

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201902-205>

Available at (PDF): <http://mivg.iwvim.com.ua/index.php/mivg/article/view/205>

УДК 631.67:626.86

ПІДСУМКИ НАТУРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ ІНЖЕНЕРНОГО ДРЕНАЖУ

Д.П. Савчук¹, канд. техн. наук, О.А. Бабіцька², канд. техн. наук, О.І. Харламов³,
І.В. Котикович⁴, Д.П. Землянська⁵, Р.П. Боженко⁶, О.М. Беліков⁷, О.О. Медведєва⁸

¹ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-7672-3251>; e-mail: savchuk.igim@gmail.com

² Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-9387-5943>; e-mail: helena-babitska@ukr.net

³ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-9019-3445>; e-mail: lharlam911@gmail.com

⁴ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-1492-3557>; e-mail: ikotykovych@gmail.com

⁵ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0001-6882-5090>; e-mail: darya.zemlanika@gmail.com

⁶ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0003-3661-8120>; e-mail: ruslana_lp@ukr.net

⁷ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0002-6725-5978>; e-mail: frankinstejn2018@gmail.com

⁸ Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна;
<https://orcid.org/0000-0003-3575-0592>; e-mail: mdvdv_olga@ukr.net

Анотація. Інженерний дренаж служить важливим елементом системи захисту території від шкідливої дії вод, забезпечуючи ведення агропромислового виробництва, безпеку життєдіяльності населення, запобігання розвитку процесів затоплення, підтоплення, засолення тощо. Розглянуто результати натурних досліджень горизонтального та вертикального типів дренажу для подальшого їх використання при проєктуванні. За результатами досліджень встановлено умови функціонування дренажних систем, генезис та причини розвитку процесів підтоплення, закономірності глибин залягання та динаміки коливання РГВ на ділянках дренажу та прилеглих територіях. Визначено ефективність дренажу у складних природних і водогосподарських умовах на основних зрошувальних системах та низці населених пунктів. Встановлено, що в умовах слабостічного та безстічного рельєфу місцевості з найбільшою ефективністю працювали системи закритого горизонтального дренажу із закладанням колекторів на глибину до 7,5 м та самопливним водовідведенням. Такі дренажні системи забезпечували стабілізацію ґрунтових вод на глибинах 3–4 м і більше за рахунок роботи колекторів глибокого закладання без задіяння менш глибоких польових дрен. За результатами розкопок встановлено, що високій ефективності горизонтального дренажу сприяло застосування геотекстильних дренажних фільтрів, які не допускали критичного замулення та проникнення кореневої системи у порожнину труб. Ефективність вертикального дренажу залежала від режиму його експлуатації та технічного стану водозабірних свердловин і насосно-силового устаткування. Вертикальний дренаж вимагає вжиття додаткових заходів захисту території від затоплення і підтоплення – улаштування горизонтального дренажу, розвитку колекторної мережі, використання свердловин для відведення поверхневих і дренажних вод.

Ключові слова: натурні дослідження, горизонтальний і вертикальний дренаж, рівень ґрунтових вод, підтоплення, затоплення, замулення.

Постановка питання. У зоні ризикованого землеробства отримання стабільних високих врожаїв та сталий розвиток агропромислового комплексу практично неможливі без зрошення та дренажу [12; 17]. Відомо, що зрошення відноситься до одного з потужних антропогенних чинників, які сприяють розвитку процесів підтоплення. Найбільш ефективним засобом запобігання підтоплення на фоні зрошення є інженерний дренаж [6; 8; 10].

Істотне відновлення зрошення та дренажу, яке передбачається у південних областях «Стратегією зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року», забезпечить одночасне регулювання водного режиму ґрунтів без регіонального підйому рівнів ґрунтових вод (РГВ) та збільшення площ підтоплення.

Експлуатація дренажу протягом останніх 30 років довела його ефективну роботу, істотний потенціал і можливість подальшого

використання. До того ж, труднощі в роботі спостерігались переважно на системах електрифікованого дренажу. Так, наприклад, у Херсонській області при наявності 924 свердловин вертикального дренажу та 119 дренажних насосних станцій горизонтального дренажу продуктивно працює лише близько 10–15%. Крім того, проектний термін експлуатації більшості дренажу вичерпується або перевищує норму.

При проектуванні дренажу, обґрунтуванні його схем, типів та параметрів важлива роль належить результатам натурних досліджень, які набули значного розвитку і широко використовуються на об'єктах меліорації і водного господарства [6; 7; 10; 11].

Метою роботи є встановлення результатів натурних досліджень інженерного дренажу в зоні зрошуваного землеробства для подальшого їх використання при проектуванні.

Методика та об'єкти досліджень. Натурні дослідження дренажу проводили на дослідно-виробничих ділянках (ДВД), які розташовані на сільськогосподарських угіддях та у населених пунктах на Північно-Кримській, Татарбунарській, Інгулецькій, Каховській та Північно-Рогачицькій зрошувальних системах (рис. 1).

Дослідження охоплюють період 1990–2019 років, який до 1995 р. характеризувався

стабільністю регулярного зрошення, а після 1995 р. – його недостатністю, коли водоподача на зрошуваних масивах зменшилась приблизно у 2,7 рази [13]. Для дослідження відібрано ділянки горизонтального та вертикального дренажу, основні показники і параметри якого представлені в таблиці 1.

На горизонтальному дренажі розглядалися системи з глибокими самопливними колекторами та дренажними насосними станціями, на вертикальному – із лінійною та систематичною схемами розміщення свердловин.

Дані багаторічних режимних спостережень за РГВ опрацьовували та аналізували за період тривалістю 5–45 років. Встановлювали фактичні глибини залягання, закономірності та динаміку коливання РГВ. Фактичні глибини залягання РГВ порівнювали з критичними глибинами, які приймали за нормативними документами: для сільських населених пунктів – 2,0 м, для масивів зрошення – 1,5–2,5 м [2; 10; 12]. Вважали, що горизонтальний дренаж включається в роботу при перевищенні РГВ глибини закладання колекторів та дрен. Стан замулення дренажу встановлювали шляхом розкопок дренажних трубопроводів на зрошуваних землях у гумідній зоні (Київська область).

Результати досліджень. Функціонування дренажу на ділянках дослідження

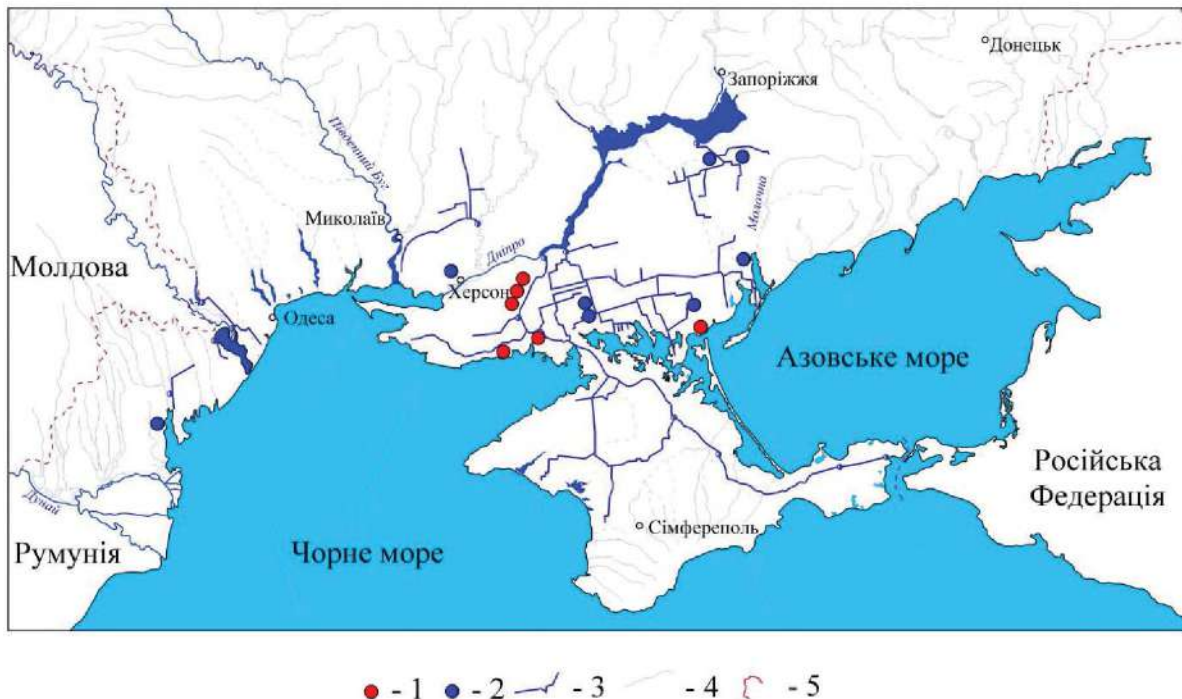


Рис. 1. Географічна концентрація ділянок дослідного дренажу в південних областях України:
1 – вертикальний дренаж; 2 – горизонтальний дренаж;
3 – магістральні та розподільчі зрошувальні канали; 4 – річки; 5 – межі держави

1. Основні характеристики і параметри дренажу

Район, населений пункт	Спосіб та техніка поливу	Площа дренажу, га	Площа безстічних знижень, га	Питома протяжність, м/га		Відстань між дренами (свердловинами), м	Глибина закладання, м	
				колекторів	дрен		колекторів	дрен
ВЕРТИКАЛЬНИЙ ДРЕНАЖ								
Зона зрошення Північно-Кримського каналу. Херсонська область								
смт Нова Маячка	бороздкове краплинне	1967	1967	-	-	500-1000	20-60*	
с. Подо-Калинівка	бороздкове краплинне	720	720	-	-	500-1000	65*	
с. Тарасівка	бороздкове краплинне	400	400	-	-	440-1500	60*	
смт Каланчак	бороздкове краплинне	683	0	-	-	500-1000	40-50*	
м. Скадовськ	бороздкове краплинне	725	725	-	-	300-500	48-52*	
м. Генічеськ	бороздкове краплинне	974	974	-	-	900-1250	46*	
ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ ДРЕНАЖ								
Каховська зрошувальна система. Херсонська, Запорізька області								
с. Хрестівка	бороздкове краплинне	125	0	9,8	52,0	50-100	4,5	2,9
Чаплинський район	ДМ «Фрегат»	1840	322	12,6	43,0	200	5,1	2,9
Генічеський район	ДМ «Фрегат»	4260	2035	9,6	51,8	150-220	3,8	2,8
Якимівський район	ДМ «Фрегат»	550	550	15,8	82,0	90-220	5,3	3,0
Північно-Рогачицька зрошувальна система. Запорізька область								
Василівський район	ДДА-100МА	132	16	24,4	24,8	220-440	3,7	3,1
Михайлівський район	ДДА-100МА	2654	1050	15,0	29,3	300	6,0	3,25
Ігулецька зрошувальна система. Херсонська область								
Білозерський район	ДДА-100МА	193	100	19,0	55,0	150-180	4,0	2,0
Татарбунарська зрошувальна система. Одеська область								
Кілійський район	ДДА-100МА	300	0	15,0	38,2	200	4,0	3,5

* глибина свердловин вертикального дренажу

характеризується складними геоморфологічними та гідрогеологічними умовами. Рельєф місцевості рівнинний, поширені слабостічні та безстічні території, степові блюдця, поди, балки і малі річки. Геоморфологічні умови стали головною детермінантою глибокого закладання колекторів.

У районі дослідження дренаж працює в умовах зрошення сільськогосподарських угідь і присадибних ділянок. Поливна вода подається за допомогою розвиненої мережі магістральних і розподільчих каналів. Техніка поливу представлена дощувальними машинами фронтальної і кругової дії типу ДДА-100МА, ДФ «Дніпро», ДМ «Фрегат», ДМ «Reinke», ДМ «Valley», ДМ «Zimatic». У населених пунктах та на їх околицях на присадибних ділянках застосовується бороздковий полив, а останнім часом – краплинне зрошення.

Безстічність та слабка природна дренажність, тривале функціонування зрошувальних систем, регулярне зрошення земель та поливи присадибних ділянок зумовили регіональний підйом РГВ та формування осередків підтоплення на ділянках підвищеного водонадходження: приканальних зонах, районах гідрантів дощувальних машин та пониженнях місцевості. Після початку зрошення щорічна швидкість підйому рівнів ґрунтових вод складала 0,5–2,0 м, зокрема на Ігулецькому зрошуваному масиві з ДДА-100МА – 0,65–1,20 м, на Каховській зрошувальній системі з ДМ «Фрегат» – 0,8 м [4; 6; 18].

Причинами підтоплення територій став комплекс природних, антропогенних та природно-антропогенних факторів, основними з яких є аномальні опади, особливості рельєфу, слабка стічність територій, регулярне зрошення

земель, підпори води у ставках і водосховищах, втрати із водонесучих комунікацій, перекриття природних стоків штучними насипами, висока розораність земель, замулення малих річок, засипання ярів [10; 15].

За результатами досліджень встановлено, що закритий горизонтальний дренаж це високоефективний засіб стримування підйому і стабілізації РГВ та розвитку процесів підтоплення. При самопливному водовідведенні такий дренаж не потребує значного обслуговування і працює десятиріччями. Зменшення його ефективності зумовлювали нестійка робота дренажних насосних станцій, недостатня експлуатація, відсутність ефективних систем відведення поверхневого стоку.

Особливо ефективно працювали системи горизонтального дренажу із самопливним водовідведенням та глибиною закладання колекторів до 7,5 м. Такий дренаж забезпечував підтримання РГВ на глибинах 3–4 м і більше, що сприяло формуванню на масивах зрошення автоморфного режиму ґрунтоутворення (рис. 2) [4; 16]. На колекторах спостерігався інтенсивний та практично безперервний дренажний стік. До того ж більшість дренажних труб переважно не мали стоку, а працюючі дрени щорічно залишались сухими близько 80% часу, що свідчить про значні резерви і профілактичну роль дренажу [4]. Водночас, на фоні дренажу у період інтенсивних опадів і зрошення у місцях штучного перекриття природних стоків та на днищах безстічних знижень формувалися локальні зони затоплення.

Результати дослідження дренажу з глибокими колекторами засвідчили доцільність підвищення водоприймальної здатності

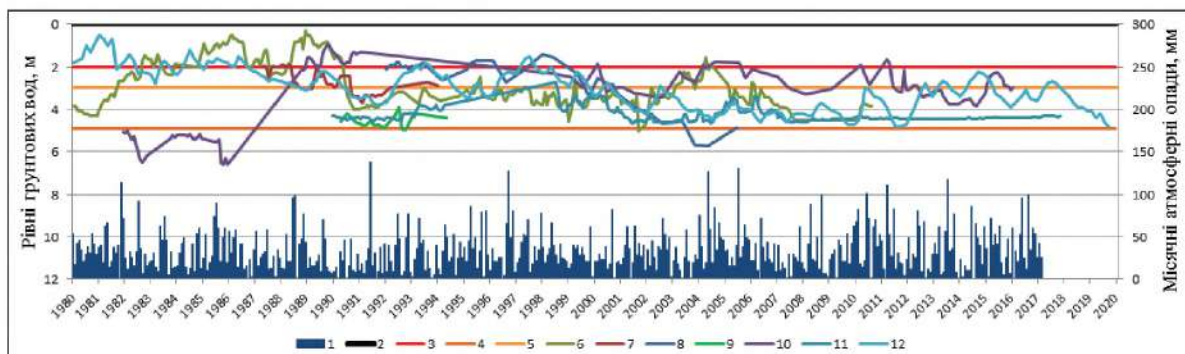


Рис. 2. Глибини залягання рівнів ґрунтових вод на ділянках з горизонтальним дренажем: 1 – атмосферні опади; 2 – поверхня землі; 3 – критична глибина РГВ; 4 – лінія глибини закладання колекторів; 5 – лінія глибини закладання дренажів; ділянки дренажу Херсонської області: 6 – Білозерський район; 7 – Чаплинський район с. Хрестівка; 8 – Чаплинський район; 9 – Новотроїцький район; 10 – Генічеський район; Запорізької області: 11 – Михайлівський район; Одеської області; 12 – Кілійський район

колекторів, улаштування вибіркового дренажу, обладнання шлюкерів (водопоглиначів) на дренах у зонах можливого затоплення, удосконалення технології будівництва глибокого дренажу, забезпечення самопливного водовідведення на існуючих і нових системах.

За результатами розкопок на осушувально-зрошувальних, а також на осушувально-зволожувальних системах у гумідній зоні встановлено задовільний стан гончарного та пластмасового дренажу з тонкими фільтрами з нетканих волокнистих матеріалів після тривалої експлуатації (таблиця 2) [9]. Міцність труб відповідає стандартним значенням. Висота замулення дренажних труб на сільськогосподарських угіддях не перевищувала 3-5 мм. У фруктовому саду при глибині закладання дрен 1,8 м спостерігались епізодичні проникнення тонких ниток кореневої системи дерев у пластмасові спіралезвиті ПВХ труби діаметром 100 мм із суцільним дренажним фільтром із скловолкна у 6 шарів. Проте цілком замулювались дренажні гирла, які розташовані на осушувальних каналах, що практично виключає дрени з роботи. Це вимагає очищення відкритих каналів від замулення та заростання їх днища, відновлення водоприймачів та забезпечення безперешкодного стоку.

Вертикальний дренаж в умовах добре проникних ґрунтів поверхневої товщі забезпе-

чував ефективний захист територій від підтоплення як з площадним, так і лінійним розміщенням свердловин. Ґрунтові води залягали переважно нижче критичних глибин (рис. 3). Водночас, у період недостатньої роботи дренажу під час інтенсивних опадів та сніготанення у межах безстічних знижень формувались стійкі зони підтоплення та затоплення. У цей період спостерігалась позитивна тенденція підйому РГВ зі швидкістю 2-4 см/рік.

Вертикальний дренаж в умовах менш водопроникних ґрунтів поверхневої товщі з лінійною схемою розташування свердловин виявився недостатньо ефективним, незважаючи на безперервний багаторічний період функціонування [14].

На фоні вертикального дренажу масштабні підтоплення і затоплення територій фіксувались у 1980–1981, 1984–1985, у червні 1986 р., у червні 1989, у січні 1998, у березні 2005, у березні і червні 2010, у червні-липні 2015, у липні 2018, у квітні та червні 2019 р. Надзвичайні підтоплення виникали у 1998, 2005, 2010, 2015, 2019 роках [15, 18]. Останнім часом ризики затоплення зросли до 3-4 разів на 10 років [18].

Результати натурних досліджень засвідчили доцільність доповнення вертикального дренажу горизонтальним, який дозволить акумулювати поверхневі води та знизити рівні ґрунтових вод у верхній товщі ґрунтів. При цьому для водовідведення доцільно задіяти

2. Результати розкопок дренажу різних конструкцій

Район розкопок	Рік розкопок	Термін експлуатації, років	Зовнішній стан та замулення дренажних труб і фільтрів		
Ірпінь	2014	40			
Гатне	2009	21			
Чабани, Новосілки	2011	25			
Небелиця	2015	25			

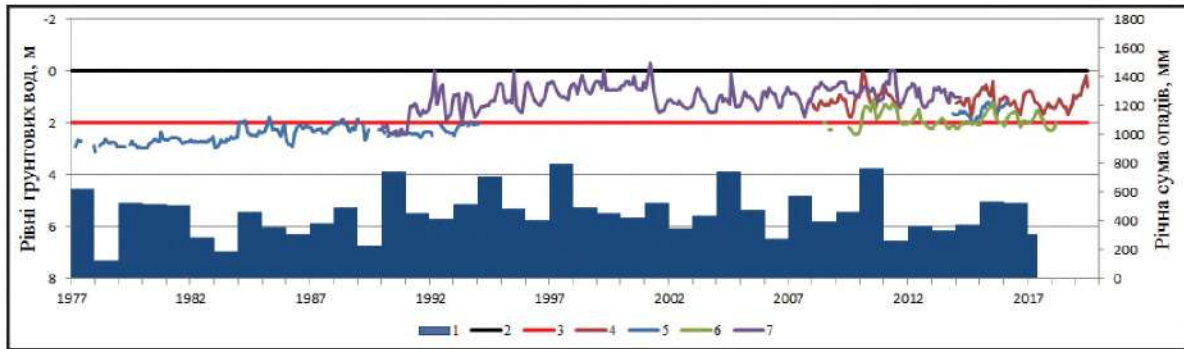


Рис. 3. Глибини залягання рівнів ґрунтових вод на ділянках вертикального дренажу: 1 – атмосферні опади; 2 – поверхня землі; 3 – критична глибина; 4 – смт Нова Маячка; 5 – с. Подо-Калинівка; 6 – с. Тарасівка; 7 – смт Каланчак

свердловини і напірні трубопроводи системи вертикального дренажу. В умовах неглибокого залягання напірного водоносного горизонту потрібне влаштування комбінованого дренажу із самовиливними свердловинами, які забезпечать розвантаження пліоценового водоносного горизонту. На масивах захисту з вертикальним дренажем необхідно влаштовувати мережу самопливних колекторів для забезпечення відведення поверхневого стоку та підвищення природної дренажності території.

Висновки. Натурні дослідження дренажу становлять цінний фактичний матеріал, який дозволяє узагальнити, систематизувати і накопичити досвід функціонування дренажних систем у складних природних і водогосподарських умовах, встановити оптимальні схеми, параметри і конструкції, підвищити рівень проектних рішень, забезпечити надійність та обґрунтувати подовження експлуатації об'єктів, стати підґрунтям для апробації теоретичних розробок та пошуку нових рішень.

За результатом натурних досліджень встановлено високу ефективність закритого горизонтального дренажу з глибоким закладанням колекторів на слабостічних і безстічних територіях. Заглиблення колекторів до 7,5 м дозволяє збільшити природну дренажність території та зменшити питому протяжність польових дрен.

Вертикальний дренаж служить потужним засобом регулювання режиму ґрунтових вод та захисту територій від підтоплення за умови забезпечення стабільної його експлуатації, але залишається практично неспроможним впливати на процеси затоплення безстічних знижень, розташованих у зоні його впливу у періоди випадіння інтенсивних опадів та сніготанення. Для ліквідації осередків затоплення та підвищення дренажності територій в регіональному плані необхідне підсилення вертикального дренажу горизонтальним, використання водопонижуючих свердловин для водовідведення, розвиток колекторної мережі.

Бібліографія

1. Бахтіярова Л.І. Причини та наслідки меліорації в північному Причорномор'ї: дренажні системи // Вісник Одеського національного університету: Географічні та геологічні науки. 2014. Вип. 2. С. 80–100.
2. ВСН 33-2.2.03-86. Мелиоративные системы и сооружения. Дренаж на орошаемых землях. Нормы проектирования. Москва. 1987. 115 с.
3. Демченко О. [Бабіцька О.] Ефективність вертикального дренажу щодо захисту від підтоплення населених пунктів та сільськогосподарських угідь в Херсонській області // Водне господарство України. 2007. № 6. С. 32–37.
4. Демченко О. [Бабіцька О.] Ефективність систем самопливного закритого горизонтального дренажу в зоні зрошуваного землеробства // Водне господарство України. 2007. № 3. С. 43–49.
5. Дренаж с волокнистыми фильтрами для защиты территорий от подтопления / Пивовар Н.Г. и др. Киев: Институт гидромеханики НАНУ, 2000. 332 с.
6. Дренажные системы в зоне орошения / Бугай Н.Г. и др.; ред. А.Я. Олейника. Київ: Урожай, 1986. 192 с.
7. ДСТУ-Н Б В.1.1-38:2016. Національний стандарт України. Настанова щодо інженерного захисту територій, будівель і споруд від підтоплення та затоплення. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2017. 203 с.

8. Лисконов А.Т., Бредихин Н.Н., Савчук Д.П. Закрытый дренаж при орошении. Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1992. 288 с.
9. Малуго В.В. Подтопление и дренаж в лесостепной зоне Украины // Мелиорация. Минск. 2013. №2. С. 29–39.
10. Методические рекомендации по расчетам защиты территорий от подтопления в зоне орошения / Олейник А.Я. и др. Киев: Минводхоз УССР, Институт Гидромеханики АН УССР, Укргипроводхоз, 1986. 392 с.
11. Натурные исследования – основа технических решений и прогнозов в мелиорации / Л.Г. Балаев и др. // Гидротехника и мелиорация. 1978. № 1. С. 2-6.
12. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / Ред.кол: М.В. Зубець та ін. – Київ: Аграрна наука. 2004. 844 с.
13. Оцінка сучасного гідрогеолого-меліоративного стану земель Каховського зрошуваного масиву / Морозов О.В. та ін. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 2. 2014. С. 103–111.
14. Річка Каланчак і шляхи її екологічного оздоровлення / Ромашенко М.І. та ін. Київ. 2016. 92 с.
15. Ромашенко М.І., Савчук Д.П. Підтоплення Півдня України: причини та запобіжні заходи // Водне господарство України. 1998. № 5-6. С. 6–12.
16. Савчук Д.П., Харламов О.І., Котикович І.В. Ефективність закритого горизонтального дренажу на фоні зрошення ДМ «Фрегат» // Меліорація і водне господарство. 2018. Вип. 1(107). С. 30–36.
17. Стратегія зрошення та дренажу в Україні на період до 2030 року від 14 серпня 2019 р. №688-р. // Урядовий кур'єр. 2019. № 170, 6 вересня. С. 13–14.
18. Харламов О.І. Ризики підтоплення та шляхи їх зменшення в зоні зрошення Північно-Кримського каналу // Меліорація і водне господарство. 2018. Вип. 2(108). С. 47–51.

References

1. Bakhtiarova, L.I. (2014). Prychyny ta naslidky melioratsii v pivnichnomu Prychomomor'i: drenazhni systemy [Causes and effects of reclamation in the northern Black Sea: drainage systems]. Visnyk Odeskoho natsionalnoho universytetu: Heohrafichni ta heolohichni nauky, 2. [in Ukrainian].
2. Meliorativnyye sistemy i sooruzheniya. Drenazh na oroshayemykh zemlyakh. Normy proyektirovaniya. (1987). [Reclamation systems and facilities. Drainage on irrigated lands. Design Standards]. VSN 33-2.2.03-86. Moskva. [in Russian].
3. Demchenko, O. [Babitska, O.]. (2007). Efektyvnist' vertykal'noho drenazhu shchodo zakhystu vid pidtoplennya naselenykh punktiv ta sil's'kohospodars'kykh uhid' v Khersons'kiy oblasti [Efficiency of vertical drainage on protection against flooding of settlements and agricultural lands in Kherson region]. Kiyv. Vodne gospodarstvo Ukrainu, 6, 32–37. [in Ukrainian].
4. Demchenko, O. [Babitska, O.]. (2007). Efektyvnist' system samoplyvnoho zakrytoho horyzontal'noho drenazhu v zoni zroshuvanoho zemlerobstva. [Efficiency of self-flowing closed horizontal drainage systems in irrigated agriculture]. Kiyv. Vodne gospodarstvo Ukrainu, 3, 43–49. [in Ukrainian].
5. Pyvovar, N.H., Bugai, N.H., & Frydrykhson, V.L. (2000). Drenazh s voloknystumy fyl'tramy dlia zashchytu terrytorii ot podtoplennya [Drainage with fibrous filters to protect the territories from flooding]. Kiev: Instytut hydromekhaniky NANU. [in Russian].
6. Bygai, N.G., Vinogradov, S.G., & Vnychkov, V.V. et al. (1987). Drenazhnye sistemy v zone orosheniya. [Drainage systems in the irrigation zone]. Kyiv: Urozhay. [in Russian].
7. Nastanova shchodo inzhenerного zakhystu terytorii, budivel' i sporud vid pidtoplennya ta zatoplennya. (2017). [Guidelines engineering protection of the territory, building and structure from water logging and flooding]. DSTU-N B V.1.1-38:2016. Natsionalnyi standart Ukrainy. Kyiv: DP UkrNDNTS.
8. Lyskonov, A.T., Bredykhyn, N.N., & Savchuk, D.P. (1992). Zakrytyy drenazh pri oroshenii. [Closed drainage during irrigation]. Krasnodar. [in Russian].
9. Maluyga, V.V. (2013). Podtoplennye i drenazh v lesostepnoy zone Ukrainy. [Flooding and drainage in the forest-steppe zone of Ukraine]. Minsk. Melioracia, 29-39.[in Russian].
10. Oleunik, A.Ia. et al. (1986). Metodicheskie rekomendacii po raschetam zashchitu terrytorii ot podtoplennya v zone orosheniya. [Methodical recommendations on calculations of protection of territories from flooding in the irrigation zone]. Kyiv: Minvodhoz USSR, Instytut Gidromekhaniki AN USSR. Ukrgiprovodkhoz. [in Russian].
11. Balaev, L.G. et al. (1978). Naturnyye issledovaniya – osnova tekhnicheskikh resheniy i prognozov v melioratsii. [Field studies - the basis of technical solutions and forecasts in land reclamation]. Gidrotehnika i melioraciya, 1. [in Russian].

12. Zubets', M.V. et al. (2004). Naukovi osnovy ahropromyslovoho vyrobnytstva v zoni Stepu Ukrayiny [Scientific bases of agro-industrial production in the steppe zone of Ukraine]. Kyiv: Agrarna nauka. [in Ukrainian].

13. Morozov O.V., Bidnuna I.O., Morozov V.V., Naydenov V.G. (2014). Otsinka sychasnogo gidrogeologo-meliorativnogo stany zemel' Kakhovs'kogo zroshyvanogo masivu. [Estimation of modern hydrogeological and reclamation state of the Kakhovskaya irrigated land]. Visnik agrarnoi nauky Pruchornomoria, 2, 103–111. [in Ukrainian].

14. Romashchenko, M.I., Savchuk, D.P. Shevchenko, A.M., Babitska, O.A., Danilenko, Yu.Yu., Bozhenko, R.P., Riabtsev, M.P., & Shevchuk, V.V. Richka Kalanchak i shlyahy yii ekologichnogo ozdorovlenya [River Kalanchak and its ecological recovery ways]. Kyiv. [in Ukrainian].

15. Romashchenko, M.I., & Savchuk, D.P. (1998). Pidtoplennia Pivdnia Ukrainy: prychny ta zapobizhni zakhody [Flooding of the South of Ukraine: Causes and Precautions]. Kyiv. Vodne gospodarstvo Ukrainu, 5-6. [in Ukrainian].

16. Savchuk, D.P., Kharlamov, O.I., & Kotykovych, I.V. (2018). Efektyvnist' zakrytoho horyzontal'noho drenazhu na foni zroshennya DM «Frehat». [Effectiveness of closed horizontal drainage on the background of irrigation by the SM «Fregat». Melioraciya i vodne gospodarstvo, 107. [in Ukrainian].

17. Stratehiia zroshennia ta drenazhu v Ukraini na period do 2030 roku [Irrigation and drainage strategy in Ukraine until 2030.]. Skhvaleno rozporiadzhenniam Kabinetu Ministriv Ukrainy № 688-p. (2019, August 14). Uriadovi kurier, 170. Retrieved from: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/688-2019-%D1%80> [In Ukrainian].

18. Kharlamov, O.I. (2018). Ryzky pidtoplennya ta shlyakhy yikh zmenshennya v zoni zroshennya Pivnichno-Kryms'koho kanalu [Chance of flooding and way of their decrease in a zone of an irrigation of the North Crimean canal]. Melioraciia i vodne gospodarstvo, 108. [in Ukrainian].

Д.П. Савчук, Е.А. Бабицкая, А.И. Харламов, И.В. Котикович, Д.П. Землянская, Р.П. Боженко, А.Н.Беликов, О.О. Медведева

Итоги натурных исследований эффективности инженерного дренажа

Аннотация. Инженерный дренаж служит важным элементом системы защиты территорий от вредного воздействия воды, который обеспечивает ведение агропромышленного производства, безопасность жизнедеятельности населения, препятствует развитию процессов затопления, подтопления, засоления и прочее. Рассмотрены результаты натурных исследований горизонтального и вертикального типов дренажа для дальнейшего их использования при проектировании. По результатам исследований установлены условия функционирования дренажных систем, генезис и причины развития процессов подтопления, закономерности глубин залегания и динамики колебания уровней грунтовых вод на участках дренажа и прилегающих территориях. Определена эффективность дренажа в сложных природных и водохозяйственных условиях на основных орошаемых системах и в ряде населенных пунктов. Определено, что в условиях слабосточного и безсточного рельефа местности с наибольшей эффективностью работали системы закрытого горизонтального дренажа с заложением коллекторов на глубину до 7,5 м и самотечным водоотведением. Такие дренажные системы обеспечивали стабилизацию грунтовых вод на глубинах 3–4 м и более за счет работы коллекторов глубокого заложения без задействования менее глубоких полевых дрен. По результатам раскопок определено, что высокой эффективности горизонтального дренажа способствовало использование геотекстильных дренажных фильтров, которые не допускали критического заиливания и проникновения корневой системы в полости труб. Эффективность вертикального дренажа зависела от режима его работы и технического состояния водозаборных скважин и насосно-силового оборудования. Вертикальный дренаж требует внедрения дополнительных мероприятий защиты территории от затопления и подтопления – устройства горизонтального дренажа, развития коллекторной сети, использования скважин для отведения поверхностных и дренажных вод.

Ключевые слова: натурные исследования, горизонтальный и вертикальный дренаж, уровень грунтовых вод, подтопление, затопление, заиливание.

D.P. Savchuk, O.A. Babitska, O.I. Kharlamov, I.V. Kotikovych, D.P. Zemlyanska, R.P. Bozhenko, O.M. Belikov, O.O. Miedviedieva

Results of field observations of engineering drainage efficiency

Abstract. Engineering drainage is an important element of the system of territory protection against the harmful effects of water, ensuring agro-industrial production, population safety, prevention of the development of flooding, salinization, etc. The results of field observations on horizontal and vertical types of drainage in view of their further use when designing were studied. Based on the results of the research, the

conditions of the drainage systems functioning, the genesis and the reasons of flooding development, the features of the depth of and the dynamics of ground water table fluctuations in the drainage areas and the adjacent territories were specified. The efficiency of drainage in difficult natural and water management conditions on main irrigation systems and in a number of settlements was determined. It was found out that in the conditions of low drained and drainless land topography, closed horizontal drainage systems with the laying of the collector drains to a depth of 7.5 m and gravity drainage operated with the highest efficiency. Such drainage systems provided groundwater stabilization at depths of 3-4 m or more due to the operation of deep-laying collectors without the involvement of less deep field drains. The excavation revealed that high efficiency of horizontal drainage was facilitated by the use of geotextile drainage filters, which avoided critical siltation and penetration of root systems into the pipe cavity. The efficiency of vertical drainage was dependent on the mode of its operation and the technical condition of water wells and pumping power equipment. Vertical drainage requires the implementation of additional measures to protect the areas against flooding – laying of horizontal drainage, development of the collector network, use of water wells for collecting surface and drainage water.

Key words: *field observations, horizontal and vertical drainage, groundwater table, flooding, siltation.*