

Турченко В. О., д.т.н., професор, Коптюк Р. М., к.т.н., доцент, Войцехович Н. В., аспірант (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, v.o.turchenuk@nuwm.edu.ua)

ВПЛИВ РЕЛЬЄФУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОВЕДЕННЯ ВОДОРЕГУЛЮВАННЯ НА ОСУШУВАНИХ ЗЕМЛЯХ

Представлено результати оцінювання характеру і ступеня впливу розвиненого рельєфу місцевості на осушуваних землях на ефективність проведення водорегулюючих заходів. Дослідженнями встановлено, що на понижених ділянках осушувальних систем не забезпечується сприятливий водно-повітряний режим ґрунту у впродовж вегетаційного періоду. Особливістю формування водного режиму осушуваних земель з розвиненим рельєфом є також утворення поверхневого стоку, який надходить до понижених ділянок і призводить до кольматації дренажного горизонту, що суттєво знижує його водопроникність та призводить до їх перезволоження. Понижені ділянки за рельєфом в критичні періоди роботи осушувальної системи, а це періоди весняних повеней та літньо-осінніх паводків, перебувають у перезволоженому стані впродовж тривалого періоду, тим самим не можуть забезпечити роботу сільськогосподарської техніки, передпосівний обробіток ґрунту, посів сільськогосподарських культур та збирання врожаю. Запропоновані інженерні та агро меліоративні заходи щодо забезпечення оптимального водно-повітряного режиму ґрунтів на осушуваних землях з врахуванням особливостей рельєфу, а саме як додатковий ефективний меліоративний захід можна передбачати проведення щільного розпушення, яке спрямоване на покращення поверхневого і внутрішньоґрунтового стоку. Одним із ефективних способів збільшення інтенсивності осушення на понижених ділянках рельєфу із слабководопроникними ґрунтами може бути збільшення діаметра дрен та застосування якісно нових захисно-фільтруючих матеріалів. Зі збільшенням діаметра збільшується контактна поверхня між стінками дренажної труби і ґрунтом, зменшується стиснення потоку ґрунтових вод в придренній зоні і відповідно

зменшуються фільтраційні градієнти. Тому на стадії проєктування слід виконувати оцінку нерівномірності рельєфу осушуваних масивів, який впливає на водний режим осушуваних земель та ефективність об'єкта в цілому.

Ключові слова: рельєф; осушувально-зволожувальна система; регулююча і провідна мережа.

Постановка проблеми. Перетворення сільськогосподарського виробництва у високорозвинутий сектор економіки неможливе без зменшення його залежності від несприятливих природо-кліматичних умов шляхом проведення осушувально-зволожувальних заходів у зонах надмірного та нестійкого зволоження. Критерієм оцінки ефективності осушувально-зволожувальних меліорацій є вимога до реалізації меліорації як засобу інтенсифікації сільськогосподарського виробництва з усіма загальновідомими вимогами до нього.

Впродовж тривалої експлуатації відбулось зниження продуктивності осушуваних земель через недотримання технологічних вимог до водно-повітряного режиму при вирощуванні сільськогосподарських культур через низку об'єктивних чинників, головними з яких є моральне та фізичне спрацювання меліоративної інфраструктури, неналежний догляд за системою та процеси деградації ґрунтів [3].

В результаті цього, в меліорації ґрунтів Західного Полісся є значна проблема, яка ускладнює їх оптимальне використання – це їх строкатість, яка викликана як геологічними процесами, цілим спектром ендегенних факторів ґрунтоутворюючими породами різного походження в залежності від рельєфу.

Виклад основного матеріалу. Згідно з [1], рельєф досліджуваних зональних умов Полісся України в цілому за крутизною земної поверхні відноситься до рівнинно-горбистого рельєфу. Але з меліоративної точки зору, а саме щодо осушувальних систем з підґрунтовим зволоженням, які в умовах змін клімату є найбільш актуальними в зоні Полісся України, рельєф з наявними ухилами вже є сильно розвинений, а його меліоративна ефективність є низькою. Площа розповсюдження слабо та середньо розвиненого рельєфу для зони Полісся України становить 18,12%, а для Рівненської області – 16,38%, середньозважений ухил поверхні землі відповідно 0,022 (1,26) та 0,027 (1,55).

Для зони Полісся характерні переважно дерново-підзолисті і дерново-глеєві піщані і супіщані ґрунти (Житомирська область – 88,7%, Рівненська область – 61,1%, Волинська – 61,6% меліорованого фонду). Дерново-підзолисті ґрунти залягають, як правило, на підвищених ділянках місцевості. Вони формувались в умовах періодичного поверхневого перезволоження і промивного водного режиму.

Дернові глеєві ґрунти поширені на заплавах річок, в окремих слабостічних пониженнях надзаплавних терас і вододілів. Ці ґрунти формуються в умовах постійного підтоплення ґрунтовими водами, що викликає оглеєння нижньої частини ґрунтового профілю та слабку водопроникність. На заплавах річок і днищах долин часто залягають (10% меліорованого фонду) торф'яники і торф'яно-болотні ґрунти. У торф'яно-болотних ґрунтах потужність торф'яного шару складає 20–40 см, під ним залягає глеєвий горизонт. Перезволоження таких ґрунтів відбувається в основному в результаті близького залягання ґрунтових вод і великої кількості атмосферних опадів.

Характерною особливістю формування водного режиму осушуваних земель з розвиненим рельєфом є також утворення поверхневого стоку, який надходить до понижених ділянок і призводить як до кольматації дренаючого горизонту, що суттєво знижує його водопроникність, так і до їх перезволоження.

При осушенні такі ділянок закритим горизонтальним дренажем, в тому числі в поєднанні її осушувальною дією відкритих каналів провідної мережі, навіть у посушливі періоди вегетації мінімальна норма осушення досягається лише протягом декількох декад літа, а у вологі періоди не досягає зовсім.

На території з розвинутим рельєфом заданий рівень ґрунтових вод підтримується лише на незначній частині меліорованого масиву. В пониженнях ділянках може мати місце вихід ґрунтових вод на денну поверхню, а на підвищеннях залягання рівня ґрунтових вод (РГВ) значно перевищує норму осушення. Понижені ділянки за рельєфом в критичні періоди роботи осушувальної системи, а це періоди весняних повеней та літньо-осінніх паводків, перебувають у перезволоженому стані впродовж тривалого періоду, тим самим не можуть забезпечити роботу сільськогосподарської техніки, передпосівний обробіток ґрунту, посів сільськогосподарських культур та збирання врожаю.

У зоні надлишкового зволоження менш заболоченими є підвищені елементи рельєфу (водорозділи, круті схили), з яких атмосферні опади стікають у вигляді поверхневого стоку, перезволожуючи, тим самим, нижче розташовані території. Найбільш заболочені безстічні, слабко-проточні пониження та безпохилі рівнини, на яких застоюються поверхневі води, особливо при недостатній природній дренажності території. Зазвичай такі ділянки у межах дренажної системи прилягають до каналів провідної осушувальної мережі, які проєктуються по найбільш понижених ділянках рельєфу і повинні посилювати дію регулюючої закритої мережі. Проте, як показує практика, на багатьох діючих дренажних системах понижені ділянки рельєфу, що межують з каналами, часто перебувають у перезволоженому стані. Основними причинами перезволоження таких ділянок є уповільнені поверхневий та внутрішній (дренажний) стоки, на які мають істотний вплив будова ґрунтів і порід, що їх підстилають, рельєфні умови та кліматичні зміни.

У ряді літературних джерел часто зустрічається твердження, що вплив відкритої мережі відчувається на відстані до 50 м від неї [1; 1]. Подібні результати були отримані на об'єктах в яких осушувальна мережа каналів влаштована на торф'яних ґрунтах, що підстилаються добре проникними пісками і супісками. У разі заглиблення каналів в піщаний шар осушувальний ефект різко збільшується. Шар піску працює як природна пластова дрена.

У зв'язку з формуванням несприятливого водно-повітряного режиму на ділянках з мінеральними слабководонними ґрунтами, як додатковий ефективний меліоративний захід можна передбачати проведення щільного розпушення, яке спрямоване на покращення поверхневого і внутрішньоґрунтового стоку. Щільне розпушення призводить до руйнування ущільнених водотривких шарів підорних горизонтів до глибини, як правило 40–50 см, забезпечуючи тим самим збільшення водопроникності та внутрішньоґрунтового стоку за рахунок механічного утворення вертикальних щілин і тріщин на ширину 5–10 см. За даними [4] щільне розпушення осушуваних мінеральних ґрунтів зменшує щільність ґрунту на 2,5–3,0%, збільшує шпаруватість на 9–10%, а водопроникність зростає більш як у 2 рази.

Найбільший вплив на РГВ глибоке розпушення справляє у початковий період, при цьому, не дивлячись на різницю у

формуванні водного режиму залежно від відстані між дренами, глибоке розпушення дещо вирівнює різницю у рівнях ґрунтових вод й, відповідно, у врожаю вирощуваних культур.

Покращення водно-фізичних властивостей мінеральних слабоводопроникних ґрунтів при щільному розпушенні тим самим інтенсифікує роботу закритого дренажу і посилює осушувальну дію провідної осушувальної мережі через збільшення максимальних модулів стоку на 35–60%.

Результати дослідження щодо впливу глибокого розпушення на ефективність роботи систематичного матеріального дренажу на мінеральних осушуваних ґрунтах розглянуті також в роботі [8].

Згідно [9; 10], закритий дренаж при глибині закладання 1,1–1,3 м при відстанях між дренами 20–23 м на важких суглинистих ґрунтах у поєднанні з глибоким розпушенням забезпечує водно-повітряний режим ґрунту, близький до оптимального для вирощування сільськогосподарських культур.

Одним із ефективних способів збільшення інтенсивності осушення на понижених ділянках рельєфу із слабоводопроникними ґрунтами може бути також збільшення діаметра дрен на таких ділянках та застосування якісно нових захисно-фільтруючих матеріалів. При цьому відбувається зростання дренажного стоку, яке викликане тим, що зі збільшенням діаметра збільшується контактна поверхня між стінками дренажної труби і ґрунтом, зменшується стиснення потоку ґрунтових вод в придренній зоні і відповідно зменшуються фільтраційні градієнти.

Дослідження, проведені рядом авторів [7; 11], свідчать, що при збільшенні діаметра дрен від 50 до 75 мм на важких слабopоникних ґрунтах дренажний стік зростає на 10–30%. На супіщаних ґрунтах збільшення діаметра від 50 до 100 мм сприяє підвищенню стоку в середньому на 73% при значному зменшенні тривалості стояння високих РГВ.

Окрім того, із за складного рельєфу осушуваної території та наявності великих ухилів місцевості не завжди можливе використання осушувальної мережі для проведення зволоження.

Основним способом подачі води на зволоження є подача води у гирла колекторів чи дрен шляхом підпору рівня води в провідних каналах (проти ухилу дрен). При проведенні підґрунтового зволоження важливим питанням є техніка подачі води по дренах, а саме напори над гирлами колекторів. Більшість дослідників вказує,

що для ефективного зволоження при ухилі дрен 0,002–0,003 мінімальний напір над гирлом колектора повинен становити 0,8–1,0 м. Збільшення чинного напору вище зазначених значень призводить до різкого збільшення швидкості і висоти підйому РГВ [1; 6; 1]. При зволоженні шляхом подачі води в гирла дрен незаперечною перевагою володіє безухильний дренаж, який дозволяє знизити напір води у каналах провідної мережі. На ділянках із розвинутим рельєфом проведення зволожувальних заходів утруднюється, оскільки для зволоження підвищених ділянок рельєфу необхідно підтримувати високі рівні води у відкритих каналах, що не завжди можливо із технічної точки зору.

Як показують результати досліджень, а також накопичений досвід та практика створення й функціонування водогосподарсько-меліоративних об'єктів у гумідній зоні, вже при ухилах більших за 0,002 не досягається необхідний рівень вологозабезпеченості сільськогосподарських культур при застосуванні попереджувального та зволожувального шлюзування на значній частині осушуваних земель, що, в свою чергу, впливає на зниження врожаю та загальної ефективності меліорацій [11]. При цьому більш понижені ділянки рельєфу будуть тривалий час знаходитись у перезволоженому стані, а підвищені навпаки – недозволоженими.

Перезволоження кореневого шару суттєво впливає на зниження врожаю сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим тривалість допустимого періоду перезволоження не має перевищувати величин, які наведені в табл. 1 [6].

Таблиця 1

Вплив періоду перезволоження кореневого шару ґрунту на врожайність сільськогосподарських культур, діб

Сільськогосподарські культури	Втрати врожаю, %	
	10	20
Картопля	1	2
Кормові і цукрові буряки, овочі, силосові культури	3	4
Озимі зернові	3	5
Ярі зернові	2	4
Багаторічні трави	3	6
Сінокоси	7	11

У вегетаційний період кореневмісний шар ґрунту повинен бути звільнений від води після випадання атмосферних опадів не пізніше строків, наведених в таблиці 2. Норма осушення, що відповідає розрахунковому періоду, повинна бути досягнута протягом 4–6 діб [5].

Таблиця 2

Допустимі строки відводу води з ґрунту в літньо-осінній період, діб

Культура	з поверхні ґрунту	з шару ґрунту 0–25 см	з шару ґрунту 0–50 см
Зернові	0,5	1,2	2–3
Овочі і коренеплоди	0,8	1,5	2–3
Багаторічні трави	1–1,5	2–3	4–5

Тому проектування осушувально-зволожувальних систем на ділянках із складним рельєфом часто потребує складніших інженерних рішень.

Як один з варіантів таких рішень можна запропонувати спосіб подачі води на зволоження у витоки дрен та колекторів із спеціально влаштованих по контуру системи нагрітих і ловчих каналів. Основною перевагою такого способу є можливість створення великих напорів в дренах, тобто значно підвищується оперативність регулювання водного режиму, крім того, у разі необхідності, можна легко здійснити промивку дрен після закінчення поливного сезону. Відсутність підпорів в провідній мережі має наступну перевагу: у разі зливових опадів можна оперативно знизити РГВ на системі і запобігти перезволоженню кореневого шару ґрунту.

Висновки. Таким чином, рельєф місцевості є одним із визначальних чинників, який впливає на формування водного режиму в цілому на системі та відповідно її еколого-меліоративний стан, прийняття технології водорегулювання та конструктивні параметри мережі.

Тому, на стадії проектування слід виконувати оцінку нерівномірності рельєфу осушуваних масивів, який, у свою чергу, впливає на водний режим осушуваних земель та ефективність об'єкта в цілому. На основі особливостей формування водного режиму слід диференційовано визначати площі осушуваного масиву,

на яких меліоративна система буде працювати в різних режимах: осушення, попереджувальне шлюзування шляхом зарегулювання частини стоку на спаді весняної повені, підґрунтове зволоження за рахунок періодичного підпору чи підйому РГВ у продовж періоду вегетації – й, відповідно, застосовувати різні технології водорегулювання та конструкції гідромеліоративних систем.

1. Ивицкий А. И. Установление расстояний между дренами. (Дополнение № 1 к руководству по проектированию осушительных систем сельскохозяйственного назначения). Минск : Ураджай, 1981. 69 с.
2. Ивицкий А. И., Бузинный В. Г. Расчет параметров безуклонного и малоуклонного дренажа с учетом проводящей сети. *Научные основы проектирования и строительства гидромелиоративных систем*. Минск, 1981. С. 24–34.
3. Коваленко П. И., Чалый Б. И., Тышенко А. И. Реконструкция мелиоративных систем. К. : Урожай, 1991. 168 с.
4. Лукянчук О. П., Рокочинський А. М., Волк П. П., Коптюк Р. М. Порівняльне оцінювання різних технологій глибокого розпушення на осушуваних мінеральних ґрунтах Західного Полісся України. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2022. Вип. 4(100), С. 14–34.
5. Маслов Б. С. Исследования по увлажнению сельскохозяйственных культур на осушаемых землях в Центральной нечерноземной зоне. *Увлажнение осушаемых земель*. Москва : Колос, 1974. С. 48–61.
6. Маслов Б. С., Станкевич В. С., Черненко В. Я. Осушительно-увлажнительные системы. Москва : Колос, 1981. 280 с.
7. Мурашко А. И., Сапожников Е. Г. Защита дренажа от заиления. Минск : Ураджай, 1978. 167 с.
8. Рокочинський А. М., Коптюк Р. М., Волк П. П. Ефективність роботи дренажу та обґрунтування його параметрів при глибокому розпушенні ґрунту. *Вісник НУВГП. Технічні науки*. Рівне : НУВГП, 2015. Вип. 3(71). С. 286–291.
9. Чернёнок В. Я., Брусиловский Ш. И. Глубокое рыхление осушаемых тяжёлых почв. М. : Колос, 1983. 63 с.
10. Шкиннис Ц. Н. Гидрологическое действие дренажа. Л. : Гидрометеиздат, 1981. 309 с.
11. Voungs E. The hidraulic effect of filter materials around goppv nonideal field drains. *Agr. Water Manag.* 1980. Vol. 3(1). P. 17–34.
12. Koptyuk R. Drainage Systems Project Development Taking Into Account Drained Lands Topography. *Handbook of Research on Improving the Natural and Ecological Conditions of the Polesie Zone* / A. Rokochinskiy, L. Kuzmych, & P. Volk Eds. 2023. Pp. 167–179. URL: <https://doi.org/10.4018/978-1-K> (дата звернення: 02.03.2024).

REFERENCES:

1. Yvytskyi A. Y. Ustanovlenye rasstoianyi mezhdru drenamy. (Dopolnenye № 1

k rukovodstvu po proektyrovaniyu osushytelnykh system selskokhoziaistvennogo naznacheniya). Mynsk : Uradzhai, 1981. 69 s. **2.** Yvytskyi A. Y., Buzynnyi V. H. Raschet parametrov bezuklonnogo y malouklonnoho drenazha s uchetom provodiashchei sety. Nauchnye osnovy proektyrovaniia i stroitelstva hydromelyoratyvnykh system. Mynsk, 1981. S. 24–34. **3.** Kovalenko P. Y., Chalyi B. Y., Tyshenko A. Y. Rekonstruktsiya melioratyvnykh system. K. : Urozhai, 1991. 168 s. **4.** Lukianchuk O. P., Rokochynskiy A. M., Volk P. P., Koptiuk R. M. Porivnialne otsiniuvannia riznykh tekhnolohii hlybokoho rozpshennia na osushuvanykh mineralnykh gruntakh Zakhidnogo Polissia Ukrainy. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky*. Rivne : NUVHP, 2022. Vyp. 4(100), S. 14–34. **5.** Maslov B. S. Yssledovaniya po uvlazhneniyu selskokhoziaistvennykh kultur na osushaemykh zemliakh v Tsentralnoi Nechernozemnoi zone. *Uvlazhnenye osushaemykh zemel*. Moskva : Kolos, 1974. S. 48–61. **6.** Maslov B. S., Stankevych V. S., Chernenok V. Ya. Osushytelno-uvlazhnytelnye systemy. Moskva : Kolos, 1981. 280 s. **7.** Murashko A. Y., Sapozhnykov E. H. Zashchyta drenazha ot zayleniya. Mynsk : Uradzhai, 1978. 167 s. **8.** Rokochynskiy A. M., Koptiuk R. M., Volk P. P. Efektyvnist roboty drenazhu ta obgruntuvannia yoho parametriv pry hlybokomu rozpshenni gruntu. *Visnyk NUVHP. Tekhnichni nauky*. Rivne : NUVHP, 2015. Vyp. 3(71). S. 286–291. **9.** Chernenok V. Ya., Brusylovskiy Sh. Y. Hlubokoe rykhlenye osushaemykh tiazhelykh pochv. M. : Kolos, 1983. 63 s. **10.** Shkynkys Ts. N. Hydrolohycheskoe deistvye drenazha. L. : Hydrometeoyzdat, 1981. 309 s. **11.** Vouns E. The hidraulic effect of filter materials around goppv nonideal field drains. *Agr. Water Manag.* 1980. Vol. 3(1). P. 17–34. **12.** Koptyuk R. Drainage Systems Project Development Taking Into Account Drained Lands Topography. *Handbook of Research on Improving the Natural and Ecological Conditions of the Polesie Zone / A. Rokochinskiy, L. Kuzmych, & P. Volk Eds.* 2023. Pp. 167–179. URL: <https://doi.org/10.4018/978-1-K> (data zvernennia: 02.03.2024).

Turcheniuk V. O., Doktor of Enginetring, Professor, Koptiuk R. M., Candidate of Enginetring (Ph.D.), Voitsekhovych N. V., Post-graduate Student (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

INFLUENCE OF TERRAIN ON THE EFFICIENCY OF WATER REGULATION ON DRAINED LANDS

The results of the assessment of the nature and degree of influence of the developed topography on drained lands on the

effectiveness of water regulation measures are presented. The question of taking into account the peculiarities of the terrain during the design and reconstruction of drying and humidification systems and determining the parameters of the elements of the regulating and conducting network is considered. Proposed engineering and agromelioration measures to ensure the optimal water-air regime of soils on drained lands, taking into account the features of the terrain.

***Keywords:* relief; drying-humidification system; regulatory and conducting network.**