

УДК 624.131:625.1

Л. Д. БОГАЧЕНКО – ст. викладач, Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, bohachenko_1@ggf.dnulive.dp.ua

Л. В. ДОЦЕНКО – к. б. н., доцент, Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, dotsenko_1@ggf.dnulive.dp.ua

С. М. СЕРДЮК – к. б. н., доцент, Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, serdiuk_s@ggf.dnulive.dp.ua

Т. А. ЯРМОЛЕНКО – головний фахівець, ТОВ НВП «ГПНТІЗ», giintiz2011@gmail.com

РЕЗУЛЬТАТИ МОНІТОРИНГУ ЗЕМЕЛЬ ТА СТАНУ ГЕОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА В МЕЖАХ СМУГИ ВІДВЕДЕННЯ ЗАЛІЗНИЧНОЇ КОЛІЇ ПО БАЛЦІ ТУНЕЛЬНА (М. ДНІПРО)

Постановка проблеми

Антропогенні геоморфологічні процеси за характером свого прояву мало відрізняються від природних геоморфологічних процесів, і людська діяльність є однією з умов формування акумуляції та денудації, які спрямовані, з одного боку, на вирівнювання рельєфу, з другого – на його терасування, розчленування. Так, спорудження валів, дамб, тунелів, цивільне та промислове будівництво, які направлені на переміщення мінеральних мас – є чинниками формування сучасного рельєфу. А оскільки людина – це частина біосфери, її господарська діяльність є, відповідно, одним з екзогенних чинників формування сучасного рельєфу.

Розвиток зсувних процесів на схилах балки Тунельна (м. Дніпро) є слідством природно-техногенних чинників. А саме активізація на цій території схилоформуєчих процесів – зсувів, опливів, осипів – на пряму пов'язана із внутрішніми силами напруження схилу, техногенного перенасичення ґрунтів водою, зовнішнього впливу вібродинамічного поля, які у сукупності збільшують сили гравітації. Вібрації виникають насамперед при русі поїздів (обмеження по швидкості руху поїздів по перегону Дніпропетровськ Південний – станція Зустрічний немає), автотранспортних засобів, міських шумів. Дослідженнями попередників [1–3] було встановлено, що амплі-

туда прискорення зміщення ґрунтів у зоні загасання прямих хвиль, які виникають від руху поїздів, на 20...30 % більші ніж від автотранспорту, а тривалість вібрації перевищує у десятки разів. Тому у сукупності ці фактори утруднюють процес відновлення структурних зв'язків у цих ґрунтах та ініціюють зсувні процеси на нестійких ділянках схилів балок та можуть призвести до виникнення дефектів залізничного полотна.

Науково-виробничим підприємством ТОВ «ГПНТІЗ» із залученням фахівців із ДНУ ім. О. Гончара виконані інженерно-геологічні роботи по першочергових заходах моніторингу стану земель та стану геологічного середовища по б. Тунельна. У результаті виконаної роботи були виявлені особливо несприятливі ділянки балки Тунельної, що вимагають невідкладних заходів щодо спостереження, прогнозування й своєчасного запобігання несприятливих екологічних і інженерно-геологічних процесів у межах смуги відведення залізничної колії. Все це необхідне для забезпечення стійкості, надійності та функціональної безпеки колії та земляного полотна (трактовка за [4]) по перегону Дніпропетровськ Південний – станція Зустрічний (інтенсивність руху поїздів 36 потягів на добу, серед яких 1 пасажирський, 10 приміських та 25 вантажних). Щонайменше деформація земляного полотна може призвести до обмеження в русі, а саме зниження швидкості руху поїздів, чи тимчасового припинення їх

руху до усунення аварійної ситуації. Отже проведене дослідження актуальне та має безсумнівну практичну значущість щодо виконання умов безпеки руху поїздів Придніпровської залізниці.

Мета, завдання, види робіт та матеріал дослідження

Адміністративно досліджувана територія відноситься до Соборного району м. Дніпро і знаходиться в його південній частині (північна межа – пр. Гагаріна та вул. Володі Дубініна; південна – пр. Праці, вул. Космічна та вул. Гаріна; західна – Запорізьке шосе; східна – вул. Мандриківська та спуск Козацький). В нижній частині лівого схилу балки, вздовж дна балки прокладена залізнична колія, яка під Запорізьким шосе знаходиться в тунелі, що і дало назву балки – Тунельна.

Метою проведеного моніторингу стану земель та геологічного середовища є дослідження сучасних природних умов балки та впливу антропогенного навантаження на неї з метою своєчасного виявлення змін стану та запобігання (усунення) негативних наслідків, прогнозування змін інженерно-геологічних умов під впливом природно-техногенних факторів; розробки рекомендації із захисту території від небезпечних геологічних процесів і явищ.

Для розв'язання поставлених завдань, спираючись на нормативні документи [5, 6], виконані наступні види інженерно-геологічних робіт: збір і систематизація матеріалів вишукувань минулих років; рекогносцирувальне обстеження балки; камеральна обробка зібраних матеріалів.

Збір і систематизація матеріалів вишукувань минулих років виконані з метою вивчення у ретроспективі змін інженерно-геологічних умов досліджуваного району, виявлення їх динаміки та провідних чинників їх розвитку.

Рекогносцировка проводилася з метою деталізації вже наявної інформації щодо негативних екзогенних процесів на дослі-

джуваній території схилів і дна б. Тунельна, огляду наявних споруд, зливних лотків і т.п.

Камеральна обробка зібраних матеріалів включала ретроспективний аналіз матеріалів вишукувань, порівняльну оцінку зміни умов природного середовища до теперішнього часу, а також прогнозування їх зміни на майбутнє.

У статті базовими для аналізу та інтерпретації результатів є матеріали інженерно-геологічних досліджень Науково-виробничого підприємства ТОВ «ГІНТІЗ» [7, 8].

Результати та їх обговорення

У межах досліджуваної території балки Тунельна, починаючи з 1966 р. по теперішній час різними проектно-дослідницькими й дослідницькими організаціями, виконувались інженерно-геологічні вишукування для проектування й будівництва об'єктів цивільного і промислового призначення, по проведенню заходів щодо захисту території від впливу негативних інженерно-геологічних процесів і явищ, для промислових та транспортних потреб, а також з метою благоустрою території балки та її схилів [9].

У геоморфологічному відношенні досліджувана територія б. Тунельна розташована в межах терасованого вододільного схилу правого берега р. Дніпро, глибоко й інтенсивно порізаного ярово-балковою мережею. Знаходиться в південній частині міста, між балками Довга та Євпаторійська.

Балка Тунельна сформована тривалими екзогенними процесами, початок яких належить до кінця неогену – початку четвертинного періоду. Балка бере початок на вододільному плато і «впадає» до заплави р. Дніпро. Довжина балки становить 2000...2200 м. Форма балки трапецеїдальна, асиметрична: лівий схил більш пологий, а правий – крутий. Ширина балки в верхній частині приблизно 1300...1500 м й 50...100 м в нижній. Глибина врізу балки

змінюється від 50,0...60,0 м у верхів'ї до 20...35 м – в її усті.

Верхівка балки знаходиться південніше перехрестя Запорізького шосе і вул. Високовольтної, виположена, довжиною ~750 м, з пологими схилами. В верхній частині з-під Запорізького шосе (з боку вул. Шинної) є вихід зливогого колектору, водовідвід з якого ведеться у вертикальний бетонний колодязь з наступним надходженням води через лоток у дно балки. Водотік з'єднаний зі струмком у дні балки бетонним лотком, пропущеним під містком залізної дороги.

У верхів'ї балки, поперек її простягання, на насипі влаштована автодорога – Запорізьке шосе, під яким у тунелі прокладено одну залізничну колію. Тунель з'єднує балку Тунельну з балкою Зустрічною, яка знаходиться західніше. Полотно залізничної колії на виході з тунелю прокладено на абсолютній відмітці 105,0 м. Будівництво тунелю і залізничної колії проводилось з 1915 р. по 1929 р. минулого століття і введені в експлуатацію в 1932 р. Тунель прокладали в сухих щільних червоно-бурих суглинках (проходка виконувалась кайлами і ломами), а через декілька десятиліть біля входів у тунель височувались маленькі джерельця, які з роками збільшувались. З 1954 р. по 1963 р. з обох боків тунелю, на відстані 15 м від нього, почалось будівництво дренажних штолень з входами в них. В надтунельній зоні облаштована водовідвідна канава для скиду води в струмок. За період експлуатації тунелю в штольнях проявились значні деформації і тому в 1981 р. знову проводились ремонтні роботи для їх прочистки. Обводнюваність ґрунту в тунелі пов'язана із значним підняттям рівня підземних вод, що призвело до зменшення щільності ґрунтів, і як наслідок, до виносу розжижених ґрунтів у тунель – процес суфозії. Тунель став виконувати роль дренажу. Для зниження обводнювання ґрунтів тунелю і зменшення виносу ґрунту в 1996 р. закінчено будівництво дренажної штольні діаметром 1780 мм на нижньому рівні тунелю

з відводом води в передпортальну виїмку з південної сторони тунелю (з боку балки Зустрічної). Також на самих обводнених ділянках встановили іглофільтри, які відводять воду з тунелю, але затримують винос ґрунту.

На своєму протязі балка прорізає такі геоморфологічні елементи як вододільне плато, схил вододільного плато (правий і лівий схили балки), дно балки. По обох схилах балки розвиваються відроги, які глибоко прорізають покривні ґрунти.

Довжина правого схилу становить приблизно 1800...2000 м, ширина змінюється в широкому діапазоні від 400 м до 700 м. Крутість схилу в залежності від природних умов та діяльності людини (антропогенний фактор) змінюється від пологого до крутого та близького до вертикального. Весь схил залісений (листові дерева та чагарники), поверхня покрита трав'яною рослинністю.

У верхній частині схилу знаходиться велика кількість порушених погребів і ям, наполовину засипаних побутовим сміттям, зарослі фруктових дерев і кущів (раніше тут розташовувались самовільно захоплені садово-огородні ділянки). Нижче по схилу прокладені два паралельних водовідвідних канали, верхній з яких являє собою розмиту стічними водами канаву глибиною 1,8...2,0 м, а потім (близько 100 м) – напівзруйнований залізобетонний лоток з відводом води у зливний лоток, прокладений перпендикулярно каналові для спуску води в дно балки. Крутість схилу між каналами змінюється від 15° ... 25° до 40° (від пологого до крутого). Обидва зливні канали паралельні один одному і простягаються поперек схилу. Над тунелем, вище кордону охоронної зони тунелю, залізобетонний лоток відсутній, а замість нього присутня розмита зливовими водами канава глибиною до 1,5 м, яка продовжується залізобетонним лотком довжиною 195 м до з'єднання з перпендикулярним зливним лотком (злив води до дна балки). Частина схилу, нижче від верхніх зливної канави і лотка, має багато штучно виритих овальних ям різного роз-

міру глибиною від 0,7 м до 2,0 м, а також поросла рідкими деревами і чагарниками. На нижній половині схилу штучно посаджений листяний ліс (дерева ростуть рівними рядами).

При обстеженні балки на правому схилі нижче від перехрестя Запорізького шосе та пр. Праці зафіксовано два сучасних зсуви між верхньою і середньою частинами схилу.

По обидва боки від водопроводної станції ВНС №6 зсувні процеси проявляються постійно, зсуви знаходяться у верхніх частинах відрогів, яри ростуть у бік вул. Космічної.

Нижче сучасного зсуву за візуальними ознаками виявлено зсув середини двадцятого століття, який знаходився на самій крутій ділянці середньої частини схилу, на якій зараз ростуть високі дерева (ліс). Зсув має початкову фазу виникнення, а при продовженні водонасичення ґрунтів активізація зсуву неминуча.

В верхній частині схилу (майданчик нижче пр. Праці) до 1965 р. знаходилось міське сміттєзвалище, а в теперішній час сміття висипають хаотично. При візуальному обстеженні схилу балки зафіксований вал двоступінчастого зсуву шириною до 20 м, який, найімовірніше, проявився більш 15...20 років тому – його денна поверхня заросла чагарником і дрібними деревами.

На правому схилі балки в середній його частині просліджуються три відроги (яри). Правий схил балки повсюдно покритий деревинно-чагарниковою й трав'янистою рослинністю.

Лівий схил балки більш пологий, але із за відсутності належної каналізаційної та зливової систем на окремих ділянках підтоплений, відроги схилу служать в якості дренажних прорізів, по яких течуть струмки. По бортах відрогів широко проявляються обвальні процеси. Довжина лівого схилу становить приблизно 1500...1800 м, ширина 700...850 м. Схил зайнятий під індивідуальну забудову з присадибними ділянками, терасований, засаджений фруктовими дере-

вами. Крутість схилу від 5^0 до 12^0 – слабологий та пологий. На лівому схилі просліджуються три відроги, які є глибоко врізаними в схил ярами і знаходяться в стадії росту.

Дно б. Тунельної представляє собою відносно рівну ділянку поверхні з поступовим зниженням в сторону ріки, абсолютні відмітки (вниз від тунелю) – від 105,0 м до 63,0 м. Ширина дна змінюється в великому діапазоні від 3...5 м до 80...100 м і залежить від ерозійних процесів, які відбуваються на різних ділянках схилів (обвали, конуси виносу, зсуви) і інженерної діяльності людини. На всьому своєму протязі дно балки являється збірником води з верхів'я та схилів балки. Водотік у дні балки починається з підніжжя верхів'я, з лівого боку від тунелю, протікає під містком залізничної колії. На цій ділянці ширина русла 1,5...3,0 м, глибина до 2-х метрів, стовп води в руслі 0,5...0,8 м. З боків відрогів правого та лівого схилів балки в середній частині дна балки в донний водотік вливаються ще два водотоки, які далі об'єднуються в один. Ширина донного русла становить 3...4 м, глибина 1,5...2,0 м. Внизу балки струмок протікає по підземному колектору і впадає в ріку Дніпро.

По дну балки навколо русла ростуть дерева й чагарники, є заболочені ділянки, щільно покриті травою.

В устьовій частині дна балки раніше велось промислове видобування неогенового піску кар'єрним способом. На теперішній час розробка піску не ведеться, кар'єри частково засипані, а нижче залиті водою два озера.

У геоструктурному відношенні територія балки Тунельної розташована у межах крайової частини Українського кристалічного масиву, що відноситься до нагорного неотектонічного блоку.

Конфігурація балки визначається тектонічною зоною субширотного напрямку.

Геологічний розріз представлений лесовим комплексом верхньонижньочетвертинних елювіально-

делювіальних, еолово-делювіальних і делювіальних відкладень. Четвертинні відкладення залягають на верхньонеогенових утвореннях, які підстилаються палеогеновими відкладеннями. На лівому схилі балки палеогенові відкладення відсутні, а неогенові відкладення залягають на скальних породах архей-протерозоя.

З денної поверхні корінні відкладення перекриті техногенними насипними і сучасними ґрунтово-рослинними ґрунтами.

Відповідно геологічній структурі обстежувана територія відноситься до гідрогеологічного району Українського кристалічного масиву.

У межах балки Тунельна фіксуються два водоносні горизонти: четвертинний і неогеновий. Четвертинний горизонт знаходиться в лесових відкладеннях та балково-му делювії, а неогеновий – в пісках.

На ділянках, де водотримні ґрунти знаходяться близько від денної поверхні четвертинний горизонт зникає за рахунок випару й перетоку води через скупчення карбонатних включень і жовнів, які знаходяться в товщі червоно-бурих суглинків і сірих глин, просочується в нижній водоносний горизонт, який знаходиться в неогенових піщаних відкладеннях.

Інтенсивна забудова верхніх частин схилів балки висотними будівлями, прокладка Аульського водоводу великого діаметру під Запорізьким шосе (у верхів'ї балки), спорудження ВНС №6 призвели до збільшення витоків води в ґрунти з підземних водонесучих комунікацій. Інженерна діяльність людини (прокладка доріг, терасування денної поверхні – зрізка та підсіпка ділянок, влаштування городів та погребів, неорганізовані сміттєзвалища) посприяла проникненню атмосферних опадів у ґрунти схилів. Вище наведені фактори стали причинами підйому рівня підземних вод із середньою швидкістю на окремих густо забудованих територіях до 0,5...1,0 м/рік.

За режимними спостереженнями за рівнем підземної води з 1980 р. по 2000 р. встановлено, що швидкість підйому рівня

підземної води поступово зменшувалась, а за останні роки стабілізувалася і не перевищує 0,1 м/рік. Це, перш за все, пов'язано зі зменшенням об'ємів будівництва, а на верхніх ділянках схилів – з відтоком води горизонту з зсувних ділянок схилів, які сприяють швидшому відтоку води через «вікна» розкритих ґрунтів.

При інженерно-геологічних вишукуваннях у 2002 р. встановлено, що з 1992 р. по 2002 р. відбулося зниження рівня підземних вод на 0,9...1,55 м, а за вул. Космічною з боку мікрорайону «Сокіл» – до 3,0 м. Зниження рівня не вказує на зменшення надходження води у водоносний горизонт, а пояснюється збільшенням площі розвантаження горизонту за рахунок прояву зсувних процесів у відрогам балки.

При аналізі вишукувань колишніх років (50-60-ті роки минулого століття), проведених на дні балки, відзначено, що раніше рівень підземної води знаходився досить глибоко, у 80-90-ті роки спостерігався підйом рівня з середньою швидкістю 0,2...0,3 м/рік і рівень фіксувався на глибині 4,0...5,0 м (80-90-ті роки). Підтоплення донної частини балки пов'язане зі збільшенням надходження кількості атмосферних і стічних вод (утворення мочажин і джерел у ярах і зсувних ділянках – дренавання четвертинного водоносного горизонту), а також забудовою нижче розташованої території висотними будинками на пальових фундаментах, що призвело до погіршення дренавання через баражний ефект.

Просадність ґрунтів при природному тиску перебуває у прямій залежності від потужності просідних ґрунтів. Потужність просідних лесових ґрунтів зростає від нижньої частини схилів балки, де вони викликаються, до вододільних ділянок, де їх потужність максимальна.

На обох схилах балки із-за природних та техногенних факторів, основними з яких є обводнювання лесових ґрунтів, додатковий тиск на ґрунти схилів від нового будівництва, а також вплив на ґрунти динамічних коливань, які утворюються від руху

потягів по залізниці і автотранспорту по автошляхах, неминуче можуть проявлятися негативні інженерно-геологічні процеси і явища.

Тунель під Запорізьким шосе, в якому на протязі довгих років спостерігаються суфозійні процеси, може знову спровокувати утворення суфозійних воронки та вивалів.

Оцінюючи геолого-геоморфологічні і гідрогеологічні особливості досліджуваної території балки Тунельної (круті ділянки схилів, повсюдне поширення пухких водонестійких лесових ґрунтів, наявність насипних ґрунтів у різних частинах схилів, подальше насичення ґрунтів схилу водою), можна й надалі прогнозувати розвиток на схилах площинної і лінійної ерозії, яроутворення та зсувних процесів.

У верхній частині правого схилу велика кількість порушених підвалів і погребів, на половину засипаних побутовим сміттям, сприяє накопичуванню вологи в просідних ґрунтах у період дощів та сніготанення, приводить до прояву їх просідних властивостей. Також на цій ділянці (над тунелем) неналежно виконаний комплекс заходів для відводу і перехвату зливових і талих вод призвів тільки до негативних наслідків, а саме площинному змиву, яроутворенню та зсувам.

Враховуючи постійні динамічні коливання від потягів залізниці (лівий схил балки) та від автотранспорту (Запорізьке шосе, пр. Праці, вул. Космічна) і подальше водонасичення ґрунтів схилів може привести до катастрофічних наслідків (активізації зсувних процесів).

Хаотичне засипання схилів балки, її відрогів, дна балки і русла струмка сприяють росту придонного яру, що веде до поглиблення базису ерозії балки, а отже до збільшення крутості гідродинамічного нахилу і, як наслідок, прояву зсувних процесів.

Наявність деревної рослинності на схилі позитивно впливає на його стійкість скріплюючи і армуючи нещільні ґрунти, затримуючи надходження надмірної воло-

ги. Вирубка дерев на схилах балки приводить до ерозійних процесів і зменшує стійкість схилу.

Забудова схилів балки призводить до додаткового навантаження лесових ґрунтів, яке впливає на розвиток зсувних процесів

Висновок та рекомендації

Виходячи з інженерно-геологічної оцінки території балки Тунельна у межах смуги відведення залізничної колії по перегону Дніпропетровськ Південний – станція Зустрічний можна зробити висновок, що в зв'язку з негативним техногенним впливом у сукупності з природно-кліматичними факторами, досліджувані схили б. Тунельна можуть бути віднесені до зсувонебезпечних, тому і потребують інженерного захисту. Тобто однією з безвідкладних задач є забезпечення стійкості, надійності та функціональної безпеки колії та земляного полотна на території дослідження, а саме забезпечення безперебійного пропуску поїздів без виникнення небезпечних умов з боку геологічного середовища.

Для стабілізації зсувів, а також запобігання зсувних процесів надалі, забезпечення існуючим спорудам стійкості й створення нормальних умов їх експлуатації, необхідно передбачити комплекс протизсувних і профілактичних заходів.

Проведення водозахисних заходів щодо організації поверхневого стоку по схилам б. Тунельна передбачають обладнання їх та прилеглих до балки ділянок, з яких вода може попадати на схили, системою відкритих водостоків, днища й стінки яких слід улаштувати водонепроникними матеріалами. Першочергово необхідно виконати організацію перерозподілу поверхневого стоку в верхній частині правого схилу балки по Запорізькому шосе – засипка і тампонаж покинутих порушених погребів і ям глинистим ґрунтом з ущільненням, прокладка і ремонт наявних порушених водовідвідних каналів і лотків у районі залізничного тунелю, дно й стінки яких слід також улаштувати водонепроникними матеріалами.

товувати водонепроникними матеріалами, вести постійний контроль за їх станом. На схилах і в дні балки необхідно постійно проводити агролісомеліоративні заходи. Лише жорстка заборона рубки дерев на схилах балки, зсіпання сміття й т. і. може сприяти дієвому водозахисту та зменшенню накопичування вологи в просідних грунтах, тим самим зменшуючи інтенсивність негативних екзогенних процесів – площинний змив, яроутворення та зсуви. Все це можливо за умов включення балки Тунельна до заповідного фонду України та жорсткої регламентації діяльності у її межах на законодавчому рівні.

Для забезпечення ефективності й надійності експлуатації колії та земляного полотна необхідне створення системи комплексних спостережень за поведінкою зсувних схилів, тобто постійне проведення гідрогеологічних і геодезичних спостережень. Із цією метою необхідне закладення режимної гідрогеологічної й реперної мережі, створення діючої математичної моделі території балки.

Бібліографічний список

1. Лютоев, В. А. Смешанные силы, влияющие на активность оползневых процессов вдоль железнодорожных склонов / В. А. Лютоев, Н. В. Лютоева // Успехи современного естествознания. – № 4. – 2016. – С. 145–150.
2. Хандуева, В. Д. Геоэкологические проблемы южного побережья озера Байкал : автореф. дис.... канд. геогр. наук / В. Д. Хандуева. – Улан-Удэ, 2007. – 24 с.
3. Иметхенов, А. Б. Воздействие оползневых процессов на железную дорогу (юг Байкала) / А. Б. Иметхенов, В. Д. Хандуева // Вестник Бурятского ун-та. – Сер. 3: География, геология. – Вып. 3. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2004. – С. 53–61.
4. Бондаренко, І. О. Особливості, які необхідно враховувати при відновленні стану земляного полотна залізниць України / І. О. Бондаренко // Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспор-

- ті. – Д.: Вид-во ДНУЗТ, 2014. – № 8. – С. 63–68.
5. ДБН В.1.1-3-97. Інженерний захист територій, будинків і споруд від зсувів і обвалів. Основні положення – Введ. 1997–01–07. – К. : Держбуд України, 1998. – 47 с.
6. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов / ПНИИИС – М.: Стройиздат, 1984. – 80 с.
7. Об'єкт 925. Науково-технічний звіт про інженерно-геологічні умови по об'єкту: Інженерний захист схилу балки Тунельна в районі житлового будинку № 19 по Запорізькому шосе в м. Дніпропетровську, вишуквальні роботи. – ТОВ НВП «ГПНТІЗ», – 2009.
8. Об'єкт 941. Науково-технічний звіт по об'єкту: Інженерний захист правого схилу балки Тунельна в районі залізничного тунелю в м. Дніпропетровськ, вишуквальні роботи. – ТОВ НВП «ГПНТІЗ», – 2010.
9. Мокрицкая, Т. П. Особенности формирования эрозионно-оползневых процессов на примере бассейна б. Тоннельная / Т. П. Мокрицкая, Л. Д. Богаченко // Вісн. Дніпропетр. ун-ту. – Сер. «Геологія. Географія». – 2013. – Т. 21. – № 3/2. – Вип. 15. – С. 84–90.

Ключові слова: смуга відведення залізничної колії, земляне полотно, безпека руху поїздів, зсуви, просадність ґрунту, яроутворення.

Ключевые слова: полоса отвода железнодорожного пути, земляное полотно, безопасность движения поездов, оползни, просадки ґрунта, балкообразование.

Keywords: railroad way band, subgrade, traffic safety, landslide, subsidence soils, formation of gully.

Рецензенти:

д.т.н., проф. В. Д. Петренко,
д.ф.-м.н., проф. В. І. Гаврилук.

Надійшла до редколегії 20.10.2016.

Прийнята до друку 28.10.2016.