БУДІВНИЦТВО

УДК 502.75(477.72)

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2021.1-2/25>**Малєєв В.О.**

Херсонський національний технічний університет

Безпальченко В.М.

Херсонський національний технічний університет

ДРЕНАЖ ЯК ТЕХНІЧНИЙ СКЛАДНИК ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ПІДТОПЛЕННЯ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

У цій роботі узагальнено причини прояву геоecологічної небезпеки – підтоплення. Підтоплення суттєво впливає на безпеку життєдіяльності Херсонської області: стан земельних, мінеральних, рекреаційних ресурсів, біоценози біосферного заповідника «Асканія-Нова», відбувається руйнування об'єктів будівництва. Причини, що викликають підтоплення на півдні України, включають дві групи: природні та техногенні. Природні чинники підтоплення: кліматичні (випадання атмосферних опадів, що перевищують середні декадні значення у 2–5 разів); практична безстічність більшості зрошуваних ландшафтів півдня України; дуже слабка природна дренажність території за наявності напірного живлення підґрунтових вод. До техногенних чинників підтоплення належать причини, пов'язані з водогосподарською діяльністю людини. У підтоплених ґрунтах спостерігається зменшення кількості водостійких агрегатів, зниження водопроникності. Погіршення агрофізичних властивостей ґрунту проявляється у знеструктуренні орного шару, зростанні брилястості, ущільненні профілю та зниженні пористості. Впровадження геоінформаційних технологій є пріоритетним напрямом щодо вирішення проблеми підтоплення, бо надає можливість оперативного отримання поточної інформації про гідрогеологічний стан території і своєчасного регулювання водного балансу певної території. Першочергові заходи щодо ГІС-технологій включають визначення ключових точок (моніторингових точок). Під час виконання робіт, спрямованих на покращення ситуації щодо підтоплення, потрібно застосовувати різні типи дренажів, що пов'язано з їх конструктивними та технологічними відмінностями. На території Херсонської області застосовують переважно лінійний та площинний види дренажів. Потребує більш широкого застосування променевий дренаж, особливо на забудованих територіях. Вибір системи захисних заходів здійснюється на основі водобалансових, фільтраційних, гідравлічних та економічних розрахунків.

Ключові слова: геоecологічна загроза, техногенні та природні чинники підтоплення, дренаж.

Постановка проблеми. В історії незалежної України проблема підтоплення в межах області заявила про себе у 1997–1998 роках як внаслідок аномальної кількості опадів. Другий сплеск припав на 2002–2003 роки. Зима 2009–2010 років означила новий етап прояву даної проблеми. Друга декада лютого місяця охарактеризувалася затопленням 72 населених пунктів області, в тому числі і міста Херсон. Треба зазначити, що загроза проявила себе насамперед як процес затоплення території. Разом з тим відомо, що процеси затоплення та підтоплення взаємопов'язані. Проблеми підтоплення, деградації зрошуваних земель у світі не нові. За даними ООН, загальна площа

земель, що втратили родючість у результаті діяльності людини, в тому числі й від підтоплення, досягла у світі 2 млрд га, що в 1,5 раза перевищує площу орних земель в Європі. Щороку у світі 200–300 тис. га зрошуваних земель внаслідок заболочення і засолення вилучається із сільськогосподарського обороту. Найскладніше становище щодо підтоплення територій спостерігається у Німеччині, Нідерландах, частково у Франції. Так, у північно-західній частині Німеччини 60% сільськогосподарських угідь потребують осушення; в Нідерландах 40% території (близько 900 тис. га) розташовано нижче рівня моря; в Індії (штат Пенджаб) рівень підґрунтових вод у результаті інфіль-

трації піднявся на 7–9 м. Засолення й підтоплення земель спостерігається в Пакистані, Сирії, Ірані, Мексиці (р. Мескала), США (Каліфорнія) та в багатьох інших країнах [1]. Підтоплення суттєво впливає на безпеку життєдіяльності Херсонської області: стан земельних, мінеральних, рекреаційних ресурсів, біоценози біосферного заповідника «Асканія-Нова», відбувається руйнування об'єктів будівництва.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасний пріоритетний геоекологічний проблемі щодо аналізу причин підтоплення територій присвячені праці відомих вчених: Е.С. Дзекцера, В.О. Ушкаренка, П.І. Коваленка, М.І. Ромащенко та інших [2; 3; 4; 5]. Підтоплення – це процес підняття рівня підґрунтових вод, який призводить до надмірного зволоження ґрунтів, повного їх насичення водою і пов'язаних з цим явищем істотних змін довкілля [6]. Це комплексний, переважно техногенний процес стійкого підвищення до екологічно небезпечних значень рівнів підґрунтових вод та зволоженості порід зони аерації, які ускладнюють або унеможливають нормальну експлуатацію господарських об'єктів, а також погіршують умови життєдіяльності населення [7]. Найбільшу загрозу становлять природні та техногенні чинники. Вони пов'язані з господарською діяльністю людини: створення водосховищ, ставків, замулення річищ рік, каналів, підпір ґрунтових вод водотоками вищого порядку, відсутність або незадовільний стан водовідвідної мережі, відсутність вертикального планування території, незадовільний технічний стан колекторно-дренажної мережі, затоплення поверхневими водами тощо [8].

Формулювання мети дослідження. Метою досліджень є оцінка виявлення територіальних особливостей прояву підтоплення та застосування дренажу як провідного технічного рішення проблеми. При виконанні досліджень застосовували математичний, статистичний, порівняльний та картографічний методи.

Виклад основного матеріалу. В умовах Херсонської області на землях з високим рівнем залягання підґрунтових вод спостерігаються процеси підтоплення, вторинного гідроморфізму, засолення, осолонцювання ґрунтів тощо. Комплекс факторів, які впливають на формування водного режиму ґрунтів, можна класифікувати за такими ознаками: гідрогеологічні, організаційно-господарські, іригаційні, метеорологічні тощо. До комплексу гідрогеологічних факторів підтоплення належить рівнинний, майже безстічний рельєф

агроландшафту, недостатня природна (інженерна) дренаваність території, наявність значних за площею (до десятків тисяч гектарів) замкнених западин рельєфу, так званих подів, у яких акумулюється поверхневий стік [9].

Поєднання дії природних і техногенних чинників спричинили погіршення екологічного стану довкілля в зоні надмірного їх природного зволоження. Проблема підтоплення посилює інші екологічні проблеми, такі як зсуви, абразія, ерозійні процеси, карст [10].

Посилення та поєднання дії природних і техногенних чинників спричинили погіршення екологічного стану довкілля в зоні надмірного їх природного зволоження.

До комплексу факторів негативного впливу підтоплення на розвиток соціальної підсистеми належать [11]:

- негативний вплив підтоплення на умови життєдіяльності 25–30% населення України (рис. 1);
- зростання захворюваності населення внаслідок стійкого забруднення поверхневих і підземних джерел питного та господарського водопостачання (за оцінками Міністерства охорони здоров'я, близько 80% інфекційних захворювань населення пов'язано з неякісною питною водою);
- виникнення соціального дискомфорту та напруги у зв'язку з підвищенням ризику небезпечних екологічних ситуацій, пов'язаних зі збільшенням випадків руйнування житла, умов життєдіяльності, транспортних мереж;
- стійке поглиблення екологічної кризи та зменшення екологічного потенціалу підтоплених земель внаслідок незворотних змін природних екосистем (ландшафтів, ґрунтів, поверхневих і підземних водних об'єктів).

Особливу увагу привертають до себе сучасні економічні збитки, які пов'язані з розвитком регіонального підтоплення земель у зонах негативного впливу водогосподарської діяльності. За оцінками вчених НАНУ, загальна величина економічних збитків від регіонального підтоплення земель сягає 1,5–2,0 млрд на рік.

Крім того, багато чинників впливу підтоплення мають незворотний характер [12; 13]: просідання ґрунту з наступним погіршенням його опорної здатності, погіршення умов експлуатації та будівництва інженерних споруд; деформації поверхонь схилів або новоутворення карстових провалів, ліквідація наслідків яких пов'язана зі значними матеріальними та економічним витратами; зниження родючості ґрунтів, передусім на зрошуваних масивах.

Рис. 1. Затоплення вулиці П'ятихатської (м. Херсон, 26.02.2010 р.)

У підтоплених ґрунтах спостерігається зменшення кількості водостійких агрегатів, зниження водопроникності. Погіршення агрофізичних властивостей ґрунту проявляється у знеструктуренні орного шару, зростанні брилястості, ущільненні профілю та зниженні пористості. Ці негативні явища призводять до зниження родючості – головної біосферної та екологічної функції ґрунту. Необхідно відмовитися від традиційного класичного визначення норм подачі води на окрему зрошувану ділянку або території. Настав час системного підходу до нормування водокористування з урахуванням особливостей ландшафту та сталого (збалансованого) розвитку території. Це передбачає насамперед необхідність подальшого розвитку теорії стійкості геосистем. Першим кроком до визначення стійкості підтоплених геосистем повинна бути регіональна класифікація за показником прояву сучасних негативних інженерно-геологічних процесів. Досвід такого дослідження свідчить про те, що при значному обсязі польових і камеральних робіт результат співвідноситься з обмеженою за площею територією. При екстраполяції оцінок на суміжні природно-територіальні комплекси (ландшафти, геосистеми) втрачається їх основна перевага – достовірність і точність, що унеможливує використання цих оцінок в проектуванні. Наступна методична проблема полягає у необхідності визначення, протягом якого часу повинна зберігати стійкість підтоплена територія межу своєї стійкості. На жаль, методика одержання таких даних розроблена недостатньо.

Інший пасивний механізм стійкості стану систем пов'язаний з так званою проточністю,

коли компоненти впливу або його субстанції не затримуються в системі, а виносяться з неї без суттєвих наслідків для системи. Саме ця компонента повинна використовуватися якнайбільше у вигляді дренажу території як елемент системи захисту від підтоплення в умовах Херсонської області. Таким чином, використовуючи системний підхід та враховуючи фундаментальні властивості геосистеми, можна реально визначити методологічні засади керованого контролю антропогенного впливу на процеси підтоплення в нашій області. Перший етап вирішення проблеми включає, на нашу думку, зниження розораності земель в Херсонській області до 40–45%. Другий етап – досягнення оптимальної розораності в області на рівні 28–32%.

Техніко-технологічні засоби вирішення проблеми включають: забезпечення стабільної роботи існуючих дренажних систем; будівництво нового дренажу на підтоплених с.-г. угіддях; будівництво дренажу для захисту від підтоплення населених пунктів; відновлення поблизу населених пунктів природних поверхневих водотоків, ліквідація ставків, дамб та інших підпорних споруд; ревізія технічного стану водопровідно-каналізаційної мережі з метою ліквідації витоків побутових та промислових вод; заборона розміщення «супутників» зрошення поблизу населених пунктів, які зазнають підтоплення.

Заходи щодо зменшення іригаційного живлення включають: зменшення втрат води із зрошувальних систем і мереж; запровадження водозберігаючих режимів зрошення; припинення зрошення у місцях розташування подів, балок.

Впровадження геоінформаційних технологій є пріоритетним напрямом щодо вирішення проблеми підтоплення, бо надає можливість оперативного отримання поточної інформації про гідрогеологічний стан території і своєчасного регулювання водного балансу певної території. Першочергові заходи щодо ГІС-технологій включають визначення ключових точок (моніторингових точок). Такими повинні бути: біосферні заповідники, стаціонари тривалих наукових спостережень, критично підтоплені населені пункти, існуюча мережа спостережних свердловин. На першому етапі повинно бути обладнано близько 1 000 моніторингових точок на область. Надалі бажано вийти на цифру 1 точка на 1 км².

Як зазначалося, одним із шляхів покращення гідрогеолого-меліоративної обстановки є будівництво штучного дренажу. Дренаж має профілактичний характер і виконує захисні функції час від часу, лише при наближенні ґрунтових вод до поверхні землі – за дощів, під час поливів. У інші періоди дренаж пересихає і не працює, за винятком колекторів і дрен, прокладених у днищах балок та низинах з практично безперервним стоком [14]. Дренажні системи розраховуються на вологі роки 25%-ної забезпеченості за атмосферними опадами (приблизно 430 мм за рік), тому природно, що вони не спроможні впоратись з опадами меншої повторюваності.

Як відомо, дренаж залишається одним з головних методів захисту територій від підтоплення. При захисті від підтоплення будинків і споруд, підземних комунікацій величина необхідного зниження визначається нормативними документами. Під будинками й спорудами рівень підґрунтових вод повинен розташовуватися нижче закладення підосви фундаменту не менш ніж на 0,5 м. При

цьому захист фундаментів і підвалів від капілярної вологи здійснюється шляхом влаштування відповідної гідроізоляції. Для захисту забудованих територій від підтоплення використовують однолінійні, дволінійні й площинні системи дренажів горизонтального, вертикального або комбінованого типу (рис. 2, 3).

При осередковому характері підтоплення мають потребу в захисті зазвичай окремі будинки й споруди. Це досягається застосуванням локальних дренажів: контурних (кільцевих), лінійних, променевих, пластових, пристінних тощо (рис. 4). За принципом відбору води й вологи з ґрунту застосовуються дренажі гравітаційної дії й спеціальні – вакуумні, вентиляційні. На практиці в основному застосовуються гравітаційні дренажі, спеціальні дренажі в області не вийшли зі стадії експериментального вивчення. Під час будівни-

Рис. 3. Конструктивна схема комбінованого дренажу:
1 – горизонтальна дрена; 2 – вертикальна шпара, що самовиливається; 3 – оглядовий колодязь; 4 – горловина колодязя; 5 – фільтруюче обсіпання; 6 – цементний лоток

Рис. 2. Схема дволінійного дренажу:

1 – контури споруджень, що захищають; 2 – берегова дрена; 3 – головна дрена; 4 – рівень ґрунтових вод до влаштування дренажу; 5 – знижений рівень ґрунтових вод; 6 – рівень води до будівництва водоймища; 7 – нормальний підпертий горизонт після влаштування водоймища

Рис. 4. Схема променевого дренажу (а – розріз; б – план):

1 – шахтний колодязь; 2 – гідродократи; 3 – зав'язаний блок; 4 – дрени; 5 – буровий конус; 6 – маслососис; 7 – масловідстійник; 8 – насос для відкачки шламів з колодязю; 9 – насос для гідробуравлення

Рис. 5. Схема конструкції трубчастого горизонтального дренажу з фільтруючими обгортками з волокнистих матеріалів (а – варіанти сполучення волокнистих матеріалів із дренажною трубою; б – конструктивні схеми дрен):

1 – дренажна труба; 2 – скловолно; 3 – скловолокно; 4 – піщане обсіпання; 5 – зворотне засипання

цтва горизонтальних трубчастих дренажів промислових і міських територій застосовуються такі конструктивні типи: традиційні конструкції із трубчастою основою з керамічних, азбестоцементних, бетонних, чавунних, рідше пластмасових труб з 2–3 шарами фільтруючого обсіпання з пухкого сортового матеріалу (пісок, гравій, щебінь); з трубчастою основою й фільтруючими обгортками (рис. 5) з різного типу тканих і нетканних мінеральних або полімерних матеріалів [15].

Під час виконання робіт, спрямованих на покращення ситуації щодо підтоплення, потрібно застосовувати різні типи дренажів, що пов'язано з їх конструктивними та технологічними відмінностями. Крупність матеріалу й кількість шарів пухких

обсіпок у дренажах традиційної конструкції підбирається за відповідними методиками залежно від умов дренування, виду ґрунту, розмірів водоприймальних отворів. На території Херсонської області застосовують переважно лінійний та площинний види дренажів. Потребує більш широкого застосування променевий дренаж, особливо на забудованих територіях. Вибір системи захисних заходів здійснюється на основі воднобалансових, фільтраційних, гідравлічних та економічних розрахунків.

Перевірку роботи дренажу в окремі періоди (необхідність зниження рівня ґрунтових вод до 1,5–1,8 м до початку польових робіт після профілактичних поливів) проводять за формулами режиму, що не встановився.

Основна розрахункова схема осушаючої і розсолюючої дії систематичного і вибіркового дренажу характеризується періодичною роботою протягом року, постійним у певні періоди живленням з поверхні (фільтраційні втрати, промивний режим зрошення) і напірним живленням.

Для головного (ловчого) і берегового дренажу розрахункова схема характеризується періодичною роботою і наявністю потоку підземних вод з однієї або двох сторін.

В залежності від гідрогеологічних умов розрізняють дві основні схеми: більш або менш однорідний або шаруватий ґрунт, іноді значної потужності, що залягає на водоупорі; однорідний ґрунт, що підстиляється напірним пластом. У першому випадку джерелом живлення є інфільтрація з поверхні, у другому – до інфільтраційного живлення додається глибинна напірна підпитка (рис. 6).

За умови відносно глибокого залягання водоупору, що характерно для випадків, коли є необхідність у тимчасовому дренажі, відстань між дренажами визначають підбором за формулами:

А.Н. Костякова

$$B = \frac{\pi K h}{v_{\text{тим}} \left(\ln \frac{B}{d} - 1 \right)} \quad (1)$$

або С.Ф. Авер'янова–Цюй-Син-е

$$B = \frac{\pi K h}{v_{\text{тим}} \ln \frac{2B}{\pi \sqrt{2dh_1}}} \quad (2)$$

де h – глибина тимчасових дренажів, м ($h=0,8-1$ м); $v_{\text{тим}}$ – швидкість тимчасового дренажу, K – коефіцієнт фільтрації ґрунтів, м/добу; d – діаметр

дрен, м ($d=0,56(b+h_1)$); b – ширина дренажів по дну, м ($b=0,2-0,5$ м); h_1 – глибина наповнення дренажів, м).

За умови мілкового залягання ($B/T > 3$) застосовують формулу Кене з поправкою на недосконалість дренажів, що введена С.Ф. Авер'яновим:

$$B = 2 \sqrt{\frac{2KHT}{q} \left(1 + \frac{H}{2T} \right)} \alpha, \quad (3)$$

де α – коефіцієнт вісячесті, що враховує додатковий опір фільтраційного потоку при звуженні і надходженні його в недосконалий дренаж у порівнянні з каналом, що прорізає водоносний шар.

Формулу (1) можна привести до вигляду, що виключає підбір під час визначення B :

$$B = T \left[2 \sqrt{\frac{2KH}{qT} \left(1 + \frac{H}{2T} \right)} + B^2 - B \right], \quad (4)$$

$$\text{де } B = 2,94 \lg \frac{2T}{\pi d}.$$

Аналогічні формули для визначення відстані між дренажами, що запропоновані В.М. Шестаковим, мають вигляд (рис. 7):

$$B = 4 \left[\sqrt{\frac{KT}{2q} H + L_{\text{н.д.}}^2} - L_{\text{н.д.}} \right], \quad (5)$$

де $L_{\text{н.д.}}$ – характеристика недосконалості дренажу, що являє собою розрахункову довжину зони різкої деформації потоку поблизу дренажів.

Для одношарового пласту (рис. 6, а)

$$L_{\text{н.д.}} = 0,73m \lg \frac{2m}{\pi d}, \quad (6)$$

Для двошарового пласту при $K_n > 10K_v$ (рис. 6, б)

$$L_{\text{н.д.}} = 0,73m \frac{K_n}{K_v} \lg \frac{8m_B}{\pi d}, \quad (7)$$

Рис. 6. Розрахункові схеми: а) однорідний ґрунт, що залягає на водоупорі, б) однорідний ґрунт, що підстиляється напірним пластом

Рис. 7. Типові схеми будови придренної області: а) одношарового, б) двошарового з дренаєм у верхньому шарі

де d – діаметр дрена, m – відстань між відміткою закладення дрена і відміткою залягання водоупору, K_n – коефіцієнт фільтрації підстилаючої породи, K_v – коефіцієнт фільтрації ґрунту, де знаходиться дрена.

Для другої схеми (рис. 6,б) використовують формули С.Ф. Авер'янова. У разі глибокого залягання напорного пласту ($B/T \leq 3$) відстань між дренами для забезпечення потрібного Δh визначають за формулою:

$$B = \frac{1,37T}{(\Delta \bar{H} - 1) \lg \frac{2B}{\pi d^*} + 0,3}, \quad (8)$$

де

$$d^* = \sqrt{2d(\Delta h + d)}; \quad \Delta \bar{H} = \frac{\Delta H + gT/K}{\Delta h}. \quad (9)$$

Повний приток до дрена (інфільтраційний і напірний)

$$Q = (q + q_1)B = \frac{\pi K \Delta h (\Delta \bar{H} - 1)}{\pi T / B - 0,693}, \quad (10)$$

де q_1 – інтенсивність напірної підпитки.

При відносно неглибокому заляганні напірного пласту ($B/T > 3$) відстань між дренами визначають за формулою:

$$B = \frac{4T}{\pi} \lg \frac{4}{th \left[\frac{\Delta \bar{H} - 1}{\Delta \bar{H}} \ln \frac{8T}{\pi d^*} \right]}, \quad (11)$$

а приток до дрена визначають за формулою:

$$Q = \frac{\pi K \Delta \bar{H} \Delta h}{\ln \frac{8T}{\pi d^*}}, \quad (12)$$

Ефективність горизонтального дренажу оцінюється кількістю відведених інфільтраційних вод та солей з активної товщі ґрунтів. Напірне живлення значно збільшує приток підземних вод до дрена і знижує ефективність його розсолюючої дії, сповільнюючи процес опріснення ґрунтів під час промивок та збільшуючи небезпеку вторинного засолення в експлуатаційний період. Горизонтальний дренаж у цих умовах відводить значну кількість підземних вод (до 50% загального дренажного стоку). Ефективність горизонтального дренажу, тобто відповідність інфільтраційних і підземних вод у загальному дренажному стоці, залежить від інтенсивності інфільтраційного живлення і параметрів дренажу. Зі збільшенням міждренної відстані і глибини закладення дрена частка підземного притоку збільшується. Збільшення інфільтраційного живлення знижує надходження підземних вод у дрена.

Висновки. Причини, що викликають підтоплення на півдні України, включають дві групи: природні та техногенні. Природні чинники підтоплення: кліматичні (випадання атмосферних опадів, що перевищують середні декадні значення у 2–5 разів); практична безстічність більшості зрошуваних ландшафтів півдня України; дуже слабка природна дренаваність території за наявності напірного живлення підґрунтових вод. До техногенних чинників підтоплення належать причини, пов'язані із водогосподарською діяльністю людини. Сучасні методологічні проблеми нормування водокористування

вимагають подальшої розробки теорії стійкості та надійності геосистем, організації мозаїчного ландшафту з обов'язковим застосуванням геоінформаційних технологій, які надають можливість оперативного отримання, обробки поточної інформації щодо гідрогеологічного стану області та здійснювати регулювання водного балансу території. Застосування дренажу є найбільш

ефективним засобом щодо захисту території від підтоплення агроландшафтів та міських забудов. Для підтоплених територій Херсонської області поряд з лінійним, площинним, іншими видами «класичного» дренажу, актуальним є розробка технологій та застосування інноваційних видів як приклад променевого (особливо для забудованих територій).

Список літератури:

1. Ромашенко М.І., Собко О.О., Калантиренко І.І. Сучасний стан, основні проблеми водних меліорацій та шляхи їх вирішення. Київ : Аграрна наука, 2001. 216 с.
2. Дзекцер Е.С. Гидромеханические аспекты проблемы подтопления застроенных территорий подземными водами. Москва : Изд-во МГУ, 1976. 275 с.
3. Ушкаренко В.О., Морозов В.В., Сніговий В.С., Сафонова О.П. Підтоплення зрошуваних земель – проблеми і перспективи. *Таврійський науковий вісник*. Херсон : Айлант, 2001. Вип. 20. С. 127–131.
4. Морозов В.В., Грановська Л.М., Поляков М.Г. Еколого-меліоративні умови природокористування на зрошуваних ландшафтах України: Навч. посібник. Київ-Херсон : Айлант, 2003. 208 с.
5. Ромашенко М.І., Савчук Д.П. Надзвичайне підтоплення території на півдні України взимку 1998 року (причини та ліквідаційні заходи). Матеріали Інституту гідротехніки і меліорації УААН. Київ, 1998. 78 с.
6. Коноплянцев А.А., Кофф Г.Л. Гидрогеологические и инженерно-геологические условия территории городов: Методы изучения и прогноза изменений. Москва : Наука, 1989. 117 с.
7. Малеев В.О. Особливості опустелювання агроландшафтів Херсонщини. *Матеріали семінару стосовно затвердження Національної доповіді щодо впровадження в Україні Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням*. Київ : Фітосоціоцентр, 2007. С. 62–69.
8. Малеев В.О., Безпальченко В.М. Зрошувальні меліорації Херсонської області в контексті збалансованого розвитку. *Вісник Херсонського національного технічного університету*. Херсон, 2017. № 1(60). С. 215–223.
9. Малеев В.О., Безпальченко В.М., Ананійчук О.О. Підтоплення територій Херсонської області: аналіз та шляхи вирішення проблеми. *Проблеми екології та енергозбереження*. матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції, 20–22 вересня 2019. Миколаїв, 2019. С. 176–179.
10. Ігнатенко М.Г., Малеев В.О. Екологія і економіка природокористування. Навч. посібник. Херсон-Київ, 2002. 284 с.
11. Ігнатенко М.Г., Малеев В.О., Пилипенко Ю.В. Основи економіки природокористування. Навч. посібник. Херсон, 2007. 312 с.
12. Схема комплексного захисту сільськогосподарських угідь та населених пунктів Херсонської області від підтоплення ґрунтовими водами і затоплення поверхневими водами. *Матеріали Інституту гідротехніки і меліорації УААН*. Київ, 2005. 114 с.
13. Про проблеми підтоплення Херсонської області. *Матеріали Каховської гідрогеолого-меліоративної експедиції*. Херсон, 1999. 18 с.
14. Наукові основи раціонального використання природно-ресурсного потенціалу Херсонської області / Малеев В.О., Кузнецов С.І., Карманов В.В., Безпальченко В.М.; за ред. В.О. Малеева. Херсон : Вид-во ФОРМ Вишемирський В.С., 2018. 336 с.
15. Малеев В.О., Безпальченко В.М. Підтоплення територій Херсонської області: аналіз причин, шляхи вирішення проблеми. *Екологічні науки : науково-практичний журнал*. Київ : ДЕА, 2018. № 1(20). Т. 1. С. 39–43.

Malyeyev V.A., Bezpalchenko V.M. DRAINAGE AS A TECHNICAL COMPONENT OF SOLVING THE PROBLEM OF FLOODING OF KHERSON REGION

This paper summarizes the causes of geoecological danger – flooding. Flooding significantly affects the safety of life in the Kherson region: the state of land, mineral, recreational resources, biocenosis of the biosphere reserve “Askania-Nova”, the destruction of construction sites. The causes of flooding in southern Ukraine include two groups: natural and man-made. Natural factors of flooding: climatic (precipitation, exceeding the average decadal values by 2-5 times); practical drainage of most irrigated landscapes of the south of Ukraine; very weak natural drainage of the territory in the presence of pressure supply of groundwater. Man-made flooding factors include causes related to human water management activities. In flooded soils there is a

decrease in the number of water-resistant units, a decrease in water permeability. Deterioration of agrophysical properties of the soil is manifested in the destructuring of the arable layer, the growth of brilliance, compaction of the profile and reduced porosity. The introduction of geographic information technologies is a priority for solving the problem of flooding, because it provides an opportunity to quickly obtain current information about the hydrogeological state of the territory and timely regulation of the water balance of a particular area. Priority measures for GIS technologies include identification of key points (monitoring points). When performing work to improve the flooding situation, different types of drainage should be used due to their design and technological differences. In the Kherson region, mostly linear and planar types of drainage are used. Radiation drainage needs to be more widely used, especially in built-up areas. The choice of the system of protective measures is made on the basis of water balance, filtration, hydraulic and economic calculations.

Key words: *geoecological threat, technogenic and natural factors of flooding, drainage.*