
ГІДРОТЕХНІЧНЕ БУДІВНИЦТВО, ВОДНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ВОДНІ ТЕХНОЛОГІЇ

HYDRAULIC CONSTRUCTION,
WATER ENGINEERING AND WATER TECHNOLOGIES

УДК 631.6

DOI <https://doi.org/10.32782/tnv-tech.2024.1.24>

АНАЛІЗ ДЕФІЦИТУ ВОЛОГИ В КОНТЕКСТІ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН ТА ВПЛИВ НА ПІДТОПЛЕННЯ ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Волошин М. М. – кандидат технічних наук,
доцент кафедри гідротехнічного будівництва, водної та електричної інженерії
Херсонського державного аграрно-економічного університету
ORCID ID: 0000-0003-0467-1963

У статті наведено аналіз зміни дефіциту вологи Херсонської області з використанням даних метеостанцій Асканія-Нова, Велика Олександрівка, Херсон, Нова-Каховка, Нижні Сірогози, Хорли за період спостереження із 1955 року по 2022 рік. Представлено короткий опис території Херсонської області з погляду кліматичних змін. На схемі карти Херсонської області наведено розміщення приведених метеостанцій. Проведено опис кліматичних змін із зазначенням температурних градієнтів по Херсонській області. Коротко представлено інформацію стосовно зміни клімату на території України із зазначенням тенденції в цілому. Представлено природного чинника підтоплення території Херсонської області – сезонна нерівномірність випадання опадів. Наведено розподілення опадів на протязі року як по кількості, так і по інтенсивності. Визначено що, найбільше зростання кількості опадів спостерігається в зоні спостереження метеостанцій Херсон та Велика Олександрівка, трохи менше зростання в зоні спостереження метеостанцій Нова-Каховка та Нижні Сірогози, дуже незначно зросла кількість опадів в зоні спостереження метеостанцій Асканія-Нова та Хорли. Виконано аналіз багаторічної динаміки опадів здійснювався за такі періоди: 1955–1975 рр., 1976–1995 рр., 1996–2022 рр. Враховуючи проведений аналіз та розташування метеостанцій, є підстави говорити, що вагомою причиною підтоплення в зоні охоплення метеостанціями Херсон (західна частина Херсонської області) та Велика Олександрівка (північно-західна частина Херсонської області) виступає саме природний фактор – збільшення атмосферних опадів. Враховуючи проведений аналіз та розташування метеостанцій, є підстави говорити, що однією із причин (природних чинників) підтоплення в зоні охоплення метеостанціями Нова Каховка та Нижні Сірогози в останній період (1996–2022 рр.) також виступає збільшення атмосферних опадів.

Ключові слова: дефіцит вологи, метеостанції, опади, Херсонська область, підтоплення території.

Voloshyn M. M. Analysis of moisture deficit in the context of climate change and its impact on flooding in the Kherson region

The article provides an analysis of changes in the moisture deficit of the Kherson region using data from weather stations Askania-Nova, Velyka Oleksandrivka, Kherson, Nova-Kakhovka, Nizhny Sirogozy, Khorly for the observation period from 1955 to 2022. A brief description of the territory of the Kherson region from the point of view of climatic changes is presented. The map of the Kherson region shows the location of the given weather stations. A description of climatic changes was carried out with the indication of temperature gradients in the Kherson region. Briefly presented information on climate change in the territory of Ukraine with an indication of the general trend. The natural factor of flooding of the territory of the Kherson region is presented – seasonal unevenness of precipitation. The distribution of precipitation throughout the year, both in terms of quantity and intensity, is given. It was determined that the largest increase in the amount of precipitation is observed in the observation area of the Kherson and Velyka Oleksandrivka weather stations, a slightly smaller increase in the observation area of the Nova-Kakhovka and Nizhni Syrogoza weather stations, and a very slight increase in the amount of precipitation in the observation area of the Askania-Nova and Khorly weather stations. The analysis of long-term precipitation dynamics was carried out for the following periods: 1955–1975, 1976–1995, 1996–2022. Taking into account the conducted analysis and the location of weather stations, there is reason to say that the significant cause of flooding in the area covered by the weather stations Kherson (western part of Kherson region) and Velyka Oleksandrivka (north-western part of Kherson region) is precisely the natural factor – an increase in atmospheric precipitation. Taking into account the conducted analysis and the location of weather stations, there is reason to say that one of the reasons (natural factors) of flooding in the area covered by the Nova Kakhovka and Nizhny Sirogozy weather stations in the recent period (1996–2022) is also an increase in atmospheric precipitation.

Key words: *moisture deficit, weather station, precipitation, Kherson region, flooding of the territory.*

Постановка проблеми. Для характеристики кліматичних особливостей об'єкта використані дані метеостанцій Асканія-Нова, Велика Олександрівка, Херсон, Нова-Каховка, Нижні Сірогози, Хорли (рис. 1) та відповідних літературних джерел [1; 2; 3; 4].

По класифікації кліматів Б.П. Алісова та ін. [1] дана територія належить до Чорноморської підобласті атлантико-континентальної степової області. Клімат типово континентальний з високим тепловим ресурсом та недостатнім зволоженням.

Зміна періодів року відбувається поступово без різких коливань температури, середньорічна температура повітря змінювалась від 8,1°C (1976 рік) до 11,4°C (1966 рік), середньобогаторічне її значення – 9,7°C [1].

Самим найхолоднішим місяцем є січень: середньомісячна температура у січні коливалась від -11,2°C (1972 рік) до 1,9°C (1966 рік) і середньобогаторічне значення становить -3,5°C. Тривалість зимового періоду не перевищує 100 діб. Зима нетривала, помірно холодна, м'яка, з частими відлигами. Сніговий покрив з'являється звичайно у листопаді – грудні, характеризується нестійкістю, а сходить у лютому – березні. Висота його не перевищує 5–10 см. Сніг на цій території не є головним джерелом накопичення весняної вологи у ґрунті. Нестійкість температурного режиму обумовлюється частим таненням ґрунтів зимою, що впливає на зволоження ґрунтів зони аерації в зимовий період [1].

Весняне підвищення середньодобової температури вже в березні призводить до повного танення промерзлого шару. Посилення весною випаровування вологи разом з підвищенням температури повітря викликає різке збільшення дефіциту вологи.

Збільшення дефіциту вологи (в середньому до 13,4 мб) свідчить про різку посушливість. Самим теплим місяцем є липень. Середньомісячна температура повітря в липні коливається від 20,50°C (1969 рік) до 24,3°C (1972 рік), середньобогаторічне її значення становить 23,20°C [3].



*Рис. 1. Схема карти Херсонської області та розташування метеостанцій:
1 – м/с Херсон; 2 – м/с Велика Олександрівка; 3 – м/с Асканія-Нова;
4 – м/с Нова Каховка; 5 – м/с Нижні Сірогози; 6 – м/с Хорли*

За ступенем зволоження північна і центральна частини території відносяться до зони недостатнього зволоження з коефіцієнтом зволоження більше 0,5 (для Асканія-Нова – 0,68), а південна (Присіваштя) – до приморської посушливої зони з коефіцієнтом зволоження приблизно 0,4 [3]. Річне значення суми опадів змінювалось від 238,5 мм (1984 рік) до 640,8 мм (1966 рік).

Стан вивчення проблеми. В книзі «Клімат України» сказано, що у середньому в північній півкулі значення приземної температури повітря збільшилася тільки за період з 1961–1990 рр. всього на 0,55°C, а в цілому на земній кулі – на 0,4°C. Зміна річної температури за 100 річний період в Степу складає 0,2–0,3°C у бік потепління. Взимку потепління становить 1,2°C, навесні – 0,8°C, влітку та восени зміни незначні.

За період 1900–2020 рр. річна кількість опадів на території України змінювалась нерівномірно. В окремих регіонах відмічалось збільшення їх кількості на 7–10% (понад 40 мм) від кліматологічної норми, а на решті території – у межах норми. У період максимального глобального потепління клімату майже на всій території України (починаючи з 1975 р.) відмічається зменшення амплітуди коливання опадів з року в рік. Тобто режим зволоження стабілізувався і знаходиться у межах кліматологічної норми.

Відомо, що в якості природного чинника підтоплення наряду з іншими, виступає сезонна нерівномірність випадання опадів, збільшення середньо річних опадів в останні десятиріччя та амплітуди їх випадання в окремі роки [1]. Розподілення опадів на протязі року нерівномірно як по кількості, так і по інтенсивності. Найбільша кількість опадів приходить на посушливі місяці, коли велике випаровування. Літні опади (35–40% від річної суми) випадають у вигляді коротких злив і сильних дощів, часто супроводжуються грозами.

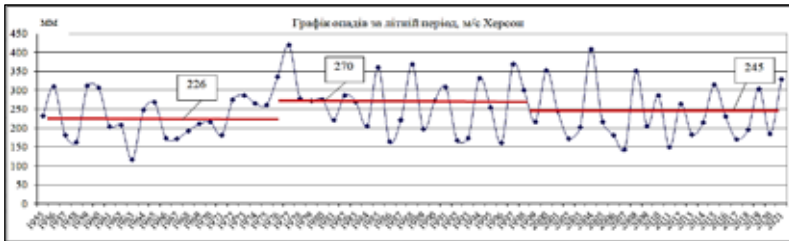
Основною закономірністю просторового розподілу опадів в Україні, зумовленою загальними циркуляційними факторами, є їх зменшення з півночі і північного заходу у напрямі на південь і південний схід [1]. У Херсонській області середньо багаторічна кількість опадів зменшується з північного заходу на південний схід від 450 до 300 мм і менше. На узбережжях морів кількість опадів зменшується до 230 мм [1].

Розподілення опадів на протязі року нерівномірно як по кількості, так і по інтенсивності. Найбільша кількість опадів приходить на посушливі місяці, коли велике випаровування. Літні опади (35–40% від річної суми) випадають у вигляді коротких злив і сильних дощів, часто супроводжуються грозами.

Результати досліджень. Найбільше зростання кількості опадів спостерігається в зоні спостереження метеостанцій Херсон та Велика Олександрівка, трохи менше зростання в зоні спостереження метеостанцій Нова-Каховка та Нижні Сірогози, дуже незначно зросла кількість опадів в зоні спостереження метеостанцій Асканія-Нова та Хорли.



а



б



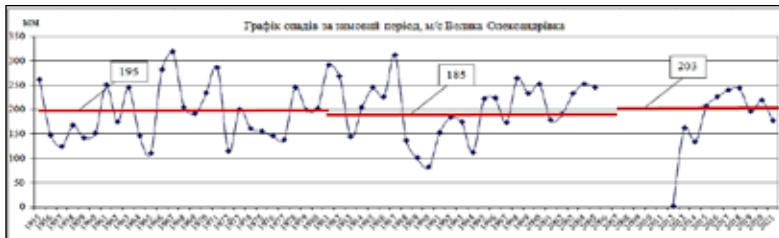
в

Рис. 2. Графік опадів за даними метеостанції Херсон:
а) зимовий період; б) літній період; в) за рік

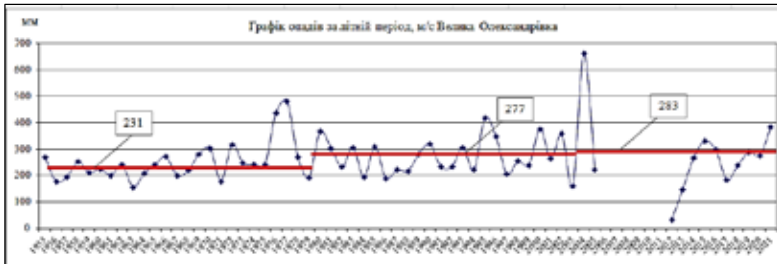
Аналіз багаторічної динаміки опадів метеостанції Херсон та Велика Олександрівка. Аналіз багаторічної динаміки опадів здійснювався за такі періоди: 1955–1975 рр., 1976–1995 рр., 1996–2022 рр.

Порівняння довгострокової сезонної нерівномірності опадів метеостанції Херсон (рис. 2) свідчить про поступове зростання середньої за двадцять років кількості опадів, особливо за останні сорок п'ять років (41 мм), що говорить про поступове збільшення загального природного навантаження. Причому у зимовий період (найбільш загрозливий, щодо поповнення ґрунтових вод атмосферними опадами) загальне збільшення середніх опадів становило 21 мм, в літній період опади зросли на 19 мм.

Цілоком аналогічно було проведено порівняння довгострокової сезонної нерівномірності опадів метеостанції Велика Олександрівка (рис. 3). Аналіз свідчить про поступове зростання кількості опадів (44 мм), що говорить про значне збільшення загального природного навантаження. Причому у зимовий період (найбільш загрозливий, щодо поповнення ґрунтових вод атмосферними опадами) загальне збільшення середніх опадів становило 8 мм, в літній період опади зросли на 48 мм.



а



б



в

Рис. 3. Графік опадів за даними метеостанції Велика Олександрівка: а) зимовий період; б) літній період; в) за рік

Враховуючи проведений аналіз та розташування метеостанцій, є підстави говорити, що вагомою причиною підтоплення в зоні охоплення метеостанціями Херсон (західна частина Херсонської області) та Велика Олександрівка (північно-західна частина Херсонської області) виступає саме природний фактор – збільшення атмосферних опадів. Особливо слід звернути увагу на збільшення амплітуди випадання опадів в літній період у 2005 році, яка перевищує середнє значення на 360 мм, що практично не спостерігалось в попередні роки.

Аналіз багаторічної динаміки опадів метеостанції Нова Каховка та Нижні Сірогози. Порівняння довгострокової сезонної нерівномірності опадів метеостанції Нова Каховка (рис. 4) свідчить про зростання середньорічної кількості опадів з 416 мм у період 1946–1975 роки до 420 мм у 1996–2022 роки. При чому в зимовий період (найбільш загрозливий, щодо поповнення ґрунтових вод атмосферними опадами) загальне збільшення середніх опадів становило 14 мм, а в літній – 24 мм.



а



б



в

Рис. 4. Графік опадів за даними метеостанції Нова Каховка:
а) зимовий період; б) літній період; в) за рік

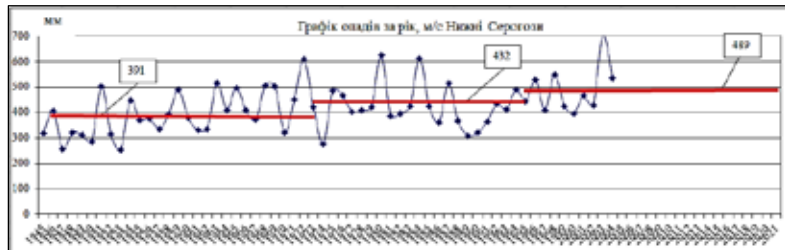
Порівняння довгострокової сезонної нерівномірності опадів за даними метеостанції Нижні Сірогози (рис. 5) свідчить про поступове зростання середньої за сімдесят п'ять років кількості опадів (98 мм), що говорить про незначне збільшення загального природного навантаження. Причому у зимовий період (найбільш загрозливий, щодо поповнення ґрунтових вод атмосферними опадами) загальне збільшення середніх опадів становило 24 мм, у літній період збільшення становило – 54 мм.



а



б



в

Рис. 5. Графік опадів за даними метеостанції Нижні Сірогози:
а) зимовий період; б) літній період; в) за рік

Враховуючи проведений аналіз та розташування метеостанцій, є підстави говорити, що однією із причин (природних чинників) підтоплення в зоні охоплення метеостанціями Нова Каховка та Нижні Сірогози в останній період (1996–2022 рр.) також виступає збільшення атмосферних опадів. При цьому збільшується амплітуда випадання опадів в літній період у 2005 році, яка перевищує середнє значення на 240 мм, що практично не спостерігалось в попередні роки.

Аналіз багаторічної динаміки опадів метеостанції Асканія-Нова та Хорли. Метеостанції Асканія-Нова та Нижні Сірогози знаходиться в Херсонській області, в лівобережній частині р. Дніпро.

Аналіз багаторічної динаміки опадів здійснювався за такі періоди: 1955–1975 рр., 1976–1995 рр., 1996–2022 рр.

Порівняння довгострокової сезонної нерівномірності опадів за даними метеостанції Асканія-Нова (рис. 6) свідчить про незначне зростання середньої за двадцять років кількості опадів (18 мм), що говорить про збільшення загального атмосферного навантаження. Причому у зимовий період (найбільш загрозливий, щодо поповнення ґрунтових вод атмосферними опадами) пройшло незначне (11 мм) зменшення середніх опадів, у літній період збільшення становило – 12 мм.



а



б



в

Рис. 6. Графік опадів за даними метеостанції Асканія-Нова:
а) зимовий період; б) літній період; в) за рік

Аналізуючи порівняння опадів по даних метеостанції Хорли (рис. 7) бачимо, що в період 1976–1995 рр. відбулося зменшення середньої багаторічної кількості опадів на 35 мм. В останній період (1996–2022 рр.) спостерігається зворотній процес (зростання середньої багаторічної кількості опадів на 65 мм). При чому в зимовий період, загальне збільшення середніх опадів по рівнянню з періодом 1976–1995 рр. становило 34 мм, а в літній – 15 мм.



а



б



в

Рис. 7. Графік опадів за даними метеостанції Хорли:
а) зимовий період; б) літній період; в) за рік

Таблиця 1

**Опади зимові, літні та річні по даним шести метеостанцій
Херсонської області за період 1955–2022 рр.**

№	Метеостанції	у міліметрах				у відсотках				середнє за 67 років
		середнє за багато- річчя	1955–1974	1975–1994	1995–2022	середнє за багато- річчя	1955–1974	1975–1994	1995–2022	
Опади за зимовий період										
1	Велика Олександрівка	194	195	185	203	100	100	95	115	101
2	Херсон	170	180	186	201	100	106	109	125	111
3	Нова Каховка	189	184	180	198	100	100	97	114	102
4	Нижні Сірогози	187	178	180	202	100	97	99	111	101

Продовження таблиці 1

5	Асканія Нова	172	177	173	166	100	100	98	97	96
6	Хорли	182	190	158	197	100	101	85	102	95
В середньому по 6 м/с		182	184	177	195	100	100	97	110	101
За 40 років			181				99			
Опади за літній період										
1	Велика Олександрівка	274	231	277	283	100	84	100	114	96
2	Херсон	247	226	270	245	100	106	127	125	118
3	Нова Каховка	233	225	225	249	100	104	104	119	107
4	Нижні Сірогози	244	216	247	270	100	98	113	123	109
5	Асканія Нова	221	219	213	231	100	98	96	105	99
6	Хорли	183	181	176	191	100	98	95	103	98
В середньому по 6 м/с		234	216	235	257	100	96	106	116	104
За 40 років			225				101			
Опади за рік										
1	Велика Олександрівка	456	422	461	486	100	90	97	118	98
2	Херсон	437	409	451	450	100	107	118	126	115
3	Нова Каховка	416	416	412	420	100	104	103	120	107
4	Нижні Сірогози	437	391	432	489	100	97	107	119	105
5	Асканія Нова	398	396	385	414	100	99	96	104	101
6	Хорли	378	380	345	410	100	102	93	110	100
В середньому по 6 м/с		420	402	414	445	100	99	102	116	104
За 40 років			408				110			

Враховуючи проведений аналіз та розташування метеостанцій Асканія-Нова та Хорли є підстави говорити, що невеличке збільшення середньої кількості опадів не в змозі суттєво вплинути на прискорення процесів підтоплення на даній території.

Також були проаналізовані дані по опадах у порівнянні зі середньобогаторічними значеннями по шести метеостанціям (табл. 1), з якої видно, що відхилення опадів від середньобогаторічних значень незначні.

Висновки та пропозиції. 1. Богаторічний аналіз опадів Херсонської області свідчить про збільшення природного навантаження на правобережжі р. Дніпро (метеостанції Херсон, Велика Олександрівка) та на півночі Херсонської області (Нова Каховка, Нижні Сірогози), що є одним із важливих природних чинників збільшення ризику процесу підтоплення.

2. В той же час на лівобережжі на певній території (метеостанції Асканія-Нова, Хорли) не відбулось суттєвого збільшення середньої кількості опадів, що в свою чергу говорить про можливість впливу в довгостроковому плані антропогенного чиннику на процес підтоплення.

3. Аналіз випадання опадів показав в деяких випадках збільшення в останні роки їх амплітуди (м/с Херсон 1998, 2004, 2010 роки; м/с Велика Олександрівка 2004 рік, м/с Асканія-Нова 2004 рік). Це призводить до появи років зі збільшенням ризику затоплення та підтоплення відповідних територій, що спостерігалось в Херсонській області у 1997–1998 рр. та 2004–2005 рр.

4. Аналіз сезонної нерівномірності випадення опадів виявив збільшення середньої за двадцять років кількості опадів у зимовий період (м/с Херсон на 33 мм, м/с Велика Олександрівка на 29 мм), яке є найбільш загрозливим щодо поповнення ґрунтових вод за рахунок інфільтрації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Methodical recommendations on operational planning of irrigation regimes / O. Zhovtonog, Kovalchuk P.I., Pisarenko V.A., Filipenko L.A., Mikhals'ka T.O., Semenkova T.F., Polischuk V.V., Saluk A.F., Voloshyn M.M., Zadorozhny A.I., Pendak N.V. K., 2004. 49 p.

2. Волошин М.М. Оптимізаційна модель водокористування та її реалізація на основі багат шарової моделі оперативного планування поливів. *Таврійський науковий вісник*. Вип. 27. Херсон, 2003. С. 224–226.

3. Ковальчук П.І., Пендак Н.В. Оперативне планування поливів як вихідна умова нормованого водокористування. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2006. Вип. 43. С. 118–125.

4. Kuzmych, L., Voloshyn, M., Kyrylov, Y., Dudnik, A., Grinenko, O. Development of Neural Network Control and Software for Dispatching Water Distribution for Irrigation. CEUR Workshop Proceedings, 2023, (54), pages 352–367.

REFERENCES:

1. Zhovtonog O., Kovalchuk P.I., Pisarenko V.A., Filipenko L.A., Mikhals'ka T.O., Semenkova T.F., Polischuk V.V., Saluk A.F., Voloshyn M.M., Zadorozhny A.I., Pendak N.V. (2004) Methodical recommendations on operational planning of irrigation regimes. K. 49 p. [in Ukrainian].

2. Voloshyn M.M. (2003) Optymizatsiyna model' vodokorystuvannya ta yiyi realizatsiya na osnovi bahatosharovoyi modeli operatyvnoho planuvannya polyviv. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk*, Vyp. 27. Kherson. S. 224–226. [in Ukrainian].

3. Koval'chuk P.I., Pendak N.V. (2006) Operatyvne planuvannya polyviv yak vykhidna umova normovanoho vodokorystuvannya. *Tavriys'kyi naukovyy visnyk*. Kherson. Vyp. 43, s. 118–125 [in Ukrainian].

4. Kuzmych, L., Voloshyn, M., Kyrylov, Y., Dudnik, A., Grinenko, O. (2023) Development of Neural Network Control and Software for Dispatching Water Distribution for Irrigation. CEUR Workshop Proceedings, (54), pages 352–367 [in Ukrainian].