

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПІДТОПЛЕННЯ ТЕРИТОРІЙ, ПРИЛЕГЛИХ ДО ГІДРОТЕХНІЧНИХ СПОРУД ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ У СІЛЬСЬКІЙ МІСЦЕВОСТІ

Максимова Н.М.¹, Чушкіна І.В.², Орлінська О.В.²

¹Технічний університет «Метінвест Політехніка»

вул. Сеченова, 71А, 87524, м. Маріуполь, Донецька область

²Дніпровський державний аграрно-економічний університет

вул. Сергія Єфремова, 25, 49000, м. Дніпро

natalya.maksimova@mipolytech.education, zalomiy80@gmail.com, nippel@rambler.ru

У статті відмічено таку екологічну проблему, як активізація екзогенних геологічних процесів, зокрема підтоплення, на території України. У сільській місцевості в якості техногенного чинника підвищення рівня ґрунтових вод на значних територіях виступають гідротехнічні споруди водогосподарського комплексу, які переважно характеризуються незадовільним технічним станом унаслідок тривалої експлуатації та відсутності капітальних ремонтних і ремонтно-відновлювальних робіт. Тривала експлуатація каналів і регулюючих басейнів зрошувальних систем і відсутність належного догляду призвели до погіршення показників їх технічного стану, що насамперед проявляється у значних втратах води на фільтрацію. На сучасному рівні експлуатації ці втрати можуть перевищувати 35% і більше, а світовий і вітчизняний досвід свідчать, що фільтраційний потік впливає на міцність і стійкість ґрунтів таких споруд і призводить до аварій у понад 30% випадків. За результатами аналітичних досліджень визначено малий ризик розвитку процесів підтоплення територій, прилеглих до регулюючого басейну РБ-1 Калинівської зрошувальної системи поблизу с. Суха Калина (0,0584) і поблизу магістрального каналу МК-1 Солоняно-Томаківської зрошувальної системи на ділянці біля с. Григорівка (0,065). Виконані розрахунки свідчать про подальші можливості удосконалення і впровадження методичних рекомендацій із районування ризиків підтоплення міст і селищ. Упровадження районування ризиків підтоплення територій на віддалені від населених пунктів із урахуванням галузевого призначення та класу надійності (відповідності) споруд дозволить картографувати території, що є запорукою короткострокового та оперативного прогнозування динаміки рівня ґрунтових вод. Картографування територій різного цільового призначення за ризиком розвитку процесів підтоплення вирішить низку нагальних проблем: надійну експлуатацію гідротехнічних споруд, вибір ділянок для ведення планованої господарської діяльності та забудови, проведення меліоративних заходів, наприклад, попередження вторинного засолення родючих земель. *Ключові слова:* ризики, підтоплення, гідротехнічні споруди, клас наслідків (відповідальність), техногенні чинники, екзогенні геологічні процеси, коефіцієнт небезпеки підтоплення, коефіцієнт уразливості території підтоплення.

Assessment of ecological risk of the flooding of territories adjacent to hydrotechnical structures, water management in rural of territories adjacent to hydrotechnical. Maksimova N., Chushkina I., Orlynskaya O.

There is such an environmental problem as the intensification of exogenous geological processes, including flooding, in Ukraine. In rural areas as a man-made factor in raising groundwater levels in large areas are hydraulic structures of the water complex, which are mostly characterized by unsatisfactory technical condition due to prolonged operation and lack of major repairs, repair and restoration works. Prolonged operation of canals and control basins of irrigation systems and lack of proper care have led to a deterioration of their technical condition, which is primarily manifested in significant losses of water for filtration. At the current level of operation, these losses can exceed 35% or more, and world and domestic experience shows that the filtration flow affects the strength and stability of the soils of such structures and leads to accidents in more than 30% of cases. According to the results of analytical studies, a small risk of flooding of the areas adjacent to the regulatory basin RB-1 of the Kalinovka irrigation system near the village of Sukha Kalyna – 0,0584 and near the main canal MK-1 of Solonyano-Tomakivka irrigation system near the village of Hryhorivka – 0,065. The performed calculations testify to further possibilities of improvement and implementation of methodical recommendations on zoning of risks of flooding of cities and settlements. The introduction of zoning risks of flooding areas remote from settlements, taking into account the sectoral purpose and reliability class (responsibility) of structures will allow mapping areas, which is the key to short-term and rapid forecasting of groundwater level dynamics. Mapping areas for different purposes at the risk of flooding will solve a number of urgent problems: reliable operation of hydraulic structures, selection of sites for planned economic activities and development, reclamation measures, such as prevention of secondary salinization of fertile lands. *Key words:* risks, flooding, hydraulic structures, class of consequences (responsibility), technogenic factors, exogenous geological processes, coefficient of danger of flooding, coefficient of vulnerability of the territory of flooding.

Постановка проблеми. Постійне зростання техногенного навантаження зазвичай призводить до активізації небезпечних екзогенних геологічних процесів (ЕГП). На території України підтопленими вважаються близько 70 тис. км², або 12% території держави. За даними [1], площа підтоплених земель сільськогосподарського призначення становить близько 118 тис. га. Окрім того, прояви

природного і техногенного підтоплення відмічаються в Екологічному паспорті Дніпропетровської області [2]. Слід відзначити, що підтоплення техногенного походження суттєво відрізняється від природного відсутністю циклічності, носить постійний характер, але водночас різну інтенсивність, тому не завжди може здійснюватися короткострокове та оперативне прогнозування. Одним із чинників погіршення ситуації у сільській місцевості є незадовільний технічний стан гідротехнічних споруд (ГТС) водогосподарської інфраструктури, зумовлений їхнім фізичним старінням і тривалою відсутністю капітальних ремонтних і ремонтно-відновлювальних робіт.

Актуальність дослідження. У діючій Державній програмі запобігання і боротьби із підтопленням земель передбачені [2] такі заходи: організація систематичного вивчення, проведення моніторингу і прогнозування підтоплення, інвентаризації, паспортизації та оцінки стану потенційно небезпечних територій та інші заходи протягом 2005-2009 рр.; розроблення проєктно-технічної документації, спрямованої на інженерний захист земель і територій населених пунктів від підтоплення, на реконструкцію і технічне переоснащення меліоративних систем; проведення ремонтно-експлуатаційних робіт на міжгосподарській та внутрішньогосподарській меліоративній мережі; впровадження нормованого водокористування; розроблення еколого-економічного обґрунтування функціонування основних водогосподарських меліоративних комплексів упродовж 2005-2030 рр. тощо. Незважаючи на поступове виконання запланованих природоохоронних заходів, підтопленнями вважаються значні території, зокрема на Дніпропетровщині впродовж 2016-2020 рр. – на площі 7,26 тис. км², або на 22,74% від площі регіону [2]. Це зумовлює науково-практичну значущість розроблення методів прогнозування ризику розвитку підтоплення, інтенсифікація якого частково або повністю обумовлена техногенними чинниками.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Виконано аналітичні дослідження екологічної безпеки земель поблизу гідротехнічних споруд, які ґрунтуються на проведенні аналогії до рекомендацій, призначених для оцінки ризику розвитку підтоплення територій населених пунктів і прилеглих сільськогосподарських угідь.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Про необхідність оцінки впливу водогосподарської інфраструктури на довкілля зазначається і у національних стандартах. Розділ «Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС)» є обов'язковим у проєктній документації на нове будівництво, розширення, реконструкцію і технічне переоснащення об'єктів промислового і цивільного призначення згідно з положеннями діючого ДБН А.2.2-3-2014 «Склад і зміст

проєктної документації на будівництво» (додатки В, Г та Д). Згідно із ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС) під час проєктування і будівництва підприємств, будівель і споруд» у разі оцінки впливів планованої діяльності на геологічне середовище передбачається «... аналіз наявних і прогнозованих негативних ендегенних та екзогенних процесів і явищ природного і техногенного походження...» (див. підпункт 2.17), а також «обґрунтовуються заходи щодо запобігання або зменшення розвитку небезпечних геологічних процесів і явищ» (див. підпункт 1.14). Відповідно до Закону України «Про оцінку впливу на довкілля» до другої категорії видів планованої діяльності та об'єктів, які можуть мати значний вплив на довкілля і підлягають оцінці впливу на довкілля, відносяться «сільськогосподарське освоєння та меліорація земель на територіях площею 20 га і більше або будівництво меліоративних систем та окремих об'єктів інженерної інфраструктури».

Екологічна небезпека розвитку процесів підтоплення відзначається багатьма дослідниками, зокрема [3-8], однак єдиної узагальненої методики оцінки ризику розвитку підтоплення територій різного цільового призначення нині немає, що насамперед зумовлено багатофакторним впливом на перебіг екзогенного геологічного процесу.

Відзначимо, що в роботах Д.В. Чуносова та інших дослідників [9-10] розглянуто алгоритм оцінки ризику розвитку підтоплення на територіях різного цільового призначення, подібний до методичних рекомендацій із районування ризиків підтоплення міст і селищ, прийнятих в Україні [11].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Раніше не розглядався ризик розвитку процесів підтоплення територій, прилеглих до регулюючого басейну РБ-1 Калинівської зрошувальної системи (КЗС) біля с. Суха Калина і магістрального каналу МК-4 Солоняно-Томаківської зрошувальної системи (СТЗС) на ділянці поблизу с. Григорівка, за методичними рекомендаціями, затвердженими Міністерством із питань житлово-комунального господарства України у 2010 році [11], що насамперед зумовлено їх віддаленістю від населених пунктів. Це є характерною рисою більшості гідротехнічних споруд меліоративного призначення. По-друге, не досить уваги приділено оцінці стійкості ГТС класу наслідків СС-1 у ДБН В.2.4-3:2010 «Гідротехнічні, енергетичні та меліоративні системи і споруди, підземні гірничі виробки. Гідротехнічні споруди. Основні положення».

Новизна. Уперше виконано районування територій, прилеглих до регулюючого басейну РБ-1 КЗС біля с. Суха Калина і магістрального каналу МК-4 СТЗС на ділянці поблизу с. Григорівка, за ризиками розвитку підтоплення відповідно до алгоритму, представленого у [11].

Викладення основного матеріалу. Оцінка ризику підтоплення вимагає послідовного розгляду формування небезпеки та уразливості об'єкта, тобто здатності протистояти процесу, який наносить йому певної шкоди. У методичних рекомендаціях [11] в якості показників небезпеки підтоплення території обираються такі: 1) рівень ґрунтових вод (РГВ); 2) зміна якості ґрунтових вод, яка призводить до забруднення підземних вод, зміни їх агресивності до залізобетонних і металевих конструкцій, засолення ґрунтів зони аерації; 3) зміна фізико-механічних властивостей ґрунтів, що приводить до додаткових осадок або просадок, зниження несучої здатності ґрунтів. Ступінь небезпеки за умовно прийнятою градацією від «відсутній» до «великий» за кожним із трьох вищезазначених показників обирається окремо. На підставі отриманих показників визначається кількісна характеристика небезпеки підтоплення у вигляді частки (вірогідності) від найбільш несприятливих умов, тобто обирається коефіцієнт небезпеки λ_0 . Інтегральна небезпека підтоплення забудованих територій може бути різною залежно від показників і ступеню їх прояву.

Слід відзначити, що у рекомендаціях [9-10] пропонується виконувати перевірку – уточнення інтегральної небезпеки підтоплення забудованих територій за такими показниками небезпеки: глибина залягання ґрунтових вод, за якої показник підтоплення не діє; підвищення сейсмічності; інтенсифікація інших небезпечних геологічних процесів (зсуви, карст, суфозія тощо). Наявність зазначених показників різко збільшує небезпеку розвитку процесів підтоплення, що може враховуватися введенням поправки до коефіцієнта небезпеки таким чином [9-10]:

$$\lambda_c = \alpha_c + \lambda_0, \quad (1)$$

де λ_c – коефіцієнт небезпеки підтоплення під час зміни сейсмічності території; α_c – поправочний коефіцієнт.

На наступному етапі визначення ризику розвитку процесів підтоплення виконують оцінку уразливості підтопленої території із урахуванням різного ступеня небезпеки підтоплення [11]. Водночас ураховується сприйнятливості території до небезпечного впливу процесів підтоплення, що залежить від факторів, пов'язаних із функціональним призначенням території, стійкістю об'єктів, ступенем і часом освоєння території. Кількісну оцінку рекомендується здійснювати експертно-аналітичним методом, який ґрунтується на узагальненні доступних показників за збитком, нанесеним територіям підтопленням, на аналізі процесів, що відбуваються в разі впливу ґрунтових вод на підземні конструкції, та на оцінці екологічних наслідків підтоплення територій.

Вид уразливості рекомендується визначати п'ятизначним кодом [11]: перша цифра – ступінь уразливості за поверховості забудови; друга цифра – за типом підземної споруди (підвалу); третя

цифра – за ступенем амортизації (зношення) об'єкта; четверта цифра – за типом фундаменту; п'ята цифра – за функціональним призначенням території.

У рекомендаціях [9-10] за одиницю обрана теж уразливість житлової забудови у населених пунктах. Слід відмітити те, що всередині кожного з виділених видів функціонального призначення території також потрібно виконати градацію, пов'язану із багатфакторністю процесів уразливості території підтопленню. Зокрема, уразливість території із промисловою забудовою внаслідок підтоплення значною мірою залежить від галузі.

Під час районування території за ступенем уразливості підтопленню у рекомендаціях [9-10] виділяють чотири ступені уразливості: мала ($v \leq 0,1$), помірна ($0,1 < v \leq 0,3$), велика ($0,3 < v \leq 0,6$), критична ($v > 0,6$). Цей принцип дозволяє виконати районування за ступенем уразливості території для різних стадій дослідження і проєктування, для співставлення відповідних карт різного складу залежно від детальної вихідної інформації, цілей і задач досліджень.

В основі оцінки ризику підтоплення територій лежать результати визначення ступенів небезпеки підтоплення і уразливості території підтопленню ґрунтовими водами [11]. Ступінь ризику підтоплення території оцінюється за принципом перехресту ступенів небезпеки та уразливості [9-11].

Коефіцієнт ризику підтоплення території R визначають за формулою:

$$R = \lambda \cdot v, \quad (2)$$

де λ – коефіцієнт небезпеки підтоплення; v – коефіцієнт уразливості до підтоплення.

Ураховуючи, що показники небезпеки можуть бути відсутніми, а показники уразливості існують у будь-якому випадку, систему слід уважати уразливою більшою чи меншою мірою.

У рекомендаціях [11] пропонується враховувати, що показники, які визначають остаточний результат, не є рівнозначними, тому:

1) рекомендується особливу увагу звертати на показник «функціональне призначення території», який визначає масштабність збитків за перерахунку на економічні одиниці;

2) менш впливовим є показник «поверховість забудови», який визначає кількість утрачених фондів залежно від кількості поверхів;

3) далі рекомендується розглядати показник «ступінь амортизації – зношення об'єкта», який визначає фактичну стійкість споруди до руйнівних процесів;

4) ще менш вагомим є показник «тип підземної споруди – підвалу». Він не визначає таких масштабних збитків, як попередні показники, але все одно є досить вагомим фактором впливу;

5) найменш вагомим серед відповідних п'яти показників є показник «тип фундаменту». Він не створює загальної картини, але може послаблювати чи посилювати деякі процеси.

Усереднений коефіцієнт ризику підтоплення території R визначається за формулою [9-10]:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^k v_i \lambda_i S_i}{S_0}, \quad (3)$$

де S_0 – площа території, для якої визначається коефіцієнт ризику підтоплення R :

$$S_0 = \sum_{i=1}^k S_i, \quad (4)$$

k – кількість фрагментів розбиття площі S_0 на неперехресні між собою площі S_i , для яких визначені коефіцієнти небезпеки підтоплення λ_i і уразливості підтопленню v_i .

За методикою [11] та з урахуванням рекомендацій [9-10] ми виконаємо оцінку ризику розвитку процесів підтоплення територій, прилеглих до регулюючого басейну РБ-1 КЗС поблизу с. Суха Калина і магістрального каналу МК-4 СТЗС на ділянці поблизу с. Григорівка, фільтраційні втрати із яких зумовлюють ризик стійкого підняття рівня ґрунтових вод на прилеглих до споруд територіях (рис. 1). Вищезазначені сільські населені пункти мають чисельність населення до 50 тис. чоловік у кожному, отже відносяться до малих відповідно до ДБН Б-2.2-12:19 «Планування і забудова територій». Зауважимо, що під час оцінки ризику розвитку про-

цесів підтоплення за рекомендаціями [11] ми умовно приймаємо територію розташування насосної станції підкачки за селітебну.

За результатами польових досліджень, сільськогосподарські угіддя біля регулюючого басейну РБ-1 КЗС та вдовж траси каналу МК-4 СТЗС не є підтопленими з урахуванням вимог ВНД 33-5.5-07-99 «Організація робіт із обстеження та оцінки підтоплення сільськогосподарських угідь і сільських населених пунктів» (табл. 1). Результати польових досліджень розглядалися раніше в [12], під час проведення яких було визначено, що РГВ становить 12,5 м поблизу регулюючого басейну та 4,5 м поблизу магістрального каналу. Відзначимо, що у табл.1 в якості зон рекреаційного призначення представлені зелені насадження загального користування, парки, санітарно-захисні зони, а для промислових зон і підприємств переробної промисловості, розташованих у межах сільських населених пунктів, мінімальна глибина залягання рівня ґрунтових вод визначається відповідними технічними умовами.

Оцінка ризиків підтоплення територій визначається за таким алгоритмом [11]:

1) для територій, прилеглих до регулюючого басейну РБ-1 КЗС біля с. Суха Калина:

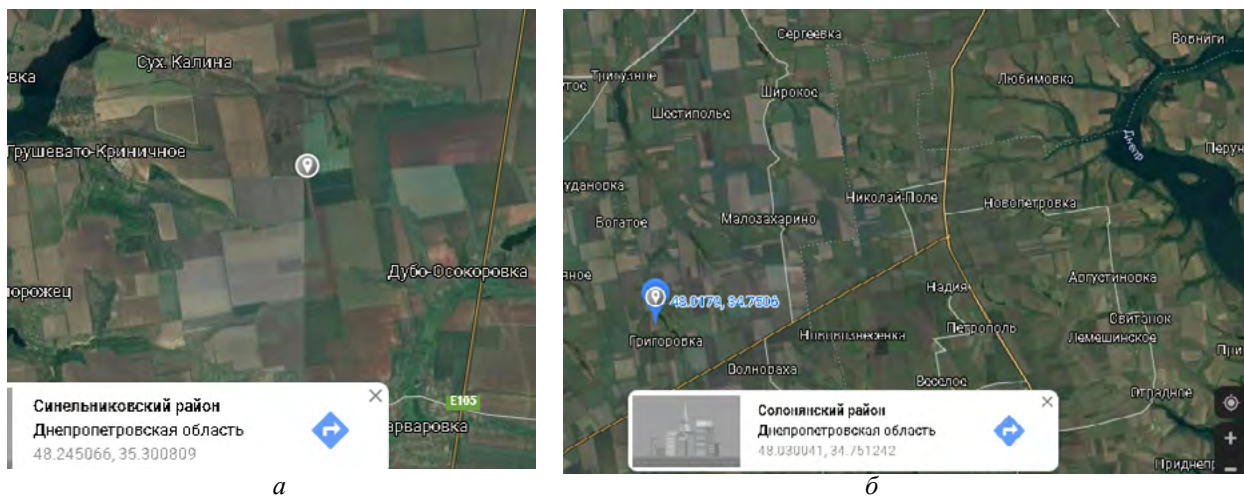


Рис. 1. Місцезорозташування регулюючого басейну РБ-1 КЗС біля с. Суха Калина (а) і магістрального каналу МК-4 СТЗС (б) на ділянці поблизу с. Григорівка

Таблиця 1

Мінімальна глибина залягання рівня ґрунтових вод для сільськогосподарських угідь, селітебних територій, зон рекреаційного і захисного призначення у сільських населених пунктах згідно із ВНД 33-5.5-07-99

Техногенний об'єкт	Мінералізація ґрунтових вод, г/дм ³	Глибина залягання рівня ґрунтових вод, м		
		для зрошуваних сільськогосподарських угідь	для богарних сільськогосподарських угідь	для селітебних територій і зон рекреаційного та захисного призначення сільських населених пунктів
Регулюючий басейн РБ-1	< 5,0	1,5 < 12,5	2,0 < 12,5	2,0 < 12,5
Канал МК-4	< 5,0	1,5 < 4,5	2,0 < 4,5	2,0 < 4,5

а) інтегральна оцінка коефіцієнта небезпеки підтоплення території становить $\lambda = 0,1$, оскільки отримано:

- ступінь небезпеки за положенням рівня ґрунтових вод за умови обрання категорії «селітебні території сільських населених пунктів» ($4,5 > 3$ м) – відсутній, вид небезпеки «0»;

- ступінь небезпеки за зміною якості ґрунтових вод унаслідок мінералізації – «відсутній», вид небезпеки «0»;

- ступінь небезпеки за зміною фізико-механічних властивостей ґрунтів (замочені лесовидні породи, схильні до нерівномірних деформацій; наявні слабконабухаючі глинисті ґрунти) – «малий», вид небезпеки «1»;

б) коефіцієнт уразливості об'єктів за підтоплення територій з урахуванням п'ятизначного коду «12222» становить $v = 0,0584$, що отримано на підставі таких ступенів:

- ступінь уразливості за поверховістю забудови – вид уразливості «1»;

- ступінь уразливості за типом підземної споруди – вид уразливості «2»;

- ступінь уразливості за ступенем амортизації (зношення) об'єкта (15-50%) – вид уразливості «2»;

- ступінь уразливості за типом фундаменту – вид уразливості «2»;

- ступінь уразливості за функціональним призначенням території – вид уразливості «2» (промислові і виробничі);

в) коефіцієнт ризику підтоплення території R визначається за формулою (2):

$$R = \lambda \cdot \eta = 0,1 \cdot 0,584 = 0,0584.$$

Згідно з методикою [9-10] ризик підтоплення території $0,06 < 0,1$ класифікуємо як малий.

2) Для територій, прилеглих до магістрального каналу МК-4 СТЗС біля с. Григорівка:

а) інтегральна оцінка коефіцієнта небезпеки підтоплення території становить $\lambda = 0,1$, оскільки отримано:

- ступінь небезпеки за положенням рівня ґрунтових вод за умови обрання категорії «селітебні території сільських населених пунктів» ($12,5 > 3$ м) – відсутній, вид небезпеки «0»;

- ступінь небезпеки за зміною якості ґрунтових вод унаслідок мінералізації – «відсутній», вид небезпеки «0»;

- ступінь небезпеки за зміною фізико-механічних властивостей ґрунтів (замочені лесовидні породи, схильні до нерівномірних деформацій, і наявні слабконабухаючі глинисті ґрунти) – «малий», вид небезпеки «1»;

б) коефіцієнт уразливості об'єктів під час підтоплення територій з урахуванням п'ятизначного коду «12322» становить $v = 0,065$, що отримано на підставі таких ступенів:

- ступінь уразливості за поверховістю забудови – вид уразливості «1»;

- ступінь уразливості за типом підземної споруди – вид уразливості «2»;

- ступінь уразливості за ступенем амортизації (зношення) об'єкта ($> 50\%$) – вид уразливості «3»;

- ступінь уразливості за типом фундаменту – вид уразливості «2»;

- ступінь уразливості за функціональним призначенням території – вид уразливості «2» (промислові і виробничі).

в) коефіцієнт ризику підтоплення території R визначається за формулою (2):

$$R = \lambda \cdot \eta = 0,1 \cdot 0,65 = 0,065.$$

Згідно з [9-10] ризик підтоплення території $0,065 < 0,1$ оцінюється як малий.

Ступінь ризику підтоплення на територіях, прилеглих до регулюючого басейну РБ-1 КЗС і магістрального каналу МК-4 СТЗС, становить $0,0584$ і $0,065$ відповідно до Методичних рекомендацій із районування ризиків підтоплення міст і селищ [11], що класифікується як малий ризик за аналогічною методикою оцінки ризику підтоплення територій [9-10].

Головні висновки. За результатами аналітичних досліджень виявлено, що ризик розвитку процесів підтоплення на територіях, прилеглих до гідротехнічних споруд класу наслідків СС-1, є малим. Загалом методичні рекомендації, затвержені Міністерством із питань житлово-комунального господарства України у 2010 році [11], можна застосовувати для оцінки екологічної небезпеки сільськогосподарських угідь і меліоративних систем поблизу населених пунктів, оскільки експлуатація насосно-силового обладнання на насосних станціях передбачає постійне перебування персоналу протягом поливного сезону. Однак виявлено потребу удосконалення методичних рекомендацій за рахунок введення поправочних коефіцієнтів, які враховують віддаленість територій від населених пунктів, галузевий контекст, клас наслідків (відповідності) споруд, що дасть можливість розширити межі запровадження розглянутого алгоритму.

Перспективи використання результатів дослідження. Подальші аналітичні дослідження можуть призвести до районування і картографування малонаселених територій за ризиком розвитку процесів підтоплення.

Література

1. Екологічний паспорт Дніпропетровської області за 2020 р. Дніпро: Департамент екології та природних ресурсів ДОДА, 2021. 240 с. URL: <https://adm.dp.gov.ua/storage/app/uploads/public/60e/d38/c15/60ed38c15a69f512978009.pdf> (дата звернення 10.09.2021).
2. Державна програма запобігання і боротьби з підтопленням земель. Затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 29 квітня 2004 р. № 545. URL: <https://www.kmu.gov.ua/npras/6251282> (дата звернення 10.09.2021)
3. ДБН В.1.1-25-2009. Інженерний захист територій та споруд від підтоплення та затоплення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 52 с.
4. Strategic Flood Risk Assessment Ipswich Borough Council. Project number: 60612179. January 2020. URL: https://www.ipswich.gov.uk/sites/default/files/draft_ipswich_sfra-for_issue.pdf (дата звернення 10.09.2021).
5. McKenzie A.A., Rutler H.K., Hulbert A.G. The use of elevation models to predict areas at risk of groundwater flooding. *Geological Society*. 2010. Vol. 345. P. 75-79.
6. Cobby D., Morris S., Parkes A., Robinson V. Groundwater flood risk management: advances towards meeting the requirements of the EU floods directive. *J. Flood Risk Management*. 2009. No2. P.111–119. <https://doi.org/10.1111/j.1753-318X.2009.01025.x>.
7. Díez-Herrero A., Garrote J. Flood Risk Analysis and Assessment, Applications and Uncertainties: A Bibliometric Review. *Water*. 2020. No 12(7). P. 2050. URL: <https://doi.org/10.3390/w12072050>.
8. Naughton O., Johnston P.M., T. McCormack, Gill L.W. Groundwater flood risk mapping and management: examples from a lowland karst catchment in Ireland. *Journal of Flood Risk Management*. 2017. No 10. P. 53-64. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12145>.
9. Чуносков Д.В. Обоснование мероприятий по защите от подтопления урбанизированных территорий на основе теории риска / автореферат дисс...кандидата технических наук (05.23.07 – гидротехническое строительство); ОАО «НИИ ВОДГЕО». Москва, 2008. 25 с.
10. Методические рекомендации по оценке риска и ущерба при подтоплении территорий. Научн. ред. В.С. Алексеев, Э.М. Хохлатов. Москва : ФГУП НИИ ВОДГЕО, 2001. 58 с.
11. Наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України від 23.12.2010 № 468 «Про затвердження методичних рекомендацій з районування ризиків підтоплення міст і селищ». 11 с.
12. Чушкіна І.В., Орлінська О.В., Стрепетова Х.В. Вплив фільтраційних втрат води з регулюючих басейнів на прилеглих території. *Наук. журнал «Молодий вчений»*. 2019. № 6 (70). С. 19-22.