до 0.25 м на глибині 10-15 м.

Каоліни області є першокласною сировиною, особливо цінним є їх різновид. Він володіє найбільшою пластичністю, при випаленні зберігає чистий, білий колір і застосовується для виготовлення найбільш високих сортів фарфору.

Крейда

Серед корисних копалин Сумської області крейдовим відкладам належить одне з перших місць. Це обумовлено величезними і практично невичерпними запасами крейди.

Вихід крейди на поверхню в Путивльському районі спостерігається в основному по схилах долини р. Сейм і його припливів, виходи крейди тут підносяться інколи над рівнем води на 20-30 м. Товща крейди складається з окремих шарів потужністю 0.75-1.25 м, між якими спостерігаються прошарки, що складаються з пластичної глинистої крейди потужністю 0.2-0.5 см злегка забарвленого оксидами заліза в бурий колір.

Шари крейди розділені вертикальними, розташованими без всякої видимої закономірності тріщинами.

Крейда зазвичай біла в сухому стані і світло-сіра у вологому, на 95-98% складається з CaCO_3 (таблиця 3.5.7).

Хімічний склад крейди

Таблиця 3.5.7

SiO ₂	Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CaCO ₃	Втрата при прокалюванні
0.81	0.89	54.0	0.18	98.0	42.82

Одне з великих і вигідних по розробці родовищ знаходиться в с. Гори, Путивльського району, воно розташоване в 0.5 км. від залізничної лінії. Шари крейди до рівня води можна розробляти на глибину 30 м. До того ж поряд з родовищем крейди знаходиться одне з найбільших торф'яних родовищ - Молчанівське (додаток 4). Цей торф можна використовувати для випалення крейди на вапно.

Крейда частково обпалюється на вапно для місцевих потреб, а значна її частина використовується в сирому вигляді.

Вохра

Вохра на території досліджуваного району зустрічається часто і широко використовується. Родовище вохри розміщене в с. Вязенки, Путивльського району.

Вохра використовується місцевим населенням для побутових потреб, головним чином як мінеральна фарба. Але якість і запаси вохри не вивчені, тому і промислове значення її не з'ясовано.

Фосфорити

Фосфорити зустрічаються в верхній частині крейдяних і в основі палеогенових відкладів. Вони представлені галькою і конкреціями. Залягають фосфорити в основному в виді включень серед других порід, іноді тонкими прошарками.

Фосфоритових родовищ промислового значення на території району не має.

Торф

Торф поширений у всіх районах області. Основна частина торф'яних боліт річкового походження. Розташовані торф'яники на заплавах терасах, які весною покриваються водою. Його утворення на території області пов'язано з

умовами, які існували ще в льодовикову епоху. Річки області були переповнені водою, яка з'явилася після танення льоду. В той час вони виробили широкі долини. Після відступу льодовика кількість води в річках

зменшилася. Утворилися заливні тераси з багато чисельними озерами. Вони заростали рослинністю і перетворювалися на болота, де і утворювався торф.

Площа торф'яників Путивльського району становить 4573 га. Одне з найбільших торф'яних родовищ - Молчанівське. По своєму складу торф осиново-гіпново-очеретовий. Інколи в його склад входить невелика кількість деревини. Ступінь розкладання органічних речовин в торфі коливається від 30 до 50%. Мінімальна зольність - 7%, максимальна - 45%. Товща промислових покладів торфу без очосу від 0.5 до 3 м, максимальна потужність - 7 м. Тепловіддача торфу висока: 3800 - 5400 калорій.

Мінеральні джерела

Мінеральні джерела на території досліджуваного району слабо вивчені, їх радіоактивність і можливість використання в лікувальній меті в належній мірі не з'ясовані. Мінеральні джерела виходять з глауконітових пісків харківського ярусу і тому не рідко дають воду, багату залізом.

У районі є великі запаси торф'яних грязей, їх цілющі властивості мають величезне лікувальне значення, їх широко використовують для лікування багатьох хвороб. [46]

Підвівши підсумки вище викладеного, можна зробити вивід, що район досліджень має значну кількість корисних копалини, які характеризуються своєю різноманітністю. Деякі з них представляють цінну мінеральну сировину як для місцевої, так і для обласної промисловості.

Розміщення на території досліджуваного району родовищ та кар'єрів корисних копалин зображено в додатку 4.

1.4 Гідрогеологічні умови району

Згідно з геолого-структурним гідрогеологічним районуванням ділянка досліджень відноситься до Дніпрово-Донецького артезіанського басейну (АБ).

В межах району підземні води залягають в відкладах різного віку. Глибина їх залягання зменшується в північному напрямку.

Нижче приведена характеристика окремих водоносних горизонтів.

Водоносний горизонт четвертинних відкладів

Серед четвертинних відкладів водоносними являються алювіальні піски першої та другої річних терас, флювіогляціальні піщано-галечні відклади та частково моренні відклади.

Алювіальні піски потужністю більше 10-15 м мають великі запаси ґрунтових вод. їхній рівень зазвичай вище річного, тому вони часто приймають участь в живленні річок. На низьких заплавах ґрунтові води часто залягають близько від поверхні, чим зумовлюють заболоченість території. Води піщаних терас якісні, залягають на невеликих глибинах (до 3-5 м), і тому використовуються для місцевих потреб.

Значну водоносність мають флювіогляціальні піщано-галечні відклади, які поширені вздовж долини р. Сейм. Ярово-балочна система долини має дренажний вплив, тому в таких місцях їхня водоносність значно менша. В моренних відкладах піщані водоносні прошарки часто мають лінзоподібний характер, іноді вони відіграють роль водоупору і сприяють накопиченню ґрунтових вод.

Водоносний горизонт четвертинних відкладів, як правило, безнапірний, живиться за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. У зонах промислової забудови істотну роль в живленні горизонту четвертинних відкладів грають витіки з водонесучих комунікацій, конденсація вод під асфальтовим покриттям. Потужність обводненої товщі 15-26 м.

Розвантаження водоносного горизонту відбувається в нижче лежачі горизонти, але дуже часто дренажується в бортах балок і ярів, утворюючи мочажини і слабкі водотоки, джерела.

По хімічному складу води горизонту переважно гідрокарбонатні кальцієві, магнієво-кальцієві, рідше сульфатно-гідрокарбонатні кальцієво-натрієві, хлоридно-гідрокарбонатні натрієво-кальцієві.

Грунтові води четвертинних відкладів, при відсутності поверхневого забруднення, мають невисоку мінералізацію (0.22-0.74 г/дм³). В районі розвитку куполових структур води четвертинних відкладів різко відрізняються своїм складом і підвищеною мінералізацією.

Новопетрівсько-берекський водоносний горизонт Відклади горизонту зустрічаються в основному в південній частині області, в північних районах він зустрічається на водорозділах, але в місцях розвитку ярово-балочної системи він значно розмитий (додаток 5).

Майже скрізь води горизонту безнапірні. В якісному відношенні води горизонту вважаються задовільними. Але при відсутності перекриваючих строкатих глин можливий приток води із верхньої суглинистої товщі четвертинних відкладів, з відси і склад води новопетрівсько-берекського горизонту піддається коливанням. Дебіт колодязів цього горизонту близько 5 м³/год.

Межигірсько-обухівський водоносний горизонт

Приурочений до дрібних зеленуватих пісків межигірсько-обухівського горизонту. В північній частині області відклади межигірсько-обухівського горизонту залягають на крейдяних відкладах або на пісках бучакського ярусу. Такі умови залягання, а також перетин його ярово-балочною системою впливають на горизонт і він стає не постійно водоносним. На південь від долини річки Сейм, де він являється більш постійним та водоносним.

Глибина залягання водоносного горизонту різна. Вона збільшується в напрямку підвищених водорозділів, а також на південний захід. В більшості глибина сягає 30 м.

Дебіт свердловин із горизонту коливається від 3-5 до 10 м³/год і більше. Води характеризуються задовільним складом в районах з нормальною геологічною будовою і сильно мінералізовані в районах солянокупольних структур.

Бучаксько-канівський водоносний горизонт

Водоносними породами горизонту являються піски різної крупності і

частково піщаники. Глибоке залягання бучакських відкладів в порівнянні з дном річкових долин, а також суцільне перекриття шаром водотривких глин кийвського під'ярусу зумовлюють напірний характер вод цього горизонту. Тому горизонт в цьому районі відносять до групи артезіанських.

Дебіт бучакських свердловин коливається в широких межах - від 5 до 20 м³/год і залежить від складу і потужності водоносних порід, місце розташування свердловин, їхнього діаметру.

Велику водоносність бучаксько-канівський водоносний горизонт має лише в південній частині області, північніше м. Конотоп, він виклинюється в річкових долинах, тому водоносність непостійна.

Живлення горизонту здійснюється, головним чином, за рахунок перетікання вод з верхніх горизонтів і, частково, за рахунок інфільтрації атмосферних опадів. Розвантаження відбувається в горизонтах, які залягають нижче, і в ярово-балочну сітку.

По хімічному складу води горизонту переважно прісні гідрокарбонатно-кальцієві, кальцієво-магнієві, кальцієво-натрієві з мінералізацією 1 г/л і жорсткістю 1-8 мг/зкв.

В якісному відношенні води бучаксько-канівського водоносного горизонту мають задовільний склад. Але в районах куполових структур вони являються засоленими. [46]

Мергельно-крейдяний водоносний горизонт

В північній та північно-східній частині області на невеликій глибині від поверхні залягають породи мергельно-крейдяної товщі, на долинах річок в деяких місцях зустрічаються їхні виходи на поверхню.

Спостереження показують, що більш тріщинуватою і водоносною являється верхня зона мергельно-крейдяної товщі на глибину приблизно 100 м від поверхні. Наявність глинистих прошарків в крейдяній товщі і глинистий склад порід крейдяної поверхні часто зумовлюють високий напір крейдяних вод.

Свердловини на водорозділах виявляють більш високе положення статичного рівня, від свердловин в долинах річок, це пояснюється дренажним

впливом річних долин на крейдянні води водорозділів.

В південному напрямку поверхня крейди занурюється під товщу третинних відкладів. При наявності потужної товщі надкрейдяних (третинних і четвертинних) відкладів тріщинуватість в крейдяних породах значно зменшується, тому і водоносність крейди знижується.

Водоносний горизонт на більшій частині свого поширення напірний. Величина напору досягає 29-41 м.

Живлення і розвантаження горизонту відбувається, головним чином, за рахунок перетікання вод з суміжних горизонтів. Найбільша водовіддача крейдяного горизонту і хороша якість води приурочені до тріщинуватої зони крейди, яка особливо поширена в долині річок.

Водоносний крейдяний горизонт в районі м. Путивля використовується для водопостачання. Лятьнієвський водозабір, де пробурені 90 метрові свердловини, забезпечує місто водою. Дебіт крейдяних свердловин коливається від 5 до 20 м³/год і більше.

Води переважно гідрокарбонатно-кальцієві з мінералізацією 0.4-0.5 г/л. Загальна жорсткість їх вимірюється від 2.5 до 8.0 мг/зкв.

Райони поширення і експлуатації крейдяних відкладів на території досліджуваного району показані в додатку 5.

В якісному відношенні крейдянні води майже завжди задовільні. Склад крейдяних вод характеризується наведеними аналізами в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8

Хімічний склад підземних вод на території міста Путивль

№ п.п	Дата дослідження	Місце відбору проби	рН	Окисленість	Азот, мг/дм ³			Загальна жорсткість, мг-зкв/дм ³ (ДСТУ 4151-72)	Сухий залишок, мг/дм ³ (ДСТУ 18164-72)	Хлориди, г/дм ³ (ДСТУ 4215-72)	Сульфати, мг/дм ³ (ДСТУ 4389-72)
					Аміак (ДСТУ 4192-48)	нітрит (ДСТУ 4192-48)	нітрати (ДСТУ 18826-73)				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Норма:	-	-	2.6	3.3	45	14	1500	350	500
1	08.	вул. Полева, 14	7.4	5.76	0	0.26	176.6	16.5	1184	79.4	58.4

2	с	РЕС вул. Кирова	7.0	2.7	0	0	611.3	8	860	64.2	19.0
3	о	вул. Садова, 60	7.2		0	0.16	217.1				
4	о	вул. Садова, 11	7.0		0	0.132	130.7				
5	о	вул. Чехова, 57	6.8		0	0.06	320.7				
6	о	вул. Кирова, 106	7.0		0	0.02	279.5				
7	18.10.01	вул. Першотравнева, 14	7.2		0	0.142	193.6				
8	12.	вул. Чкалова, 1	7.0			0.13	48.7				
9	12.	вул. Базими	7.5	4.8	0	0.173	285	16.0	1726	175	73
10	19.08.04	вул. Луначарського 45					18	13	959	55	38

Примітка: Дані хіманалізу надані санепідемстанцією м. Путивля.

Невідповідність з нормою - підвищений вміст нітратів.

Сеноман-нижньокрейдяний водоносний горизонт Водоносний горизонт найбільше захищений від забруднення і широко використовується для водопостачання в містах Сумської області. Залягає на глибині до 500-800, а іноді до 1000-1200м. Дебіти свердловин до 10-14, іноді до 40 л/с. Води зазвичай прісні, іноді солонуваті, від HCO_3 , Ca, Mg-Ca, SO_4 - HCO_3 , Na-Ca до HCO_3 -Cl, Na і Cl. В районах соляних куполів (м. Ромни) сеноманські води сильно мінералізовані. [49]

Верхньояорський водоносний горизонт Верхньояорський комплекс представлений переважно глинистими відкладами з окремими водоносними горизонтами піщаників і вапняків. Загальна товща комплексу до 300 м. Прісні води зустріті в крайових частинах Дніпрово-Донецького АБ (с. Кириківка), в центральній частині (Роменський район) розвинуті солонуваті і солоні води.

Середньояорський водоносний горизонт Середньояорський водоносний горизонт пов'язаний з пісками і піщаниками товщею до 150 м. Перекривається глинистою товщею бат- байоса, а підстеляється глинами верхів тріасу. В нейтральній частині області розвинуті розсоли (до 50-80 г/л). Тут на глибині 1400-1800 м зустрічаються невеликі поклади газу.

Тріасовий водоносний горизонт

Приурочений до піщаників з прошарками вапняків, які чергуються з глинами. Загальна потужність горизонту до 400-500 м. Відрізняється високою водообільністю. На території області прісних вод не містить. Залягає на глибинах 1200-2000 м і характеризується розсолами з мінералізацією 70-150 г/л. Має невеликі поклади вуглеводнів.

Нижньопермсько-верхньокам'яновугільний водоносний горизонт

Представлений переважно піщано-глинистою червоно-кольоровою товщею. Повсюдно містить розсоли з мінералізацією 150-320 г/л Cl, Ca-Na складу і заключає великі поклади газу та нафти.

Середньокам'яновугільний водоносний горизонт

Середньокам'яновугільний водоносний горизонт має більш широке поширення і приурочений до піщаників товщиною до 50-70 м, які чергуються з аргілітами і малопотужними вапняками. Загальна товщина горизонту до 1.5-2.0 км. Містить розсоли (70-300 г/л) і поклади вуглеводнів. В нижній частині горизонту переважають щільні вапняки і аргіліти, які являються відносним водопором.

Нижньокам'яновугільний водоносний горизонт Приурочений до піщано-алевролітової пачкам товщиною до 30-50 м, які перешаровуються з аргілітами і вапняками. Товщина водоносного горизонту до 1.0-2.0 км. Прісні води відомі в північно-східній частині області, на іншій території поширені розсоли (мінералізація до 320 г/л). На глибині більше 4-5 км розвинуті термодегідратаційні геогідродинамічні системи з сверхгідростатичним пластовим тиском і гідрохімічними інверсіями.

Залягання водоносних горизонтів на території зображено в додатку 5.

Із вище викладеного можливо зробити висновок, що Сумська область знаходиться в благоприємних гідрогеологічних умовах, які забезпечують територію підземними водами.

РОЗДІЛ 2.

МЕТОДИКА І ОБ'ЄМ ВИКОНАНИХ РОБІТ

У межах виконаного дослідження була проведена комплексна програма польових, лабораторних та камеральних робіт, спрямована на уточнення будови четвертинних відкладів, встановлення їх генетичних типів, інженерно-геологічних властивостей та закономірностей поширення в межах Путивльського району. Методика робіт відповідала вимогам чинних нормативних документів («ДБН А.2.1-1-2014», «ДСТУ Б В.2.1-3-2007», «ДСТУ Б В.2.1-7-2014», ін.).

2.1. Польові бурові та зондувальні роботи

Бурові роботи були основним видом досліджень і виконувались малооб'ємним колонковим способом на легкій буровій установці типу **УБШ-1**, що дозволило одержати непорушені та порушені зразки порід з різних генетичних горизонтів.

Усього було пробурено **12 свердловин** глибиною **від 8 до 30 м**, з сумарним обсягом буріння **212 пог. м**. Глибини свердловин обиралися з урахуванням морфології терасової системи р. Сейм та очікуваних меж четвертинної товщі.

У свердловинах були виконані:

- опис розрізу за характером порід, кольором, структурою, крупністю;
- відбір **порушених зразків** у поліетиленові контейнери;
- відбір **непорушених монолітів** (по можливості) у металеві коробки;
- визначення вологості та щільності *in situ*;
- заміри рівнів ґрунтових вод.

Паралельно зі свердловинами виконувались **статичні та динамічні зондування** для уточнення фізико-механічних властивостей лесових та алювіальних суглинків. Загалом було проведено **18 точок зондування** на глибину 5–10 м.

2.2. Шурфові роботи та рекогносцирувальні спостереження

Для детального вивчення лесових відкладів і сучасного ґрунтового горизонту було закладено **7 шурфів** глибиною 1,5–3,0 м. У шурфах виконувались:

- стратиграфічний опис стінок;
- фіксація слідів еолових та делювіальних процесів;
- відбір зразків для гранулометричного аналізу та визначення вологості.

Рекогносцирувальні роботи охопили основні елементи рельєфу: тераси р. Сейм, плато, схили ярів, зсувні ділянки. Було закладено **35 точок огляду**, де проводилися опис літології, морфометричні вимірювання, фотофіксація та GPS-прив'язка.

2.3. Геофізичні дослідження

Для уточнення потужності покривних відкладів та глибинного залягання морени застосовувалась **електророзвідка методом вертикального електричного зондування (ВЕЗ)**.

Було виконано:

- **6 ВЕЗ** з довжиною розтяжки до 120 м;
- інтерпретацію кривих апаратурою **ПАРУС-2**;
- побудову розрізів питомого опору.

Метод дозволив розмежувати алювіальні піски, лесові суглинки та щільні моренні горизонти.

2.4. Лабораторні дослідження

Лабораторні дослідження проводилися з метою визначення комплексу фізичних, фізико-механічних і хімічних властивостей четвертинних порід, необхідних для подальшої інженерно-геологічної інтерпретації та оцінки їхніх ґрунтових характеристик. Дослідження виконувались у сертифікованій інженерно-геологічній лабораторії відповідно до чинних нормативних

документів (ДСТУ, ДСТУ, ISO), що забезпечує достовірність та порівнюваність отриманих результатів.

Загальний обсяг лабораторних робіт

Усього було відібрано та опрацьовано **62 зразки ґрунтів**, отриманих під час бурових робіт та шурфування. Зразки доставлялися до лабораторії в герметичних контейнерах з відповідним маркуванням, що забезпечувало збереження природної вологості та структури.

2.4.1. Визначення фізичних властивостей

Для характеристики природного стану ґрунтів виконувались дослідження таких показників:

Гранулометричний склад

- застосовано **ситовий метод** для крупно- та середньозернистих фракцій;
- **піпетковий метод** – для дисперсних фракцій (пил, глина);
- визначення фракційного складу дозволило класифікувати ґрунти за ДСТУ Б В.2.1-2-96 та встановити їхню текстуру.

Вологість природна

- визначена методом висушування при температурі 105–110°C;
- показники вологості використовувались для перерахунку фізико-механічних параметрів.

Щільність ґрунту та твердої фази

- щільність ґрунту визначалась методом різання металевими кільцями;
- щільність твердої фази – методом пікнометрії;
- на основі отриманих результатів розраховувалась **пористість, ступінь водонасичення, повна та суха маса ґрунту**.

Пористість

- визначалась за співвідношенням між щільністю ґрунту та щільністю твердої фази;
- показники використовувались для оцінки фільтраційних властивостей.

Природна та повітряно-суха маса

- визначення виконувалось згідно з ДСТУ Б В.2.1-17-2000;

- результати необхідні для розрахунку деформаційних характеристик.

2.4.2. Визначення фізико-механічних властивостей

Проведені випробування дозволили оцінити деформаційні та міцнісні характеристики ґрунтів:

Атербергівські межі (межі текучості й пластичності)

- методика – ДСТУ Б В.2.1-10-96;
- визначений **коефіцієнт пластичності**, за яким встановлювався тип ґрунту та його ступінь пластичності.

Опір стисненню

- випробування нероз *disturb*ованих зразків при одновісному стиску;
- визначення межі міцності при короткочасному навантаженні.

Модуль деформації

- визначався за результатами одновісного стиску;
- застосовувався у розрахунках осідань та несучої здатності ґрунтів.

Кут внутрішнього тертя та зчеплення

- визначалися методом **зрізу буртом** на приладі одноплощинного зрізу;
- результати дозволили побудувати лінії Мора та визначити параметри міцності ґрунту.

2.4.3. Визначення хімічного складу ґрунтів

Хімічні analyses виконувались для оцінки агресивності ґрунтів, процесів вивітрювання та генезису четвертинних відкладів.

Вміст карбонатів

- визначався методом **Кольбейна**;
- отримані дані використовувались для класифікації суглинків та визначення їх карбонатності.

реакція середовища (pH)

- вимірювання здійснювалось у водній витяжці;
- pH слугував індикатором можливих корозійних процесів щодо залізобетонних конструкцій.

Ступінь засоленості та тип засолення

- аналіз виконаний шляхом визначення сухого залишку, іонного складу (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+);
- за результатами встановлено тип засолення (сульфатне, хлоридне, гідрокарбонатне тощо) і його інтенсивність.

2.4.4. Стандарти та методичні документи

Усі роботи проводились відповідно до:

- **ДСТУ Б В.2.1-2-96** – Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей.
- **ДСТУ Б В.2.1-10-96** – Ґрунти. Визначення меж текучості та пластичності.
- **ДСТУ Б В.2.1-17-2000** – Ґрунти. Методи визначення щільності.
- **ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010** – Настанова з виконання лабораторних робіт.
- Методики інженерно-геологічних лабораторій відповідно до існуючих державних стандартів та міжнародних норм.

2.5. Камеральна обробка даних

Камеральний етап робіт охоплював повну систематизацію, аналіз та узагальнення результатів, отриманих у польових і лабораторних дослідженнях. Насамперед були впорядковані всі польові журнали та робочі матеріали: бурові протоколи, описи кернів, шурфові колонки, акти закладення точок та їх GPS-прив'язки. Після узагальнення первинної документації було виконано перевірку коректності записів, зіставлення фактичних глибин появи тих чи інших літологічних горизонтів і уточнення інтервалів відбору зразків. На цьому етапі були усунуті дублікати, виправлені неточності, а також проведена попередня класифікація четвертинних порід за гранулометричним та генетичним принципами.

Паралельно здійснювалася обробка результатів геофізичних досліджень, насамперед вертикального електричного зондування (ВЕЗ). Для кожного пункту були побудовані криві опору, виконана їх інверсія та отримані моделі електричного розрізу, що далі зіставлялися з буровими матеріалами. Це дозволило уточнити глибину залягання водотривких та водоносних горизонтів,

відтворити загальну електролітичну структуру четвертинної товщі та підтвердити межі між лесами, суглинками, мореною та алювіальними відкладами.

На основі опрацьованих бурових даних були побудовані стратиграфічні колонки свердловин з урахуванням літології, потужності та фізичних властивостей порід. Подальше зіставлення колонок дозволило провести кореляцію розрізів між буровими точками, виділити наскрізні горизонти та встановити просторову мінливість товщ четвертинних відкладів. У процесі кореляції уточнювалися межі генетичних комплексів, зокрема лесово-грунтової серії, морени та різновікових алювіальних товщ.

Отримані дані лягли в основу побудови карт поширення четвертинних порід – лесів, морени, алювію та делювіально-пролювіальних відкладів. Ці карти були створені на підставі точкових даних буріння, результатів ВЕЗ і матеріалів попередніх геологічних зйомок. Окремо формувалися карти потужностей основних генетичних комплексів, що дозволило простежити їхню латеральну мінливість і виявити закономірності тектонічної та акумулятивної будови території.

Одним із підсумкових етапів стала побудова інженерно-геологічного розрізу території, на якому були відображені межі літологічних шарів, їхня потужність, характерні фізико-механічні властивості та результати геофізичних вимірювань. Розріз виконувався комбінованим методом – шляхом інтеграції бурових даних, лабораторних характеристик і результатів електророзвідки, що забезпечило найбільш повне відображення структури четвертинної товщі.

Після формування розрізу були узагальнені всі лабораторні результати. Їх статистична обробка включала розрахунок середніх значень, медіан, коефіцієнтів варіації, побудову гістограм розподілу та визначення кореляцій між фізичними та механічними характеристиками. Статистика дозволила оцінити однорідність порід у межах виділених горизонтів, встановити залежності між гранулометричним складом, вологою та міцнісними

параметрами, а також підтвердити генетичну інтерпретацію четвертинних відкладів.

Фінальним етапом камеральної обробки стало формування зведених таблиць, графіків, діаграм та підготовка електронного архіву матеріалів. Усі роботи виконувалися з використанням сучасного програмного забезпечення – **ArcGIS** для побудови карт та просторового аналізу, **Surfer** для геофізичної інверсії та топографічних моделей, **AutoCAD** для оформлення розрізів, профілів і креслень, а також **Excel**, де здійснювалися статистичні розрахунки та формування фінальних аналітичних таблиць.

2.6. Схема виконання польових робіт

Польові дослідження проводились у три етапи (рис. 2.1) :

Етап 1. Рекогносцирування та вибір точок (5 днів)

- огляд місцевості, визначення меж терас і морфологічних елементів;
- вибір точок для свердловин, зондувань і шурфів;
- складання польової схеми робіт.

Етап 2. Бурові та шурфові роботи (12 днів)

- буріння 12 свердловин;
- зондування у 18 точках;
- відбір зразків та польові вимірювання;
- закладання 7 шурфів.

Етап 3. Геофізика (3 дні)

- виконання 6 ВЕЗ;
- первинна інтерпретація кривих.

Етап 4. Камеральна обробка (20 днів)

- обробка польових матеріалів;
- лабораторні аналізи 62 зразків;
- побудова карт, схем і колонок;
- оформлення результатів.

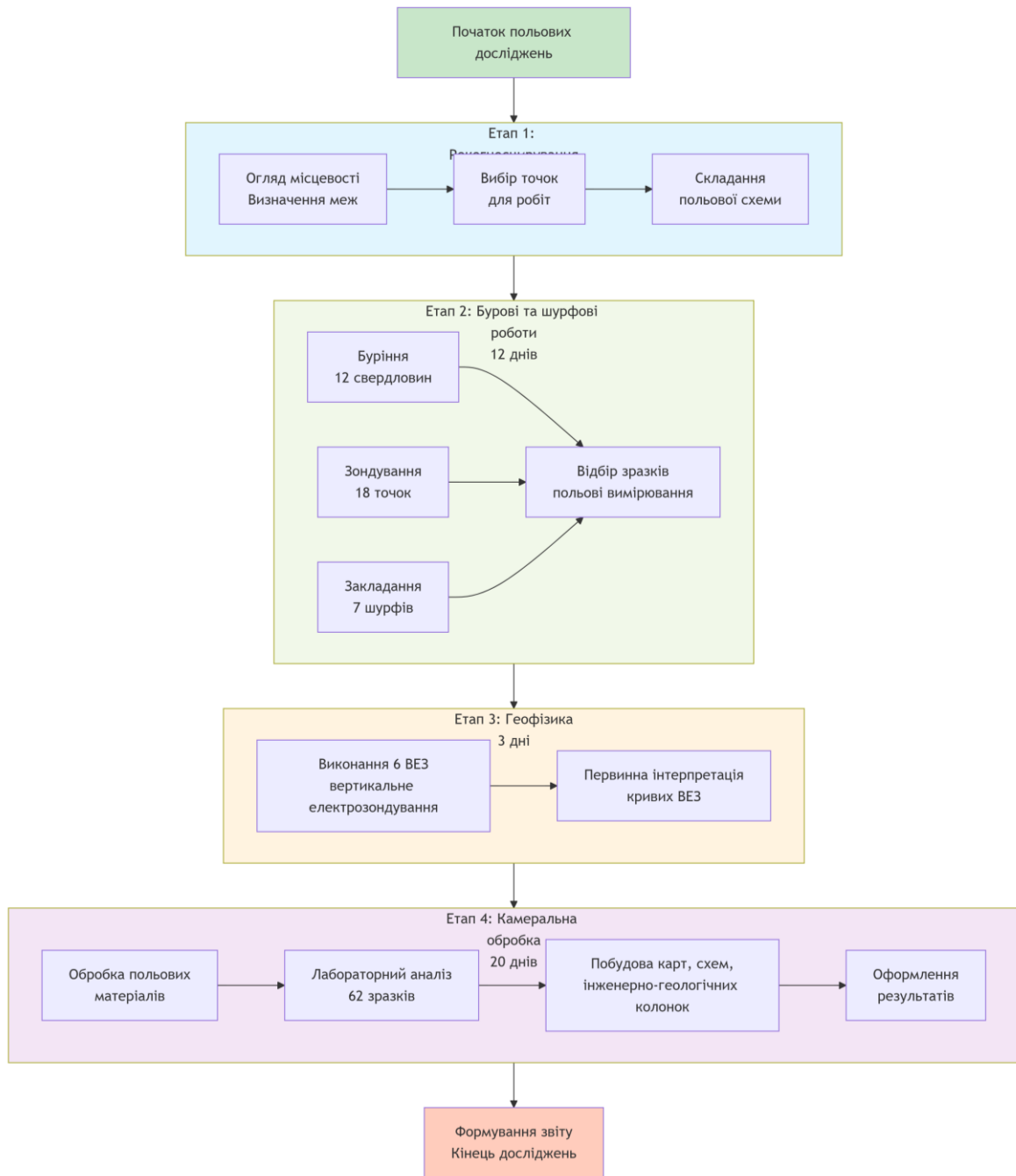


Рисунок 2.1 Схема виконання польових робіт

2.7. Загальний обсяг виконаних робіт

Вид робіт	Обсяг
Буріння свердловин	212 м (12 свердловин)
Шурфи	7 шт.
Зондування	18 точок
ВЕЗ	6 точок
Лабораторні аналізи	62 зразки
Точки рекогносцирування	35 спостережень

РОЗДІЛ 3.

ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ДІЛЯНКИ

3.1. Морфологія схилу

Досліджувана територія приурочена до правобережного схилу річкової долини, який характеризується вираженою асиметрією та добре сформованою вертикальною та горизонтальною розчленованістю. Загальна **висота схилу становить 36–42 м**, залежно від місця його вимірювання. Верхівка схилу плавно переходить у вододільну ділянку, тоді як нижня частина різкіше спадає до дна долини.

Кут нахилу є неоднорідним по профілю та змінюється в межах **8–14° у верхній частині**, досягаючи **16–22° на середній ділянці**, і зменшуючись до **6–10° в нижньому відрізку**, де відбувається акумуляція делювіальних матеріалів. Така мінливість ухилу обумовлена чергуванням лесово-суглинистих товщ та моренних порід, які по-різному реагують на процеси вивітрювання та поверхневого стоку.

Розчленованість схилу виражена помірно: фіксуються **дрібні ерозійні лощини та мікроулоговини** шириною 2–5 м, а також **локальні уступи** висотою 0,3–0,8 м, пов'язані з різною стійкістю літологічних шарів. Генетично схил сформований переважно як **ерозійний**, із частковими ознаками переформування делювіально-акумулятивними процесами. Ознак абразійної діяльності не виявлено, тектонічні порушення відсутні або не впливають на сучасний рельєф.

На схилі відзначаються **ознаки сучасної зсувної активності**, що мають локальний характер. У середній частині виявлено **відривні тріщини** довжиною до 4–7 м та глибиною 10–25 см. Нижче за схилом простежується **слабко виражена зсувна тераса**, сформована внаслідок пластичних переміщень зволжених суглинків. У верхній частині фіксується **бровка мікрозсуву**, яка поділяє схил на ділянки з різним ступенем стабільності.

Для зручності аналізу схил поділено на три умовні ділянки:

Ділянка 1 – верхня частина

- Кут нахилу: 8–14°
- Породи: леси та лесовидні суглинки потужністю до 6–8 м
- Стан: стабільна ділянка, локальні тріщини від усадки
- Процеси: переважає поверхневий стік, слабе просідання лесів

Ділянка 2 – середня частина (активна)

- Кут нахилу: 16–22°
- Породи: суглинки різною мірою зволоження
- Стан: найменш стійка частина, фіксуються відривні тріщини, уступи,

ознаки зсувного переміщення

- Процеси: зсувні та делювіальні

Ділянка 3 – нижня частина

- Кут нахилу: 6–10°
- Породи: делювіально-алювіальні суглинки та супіски
- Стан: відносно стабільна зона акумуляції
- Процеси: накопичення уламкового матеріалу, часткове пластичне

сповзання

3.2. Фізико-механічні властивості ґрунтів

За результатами буріння, лабораторного аналізу та камеральної обробки територія складена чотирма основними типами четвертинних порід: лесами, лесовидними суглинками, суглинками та супісками, подекуди пісками середньої крупності. Шари мають різну потужність і неоднорідний природний стан.

Узагальнені інженерно-геологічні характеристики ґрунтів наведені нижче (рис 3.1)

Лесовидні суглинки (верхня частина схилу, 0–6 м)

- $\gamma = 1,55\text{--}1,65 \text{ г/см}^3$
- $e = 0,75\text{--}0,92$
- $W = 12\text{--}18 \%$

- $IL = 0,1-0,25$
- $c = 12-18$ кПа
- $\varphi = 18-22^\circ$
- $E = 10-18$ МПа
- Особливості: просадні при замочуванні, неоднорідні за щільністю.

Суглинки пластичні (середня частина, 6–14 м)

- $\gamma = 1,70-1,85$ г/см³
- $e = 0,55-0,70$
- $W = 16-23$ %
- $IL = 0,25-0,50$
- $c = 18-28$ кПа
- $\varphi = 14-18^\circ$
- $E = 8-14$ МПа
- Особливості: підвищена зволоженість, схильність до пластичного зсуву.

Супіски та алюмінізовані суглинки (нижня частина, 14–20 м)

- $\gamma = 1,60-1,75$ г/см³
- $e = 0,65-0,80$
- $W = 10-16$ %
- $IL =$ відсутній або близький до 0
- $c = 8-12$ кПа
- $\varphi = 24-30^\circ$
- $E = 20-28$ МПа
- Особливості: достатня дренаваність, підвищена стійкість.

Піски середньої крупності (20 м і глибше)

- $\gamma = 1,65-1,70$ г/см³
- $e = 0,45-0,55$
- $W = 5-12$ %
- $IL = -$
- $c = 0$ кПа
- $\varphi = 30-34^\circ$

- $E = 25\text{--}40 \text{ МПа}$
- Особливості: добре дреновані, несуча здатність висока. (рис. 3.2)

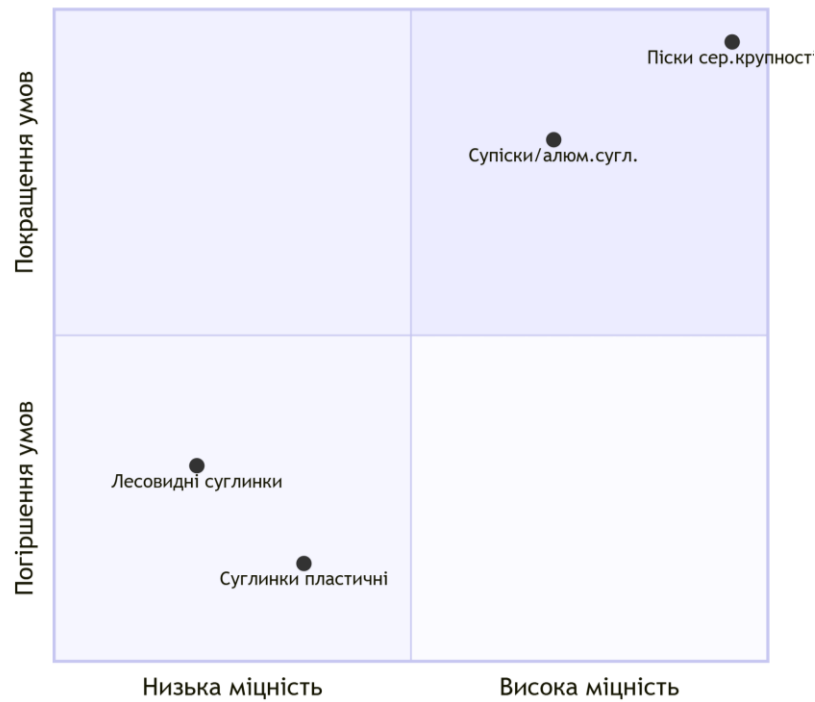


Рисунок 3.1 Узагальнені інженерно-геологічні характеристики ґрунтів

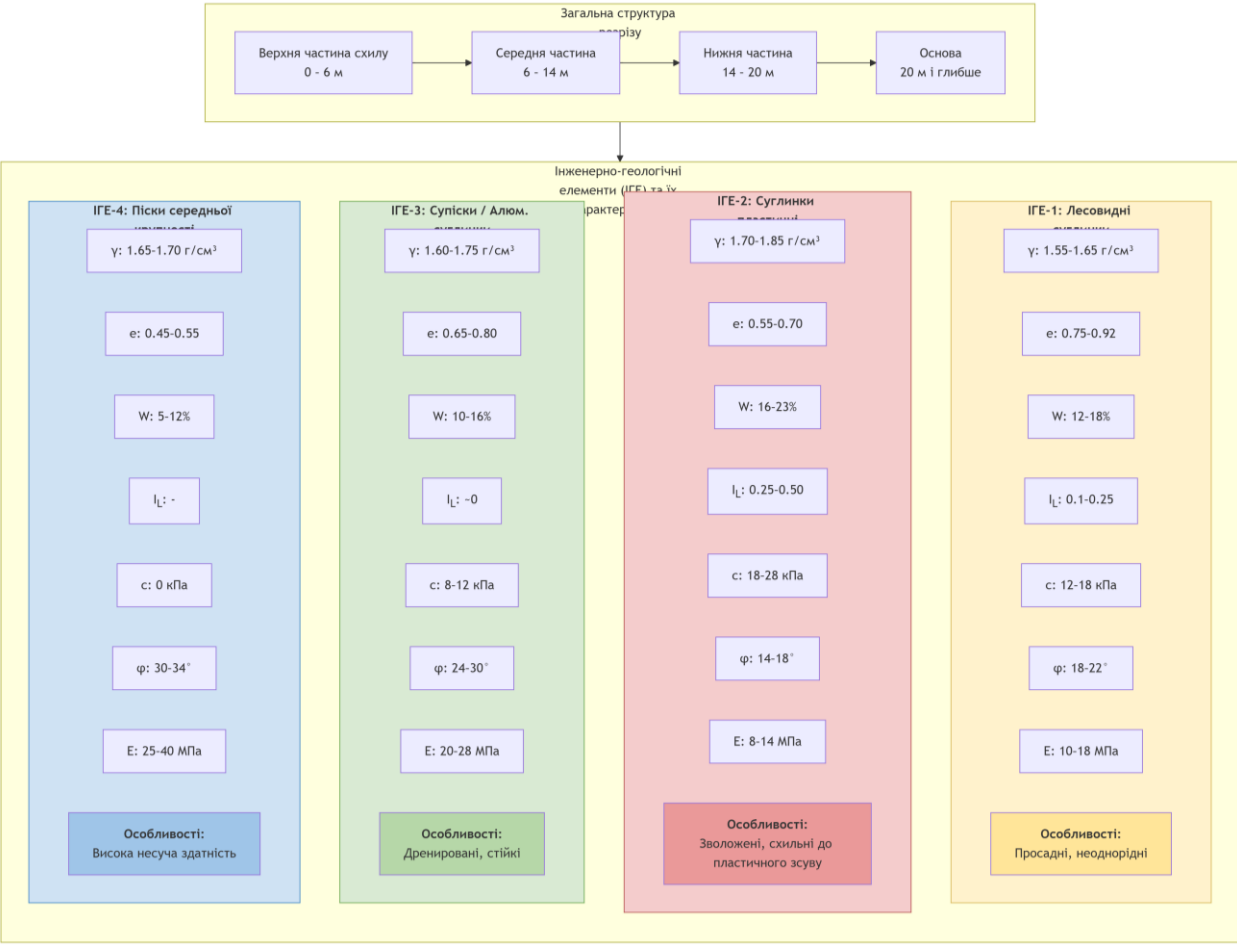


Рисунок 3.2 таблична діаграма характеристик шарів

Глибини залягання основних літологічних шарів (узагальнено)

Шар	Тип ґрунту	Глибина залягання, м	Потужність, м
I	Леси, лесовидні суглинки	0–6	4–6
II	Суглинки пластичні	6–14	6–8
III	Супіски, суглинки делювіальні	14–20	4–6
IV	Піски середньої крупності	20+	>10

РОЗДІЛ 4.

ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ ЗСУВНИХ ДІЛЯНОК

Гідрогеологічні умови відіграють ключову роль у формуванні та активізації зсувних процесів. Для території дослідження, розташованої в межах Дніпрово-Донецького артезіанського басейну, характерна наявність кількох водоносних горизонтів різного віку та різних гідродинамічних режимів. Зсувні ділянки найчастіше пов'язані з приповерхневими (четвертинними) ґрунтовими водами, локальними perched-water лінзами та ділянками дренажу транзитних водоносних горизонтів.

4.1. Глибина залягання рівня ґрунтових вод

На більшості зсувних ділянок ґрунтові води приурочені до четвертинних алювіальних та флювіогляціальних піщано-галечних відкладів.

- **Середня глибина залягання ґрунтових вод – 1.5–5 м**, залежно від рельєфу та ступеня дренажу.

- На заплавах і пологих схилах рівень вод може підніматися до **0.5–1.0 м від поверхні**, спричинюючи перезволоження та зниження міцності ґрунтів.

- У межах балок, ярів і нижніх частин схилів спостерігаються ділянки виходу ґрунтових вод на поверхню у вигляді джерел і мокрих плям, що безпосередньо сприяє розвитку зсувів.

Глибші водоносні горизонти (новопетрівсько-берекський, межигірсько-обухівський) залягають на глибинах **15–30 м**, однак на схилах можуть створювати **лінійні зони дренажу**, де формуються локальні зони підпору та підвищеного зволоження товщі.

4.2. Сезонні коливання рівня ґрунтових вод

Рівень приповерхневих ґрунтових вод у межах досліджуваної території протягом року змінюється досить помітно, що відбивається на загальному зволоженні схилу та ступені його зсувної небезпеки. Найвище положення рівня

фіксується навесні, коли після танення снігу у водоносний горизонт надходить значна кількість талої води, а ґрунти ще не встигають повністю відновити фільтраційні властивості після зимового промерзання. У цей період рівень ґрунтових вод може підійматися в середньому на 1.0–1.5 м, що призводить до різкого збільшення вологості порід, особливо в суглинках і супісках, які є чутливими до зміни водонасичення.

Другий виразний максимум рівня вод спостерігається восени, коли після літнього спаду починають домінувати тривалі дощові періоди. Поступове накопичення вологи в товщі схилу та зниження випаровування спричиняють додаткове підвищення рівня на 0.3–0.7 м. Осінні коливання зазвичай менш різкі, ніж весняні, однак їхній вплив на схил також є суттєвим, оскільки в цей час ґрунти тривалий період перебувають у стані підвищеного водонасичення.

Протягом літа та взимку рівень ґрунтових вод, навпаки, знижується. Влітку це пов'язано з високою інтенсивністю випаровування, активною транспірацією рослин та загалом низьким надходженням опадів. Зимове зниження є результатом того, що більшість атмосферної вологи акумулюється у вигляді снігу, а інфільтрація майже припиняється. У ці періоди рівень вод може падати на 0.5–1.2 м відносно весняного максимуму.

Такі сезонні коливання мають безпосереднє та критичне значення для розвитку зсувних процесів. Коли рівень вод підіймається, у товщі схилу зростає поровий тиск, що фактично зменшує ефективні напруження, які утримують ґрунтові маси від ковзання. У водонасичених суглинках і супісках це призводить до їхнього розмокання, втрати структурної міцності, збільшення пластичності й зменшення зчеплення частинок. Навіть невелике підвищення рівня ґрунтових вод здатне ініціювати або активізувати рух окремих блоків ґрунту, сприяючи утворенню мікротріщин, зсувних терас і відривних уступів. Таким чином, сезонні зміни гідрологічного режиму є одним з головних факторів, який визначає інтенсивність і періодичність зсувних процесів у межах досліджуваного схилу.

4.3. Характер водоносних горизонтів: напірні / безнапірні

У межах досліджуваної ділянки формуються декілька водоносних систем, однак найважливішу роль у розвитку сучасних зсувних процесів відіграють саме приповерхневі безнапірні води. Вони приурочені переважно до четвертинних алювіальних, піщано-галечних та супіщано-суглинистих відкладів, які утворюють нерівномірно обводнені горизонти з потужністю обводненої товщі від 15 до 26 м. Ці горизонти мають відкритий тип живлення – основний обсяг води надходить у них безпосередньо за рахунок атмосферних опадів, що зумовлює їх високу чутливість до сезонних змін кліматичних умов, інтенсивності дощів і величини талих вод.

Безнапірні води характеризуються вільним рівнем, який реагує на найменші коливання інфільтрації. Така динамічність водоносної системи призводить до того, що на схилах легко формуються локальні лінзи перехоплених (perched) вод, особливо у межах суглинкових товщ або моренних прошарків із зниженою проникністю. Саме ці perched-lenses становлять найбільшу небезпеку для розвитку зсувів, оскільки створюють додаткові осередки насичення, які не завжди виявляються під час стандартного рівневого моніторингу. Вони здатні акумулювати воду після інтенсивних опадів і поступово перезволожувати товщу схилу, збільшуючи поровий тиск і знижуючи міцність ґрунтових порід.

Поведінка безнапірних вод визначається також геологічною будовою схилу. Через шаруватість четвертинних відкладів і чергування порід із різною проникністю формуються численні локальні підпори й водоносні підпірні поверхні, уздовж яких вода здатна рухатися латерально. Такі русла підземного дренажу часто стають шляхами потенційного ковзання ґрунтових мас, оскільки зволоження відбувається не лише вертикально, але й уздовж шаруватих контактів, що слабо цементовані й більш схильні до зрушення.

У межах глибших структур інколи трапляються й напірні горизонти, проте їхній вплив на розвиток зсувних деформацій є суттєво меншим. Вони залягають нижче основної товщі рухомих суглинків і супісків, відділені більш щільними

та водотривкими прошарками. Тому на формування зсувної активності вони впливають переважно опосередковано – лише у разі прориву або порушення конфайменту, що на даній ділянці не спостерігається.

Таким чином, гідрогеологічна ситуація території визначається переважанням активних безнапірних горизонтів, які швидко реагують на зміну атмосферного живлення та сприяють накопиченню perched-вод у межах слабопроникних суглинкових товщ. Саме цей комплекс чинників створює сприятливі умови для розвитку й періодичної активізації зсувних процесів.

Безнапірні ґрунтові води (основний фактор зсувоутворення):

- Четвертинні алювіальні та піщано-галечні горизонти.
- Живляться атмосферними опадами.
- Потужність обводненої товщі: **15–26 м**.
- Легко формують perched-lenses у межах суглинків та моренних відкладів, що особливо небезпечно для зсувів.

Місцеві ділянки слабонапірних вод:

- Лінзоподібні піщані прошарки в моренних та суглинистих відкладах.
- Можливий напір **1–3 м**, що створює підпір і сприяє зсувам у середніх частинах схилів.

Глибші напірні горизонти (бучаксько-канівський, мергельно-крейдяний):

- Напір значний (до **29–41 м** у крейді), але **безпосередньо не залучений у зсувний процес**.
- Впливають опосередковано через дренавання у долинах та розвантаження у ярах.

4.4. Водопровідність, фільтрація та водонасиченість порід

Гідрологічна поведінка порід на зсувних ділянках тісно пов'язана з їх водопровідністю, здатністю до фільтрації та водонасиченням. На території досліджуваних схилів ці властивості визначають, яким чином вода

розподіляється в товщі ґрунтів і наскільки швидко реагує на атмосферне живлення, що безпосередньо впливає на розвиток зсувних процесів.

Алювіальні та флювіогляціальні піски мають досить високу водопровідність, що дозволяє їм швидко пропускати воду в товщу ґрунту. Коефіцієнт фільтрації цих порід знаходиться в межах приблизно 5–25 м/добу, що забезпечує оперативну реакцію на дощі та талу воду. Внаслідок цього піски практично миттєво насичуються водою, що підвищує поровий тиск у нижніх горизонтах і сприяє локальному розмоканню суглинкових прошарків. В таких умовах схили швидко звожуються, особливо після тривалих опадів або весняного танення снігу, що робить їх особливо уразливими для зсувів.

Піщано-галечні відклади характеризуються ще більшою водопровідністю, яка може досягати 20–50 м/добу. Ці породи виконують роль природного дренажу, спрямовуючи воду вздовж схилу, проте водночас вони здатні формувати локальні зони накопичення вологи залежно від рельєфу. Під час сильних дощів або інтенсивного талого снігу фільтраційні потоки в цих відкладів підсилюються, що створює додаткову напругу в товщі схилу та часто активує процеси ковзання.

Суглинки та моренні відклади мають значно меншу водопровідність – приблизно 0,01–0,5 м/добу, але вони відзначаються високою здатністю до водонасичення та накопичення вологи. Саме в цих породах, у поєднанні з швидко проникаючими пісками, формуються критичні поверхні ковзання, на яких відбувається початок зсувних деформацій. Перехід від водопроникних пісків до водотривких суглинків створює підвищений поровий тиск і локальні зони розм'якшення, що часто визначає траєкторію майбутнього зсуву.

Тріщинуваті зони крейдяних порід також відіграють особливу роль у гідрогеологічному режимі схилу. Вони здатні пропускати значні об'єми води, утворюючи лінійні джерела або локальні підпори, які живлять нижні горизонти та підмивають підніжжя схилів. У місцях, де крейда розущільнена, накопичення води сприяє розвитку ерозійних процесів і створює додаткові ризики для стабільності схилу.

Таким чином, взаємодія водопроникних і водотривких порід, поєднання пісків з суглинками та моренними прошарками, а також тріщинуваті крейдові товщі формують складну систему гідрогеологічних умов, що безпосередньо визначає активність і локалізацію зсувів на досліджуваній ділянці.

4.5. Вплив гідрогеологічних умов на зсувні процеси

Гідрогеологічні умови відіграють ключову роль у формуванні та активізації зсувних процесів на схилах. Підняття рівня ґрунтових вод, особливо при сезонних весняних та осінніх паводках, призводить до збільшення порового тиску в товщі ґрунту. Це, в свою чергу, знижує ефективну міцність схилових порід і робить їх більш сприйнятливими до деформацій. Навіть невеликі коливання рівня води можуть змінювати баланс сил на схилі, що особливо критично для суглинкових і супіскових прошарків, які легко розмокають і втрачають зчеплення між частками.

Додатково, на схилах часто формуються товщі порід із різною водопровідністю, що створює контрастні умови фільтрації. Вода, рухаючись з водопроникних пісків у водотривкі суглинки чи моренні відклади, концентрує потік на певних горизонтах і формує потенційні поверхні ковзання. Саме на цих межах, де контраст водопровідності найбільший, зазвичай виникають перші ознаки зсувів.

Додатково значний вплив мають локальні джерела, мокрі плями та підпори в підніжжі схилів. Постійне або тимчасове накопичення води в цих зонах призводить до підмивання основи схилу, зменшення її стійкості і активізації поверхневого та глибокого зсуву.

Напірні води глибших горизонтів теж можуть відігравати важливу роль. Коли вони перетинають тріщини, яри чи інші геологічні порушення, вони створюють локальні підпори, які підвищують поровий тиск на окремих ділянках. Такі підпори можуть спровокувати формування нових зсувних поверхонь або активізувати вже існуючі, особливо у зонах з підвищеною тріщинуватістю порід.

Отже, взаємодія поверхневих і підземних вод, їх сезонні коливання та локальні підпори формують складну гідрогеологічну систему, яка безпосередньо визначає стабільність схилів і ризик виникнення зсувних процесів на території досліджуваної ділянки.

РОЗДІЛ 5.

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА СТІЙКІСТЬ СХИЛУ

Стійкість схилу визначається взаємодією природних та антропогенних факторів, які впливають на механічні властивості порід, гідрогеологічні умови та напружений стан масиву. У природі схили є динамічними системами, які реагують на зміну кліматичних, гідрологічних і геологічних умов, а також на діяльність людини.

5.1. Антропогенні фактори

Людська діяльність істотно змінює природну рівновагу схилу. Серед найбільш впливових факторів виділяють:

- **Підмив схилів водотоками** – це процес, коли течія річки або струмка розмиває підніжжя схилу, що знижує його стійкість. Підмив особливо небезпечний у ділянках з осадовими породами малої міцності, наприклад, лесами або строкатими глинами.

- **Забудова та інфраструктура** – зведення будівель, доріг і штучних споруд змінює природний баланс схилу. Неврахування додаткового навантаження може спричинити локальні обвали або зсуви.

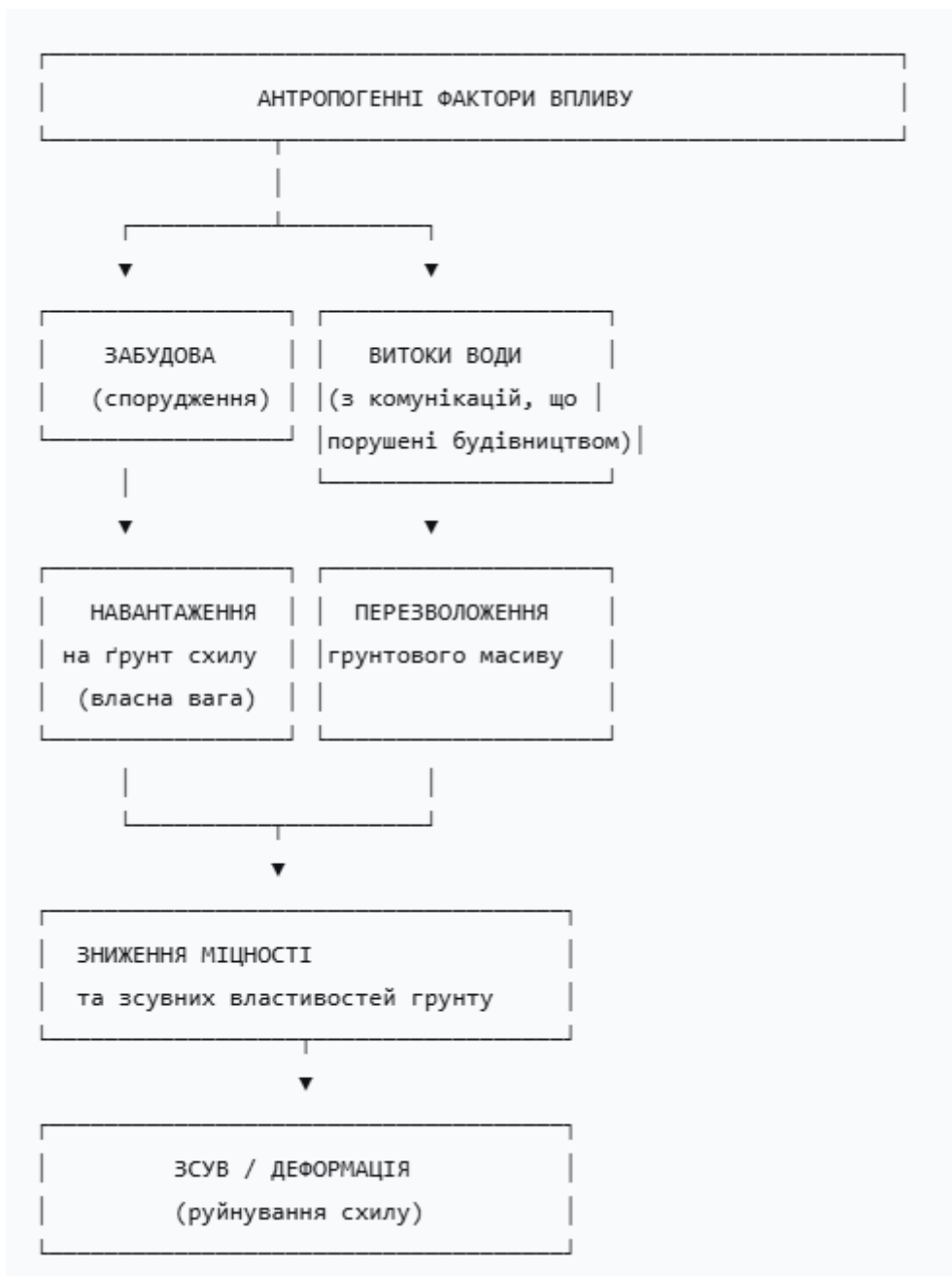
- **Інженерні мережі** – прокладка водопроводів, каналізаційних труб, електромереж у схилах без належного водовідведення створює додаткове підвищене навантаження і сприяє накопиченню води у породах.

- **Витоки води** – порушення гідрологічного режиму через витік води з водопровідних і каналізаційних систем може призвести до локального перезволоження схилів, втрати міцності порід та формування зон ковзання.

5.2. Природні фактори

Природні фактори визначають базову стійкість схилу. Вони включають літологію, геологічну будову, гідрогеологію, морфологію схилу та атмосферні впливи.

Схема 1. Вплив антропогенних факторів на схил



Літологія. Міцність порід, які складають схил, є ключовим фактором. На території Путивльського району та Сумської області зустрічаються різні літології: від докембрійських мігматитів і гранітів до четвертинних лесових відкладів та строкатих глин. Легкі, пухкі породи, як лесові та алювіальні суглинки, схильні до зсувів і пливунів при перезволоженні. У той же час піски та піщаники мають більшу стійкість, але у зоні насичення водою вони теж можуть втрачати міцність.

Геологічна будова. Складна стратиграфія з численними перехідними шарами різної міцності, а також наявність структурних порушень, розломів і скидів створюють локальні зони слабкості. Наприклад, на північному схилі Дніпрово-Донецької западини крейдові породи різко занурюються під палеогенові та четвертинні відклади, що сприяє формуванню схилових обвалів. Активні розломи в межах Путивльського району та зсувні тіла сучасного віку збільшують ризик нестійкості.

Гідрогеологія. Перезволоження порід є одним із найпотужніших факторів руйнування схилу. Зона ковзання зазвичай формується у верхніх водоупорах, таких як строкаті глини палеогенового та неогенового віку. Четвертинні водоносні піски і флювіогляціальні відклади можуть сприяти руху води всередині схилу, знижуючи його стійкість.

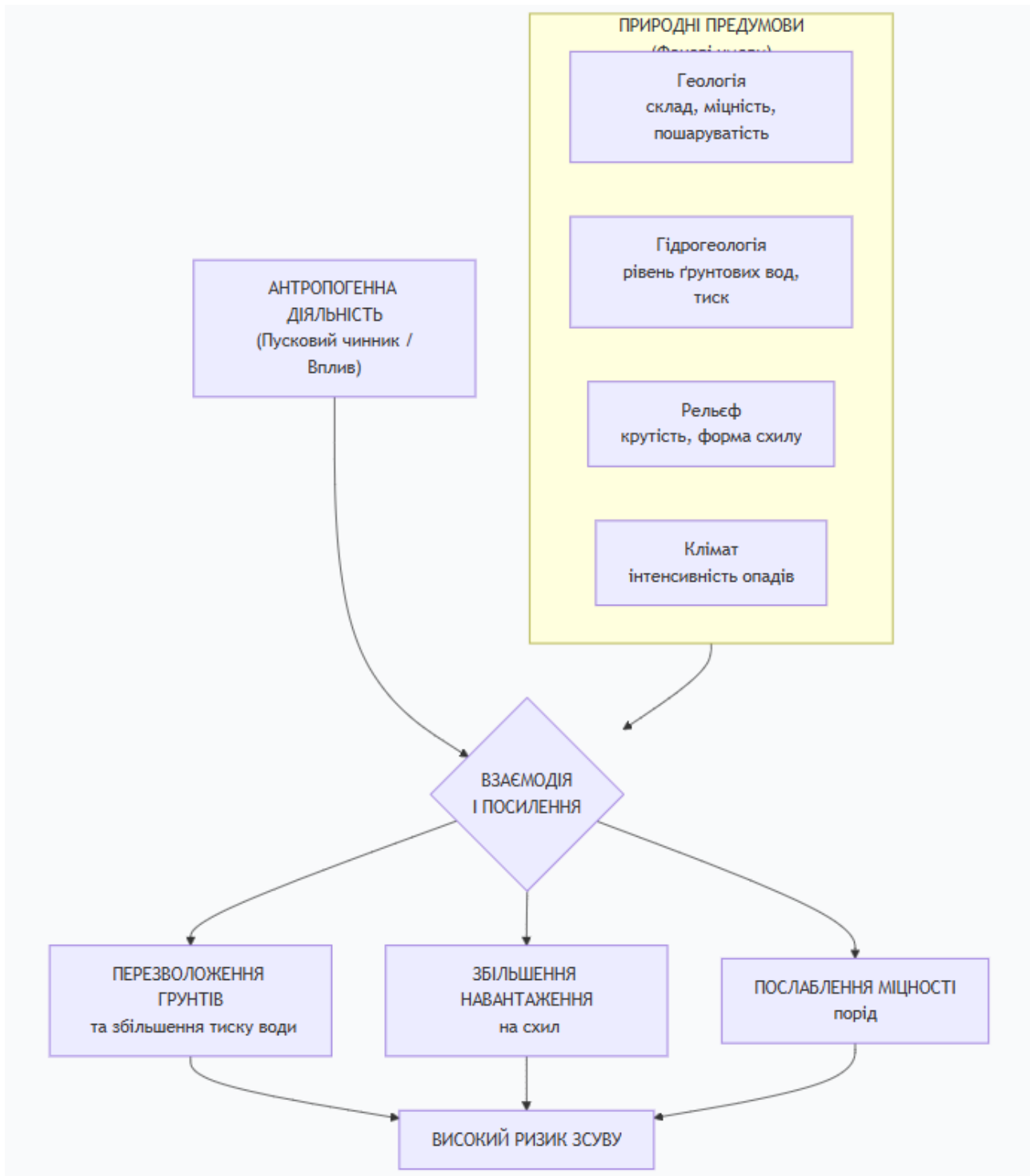
Морфологія схилу та атмосферні опади. Кут нахилу, висота та довжина схилу визначають потенційну енергію зсуву. Пологі схили ($2-5^\circ$), як у межах північного борту Дніпрово-Донецької западини, зазвичай стабільні, але під дією сильних опадів та сніготанення можуть виникати локальні зсуви. Інтенсивні дощі сприяють насиченню водою порід та розвитку пливунів на лесових відкладеннях.

Таблиця 5.1. Природні фактори та їх вплив на стійкість схилу

Фактор	Характер впливу	Приклади
Літологія	Міцність порід, водопроникність	Леси – слабка стійкість, піски – висока міцність
Геологічна будова	Наявність розломів і скидів	Різке занурення крейди під палеоген
Гідрогеологія	Перезволоження, верхній водоупір	Строкаті глини, четвертинні водоносні горизонти
Морфологія схилу	Кут нахилу, довжина схилу	Пологі схили $2-5^\circ$, формування локальних обвалів
Атмосферні опади	Інтенсивність дощів і танення снігу	Підвищене насичення водою, пливуні

Стійкість схилу в Путивльському районі визначається поєднанням усіх цих факторів: породи слабкої міцності, наявність водоупорів, активні тектонічні порушення та інтенсивні опади разом з антропогенними впливами (забудова, підмив річками, витoki води) створюють умови для формування зсувних процесів.

Схема 2. Взаємодія природних і антропогенних факторів на схил



РОЗДІЛ 6.

РОЗРАХУНОК СТІЙКОСТІ СХИЛУ

Стійкість схилу визначається на основі аналізу геометрії розрізів, властивостей порід, гідрогеологічних умов та напружено-деформованого стану ґрунту. Для проведення розрахунків використовувалися три основні профілі розрізів (І-Г, ІІ-ІГ, ІІІ-ІГ), у яких визначали форму схилу, його висоту та ухил. Геометрія поверхні ковзання могла бути як припущеною, так і встановленою на основі польових даних. До розрахунку включались вагові характеристики ґрунтів, глибина зсувних поверхонь, питомі характеристики шарів (зчеплення c , кут внутрішнього тертя φ , питомий об'ємний вага γ) та глибина ґрунтових вод за розрізами.

6.1. Розрахунок методом Маслова

Метод Маслова дозволяє оцінити коефіцієнт стійкості схилу для колових зсувних поверхонь. Для розрахунку використовувалися такі вихідні дані:

- ухил схилу у градусах;
- висота схилу;
- геометрія зсувної поверхні (радіус кола та координати центра кола);
- показники міцності шарів порід (c та φ);
- ступінь водонасичення порід, що враховує вплив ґрунтових вод на зниження міцності.

На основі цих даних складалися розрахункові таблиці, у яких для кожного шару визначався внесок у стійкість схилу. Коефіцієнт стійкості обчислювався як відношення сили опору зсуву до сили, що сприяє руху масиву ґрунту.

Ці дані дозволяють визначити коефіцієнт стійкості схилу, який у випадках аналізованих розрізів свідчить про загальну стабільність або потенційну небезпеку зсуву.

Таблиця 6.1. Вихідні дані для розрахунку методом Маслова

Параметр	Профіль І-Г	Профіль ІІ-Г	Профіль ІІІ-Г
Висота схилу, м	12	15	10
Ухил, °	25	30	20
Радіус зсувної поверхні, м	20	25	18
Глибина ґрунтових вод, м	3	4	2
с, кПа	15	20	12
φ, °	25	28	22
γ, кН/м³	18	19	17

6.2. Розрахунок у програмі БП «АРУО»

Для більш точного моделювання стійкості схилів використовувалася програма «АРУО», яка дозволяє враховувати складні умови геометрії та неоднорідність ґрунтових шарів. Вхідними параметрами у програму були:

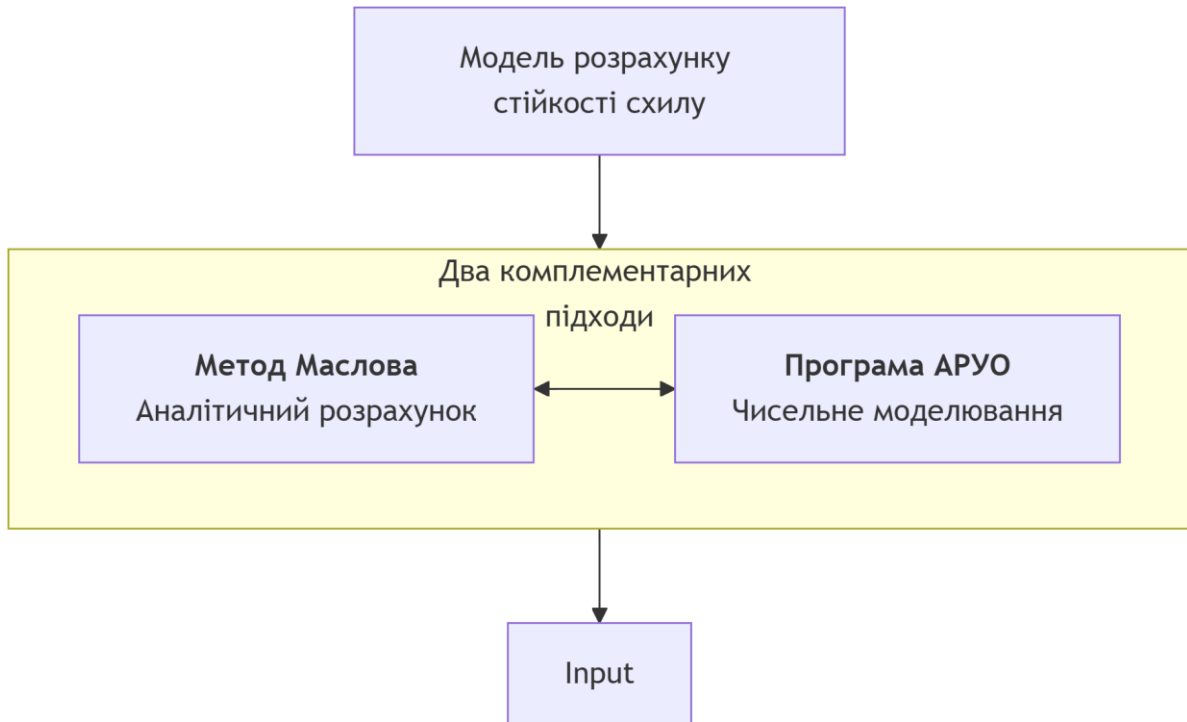
- топографія схилу та розміри профілю;
- властивості ґрунтів для кожного шару (с, φ, γ);
- гідрогеологічні умови (глибина та рівень ґрунтових вод, ступінь водонасичення);
- конфігурація зсувної поверхні та її потенційна геометрія.

Програма моделює взаємодію сил, що діють на масив ґрунту, і обчислює коефіцієнт стійкості (F), який відображає співвідношення опору руху до прикладених зсувних сил. Результати моделювання дозволяють оцінити стабільність схилу при різних умовах навантаження та змін гідрологічного режиму.

Таким чином, комбіноване застосування класичного розрахунку методом Маслова та сучасного програмного моделювання дозволяє отримати комплексну оцінку стійкості схилу з урахуванням геометрії, властивостей порід і гідрологічних умов. Отримані результати можуть використовуватися для

прогнозування зон потенційної небезпеки та розробки заходів щодо стабілізації схилів.

Схема 6.1. Модель розрахунку стійкості схилу в програмі АРУО



ВИСНОВКИ

Виконана магістерська робота присвячена комплексному інженерно-геологічному дослідженню зсувних процесів на території Сумської області, зокрема на прикладі ділянки «Городок» в м. Путивль. Проведене дослідження дозволило сформулювати такі основні висновки:

1. Щодо інженерно-геологічних умов ділянки «Городок»:

- У межах досліджуваного схилу виявлено чотири основних інженерно-геологічних елемента (ІГЕ), властивості яких визначають його стійкість. Найбільшу загрозу становлять верхні шари (0–14 м), представлені лесовидними суглинками (ІГЕ-1) та пластичними суглинками (ІГЕ-2).

- Ключовим негативним фактором є просадність лесовидних суглинків при їх зволоженні, що призводить до різкого зниження міцності та деформування. Пластичні суглинки, які мають підвищену вологість та найнижчі показники міцності (кут внутрішнього тертя $\varphi=14-18^\circ$, модуль деформації $E=8-14$ МПа), формують потенційну поверхню ковзання.

- Нижні шари (супіски та піски) характеризуються достатньою дренаваністю та високою міцністю, виконуючи роль стійкої основи.

2. Щодо причин та механізму активізації зсувних процесів:

- Головною причиною розвитку зсувів на досліджуваній ділянці є комплексна взаємодія несприятливих природних передумов та інтенсивної антропогенної діяльності.

- До природних чинників ризику належать: склад ґрунтів (просадні та пластичні породи), крутий рельєф схилу та атмосферні опади.

- Антропогенне навантаження (житлова забудова) призводить до додаткового навантаження на схил, а порушення природного дренажу та витоки з комунікацій викликають перезволоження ґрунтів, що різко знижує їхній опір зсуву. Саме техногенне зволоження є основним «пусковим механізмом» активізації зсувів.

3. Щодо результатів розрахунку стійкості схилу:

- Комбіноване використання класичного методу Маслова та сучасного програмного комплексу «АРУО» забезпечило обґрунтовану та перекресно підтверджену кількісну оцінку стійкості.

- Розрахунки для трьох розрахункових профілів підтвердили, що за сучасних умов схил перебуває у стані **граничної рівноваги або має коефіцієнти стійкості, близькі до одиниці**. Це свідчить про високий ризик активації зсувних деформацій, особливо при посиленні зволоження (інтенсивні опади, аварії на комунікаціях).

4. Щодо наукової та практичної цінності роботи:

- На підставі проведених досліджень вперше **розроблено схему концепції утворення та динаміки зсувів** для умов Сумської області, яка лягла в основу створення **кадастру зсувних процесів регіону**.

- Удосконалено методика прогновної оцінки стійкості схилів шляхом інтеграції польових даних, лабораторних аналізів та сучасного програмного моделювання.

- Отримані результати мають безпосереднє **практичне значення для містобудування та експлуатації об'єктів у Путивлі**:

- Встановлено межі зсувонебезпечної зони та визначено основні фактори ризику.

- Результати розрахунків є базою для **розробки конкретних протизсувних заходів**, серед яких пріоритетними мають бути: організація ефективного поверхневого і підземного дренажу, інженерне захищення основ існуючих будівель та обмеження подальшої щільної забудови схилу.

- Матеріали досліджень можуть бути використані проектними організаціями для розробки заходів інженерного захисту території.

Загальний висновок: Ділянка «Городок» у м. Путивль є типовий прикладом зсувонебезпечної території, де розвиток небезпечних геологічних процесів зумовлений насамперед техногенною діяльністю, що посилює природні схильності. Для запобігання руйнівним зсувам необхідне негайне впровадження комплексних протизсувних заходів, що базуються на результатах даного дослідження, та встановлення системи моніторингу стану схилу.

Список використаних джерел

Опублікована

1. Абрамов С.К. Підземні дренажі в промисловому та цивільному будівництві. – К.: Будівельник, 1973. – 280 с.
2. Білеуш А.І. Методичні рекомендації з розрахунку свайних протиповзневих споруд. – К.: Будівельник, 1974. – 104 с.
3. Білеуш А.І., Максимчук В.Л., Ніщук В.С. Освоєння і стабілізація нестійких територій. – К.: Будівельник, 1975. – 220 с.
4. Білеуш А.І., Марченко А.Г., Середяк Я.І., Штекель А.С. Інженерна підготовка територій у складних умовах. – К.: Будівельник, 1981. – 208 с.
5. Білеуш А.І. Порядок застосування та розрахунок дренажних і протиповзневих утримуючих споруд. – К.: Будівельник, 1978. – 207 с.
6. ДБН 2.02.01-83. Основи будівель і споруд. – К.: Будівельник, 2005.
7. ДБН 2.06.05-84. Плотини з ґрунтових матеріалів. – К.: Будівельник, 2005.
8. ДБН 3.02.01-87. Земляні споруди основ і фундаментів. – К.: Будівельник, 2003.
9. ДБН В.1.1-3-97. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів та обвалів. – К.: Будівельник, 1997.
10. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. – К.: Будівельник, 2009.
11. ДСТУ 12536-79. Ґрунти. Методи лабораторного визначення гранулометричного складу ґрунтів. – К., 1979.
12. ДСТУ 5180-84. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних характеристик ґрунтів. – К., 1984.
13. ДСТУ Б В.2.1-5-96. Ґрунти. Методи статичної обробки результатів. – К., 1996.
14. Дружинін М.К. Основи інженерної геології. – К.: Будівельник, 1969. – 199 с.
15. Ємельянова Є.П. Основні закономірності зсувних процесів. – К.:

Будівельник, 1972. – 310 с.

16. Ємельянова Є.П. Порівняльний метод оцінки стійкості схилів і прогнозу зсувів. – К.: Будівельник, 1971. – 103 с.

17. Геологічний нарис Сумської області. – Суми: Наукова думка, 1997. – 359 с.

18. Каменський Г.Н. Основи динаміки підземних вод. – К.: Будівельник, 1993. – 250 с.

19. Каменський Г.Н. Предмет інженерної геології як науки. – К.: Будівельник, 1996. – 229 с.

20. Костомаров В.М. Протизсувні заходи. – К.: Будівельник, 1967. – 110 с.

21. Лебедев А.Ф. Ґрунтові та ґрунтово-водні ресурси. – К.: Будівельник, 1996. – 314 с.

22. Лисенко М.П. Склад і фізико-механічні властивості ґрунтів. – К.: Будівельник, 1980. – 272 с.

23. Ломтадзе В.Д. Інженерна геологія. Інженерна геодинаміка. – К.: Надра, 1970. – 528 с.

24. Ломтадзе В.Д. Інженерна геологія. Інженерна петрологія. – К.: Надра, 1977. – 479 с.

25. Ломтадзе В.Д. Методи лабораторних досліджень фізико-механічних властивостей гірських порід. – К.: Надра, 1972. – 312 с.

26. Маслов Н.Н. Довготривала стійкість і деформація зміщення підпірних споруд. – К.: Енергія, 1998. – 160 с.

27. Маслов Н.Н. Механіка ґрунтів у практиці будівництва. – К.: Будівельник, 1977. – 320 с.

28. Маслов Н.Н. Основи механіки ґрунтів та інженерної геології. – К.: Вища школа, 1986. – 160 с.

29. Охотін В.В. Ґрунтознавство. – К.: Вища школа, 1940. – 197 с.

30. Павлинов В.Н., Кізевальтер Д.С., Лін Н.Г. Основи геології: Підручник для вузів. – К.: Недра, 1991. – 270 с.

31. Попов І.В. Інженерна геологія. – К.: Будівельник, 1999. – 510 с.

32. Саваренський Ф.П. Інженерна геологія. – К.: ГОНТІ, 1999. – 488 с.
33. Славянов В.Н. Інженерно-геологічні прогнози стійкості схилів. – К.: Будівельник, 1994. – 153 с.
34. Стасовська К.А. Ґрунтознавство і механіка ґрунтів. Лабораторні роботи. – К.: Вища школа, 1977. – 128 с.
35. Тер-Степанян Г.И. Геодезичні методи вивчення динаміки зсувів. – К.: Будівельник, 1972. – 134 с.
36. Федоров І.В. Методи розрахунку стійкості схилів і відвалів. – К.: Будівельник, 1992. – 202 с.
37. Цитович Н.А. Механіка ґрунтів. – К.: Будівельник, 1993. – 636 с.
38. Інженерні вишукування в будівництві. Довідник з загальнобудівельних робіт. – К.: Будівельник, 1975. – 450 с.
39. Інженерні вишукування в будівництві. Геологічні, гідрологічні та геофізичні методи. – К.: Будівельник, 1975. – 112 с.
40. Підземні води. Екологічна геологія. Інженерна геологія. Використання та охорона надр. – Харків: Тарбут Лаам, 2005. – 248 с.
41. Довідник з загальнобудівельних робіт. Основи та фундаменти. – К.: Будівельник, 1974. – 371 с.
42. Суярко В.Г. Історія та методологія геологічних наук. – Х.: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2006. – 63 с.
43. Рудько Г.І., Яковлев Є.О., Рогозін О.Л. Моніторинг процесонебезпечних територій та розрахунок ризику техно-природних аварій і катастроф. – К.: Знання, 1997. – 86 с.

Фондова

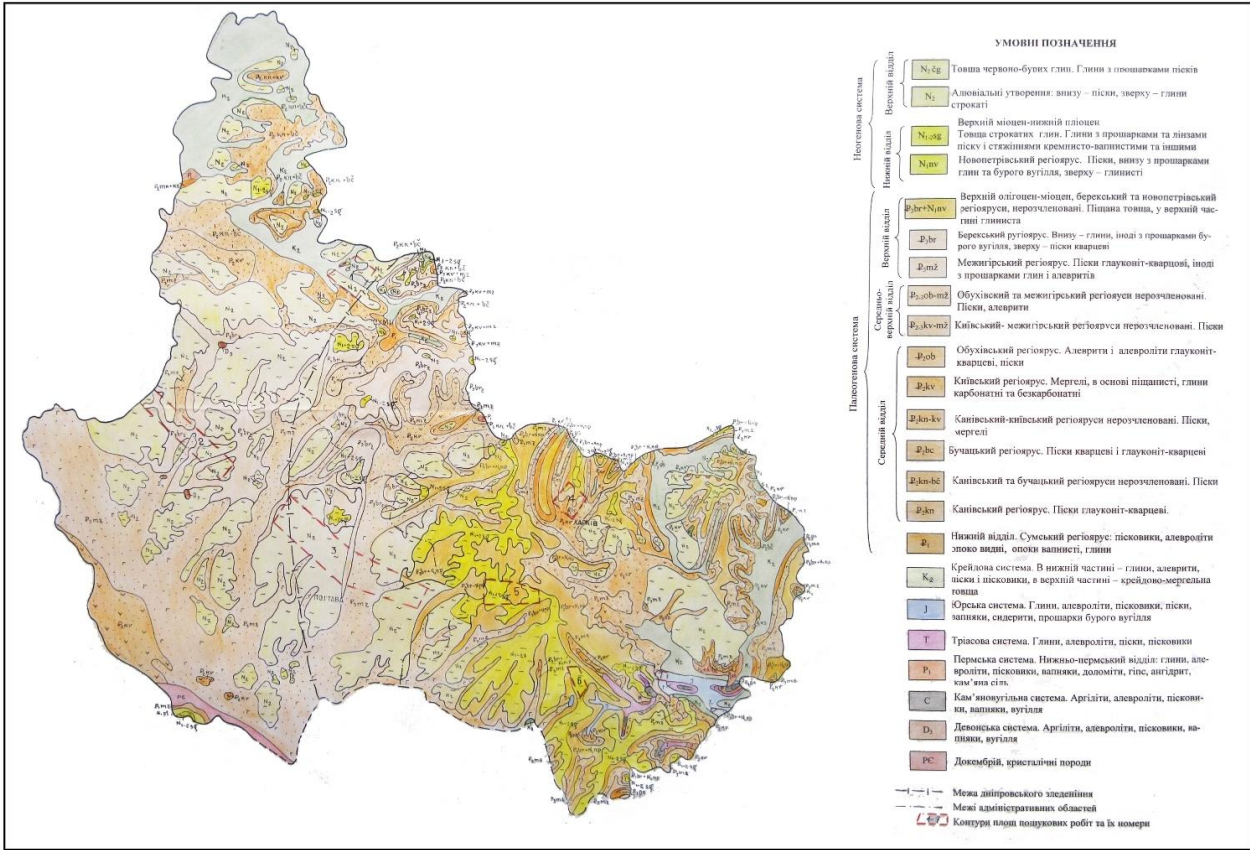
44. Науково-технічний звіт про інженерно-геологічні вишукування на ділянці будівництва містечка в м. Путивль, Сумська область. – Суми: СФ «УкрНІНТІЗ», 2008. – 56 с.

45. Ткачев К.Я. Зведений звіт про інженерно-геологічні дослідження зсувних процесів на території Сумської області. – Суми: Закрите акціонерне товариство «Суми-Надра», 2006. – 126 с.

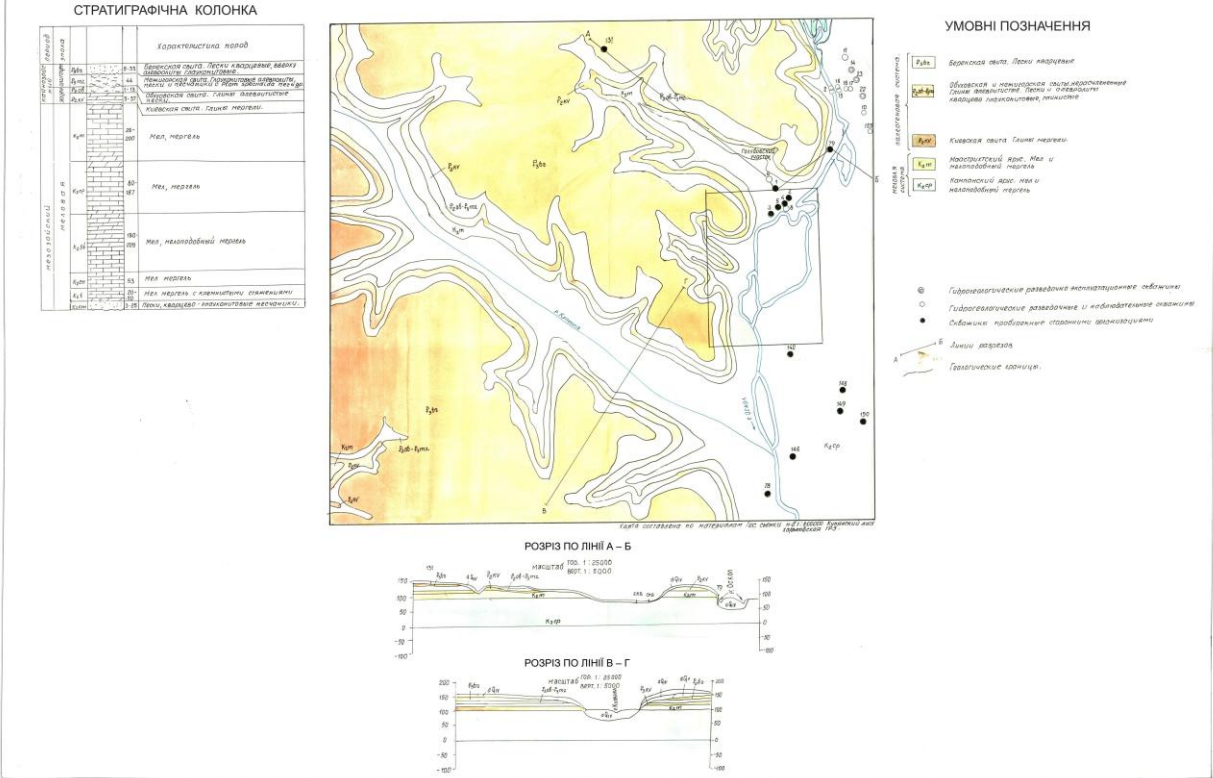
46. Ткачев К.Я. Звіт про інженерно-геологічні дослідження зсувних процесів на території Сумської області, виконані з метою створення системи геологічного моніторингу. – Суми: Закрите акціонерне товариство «Суми-Надра», 2005. – 140 с.

47. Технічний звіт про інженерно-геологічні вишукування в районі розвитку зсуву біля Молчанського монастиря в м. Путивль, Сумська область. – Суми: «УКРВОСТОКГІНТІЗ», 1981. – 203 с.

ГЕОЛОГІЧНА КАРТА
Масштаб 1: 1 000 000



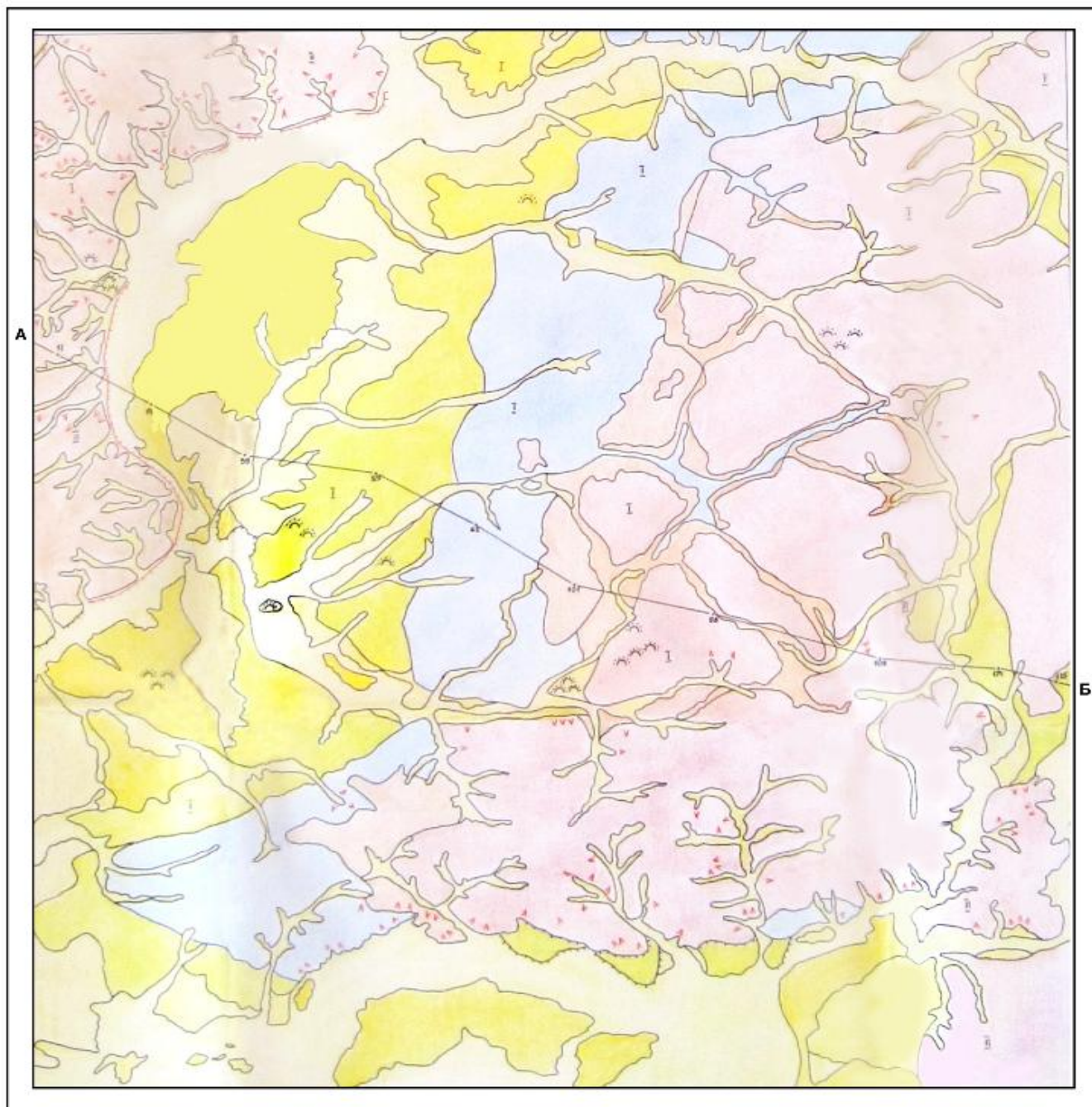
ГЕОЛОГІЧНА КАРТА
МАСШТАБ 1:25 000





ГЕОМОРФОЛОГІЧНА КАРТА

МАСШТАБ 1: 200 000



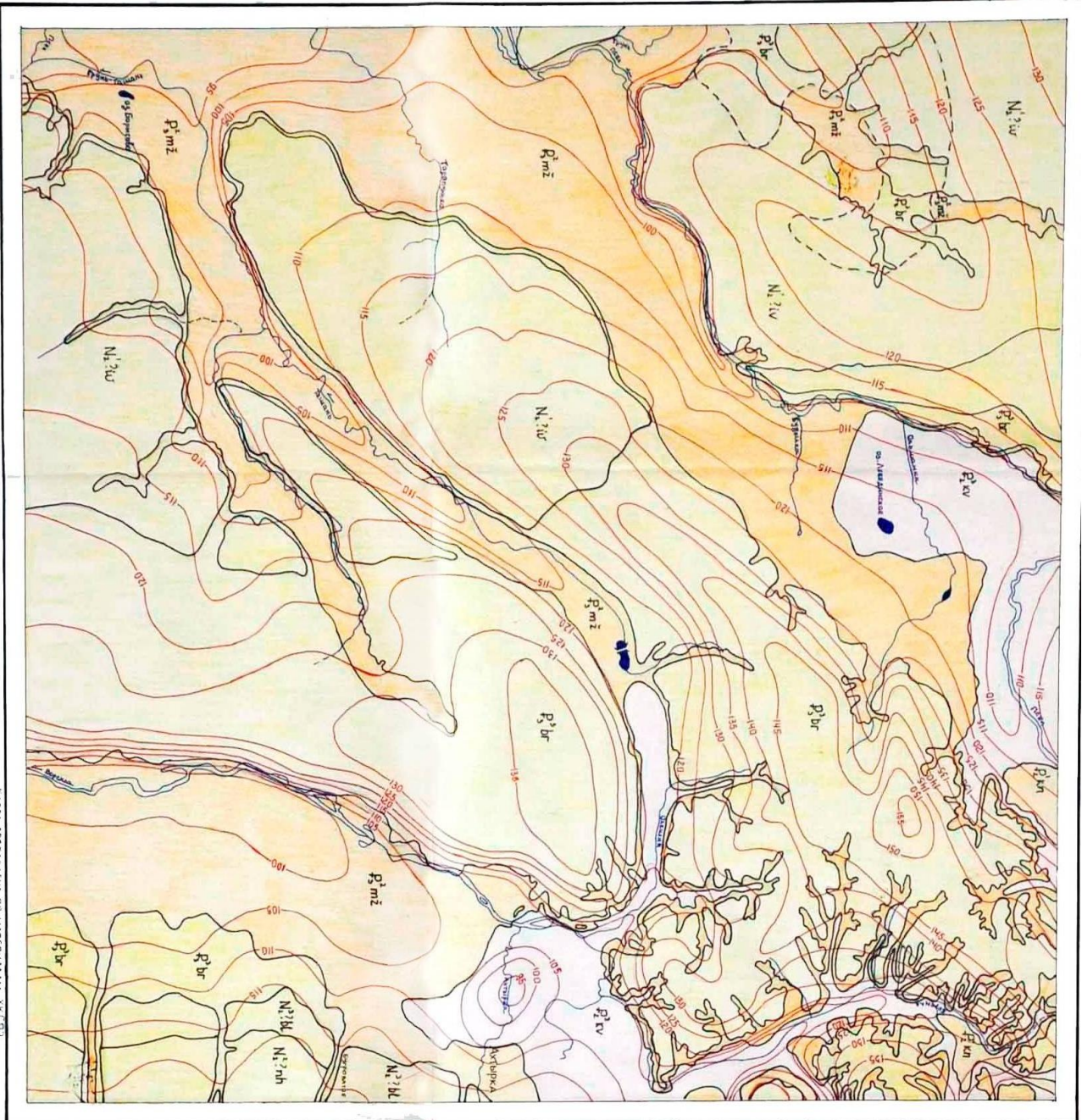
РОЗРІЗ ПО ЛІНІЇ А - Б



УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- | | |
|--|--|
| <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #f0f0f0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: 8px;">ТЕРРАСИ</div> </div> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="width: 10px; height: 10px; background-color: #e0e0e0; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg); font-size: 8px;">РЕЧИННЕ</div> </div> </div> | <p>Участки плато с абсолютными отметками выше 180 м.</p> <p>ПЯТАЯ НАДПОЙМЕННАЯ.</p> <p>ЧЕТВЕРТАЯ НАДПОЙМЕННАЯ.</p> <p>ТРЕТЯ НАДПОЙМЕННАЯ.</p> <p>ВТОРАЯ НАДПОЙМЕННАЯ.</p> <p>ПЕРВАЯ НАДПОЙМЕННАЯ.</p> <p>ПОЛЫНЫ РЕК И КРУПНЫХ БАСС.</p> <p>ПРОХОДНЫЕ ДОЛИНЫ.</p> <p>I СЛАБО РАСЧЕМЕННАЯ ПОКЛОНОВАЯ РАВНИНА ЗАПАДОВО В ПРЕДЕЛАХ ПЛАТО.</p> <p>II СИЛЬНО РАСЧЕМЕННАЯ ПЛОСКАЯ ПРОХОДНАЯ ВОСТОЧНО РАВНИНА В ПРЕДЕЛАХ ПЛАТО.</p> <p>Уступы террас, выраженные в рельефе.</p> <p>ПЕРЕВЕРЖЕННЫЕ ПЕСКИ.</p> <p>РАСТУЩИЕ ОВРАГИ.</p> <p>БЕРЕГОВЫЕ ОБРЫВЫ.</p> <p>ДОЛЖНЫЕ ВРЕЗЫ.</p> |
|--|--|

Гідрогеологічна карта



КАРТА СОСТАВЛЕНА ПО МАТЕРИАЛАМ ЛКІ РЗ

РАСПРОСТРАНЕНИЕ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ

- N₂ Водонесный горизонт в песчаных отложениях ледникового Аландия
- P₁ br Водонесный горизонт Бергенской свиты
- P₂ ml Водонесный горизонт нежигирской свиты
- P₃ ev Водонесный горизонт киевской свиты
- P₄ in Водонесный горизонт канівской свиты
- P₅ Гидроартезиальный водонесный горизонт ил. комплекса индустриального постаринного распространения