

УДК 556.555.8:504.455
КП XXXXXX
№ держреєстрації 0113U005798
Інв. №

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(ОДЕКУ)
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15;
тел. (0482) 63-62-09



ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з НР ОДЕКУ
д.г.н., проф.
Ю.С. Тучковенко

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
ОЦІНКА ВИПАРОВУВАННЯ З КАХОВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА
(заключний)

Керівник НДР
д.е.н., проф.

Є.В.Обухов

Рукопис закінчено 1 листопада 2014 р.
Результати цієї роботи розглянуто Науково-технічною радою ОДЕКУ
протокол від 2014.12.18 № 4

СПИСОК АВТОРІВ

Доктор економічних наук, професор	2014.08.29	Є. Обухов (вступ, розд. 1, висновки)
Інженер	2014.11.28	О. Корягіна (розд, 2)
Нормоконтролер	2014.12.01	С.В. Малацковська

РЕФЕРАТ

Заключний науковий звіт про НДР: 45 с., 20 рис., 6 табл., 57 джерел.

Об'єкт дослідження – Каховське водосховище Дніпровського каскаду.

Мета роботи – удосконалення науково – методичних підходів до визначення розрахункових характеристик випаровування з водної поверхні окремих ділянок та усїєї акваторії Каховського водосховища.

Методи дослідження – збір, узагальнення та аналіз відповідних матеріалів.

Спорудження водосховищ неминуче викликає збільшення втрат води на фільтрацію та випаровування, які враховуються при проведенні важливих водогосподарських заходів.

Однією із важливих складових витратної частини водогосподарських і водних балансів річкового басейну, а також водного басейну водосховища, є втрати води на фільтрацію та випаровування. Так, середньобогаторічні втрати води на фільтрацію складають тільки по водосховищам Дніпровського каскаду біля 7% від корисної ємкості шести водосховищ каскаду, а на випаровування понад 5 км³ по каскаду. в т.ч. 2,36 км³ по Каховському водосховищу.

Одержані результати та їх новизна – результати можуть розглядатися як доповнення до Національної програми екологічного оздоровлення басейну Дніпра.

Прогнозні припущення про розвиток об'єкту дослідження – визначення еколого-економічних проблем прибережної зони та акваторії водосховища та заходів їх вирішення.

Пропозиції щодо подальшого розвитку дослідження – у зв'язку зі звільненням наукового керівника НДР робота по темі припиняється.

ВОДОСХОВИЩЕ, КАСКАД, СТАН, ВОДНИЙ БАЛАНС, ЕКОНОМІКО-ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ.

Умови одержання звіту: за договором 252171, Київ-171, вул. Горького, 180, Укр. ІНТЕІ.

ЗМІСТ

	Вступ.....	5
1	Основні характеристики річки і водосховищ гідровузлів.....	7
	1.1 Річка Дніпро.....	7
	1.2 Дніпровський каскад гідровузлів.....	8
2	Каховське водосховище.....	9
3	Узагальнення та аналіз шарів випаровування з водної поверхні водосховища та відповідних температур води і повітря	19
	3.1 Аналіз температури повітря по акваторії Каховського водосховища.....	19
	3.2 Оцінка внутрішньорічного розподілу температури поверхні води Каховського водосховища.....	21
	3.3 Визначення тенденції зміни температури повітря, води та випаровування над акваторією Каховського водосховища за період його експлуатації.....	26
	3.4 Вплив температурного фактора на показники випаровування з водної поверхні Каховського водосховища.....	32
	Висновки.....	41
	Перелік посилань.....	42

ВСТУП

В 1932-1976 рр. було побудовано Дніпровський каскад водосховищ, який здійснює комплексне використання водних ресурсів Дніпра. Для народно-господарського комплексу спорудження каскаду має надзвичайно велике значення [1].

Але створення каскаду ГЕС на Дніпрі одночасно створило і ряд екологічних проблем: затоплення сільськогосподарських земель, підтоплення значних територій високими ґрунтовими водами, утворення мілководь, руйнування берегів, антропогенне забруднення акваторій водосховищ, погіршення якості води і т. і. Ці проблеми визначають екологічне неблагополуччя прибережної зони та акваторії і тому потребують ретельного вивчення і аналізу.

Екологічними проблемами дніпровських водосховищ займались Укргідропроект, Ленгідропроект, Одеський і Дніпропетровський університети, Інститут гідромеханіки АН УРСР, Діпрорічтранс, Дніпровське басейнове управління, Київський університет, Управління гідрометслужби УРСР, ДГІ і Український філіал ЦНДІКВВР.

В 1996-1998 рр. на кошти Державного бюджету України та Міжнародного розвитково-дослідного центру (IDRC, Оттава, Канада) були підготовлені „Рекомендації щодо поліпшення екологічного стану прибережних територій дніпровських водосховищ” (за ред. Шевчука В.Я.), в яких на основі аналізу матеріалів багаторічних систематичних спостережень проведено оцінку екологічного стану водосховищ каскаду та їх узбережжя, а також ефективності проведених природоохоронних заходів по стабілізації берегів, їх облаштування та боротьби з підтопленням, виявлено перспективи оздоровлення дніпровських водосховищ.

Негативне ставлення з боку частини громадськості до спорудження нових і до ряду існуючих водосховищ пояснюється тим, що багато небажаних змін в оточуючому середовищі з тих чи інших причин (необізнаність, невиконання деяких необхідних заходів, недостатньо продуманий режим експлуатації тощо) не було враховано в процесі їхнього планування, проектування, підготовки та експлуатації.

Гідроенергетичні системи є найскладнішими об'єктами природокористування, що вимагають для свого обґрунтування вивчення досить різноманітного за напрямками матеріалу економічного, соціального та природоохоронного характеру. Складність цих систем збільшується внаслідок того, що багато які соціальні та екологічні аспекти не піддаються точній економічній оцінці, вплив кожного конкретного об'єкта на природне середовище є індивідуальним, деякі питання мають ймовірний характер і значну невизначеність, а всі екологічні цілі системи – широкий діапазон альтернативних вирішень.

Екологічно безпечній гідроенергетиці можуть сприяти досконале еколого-економічне обґрунтування та ретельне виконання комплексу природоохоронних заходів під час експлуатації ГЕС та об'єктивна екологічна експертиза їх проектів.

З цією метою в даній роботі дано економіко-екологічну оцінку випаровуванню та фільтрації з дніпровських водосховищ, ролі і порівняльних показників утворених мілководь, значної шкоди від руйнування берегової смуги водосховищ та від затоплення сільськогосподарських земель.

Розраховані по водосховищам питомі показники випаровування, фільтрації, мілководь, руйнування берегів, затоплення територій дозволяють виконати комплексний економіко-екологічний аналіз цих показників і визначити найбільш вразливі для екосистеми Дніпра і Дністра.

Виконані економіко-екологічні оцінки є додатковою інформацією при розробці та впровадженні першочергових заходів по оздоровленню та порятунку екосистеми Дніпра в рамках відповідної Національної програми.

Температура води – найбільш мінлива характеристика водосховищ як в часі, так і в просторі, тобто за шириною, довжиною та його глибиною. Вона також є найбільш універсальним екологічним фактором, який впливає на розподіл гідробіонтів та їх міграцію.

Термічний режим дніпровських водосховищ, які розташовані в трьох ландшафтних зонах, підпорядкований закономірності широтної зональності, залежить від фізико-географічних умов, морфометричних характеристик, антропогенних факторів, приточності, їх регулюючої спроможності. Впливає він значною мірою на випаровування з них, обумовлюючи та втрати води і тепла.

Температурний фактор є вихідним при розрахунках випаровування, і надійність розрахунків при складанні водних балансів водосховищ суттєво залежить від його надійності.

При виконанні НДР приймали участь аспірант Корягіна О.С. та магістр групи МГ-51 Тонкошкура В.С.

1 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РІЧКИ І ВОДОСХОВИЩ ГІДРОВУЗЛІВ

1.1 Річка Дніпро

Дніпро є третьою з найбільших річок Європи. Довжина річки 2285 км, в межах України – 1121 км. Загальна водозбірна площа басейну Дніпра 503.6 тис км², в межах України - 293 тис км² (55 %). Виток Дніпра знаходиться на Валдайській височині в Смоленській області РФ на висоті 220 м над рівнем моря, загальний ухил річки 0.11 ‰. Впадає Дніпро в Чорне море.

Всього в басейні Дніпра 32 тис. водотоків, серед яких 89 довжиною 100 км і більше. Густина річкової мережі змінюється від 0.39 км/км² в зоні лісів до 0.20 км/км² і менше на півдні.

У відповідності з [1] річку ділять на верхній Дніпро (від витоків до м. Києва), середній (від м. Києва до м. Запоріжжя) і нижній (від м. Запоріжжя до гирла).

Середній багаторічний стік Дніпра у гирлі складає 53.5 млрд. м³, із яких 85% стоку формується у верхній його частині, до Києва. Стік річки дуже нерівномірний. Наприклад, витрати річки в районі м. Києва коливаються від 200 до 25 тис. м³/с, тобто максимальна витрата води перевищує мінімальну в 125 разів. Водний режим Дніпра має чітко виражену сезонність: різко виражене весняне водопілля, літня межень, осіннє збільшення водності річки і зимова межень з паводками в період відлиг. Льодостав починається в грудні.

Основне (65 %) живлення Дніпра та річок його басейну – снігове. 33 % від об'єму стоку складає підземне живлення.

Найбільш повноводними місяцями є квітень і травень, а вересень є найменш повноводним.

Річна сума опадів зменшується з 620 мм (біля м. Києва) до 323 мм (біля м. Херсона), а сумарне випаровування відповідно збільшується від 642 до 921 мм.

Природні умови в басейні Дніпра відповідають трьом природним зонам, через які протікає річка: лісовій, лісостеповій і степовій.

Первісний природний ландшафт 4/5 поверхні басейну Дніпра повністю трансформований: 60% поверхні розорана, 35 % - сильно еродована, 5 % - урбанізована, 10% - зайнята системами осушення та зрошення, 3 % - затоплена штучними водосховищами. В межах басейну проживає і споживає воду до 30 млн. чоловік. Більше чверті від середнього багаторічного стоку Дніпра складає загальний водозабір води на водопостачання промисловості, на зрошення і на комунально-побутові потреби.

Велике значення для України має транспортне освоєння Дніпра і використання його гідроенергопотенціалу.

Потенційні гідроенергетичні ресурси Дніпра оцінюються в 14.6 млрд кВт·г електроенергії в середній за водністю рік.

1.2 Дніпровський каскад гідровузлів

Схема комплексного використання водних ресурсів Дніпра дозволила одержати біля 10 млрд кВт·г гідроенергії, створити глибоководний транспортний шлях довжиною більше 1000 км, забезпечити водою багатогалузевий господарський комплекс і комунально-побутові потреби населення.

Шість гідроелектростанцій на Дніпрі нижче м. Києва здійснюють перерозподіл нерівномірного стоку річки в часі, змінюючи тим самим її гідрологічний режим.

Дніпровський каскад гідровузлів будувався майже півсторіччя (1927-1976). Першою була побудована Дніпровська гідроелектростанція, яка після війни була відбудована, а потім розширена до загальної потужності 1538 МВт.

Починаючи з 1956 р. приблизно через кожні чотири роки послідовно вводились в експлуатацію Каховська, Кременчуцька, Дніпродзержинська, Київська та Канівська ГЕС.

Встановлена потужність Київської, Канівської, Кременчуцької, Дніпродзержинської, Дніпровської та Каховської ГЕС разом з Київською ГАЕС складає 3905 МВт, а середнє річне виробництво електроенергії шести ГЕС становить 9274 млн. кВт·г при встановленій потужності 3680 МВт.

Пропускна здатність ГЕС при НІР ($\text{м}^3/\text{с}$): Київської – 5600, Канівської – 7300, Кременчуцької – 5400, Дніпродзержинської – 4200, Дніпровської – 4950, Каховської – 2600.

Стік через турбіни в (%) від середньобогаторічного побутового стоку річки: Київської ГЕС – 96, Канівської – 96, Кременчуцької – 95, Дніпродзержинської – 91, Дніпровської – 94, Каховської – 87.

Повний об'єм водосховищ каскаду складає 43.58 км^3 , а корисний – 18.3 км^3 .

Площа шести водосховищ при ∇ НІР становить 6885 км^2 , а при ∇ РМО – 4797 км^2 .

Загальна довжина водосховищ дорівнює 890 км, а довжина берегової лінії – 3079 км.

Сумарна площа мілководь до 2 м – 1341 км^2 , а до 1 м – 635 км^2 .

В межах каскаду захищено від затоплення 198 тис. га території, з якої щороку відкачується біля 3 км^3 води.

Захист 22 масивів території здійснює Дніпровське басейнове управління водних ресурсів – ДБУВР за допомогою 308.4 км захисних дамб з напором 3-15 м, 118 гідротехнічних споруд, 165.2 км берегоукріплення, 31 насосної станції з загальною продуктивністю $520 \text{ м}^3/\text{с}$, 3 компресорні станції потужністю $550 \text{ м}^3/\text{хв}$, що забезпечують роботу 370 свердловин фільтраційної завіси.

З екологічних проблем слід відзначити затоплення водою водосховищ 695 тис. га земель, в т. ч. 250 тис. га сільськогосподарських угідь. Підтоплені території займають 94 тис. га.

Весь Дніпровський каскад гідровузлів споруджено за проектами Укргідропроекту (м. Харків).

2 КАХОВСЬКЕ ВОДОСХОВИЩЕ

Річка Дніпро є третьою з найбільших річок Європи. Довжина її 2285 км, в межах України – 1121 км. Загальна площа водозбору басейну Дніпра 504 тис. км², в межах України – 293 тис. км² (55%). Виток Дніпра знаходиться на висоті 220 м над рівнем моря. Середній багаторічний стік Дніпра в гирлі – 53,5 млрд м³, із яких 85 % формується у верховій його частині, до Києва. Стік річки дуже нерівномірний. Водний режим Дніпра має чітко виражену сезонність: різко виражене весняне водопілля, літня межінь, осіннє збільшення водності річки і зимова межінь з паводками в період відлиг. Льодостав починається в грудні. Основне живлення Дніпра – снігове, а 33% від об'єму стоку – підземне. Найбільш повноводними місяцями є квітень і травень, а вересень є найменш повноводним. Природні умови в басейні Дніпра відповідають трьом природним зонам, через які протікає річка: лісовій, лісостеповій і степовій. Річку також поділяють на верхній Дніпро (до м. Києва), середній (до м. Запоріжжя) і нижній (до гирла). Всього в басейні Дніпра 32 тис. водотоків, серед яких 89 довжиною 100 км і більше. Густота річкової мережі змінюється від 0,39 км/км² в зоні лісів до 0,20 км/км² і менше на півдні [1].

В 1927 р. почалося і у 1975 р. закінчилось повне зарегулювання річкового стоку Дніпра шестю гідровузлами Дніпровського каскаду, серед яких нижньою сходинкою є Каховський гідровузол.

Будівництво Каховського гідровузла розпочалося у вересні 1950 р. у відповідності з постановою Ради Міністрів СРСР від 20.09.1950 р. «О строительстве Каховской гидроэлектростанции на Днепре, Южно-Украинского канала, Северо-Крымского канала и орошения земель южных районов Украины и северных районов Крыма» [2, 3].

За Постановою необхідно було здійснити будівництво:

- зрошувальної системи на 1,5 млн га та ще обводнення 1,7 тис га земель у південних районах України та північних районах Криму;
- гідроелектростанції на р. Дніпро в районі міста Каховки із встановленою потужністю 250 тис кВт та виробітком електроенергії біля 1,2 млн кВт·г в середній за водністю рік, греблі, судноплавного шлюза, водосховища ємкістю 14 млрд м³ та насосної станції;
- Південно-Українського каналу пропускною здатністю 600-650 м³/с по трасі від міста Запоріжжя до Сиваша з продовженням його як Північно-Кримський канал до м. Джанкой із загальною довжиною 550 км;
- греблі з водосховищем ємкістю 6 млрд м³ на р. Молочній біля м. Мелітополя;
- каналу довжиною 60 км по трасі Асканія Нова – Каховка, який з'єднував Південно – Український канал з Каховським водосховищем;
- крупних відвідних зрошувальних каналів загальною довжиною біля 300км;
- здійснити зрошення в Херсонській, Запорізькій, Миколаївській і Дніпропетровській областях 1,2 млн га земель, в т.ч. 500 тис.га самоплином і 700тис

га з механічною подачою, а в північних районах Криму 300 тис га, в т.ч. 200 тис га самоплином і 100 тис га з механічною подачою;

- створити захисні лісові насадження в південних степових районах України та в зонах споруджених каналів.

Ця Постанова і стала початком «сталінського плану перестройки природи».

В приамбулі Постанови наведено, що метою її є забезпечення високих і стійких врожаїв сільськогосподарських культур у південних засушливих районах України та північних районах Криму, значного збільшення в цих районах виробництва головним чином хлопку та пшениці, подальшого більш швидкого розвитку високопродуктивного тваринництва та одержання дешевої екологічно чистої гідроелектроенергії, як впровадження в життя частини Ленінського плану електрифікації країни.

Але дійсною метою створення великої водойми на півдні України було впровадження практики вирощування хлопку на безмежних українських просторах [4,5], великого розвитку хлопкової промисловості із центром у м. Херсоні, де був побудований завод по переробці хлопку, який потім довго працював на привізній сировині. Але з хлопкосіянням на півдні України не склалось із-за недостатньої сонячної радіації [5].

Сьогодні [6] є також дані, що тоді каскад розглядався і у військовому аспекті – як водний бар'єр на випадок військового конфлікту.

Будівництво Каховського гідровузла розпочалось у вересні 1950 р. Грандіозність будівництва показує 12 тис осіб працюючих, 1100 автомобілей, 30 екскаваторів, 75 гусенечних і порталних кранів, 100 бульдозерів, 14 паровозів, 7 землесосів [3].

В 1955 р. відбувся пуск першого гідроагрегату, а в жовтні 1956 р. введено в експлуатацію останній, шостий гідроагрегат Каховської ГЕС. До цього часу повністю сформувалось Каховське водосховище (рис.2.1), яке забезпечує станцію водою [3, 7] та побудовано місто Нова Каховка.

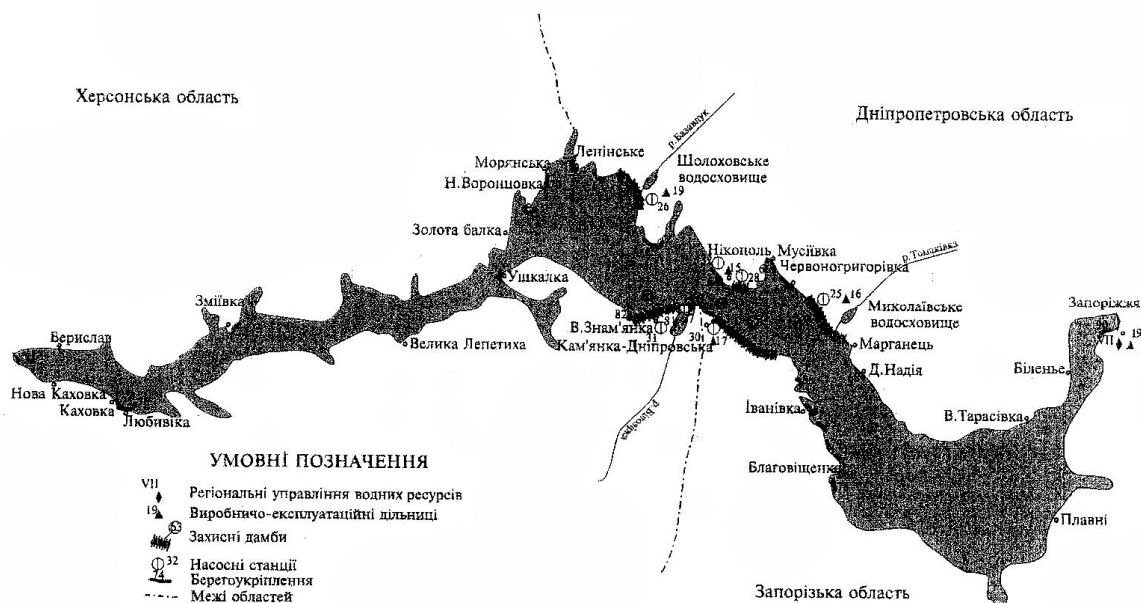


Рисунок 2.1 – Каховське водосховище [9]

До складу гідровузла входять [1, 8, 10]: будівля ГЕС довжиною 193м, водоскидна бетонна гребля загальною довжиною 435 м, земляна гребля довжиною 3,2 км, однокамерний судноплавний шлюз 320x18 м.

Клас капітальності споруди – 1.

ГЕСсуміщена з 12 донними водоскидами і розрахована на пропуск 4962 м³/с забезпеченістю 0,1%. Турбіни діаметром 8 м, витрата – 485 м³/с, потужність – 58,5 МВт.

Водоскидна гребля має 28 отворів по 12 м кожний і розрахована для пропуску 15438 м³/с води. Питома витрата на рисбермі – 45,5 м³/с.

Правобережна земляна гребля довжиною 1206 м, дамба – хвилелом – 1100м.

Шлюз однокамерний, система наповнення – розподільча, час наповнення або спрацювання -10 хв, об'єм скидної призми- 82,5 тис. м³.

Максимальний статичний напір – 16,3 м, мінімальний – 8,9 м, розрахунковий – 15 м.

Встановлена потужність при розрахунковому напорі 58,5x6 =351МВт. Забезпечена потужність – 102 МВт. Середньорічний виробіток енергії 1489 млн кВт·г.

Середньобагаторічний стік – 52,2 км³. Площа водозбору – 482 000км².

Водосховище здійснює сезонне регулювання стоку.

Повна та корисна ємкість водосховища – 18,2 і 6,8 км³. Площа водосховища (при НІР = 16 м) – 2155 км², довжина – 230 км, максимальна і середня ширина 25 і 9,3 км, максимальна і середня глибина – 24 і 8,4 м.

Площа затоплення сільськогосподарських угідь – 41,2 тис га.

Водозахисні споруди Каховського водосховища: Нікольська дамба – 3,81 км, Кам'янська дамба – 8,6 км, Знам'янська дамба – 7,2 км, Білозірська дамба – 1,64 км, дамба № 8 – 3,87 км, дамби № 2,4,5 - 0,7; 4,8; 2,8 км, споруда № 6 - 0,34 км [9].

На Каховському водосховищі розміщені водозабори великих комплексних каналів, які входять до Каховського ВГК: Дніпро – Кривий Ріг, Верхньорогачинський, Каховський, Північно-Кримський. Загальна витрата водозаборів тільки цих каналів досягає 900 м³/с.

Питомі капіталовкладення (в цінах 1950 р.) [8] :

- за потужністю – 6030 руб/кВт; - за виробітком енергії – 1,48руб/кВт·г;
- собівартість енергії – 0,28 коп/кВт·г.

Персонал Каховської ГЕС - 230 осіб.

Каховське водосховище після корегування планових завдань використовується для гідроенергетики, водозабезпечення, зрошення, риболовства та судноплавства. Через греблю проходить також залізниця та автодорога.

Береги водосховища високі, складені в основному із суглінка, безлісі, порізані глибокими ярами та долинами малих степових річок, які являються сьогодні Рогачинською, Новопавлівською, Чортомлинською, Каїрською, Василівською бухтами.

Водосховище поділено на три ділянки [11]. Верхня – сама широка мілководна частина водойми з глибинами 3-5 м, інколи 8 м. Це район бувших Кінських плавнів, які складають заплаву частину верхньої ділянки водосховища і мають вигляд мілководного озера. Друга частина – руслова з річковим режимом. Середня ділянка водосховища від м. Марганця до с.Малі Гирла. Його ширина 8-15 км, переважаючі глибини –10-12 м. Гідрологічний режим – перехідний від річкового до озероподібного.

Нижня ділянка має ширину 5-6 км і глибини 13-25 м, біля греблі – 36 м.

Течія сильно виражена в період водопілля. Швидкість течії зменшується від вершини водосховища до греблі від 0,6-0,8 до 0,01-0,08 м/с. Вітрові течії виражені слабо. Найбільша висота хвиль від 1 до 2,5-3 м. Рівень води у водосховищі майже постійний. Вода весною прогрівається по всій території нерівномірно: у мілководній частині раніше і інтенсивніше. Коливання температури води у прибережних частинах водосховища (глибина до 0,5 м) досягає 8 °С, а у відкритих частинах з глибинами до 3 м - до 4 °С.

Рослинність найбільш розвинута на верхній ділянці водосховища.

Дно водосховища складають чорноземні ґрунти і тільки в місцях бувших Великих та Малих Кучугур переважають замулені піщані острови.

Промисловими видами риб у водосховищі є судак, тюлька, сазан, сом, плотва, густера, білий амур, білий і строкатий толстолоб, а в меншій кількості – голавль, язь, жерех, красноперка, чехонь, щука, берш, окунь, укляя. Дуже рідко зустрічається оселедець, рибець, карась, подуст, елец, білоглазка, йорж, угорь, стерлядь [11].

При спорудженні Каховського водосховища були затоплені практично усі плавні знаменитого запорізького Великого Лугу – живописний лісовий масив, який заселений різновидними рослинами і тваринами [12]. Під воду пішли тисячі пам'ятників історії і археології, серед яких сім із восьми майже не вивчених Запорізьких Січей. Головне, що всього цього можна було уникнути, якби будівельники здійснили проект у повному об'ємі, тобто спорудили захисну дамбу для збереження від затоплення більшої частини Великого Лугу. Археологи завжди були проти спорудження Каховського водосховища, а сьогодні їх увага зосереджена на збереженні відомого пам'ятника археології «Мамай-Гори», який знаходиться біля обриву водосховища [13].

Якби гідровузлу побудували дещо вище за течією [14], то можна було б зберегти близько 100 тис. га із 257 тис.га затоплених водосховищем плавнів Запорізької та Дніпропетровської областей, а також частину із 27 затоплених селищ [6].

Сьогодні уже позаду 55 років існування Каховського водосховища. За цей час було проведено тисячі наукових досліджень по всьому гідровузлу. Деякі із них наведені в [15-22]. Досвід будівництва та експлуатації Каховського гідровузла [23-26] впроваджувався в гідроенергобудівництві країни. Тільки за використання води із Каховського водосховища в держбюджет поступає 20 млн грн на рік.

Але весь цей час існували дві протилежні точки зору на існування Каховського гідровузла і всього Дніпровського каскаду. Одні [27] віддавали пере-

вагу природному, самовідтворюваному, самооновлюваному і саморегульованому стану екосистеми Дніпра, інші – реальним можливостям каскаду водосховищ з їх постійною реконструкцією, витрачанням значних фінансових ресурсів, з негативним впливом на навколишнє природне середовище.

Щодо експлуатації Каховського водосховища і особливо каскаду ГЕС перші наголошують, що вартість виробленої і екологічно чистої електроенергії в 6-30 разів менше вартості їх утримання [28, 29]. Після затоплення Каховського водосховища до проектної відмітки [30] рівень підґрунтових вод піднявся і вони затопили в цьому районі рудники і шахти. Для відкачування води прийшлося побудувати потужні насосні станції, які використовують електроенергію Каховської ГЕС. При підрахунках затрат виявилось, що вся потужність ГЕС іде тільки на забезпечення роботи цих насосів.

Після створення водосховища значно змінюється гідрологічний режим водотоку, взагалі збільшується глибина, зменшується швидкість течії, особливо влітку [14], погіршується якість води [29]. В цей час із-за збільшення забору води для зрошення рівень води в Каховському водосховищі різко знижується. В умовах високих літніх температур і майже повної відсутності течії води у водосховищі починає «цвісти» - відбувається масове розмноження одноклітинних синє-зелених водоростей із своїм специфічним запахом [4,5,14,18,19,31]. В акваторії Каховського водосховища максимальна температура води була зареєстрована [18] у першій та другій декадах серпня і досягала 30-32 °С, а від червня до вересня змінювалась від 18 до 32 °С. Дослідження цього явища показали, що причиною його є скиди у водосховище забруднювальних побутових і промислових стоків, неочищених зливових вод з територій міст, змив з ланів хімічних добрив, теплові забруднення від енергокомплексу і т.і. Тільки м. Запоріжжя щодобово до 2008 р. скидало 70 тис м³ неочищених вод у Дніпро [6]. Об'єм забору води на території Дніпропетровської області становить 1500 млн м³ на рік, із яких скид стічних вод становить 1230 млн м³. Практично половина скинутих вод – забруднені. Все це створює проблему питної води в регіоні. Так середньорічний вміст шкідливих речовин у Каховському водосховищі досяг загрозливих розмірів: фенолів біля 2 ГДК, міді – 6-11 ГДК, цинку – 7-12 ГДК (в районі Запоріжжя і Нікополя інколи 13-25 ГДК), марганця- 3-8 ГДК (в окремих зонах 10 ГДК), кадмію – 2,5-3,5 ГДК [32]. В пробах органів і тканин риб виявляються хлороорганічні пестициди [18,31]. Показники перманганатної окиснюваності, які свідчать про наявність у воді органічної речовини, досягають влітку 32 мг О/л при нормі 10-15 мг О/л [18]. Саме у цей період у Каховському водосховищі спостерігалися явища задухи у риб.

До речі, очікуваного збільшення виловів риби при створенні каскаду водосховищ не відбулося. В перші роки відбулося збільшення вилову до 100 000 т (в 1973 р.), а потім різке зменшення до 30 000 т (в 1991р.) [28].

У Дніпрі замість зниклих білуги, шипа, чорноморсько-азовського осетра і оселедця, лосося, річкового угря і катастрофічно зменшених стерляді, подуста, головоля, язя, жереха, лінька на їх місці з'явилися лящ (біля 40 % вилову), щука, сом, карп, плотва, окунь, толстолоб, білий амур, а також мозамбікська піранія (Каховське водосховище). Цьому сприяло знищення нерестилищ цінних про-

мислових порід риб. Гребля стала перешкодою на їх шляху. Зникли також деякі види моллюсків, ракоподібних та інших безхребетних, яким потрібна чиста вода і швидка течія [14]. За даними [31] до створення Каховського водосховища ловили 91,4 кг риби з гектара, сьогодні тільки 12,3 кг.

Крім цього знищені також місця гніздування птахів, зникли деякі види птахів, а на тій же місцевості з'явилися не властиві цьому регіону інші види [4].

Дуже великою проблемою після створення водосховищ є руйнування їх берегів. В береговій зоні Каховського водосховища розвинулися просадочні явища льосовидних товщ на площі 200 га, зсувні явища, переформування берегів. Загальна довжина порушених зсувами берегів Каховського водосховища становить біля 30 км. Внаслідок переробки берегів Каховського водосховища втрачено 2664 га земель (вт.ч.326 га–орні), а всього втрачених земель по водосховищу – 3440 га [1]. Максимальна інтенсивність переробки берегів 15 м/рік, середня – 1,1 м/рік, максимальна ширина зони переробки- 307 м, середня – 105 м. При довжині берегової лінії водосховища у 800 км, 369 км із них – зруйновані. За даними [31] швидкість розмиву берегів у перші роки існування Каховського водосховища становила 7,5 м/рік, а кожну весну з гектара ріллі у водосховище змивалося до 10 т ґрунту, а за останні 35 років у водосховища каскаду попало 337 млн м³ ґрунту. Внаслідок морфометрії [18] Каховського водосховища виявилось, що воно є дуже замуленим (понад 82 % акваторії), товщина донних відкладень коливається в межах від 0,1 м до 1 м (в середньому по акваторії 0,19м). У донних відкладеннях дуже велика кількість органічних речовин, важких металів, радіонуклідів. В донних відкладеннях водосховищ каскаду виявлені значні зони накопичення цезію-134. Спостерігається також інтенсивна міграція радіонуклідів з півночі на південь. В Каховському водосховищі накопичення радіонуклідів щорічно зростає на 10 % [31].

Із сімнадцяти максимальних питомих показників деформацій берегів каскаду водосховищ [1] сім належить Каховському водосховищу.

Усі 55 років Каховське водосховище наступає на помешкання людей та їх землю. Потрібні сотні млн грн щоб запобігти підтопленню території Херсонської області. Недосконала дренажна система та великі витрати води на зрошення призвели до підтоплення по каскаду також і сільськогосподарських угідь на площі 90 тис. га [6, 28]. Сьогодні кладовища і селища, шляхи і чорноземи змиваються водами Каховського водосховища. Селища Софіївка та Любимівка ідуть під воду.

Швидко зростають з 23 до 52 % втрати води на фільтрацію при транспортуванні її до споживачів [28].

Слід відзначити також зміну клімату в районі водосховища, а також дуже великі втрати води на випаровування [1].

Складові водного балансу Каховського водосховища наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Характерні і середньобагаторічні складові водних балансів Каховського водосховища за 1956-2010 рр.(млн м³)

Складові балансу	Характерні складові				Середньобагаторічний	Відсотки
	максимальна	рік	мінімальна	рік		
Об'єм на початку року	18390	1967	4270	1956		
Прибуткові складові						
Скид Дніпровської ГЕС	83842	1971	29227	1960	47228	96,40
Об'єм перекачування	606	1985	53	1957	234	0,50
Стік розрахунковий	464	1964	49	1972	200	0,52
Опади	1643	1997	178	1966	942	1,93
Приплив стічних вод	482	1978	197	1956	369	0,75
Разом	86040	1970	31020	1960	48995	100,00
Витратні складові						
Через турбіни ГЕС	61840	1970	21126	1960	39976	83,70
Через водоскид	19186	1970			1440	3,02
Через шлюз	498	1978	98	2010	293	0,61
Фільтрація	940	2003	127	1960-87	445	0,43
Зрошення	6029	1990	30	1956	3065	6,42
Водозабезпечення	746	1984	40	1956	437	0,91
Втрати на випаровування	2363	2007	1375	1980	1807	3,76
Безповоротна фільтрація	2120	1956	810	1988	887	1,86
Разом	86820	1970	24170	1960	47717	100,00

Каховська ГЕС не додержується вимог щодо мінімальних санітарних попусків води в Дніпро-Бугський лиман [6].

Усі наведені негативні наслідки спорудження та експлуатації Каховського водосховища розглядалися на круглих столах в Запоріжжі, Нікополі, Дніпропетровську та на міжнародних наукових конференціях, а також відображені в регіональних та «Національній програмі оздоровлення басейну Дніпра та покращення якості питної води». Але програма виконується незадовільно, відсутній належний державний контроль за виконанням правових актів, ігноруються вимоги законодавства [32]. В той же час все більше з'являється прихильників

спуску Каховського водосховища [4,12-14, 27-31,33] і не тільки. Більшість вимагає необхідності державної експертизи стану Каховського водосховища [32] та впровадження басейнового управління водними ресурсами Дніпра [6], комплексного підходу до вирішення його реальних проблем, підкреслюючи, що прислів'я «моя хата з краю – нічого не знаю» - давно уже не актуальне [4].

Противниками вирішення актуальних проблем є чиновники, рибогосподарники та представники ПР ООН [31].

Прихильники каскадного використання водних ресурсів Дніпра наводять позитив [4,5,31,34,35]:

- щорічний прибуток від гідроенергетики каскаду ГЕС – 250 млн дол США;
- за усі роки роботи ГЕС каскаду економія біля 225 млн т донецького вугілля;
- загальна економія від експлуатації ГЕС каскаду більше капіталовкладень в будівництво водосховищ у 2,7 рази;
- середньорічний виробіток енергії на Каховській ГЕС – 1489 млн кВт*г;
- виробіток дешевої екологічно чистої енергії з початку експлуатації Каховської ГЕС – 2 055 883 МВт*г;
- гідроенергетика на каскаді за пріоритетом займає тільки друге місце;
- Каховська ГЕС оперативно покриває ранкові і вечірні піки навантаження в енергосистемі;
- за використання води із Каховського водосховища від підприємств поступає до держбюджету 120 млн грн на рік;
- водою із Каховського водосховища забезпечуються споживачі АРК, Миколаїва, Кривого Рогу, Кіровограду і прилеглих районів;
- водою із водосховища забезпечуються об'єкти теплової і атомної енергетики;
- водою із Каховського водосховища зрошуються землі Херсонської, Запорізької, півдня Донецької, Миколаївської та Кіровоградської областей на площі в десятки разів більшій ніж до створення водосховищ і одержують стабільні врожаї;
- зрошення водою із водосховищ каскаду – на першому місці за пріоритетом;
- на третьому місці за пріоритетом є високопродуктивне рибне господарство на мілководдях водосховищ: вилови риби збільшились із 194 до 215,5 тис.ц.;
- побудований каскад забезпечив судноплавну глибину 365 см від Прип'яті до дельти Дніпра, що дозволяє використовувати судна вантажопідйомністю 5000 т, а водний транспорт за пріоритетом на четвертому місці;
- управляємий процес регулювання стоку на протязі року, який практично вирішує проблеми затоплення весняними паводками;
- Каховське водосховище, як і інші водосховища каскаду, виконує функцію очисних споруд;

- збільшення абсолютної і відносної вологості повітря на узбережжі Каховського водосховища пом'якшує вплив суховіїв: відносна вологість повітря збільшувалась на 11,17 %, температура повітря зменшувалась на 2-3⁰, а біля урізу води не зафіксовано ні одного суховію [35];
- слід додати також не врахований при спорудженні водосховища прибуток інших галузей господарства при використанні водних ресурсів Дніпра або енергії ГЕС.

Перспектива реальна та нереальна:

- для управління водними ресурсами Дніпра створення басейнового громадського парламенту з належними повноваженнями [6,28];
- доцільне і ефективне часткове повертання р.Дніпро у природний стан [6,28];
- комплексна експертиза і економіко-екологічна оцінка експлуатації водосховищ каскаду [28,32];
- об'єднання зусиль громадськості, науки, спеціалістів галузі управління водними ресурсами та влади на виконання «Національної програми екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості води» [28,32,36];
- посилення державного контролю за раціональним водоспоживанням та водовідведенням в басейні Дніпра, а також за виконанням своїх правових актів [32];
- не розмовляти за «круглими столами», а брати відповідальність на себе [28];
- сконцентрувати та цілеспрямовано направити усі можливі фінансові ресурси на вирішення проблем Дніпра [28];
- розвиток водно-транспортного шляху через будівництво других ниток судноплавних шлюзів та збільшення судноплавних глибин до 565см [5];
- розробка проекту спуску Каховського водосховища [4,12-14,28,29,31,33];
- реалізація ідеї очистки водосховища від донних відкладень [30];
- віддамбувати та осушити експериментальну ділянку акваторії Каховського водосховища для дослідження процесів, які будуть відбуватися із висушеним мулом та його складовими [28];
- широке впровадження крапельного зрошення на півдні України, безводних технологій, зворотного та повторного водопостачання в промисловості може радикально змінити роль Каховського водосховища, як джерела водопостачання, його параметри та режим експлуатації [28];
- можливість моральної амортизації усієї гідроелектростанції до закінчення терміну повної фізичної амортизації, який для таких споруд досягає 100-125 років [37];
- обвалування мілководь на Каховському водосховищі поверне до сільськогосподарського використання затоплені землі для вирощування кормових рослин: дикого рису, канареєчника, бекманії і т.і. [38];

- реконструкція та перехід Каховського гідровузла на експлуатацію в режимі ГЕС-ГАЕС;
- за рахунок трансформації паводку на Кременчуцькому водосховищі зменшилися максимальні скидні витрати на Каховській ГЕС, що дозволяє підняти рівень нормального підпертого горизонту Каховського гідровузла до значень форсованого рівня. Щоб недопустити переpleскування води через греблю при хвилювих явищах передбачається установка по її довжині спеціальних захисних козирків. Заміна гідротурбін на більш удосконалені дозволить збільшити потужність та виробіток електроенергії на ГЕС [39];
- можливість збільшення встановленої потужності Каховської ГЕС до 550 МВт при підвищенні НПР до 16,8 м і до 620 МВт при НПР = 17,2 м, дозволить додатково виробити 0,75 млрд кВт·г електроенергії на рік, захистити обвалуванням відповідно 57 і 68 тис.га землі [40,41];
- проводиться реабілітація Каховської ГЕС за кредити і транші Світового та Європейського банків інвестиційного та реконструкції і розвитку, яка на першому етапі дозволила підвищити потужність і продовжити термін експлуатації обладнання (за цей час замінили 16 повітряних викиаяів на елегазові, ліквідована компресорна, замінили 5 робочих коліс гідротурбін і 6 трансформаторів напруги, встановлено новий регулятор швидкості, замінили 7 із 17 роз'єднувачів основної системи шин, замінили силовий блочний трансформатор, встановлені допоміжні трансформатори струму, введена в експлуатацію система станціонного управління «Централог», завершена реконструкція щита постійного струму, замінюються затвори водоскидної греблі, щитової стінки, сміттєзатримуючі решітки, побудований новий адміністративно-побутовий корпус і проведена реконструкція автодорожного покриття) [34];
- утілюється в життя план по спорудженню Каховської ГЕС-2 на правому березі Дніпра з потужністю 250-300 МВт, ТЕО і технічний проект якої уже готується до широкого обговорення [34].

Сьогодні у відповідності з актом перевірки Каховська ГЕС працює в проектних режимах і загрози для населення не викликає [34].

3 УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА АНАЛІЗ ШАРІВ ВИПАРОВУВАННЯ З ВОДНОЇ ПОВЕРХНІ ВОДОСХОВИЩА ТА ВІДПОВІДНИХ ТЕМПЕРАТУР ВОДИ І ПОВІТРЯ

3.1 Аналіз температури повітря по акваторії Каховського водосховища

На території України розподіл температури повітря обумовлюється географічним положенням, радіаційним режимом, циркуляцією атмосфери і підстильною поверхнею. Вплив кожного з них протягом року не рівнозначний, що викликає значні температурні контрасти [42].

Хід температури повітря на території України в цілому відповідає надходженню сонячної радіації. Як правило, найхолоднішим місяцем року є січень, найтеплішим – липень [43].

Одним з основних показників термічного режиму є середня місячна температура повітря, яка характеризує загальний температурний фон території. Середня місячна температура повітря на території України в основному зростає з півночі на південь. Грудень – теплий зимовий місяць, середня температура – від’ємна. Холодним місяцем за рік є січень, дещо менш холодний – лютий. У січні найнижча середня температура повітря становить $-6 \dots -4 \text{ } ^\circ\text{C}$ [42]. У табл. 3.1 представлені середньомісячні значення температури повітря за періоди 1930-1960 рр. і 1961-1990 рр.

Таблиця 3.1 – Середня місячна температура повітря (t , $^\circ\text{C}$)

Метеостанція	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Середня
Дніпропетровськ 1961-1990 рр.	-5,5	-4,1	0,8	9,4	16,0	19,6	21,3	20,6	15,4	8,4	2,5	-2,1	8,5
Запоріжжя													
1930-1960 рр.	-4,9	-4,2	1,0	9,0	16,4	20,1	22,8	21,6	16,0	9,3	2,8	-2,3	9,0
1961-1990 рр.	-4,2	-2,9	1,7	9,9	16,4	20,2	22,0	21,2	16,2	9,5	3,8	-0,8	9,4
Дніпрогес 1930-1960 рр.	-5,0	-4,8	0,6	8,7	15,9	19,4	22,0	20,8	15,4	9,0	2,1	-2,9	8,4
Нова Каховка													
1930-1960 рр.	-3,3	-2,8	2,1	9,1	16,3	20,3	23,0	22,1	17,0	10,6	4,4	-0,5	9,8
1961-1990 рр.	-2,9	-1,9	2,5	10,0	16,3	20,3	22,4	21,9	17,0	10,5	4,9	0,4	10,1
Херсон													
1930-1960 рр.	-3,2	-2,6	2,2	9,3	16,2	20,0	23,0	21,9	16,8	10,5	4,1	-0,8	9,8
1961-1990 рр.	-3,0	-1,8	2,3	10,0	16,0	19,9	21,9	21,3	16,4	9,8	4,4	0,1	9,8

Лютий по температурному режиму мало (до $1,5 \text{ } ^\circ\text{C}$) відрізняється від січня, тому що циркуляційні та радіаційні умови цих місяців майже подібні. Для

лютого характерна часта зміна синоптичних процесів, що приводить до різких коливань температури повітря.

Зимовий характер розподілу температури повітря зберігається ще й у березні. Однак з цього місяця починається її швидке зростання, і вона стає на 3-5 °С вищою, ніж у лютому.

У квітні середня температура повітря на 9-10 °С вище березневої. У травні переважає погода літнього типу. Середня температура повітря на 5-7 °С вище, ніж у квітні.

З травня по червень середня температура повітря підвищується на 3-4 °С. Влітку зростання температури відбувається повільніше від місяця до місяця, ніж навесні [42].

У річному ході високих значень середня температура досягає в липні. У липні низькі значення середньої місячної температури повітря (близько +18 °С) спостерігаються на півночі і північному заході. З наближенням до Чорного моря температура підвищується до +21 ... +23 °С.

З липня по серпень починається повільне зниження (до 1 °С) температури повітря, яке в подальшому збільшується. Значне зниження температури повітря відзначається з вересня – 17-18 °С.

У період з вересня по грудень температура щомісяця знижується на 4-6 °С. Це пов'язано зі значним зменшенням радіаційного балансу. У жовтні вона не перевищує 10 °С.

З жовтня по листопад відбувається інтенсивно зниження середньої температури повітря. Однак у листопаді на всій території вона ще залишається позитивною. У цьому місяці зростає вплив циркуляції атмосфери, що призводить до значних змін температури від доби до доби, збільшується хмарність, встановлюється зимовий розподіл температури повітря [43].

Глобальні зміни клімату, що спостерігаються в останні десятиліття, не могли не позначитися на температурі повітря в Україні і прилеглих районах сусідніх країн. У цілому спостерігається підвищення середньої річної температури, навіть більше, ніж в цілому для Земної кулі. За останні 100 років вона підвищилася на 0,7-0,9 °С. Найбільші зміни відбулися в останні 20-30 років. Найбільше підвищення температури повітря спостерігається в перші місяці року, включаючи березень. Зокрема, для січня воно становить близько 2 °С за 100 років. Температура повітря в липні, а також у теплу пору року з травня по вересень змінилася мало [43].

Із загальним зростанням температури повітря навесні, який пов'язаний із збільшенням надходження сонячної радіації, інтенсивно підвищується максимальна температура повітря. Для квітня вона на 10-15 °С вище в порівнянні з зимовою температурою. У липні середня максимальна температура повітря має найбільше значення. З серпня починається поступове зниження загального температурного фону і одночасно деяке зменшення середньої максимальної температури повітря і вже у вересні вона знижується на 4-7 °С. Восени можливі неодноразові повернення тепла.

Найвища температура повітря, зафіксована за весь період спостережень, є абсолютним максимумом температури повітря і складає 38-40 °С. Високі зна-

чення абсолютного максимуму температури повітря відзначалися в червні 1924, 1954, 1957, 1963 рр., в липні 1931, 1936, 1938, 1959, 1971 рр., в серпні 1936, 1946, 1954 рр. За рік абсолютний максимум температури повітря був зафіксований в 1936, 1946, 1952, 1971, 2001 роках.

У теплий період року в басейні р. Дніпро часто створюються умови для формування високої (25 °С і вище) і дуже високої (30 °С і вище) температури повітря. Вона відзначається з травня по вересень, і тільки іноді – у квітні та жовтні. Найбільша її повторюваність припадає на липень-серпень. На півдні України число днів з високою температурою повітря за рік коливається від 80 до 90.

У прикордонних з Каховським водосховищем областях (Херсонською, Запорізькою, Дніпропетровською) щорічно (98-100 %–ва ймовірність) відзначається температура 30 °С і вище, в 60-80 % – температура 35 °С і вище і рідко 40 °С і вище (один раз на 50-100 років) [43].

3.2 Оцінка внутрішньорічного розподілу температури поверхні води Каховського водосховища

Температура води найбільш мінлива характеристика водосховищ як в часі, так і в просторі [44, 45], тобто за шириною, довжиною та його глибиною.

Термічний режим Дніпровських водосховищ, які розташовані в трьох ландшафтних зонах, підпорядкований широтній зональності, залежить від фізико-географічних умов, морфометричних характеристик, антропогенних чинників, їх регулюючої спроможності. Термічний режим впливає не тільки на гідробіологічні процеси у водосховищах, а і на випаровування з них та втрати води і тепла.

Температурний фактор є вихідним при розрахунках випаровування і надійність розрахунків при складанні водних балансів водосховищ суттєво залежить від його надійності.

Досліджуваннями температурного режиму як визначного при розрахунках випаровування з водної поверхні Дніпровських водосховищ займалися В.М.Шмаров, З.О.Вікуліна, О.О.Натруса, В.С.Вуглінський, К.М.Кокарева, Л.Г.Шуляковський та інші. [47-51]. Відзначимо, що більшість результатів досліджень опубліковано до 1990 р. і потребують уточнення на основі нових гідрометеорологічних спостережень за минулі 30 років з урахуванням зміни клімату.

В основну дослідження покладено аналіз та узагальнення реальної та розрахункової гідрометеорологічної інформації.

За 23 роки (1988-2010 рр.) експлуатації Каховського водосховища по його п'яти ділянках та їх гідрологічних постах були розраховані середньобагаторічні місячні температури води, середні, максимальні та мінімальні їх значення (табл.3.2).

У табл. 3.2 наведені також середньобагаторічні місячні температури води, які розраховані за період 1956-1987 р. [44]. Порівняння температур за вказані періоди показало на незначне зростання температури поверхні води на п'яти

ділянках акваторії водосховища і практично по всіх місяцях, за виключенням: листопада і грудня на першій ділянці; листопада – на третій; жовтня, листопада і грудня – на четвертій; травня – на п'ятій.

Максимальне збільшення температури в останні 23 роки на 2,3 °С відбулося в квітні на першій ділянці, на 1,9 °С – у березні на другій, на 2,1 °С – знову у березні на третій ділянці, на 2,3 °С – також у березні на четвертій ділянці, на 2,1 °С – у жовтні на п'ятій ділянці.

Таблиця 3.2 – Середньобагаторічні місячні температури поверхні води по ділянках Каховського водосховища (° С) [44]

Період	Місяці												Середня	Максимальна	Мінімальна
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
1. Н.Каховка															
1956-1987 рр.	1,1	0,6	1,5	6,1	13,5	19,6	22,7	22,9	19,7	14,6	9,0	4,1	11,3	22,9	0,6
1988-2010 рр.	1,8	1,4	3,2	8,4	15,7	21,4	24,0	24,3	20,1	14,7	8,4	3,7	12,6	24,3	1,4
Різниця	+0,7	+0,8	+1,7	+2,3	+2,2	+1,8	+1,3	+1,4	+0,4	+0,1	-0,6	-0,4			
2. Нікополь															
1956-1987 рр.	0,4	0,2	1,6	7,7	15,7	20,9	23,0	23,0	18,6	12,8	6,8	2,2	11,1	23,0	0,2
1988-2010 рр.	1,6	1,0	3,5	8,8	16,5	21,7	24,4	24,4	19,7	14,0	7,4	3,2	12,2	24,4	1,0
Різниця	+1,2	+0,8	+1,9	+1,1	+0,8	+0,8	+1,4	+1,4	+1,1	+1,2	+0,6	+1,0			
3. Нікополь															
1956-1987 рр.	0,4	0,2	1,6	7,7	15,7	20,9	23,0	23,0	18,6	12,8	6,8	2,2	11,1	23,0	0,2
1988-2010 рр.	1,5	1,0	3,7	9,3	16,6	21,9	24,6	24,4	19,3	13,4	6,7	2,7	12,1	24,6	1,0
Різниця	+1,1	+0,8	+2,1	+1,6	+0,9	+1,0	+1,6	+1,4	+0,7	+0,6	-0,1	+0,5			
4. Плавні															
1956-1988 рр.	0,4	0,2	1,6	7,7	15,7	20,9	23,0	23,0	18,6	12,8	6,8	2,2	11,1	23,0	0,2
1988-2010 рр.	1,3	1,1	3,9	9,6	16,8	22,1	24,8	24,2	18,6	12,3	6,2	2,1	11,9	24,8	1,1
Різниця	+0,9	+0,9	+2,3	+1,9	+1,1	+1,2	+1,8	+1,2	0	-0,5	-0,6	-0,1			
5. В.Тарасівка															
1956-1987рр.	0,4	0,2	1,4	7,3	15,4	21,0	23,3	22,7	18,8	12,3	6,2	2,0	10,9	23,3	0,2
1988-2010 рр.	1,9	0,8	2,2	7,4	14,8	20,6	23,6	23,9	19,9	14,4	7,5	2,7	11,6	23,9	0,8
Різниця	+0,5	+0,6	+0,8	+0,1	-0,6	-0,4	+0,3	+1,2	+1,1	+2,1	+1,3	+0,7			

Середньомісячні температури води по ділянках акваторії змінювались від 0,6 до 22,9 °С (1956-1987 рр.) і від 1,4 до 24,3 °С (1988-2010 рр.) на першій ділянці, від 0,2 до 23,0 °С (1956-1987 рр.) і від 1,0 до 24,4 °С (1988-2010 рр.) – на другій, від 0,2 до 23,0 °С (1956-1987 рр.) і від 1,0 до 24,6 °С (1988-2010 рр.) – на

третій, від 0,2 до 23,0 °С (1956-1987 рр.) і від 1,1 до 24,8 °С (1988-2010 рр.) – на четвертій, від 0,2 до 23,3 °С (1956-1987 рр.) і від 0,8 до 23,9 °С (1988-2010 рр.) – на п'ятій.

Внутрішньорічний розподіл середньобаторічних місячних температур поверхні води по ділянках Каховського водосховища наведено також на рис.3.1.

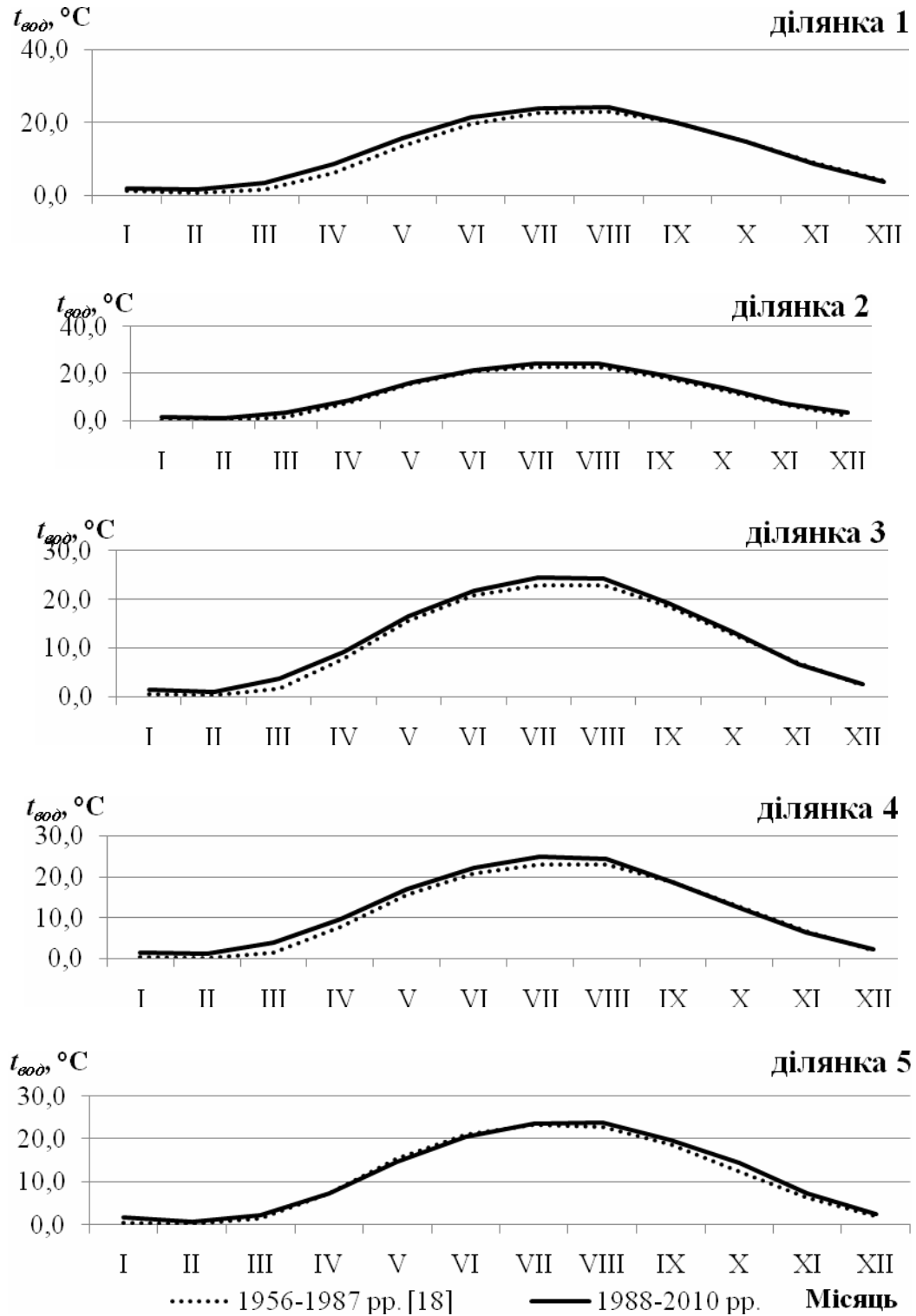


Рисунок 3.1 – Внутрішньорічний розподіл середньобаторічних місячних температур поверхні води по ділянках Каховського водосховища

Аналізуючи розподіл температур поверхні води за вказані періоди відзначимо його ідентичність, але з деяким перевищенням температур за останні 23 роки. Характерно, що найбільші розбіжності по температурах на першій-четвертій ділянках відноситься до перших трьох кварталів року, а на п'ятій ділянці, навпаки, – в четвертому кварталі.

Максимальні температури поверхні води за вказані періоди для першої ділянки відносяться до серпня, для другої – до липня і серпня, для третьої і четвертої – до липня, а для п'ятої ділянки максимуми припадає на липень і серпень.

Максимальна температура поверхні води для всієї акваторії – 24,8 °С мала місце за період 1988-2010 рр. на четвертій ділянці, а 23,3 °С (1956-1987 рр.) – на п'ятій.

На рис. 3.2 наведений (окремо по місяцях і по ділянках акваторії Каховського водосховища) розподіл середньобагаторічної температури поверхні води за різні періоди його експлуатації.

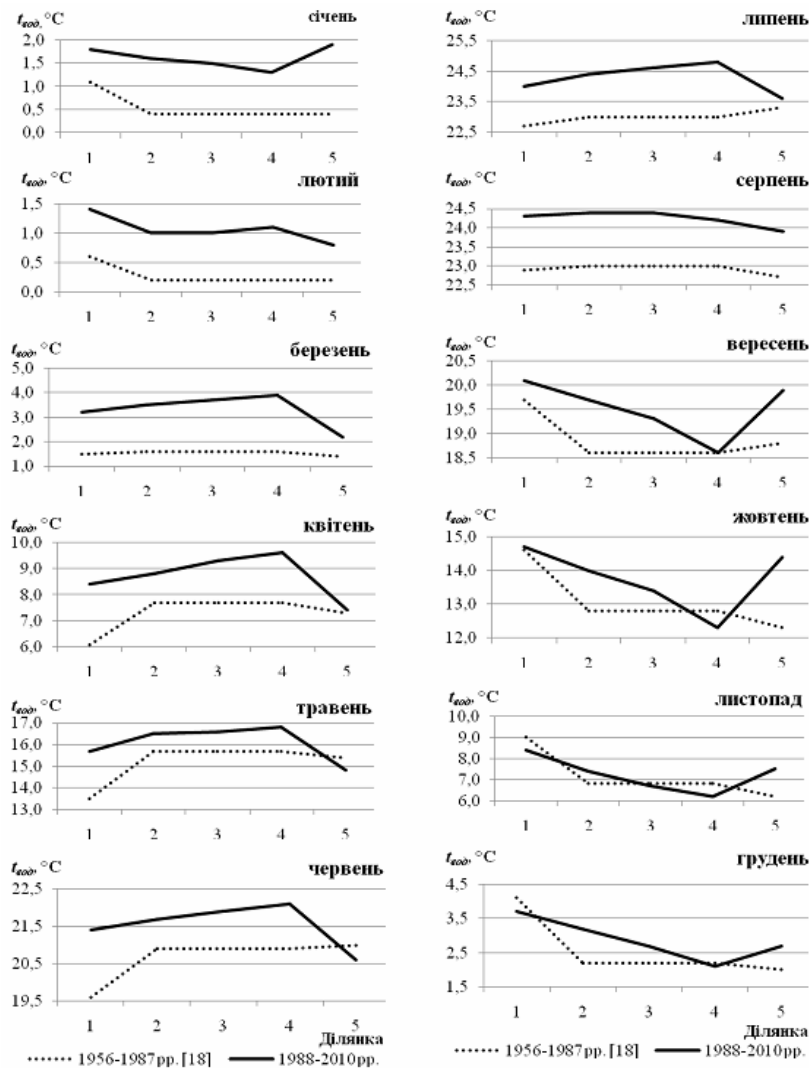


Рисунок 3.2 – Середньобагаторічні температури поверхні води по місяцях та ділянках Каховського водосховища за різні розрахункові періоди

Характер розподілу температури поверхні води в січні за відповідні періоди різняться: 1956-1987 рр. – максимум на першій ділянці, за 1988-2010 рр. – на п'ятій, а мінімум – на четвертій.

В лютому і серпні характер розподілу температури поверхні води вздовж акваторії за ті ж періоди – ідентичний.

В інші місяці року розподіл температури поверхні води за аналогічні періоди експлуатації значно різняться, особливо на п'ятій і четвертій ділянках у вересні-грудні.

Цікава зміна температури поверхні води вздовж водосховища по його ділянках за період 1988-2010 рр. (рис. 3.3), де розподіл температури води по місяцях значно різняться для кожної ділянки акваторії, особливо для мілководної четвертої.

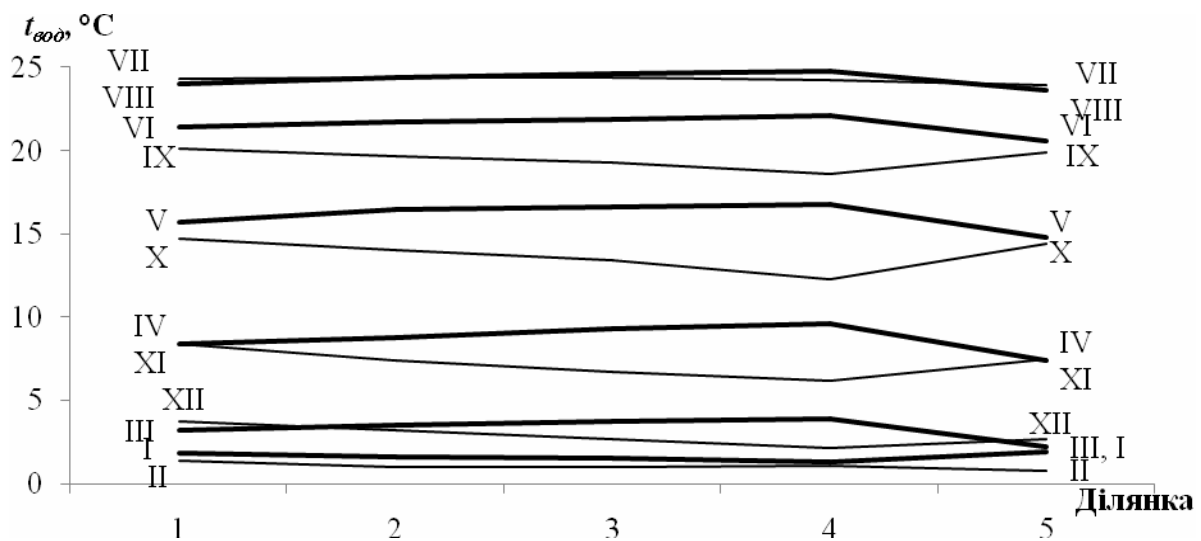


Рисунок 3.3 – Середньобагаторічні місячні температури поверхні води по місяцях і ділянках Каховського водосховища за 1988-2010 рр.

Мінімальна температура поверхні води по акваторії водосховища за прохолодний період (IX-I місяці) зафіксована на четвертій мілководній ділянці, яка охолоджується більше і швидше, а максимальні температури поверхні води в цей період – визначені на першій пригреблевій та на п'ятій русловій ділянках.

В III-VII місяцях максимум температури переміщується на четверту мілководну ділянку, яка швидше і більше прогрівається в цей період, а мінімум – на п'яту руслову.

Таким чином, у січні температура поверхні води знижується від Каховської греблі до мілководної зони (четверта ділянка), а в русловій (п'ятій) ділянці температура поверхні води в цей час зростає.

У лютому температура поверхні води знижується від першої до п'ятої ділянок.

У березні-липні відбувається збільшення температури поверхні води від греблі до мілководної (четвертої) ділянки та різке зменшення її на п'ятій (руслівій) ділянці.

В серпні температура поверхні води поступово знижується від пригреблевої (першої) до руслової (п'ятої) ділянки.

У вересні-грудні характер зміни температури поверхні води аналогічний січню – з вираженим мінімумом на четвертій (мілководній) ділянці.

У роботі [44] такий розподіл пояснюється просторовою орієнтацією водойми і широтою місцевості, проточністю водойми, скидами з вище розташованої ГЕС, зміною площі поперечного перерізу по довжині водосховища, впливом притоків та промисловими і побутовими скидами, швидкістю течії води.

Каховське водосховище характеризується значними змінами площі поперечного перерізу акваторії і відповідно ємкістю – довжині. Особливий вплив на розподіл температури поверхні води водойми має його глибина [52].

Влітку рівень води в Каховському водосховищі різко знижується внаслідок значного забору води на зрошення, а також уповільнення течії до 1,6-1,8 см/с. Водообмін у водосховищі не перевищує 2-3 рази за рік [53]. Глибини водосховища змінюються від 1 до 36 м, а ширина його – від 25 км (максимальна) до 9,3 км (середня).

Встановлено [44], що на Каховському водосховищі, як і на інших у каскаді, спостерігається горизонтальна стратифікація температури води, коли взимку, ранньою весною, у другій половині літа та восени вода біля греблі більш тепла, ніж на верхніх ділянках водойми. У другій половині весни і першій половині літа біля греблі вода холодніша ніж, на її верхніх ділянках.

У Каховське водосховище також безперервно надходять підігріті води з промислових підприємств міст Нікополя, Марганця і потужного Запорізького енергокомплексу, який також має свій вплив на термічний режим та розподіл температур води по акваторії.

3.3 Визначення тенденції зміни температури повітря, води та випаровування над акваторією Каховського водосховища за період його експлуатації

Період експлуатації водосховища охоплює більше, ніж півстоліття – 55 років (1956-2010 рр.). За цей період дані спостережень середньорічних температур повітря над акваторією Каховського водосховища хронологічно наведено на рис. 3.4.

Наведений графік вказує на тенденцію зростання температури повітря над акваторією Каховського водосховища за 55 років. Середнє значення температури повітря 10,6 °С. Коефіцієнт кореляції $r=0,51$.

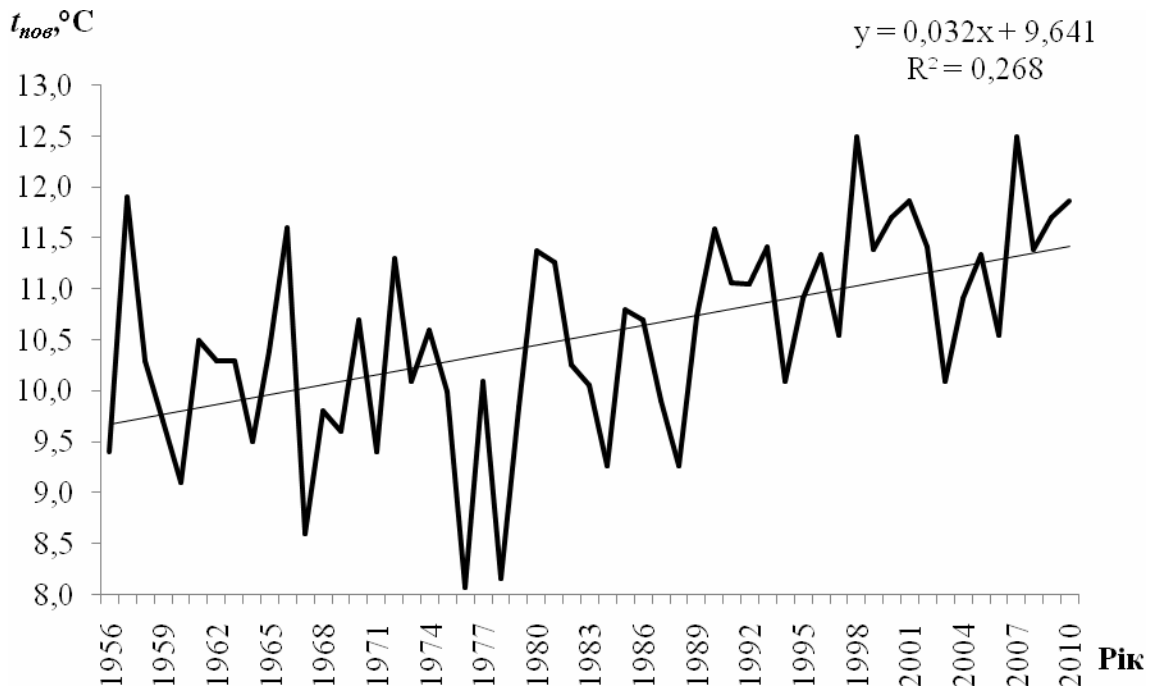


Рисунок 3.4 – Хронологічний графік зміни середньорічної температури повітря Каховського водосховища

Різницева інтегральна крива температури повітря над акваторією водосховища (рис. 3.5) свідчить про спад середньорічної температури повітря з 1957 по 1988 роки та період підйому температури повітря – з 1989 по 2010 роки. Це співпадає з тенденцією спаду температури повітря за більш тривалий строк спостережень по м.Херсон (1882-2011 рр.).

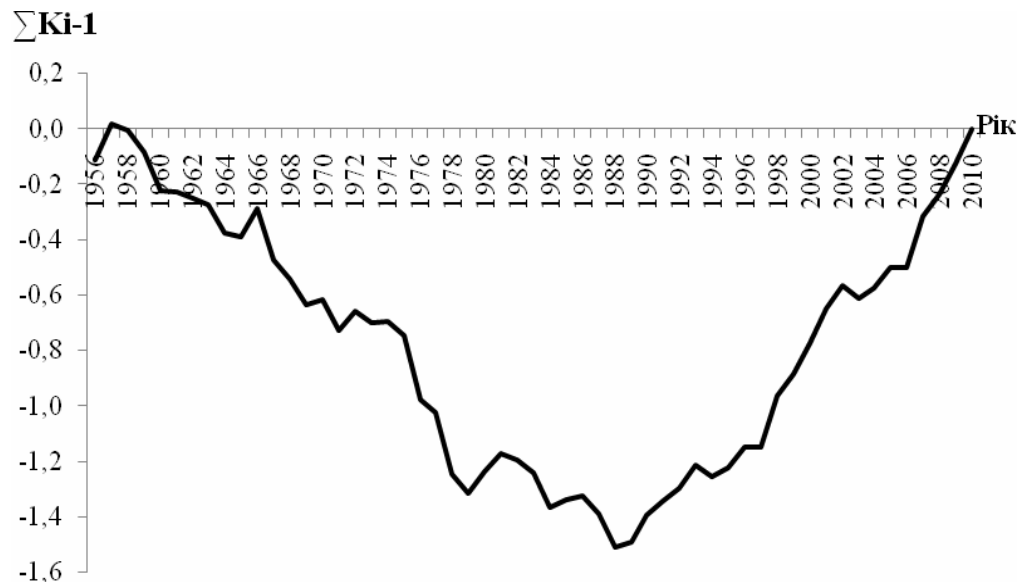


Рисунок 3.5 – Різницева інтегральна крива температури повітря над акваторією Каховського водосховища

Якщо розглянути зміну температури повітря по м. Херсон за 129 років (рис. 3.6), то тренд не є статистично значимим, оскільки коефіцієнт кореляції менше, ніж подвоєна середньоквадратична похибка коефіцієнта кореляції. Ряд спостережень за температурою повітря по м.Херсон – стаціонарний, а середньорічна температура повітря змінюється в межах природних коливань.

Період зниження середньорічних температур повітря за різницевою інтегральною кривою спостерігається з 1907 по 1988 роки, а її підйом – з 1882 по 1906 роки і з 1989 по 2011 роки.

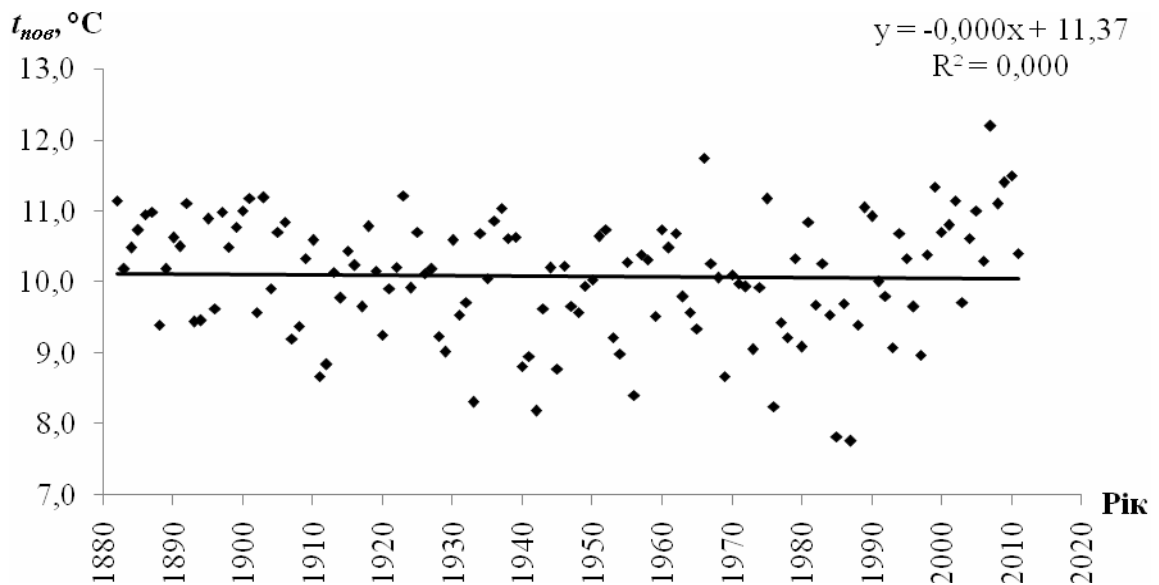


Рисунок 3.6 – Хронологічний графік зміни температури повітря (м.Херсон)

На рис. 3.7 показана тенденція зростання температури поверхні води Каховського водосховища за 55 років його експлуатації (1956-2010 рр.).

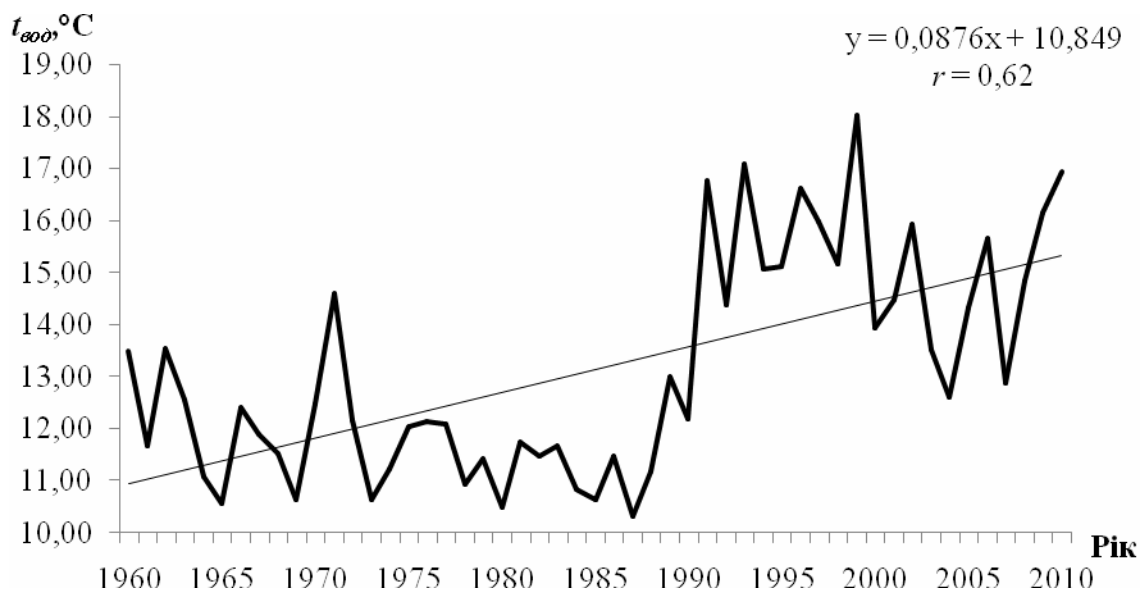


Рисунок 3.7 – Хронологічний графік зміни середньорічної температури поверхні води Каховського водосховища

Середнє значення температури поверхні води 13,13 °С. Коефіцієнт кореляції $r = 0,62$.

Загальна тенденція зростання середньорічного шару випаровування з водної поверхні водосховища за ті ж самі 55 років його експлуатації показана на рис. 3.8.

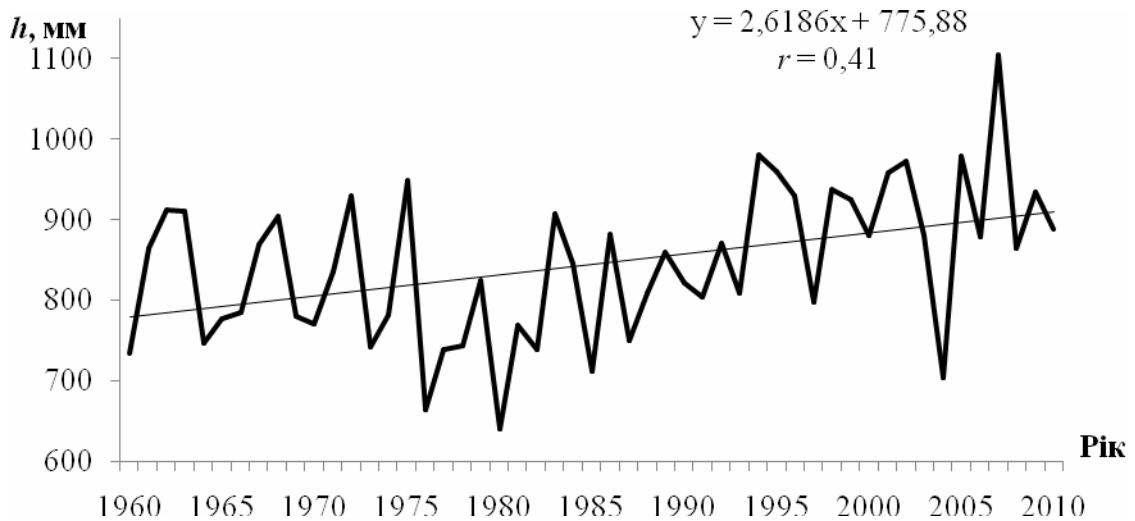


Рисунок 3.8– Хронологічний графік зміни річних шарів випаровування з поверхні води Каховського водосховища

Середнє значення шару випаровування – 844 мм. Коефіцієнт кореляції $r = 0,41$ і він відноситься до значущих.

Вплив зміни клімату за останні 23 роки експлуатації водосховища на температуру його водної поверхні і показники випаровування з нього можна спостерігати відповідно на рис. 3.9 і 3.10.

Слід відзначити, що на 1-4 ділянках (рис. 3.6) тренди статично не значимі, тобто на цих ділянках за 23 роки експлуатації водосховища середньорічні температури поверхні води змінювались в межах природних коливань (ряди стаціонарні). Статистично значимим є лише тренд на п'ятій ділянці (що потребує додаткових досліджень).

Найбільших змін температура води (з 12 до 14 °С) зазнала на п'ятій русловій ділянці акваторії водосховища, а найменших – на четвертій мілководній ділянці. На початку періоду спостережень на ділянках водосховища найвища температура водної поверхні (14,6 °С) була на четвертій ділянці, а найменша (12,0 °С) – на п'ятій. Але з 2002 по 2010 роки найвища температура води спостерігалась вже на першій пригреблевій ділянці акваторії (15,3 °С в 2010 р.), а на п'ятій – 14,0 °С. Відзначимо також, що в 1988 р. середньорічна температура зменшувалась по ділянках в такому порядку: 4,3,2,1,5, а в 2010 р.: 1,2,4,3,5. У 2002 р. середньорічна температури води на 1,2,4 ділянках зрівнялись.

Аналогічно (рис. 3.9) спостерігається вплив зміни клімату на показники випаровування з п'яти ділянок акваторії Каховського водосховища (рис. 3.10).

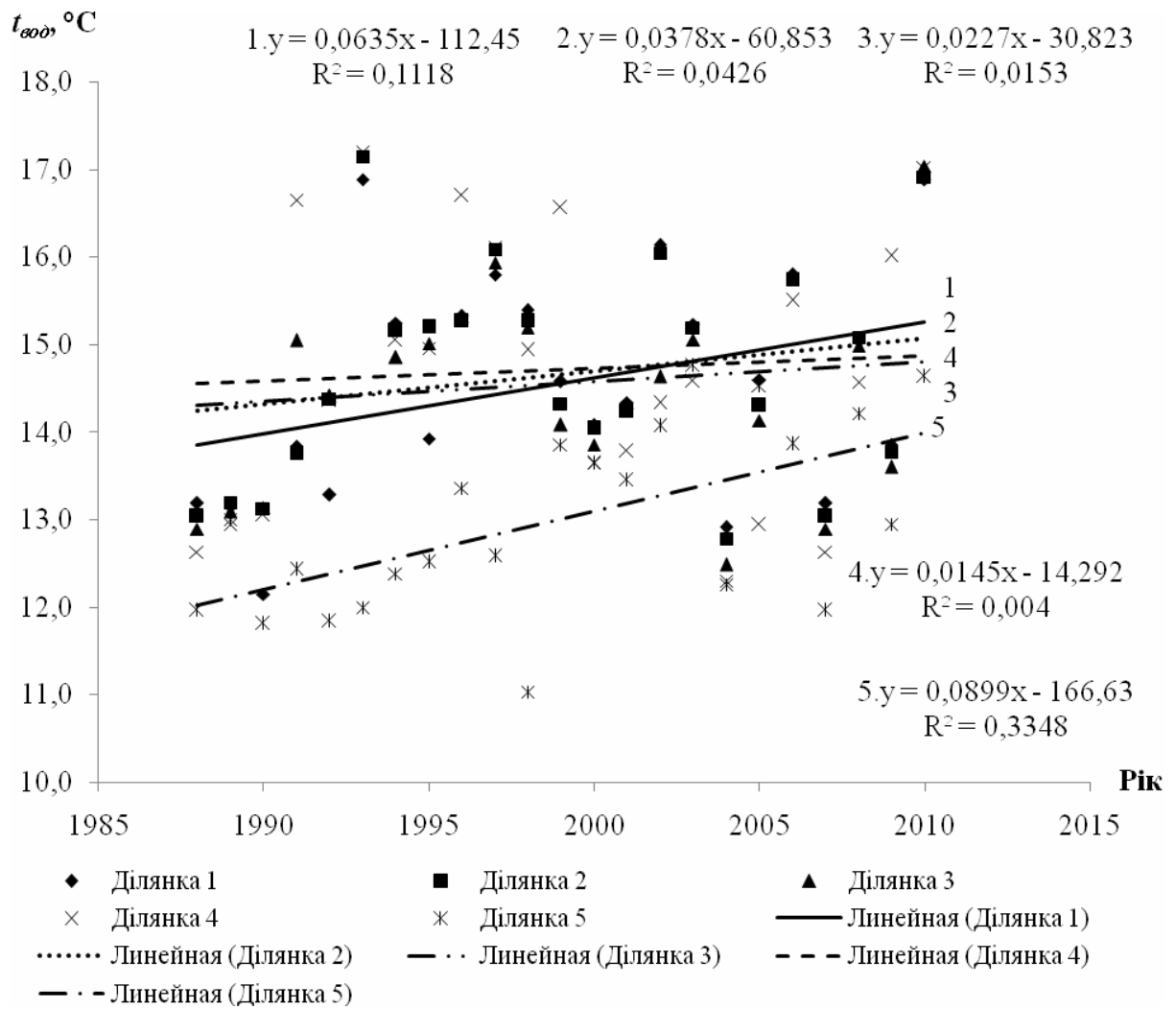


Рисунок 3.9 – Часова змінність середньорічних температур води на ділянках акваторії Каховського водосховища

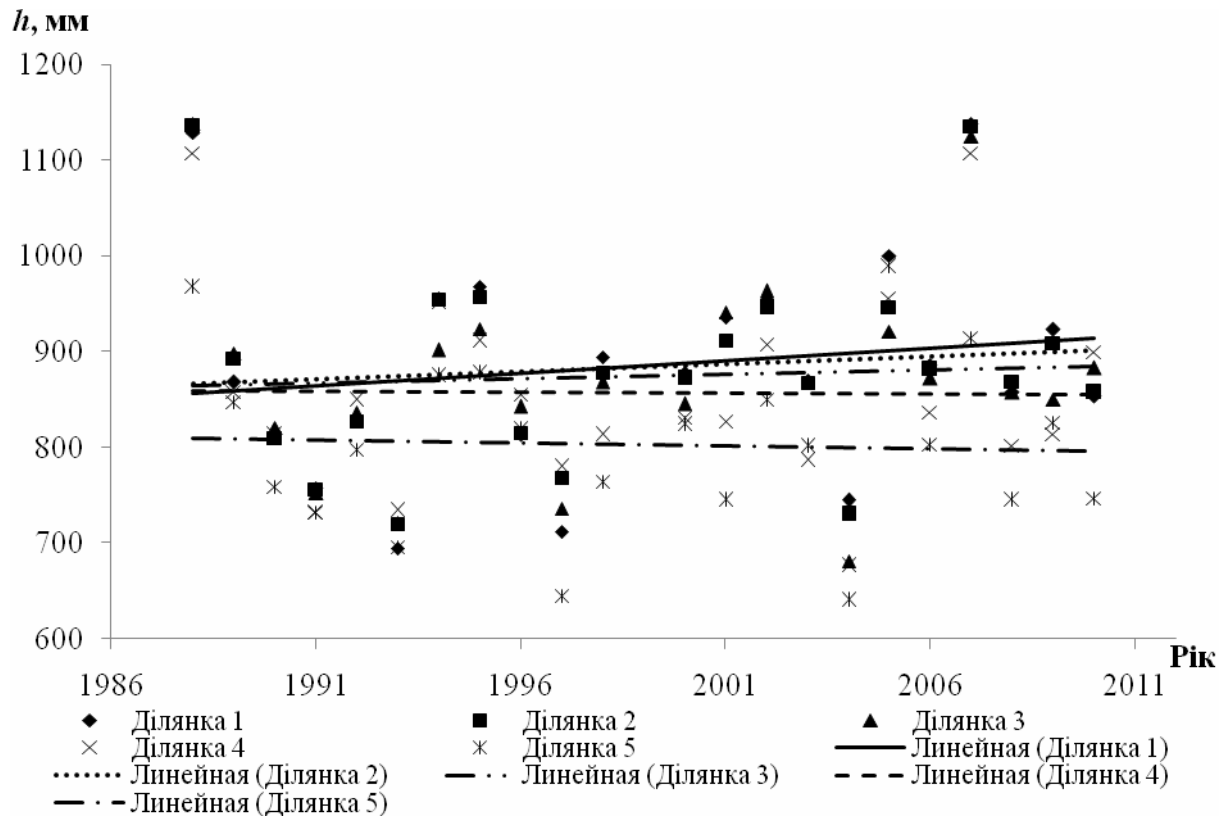


Рисунок 3.10 – Часова змінність річного шару випаровування з водної поверхні ділянок акваторії Каховського водосховища

На початку спостережень річний шар випаровування був найвищий (по-слідовно) на 2,3,4,1 і 5 ділянках, а через 23 роки – на 1,2,3,4 і 5. У 1993 р. річний шар випаровування на 1 і 3 ділянках, а в 1998 р. на 1 і 2 – зрівнявся.

Таким чином, проведені дослідження виявили загальну тенденцію збільшення середньорічних температур повітря, води і параметрів випаровування за останні десятиріччя експлуатації водосховища.

3.4 Вплив температурного фактора на показники випаровування з водної поверхні Каховського водосховища

Основним визначним вихідним фактором при розрахунках випаровування є температурний чинник, який суттєво впливає й на інші вихідні дані. Так, тиск насичення водяної пари e_0 залежить від температури води і парціального тиску водяної пари в повітрі над водною поверхнею на висоті 2 м. Середня температура повітря над водоймою на висоті 2 м також залежить від температур повітря та води [54].

Деякі автори пропонували для розрахунків випаровування з водної поверхні порівняно прості залежності (В.В. Шулейкин), емпіричні методи (О.П. Браславський і З.О. Вікуліна), рекомендації М.В. Чоботарьова для попередніх розрахунків на ранніх стадіях проектування [55], рекомендації М.С. Каганера щодо спрощеного підходу при визначенні вихідних даних для розрахунків випаровування [56], а також наближений метод розрахунків Майєра. Крім цього в практиці інженерних розрахунків використовуються також карти ізоліній середньобогаторічного випаровування з водної поверхні та схеми районування на основі визначення внутрішньорічного ходу випаровування.

Емпіричні формули і методи, спрощені та наближені методи тільки підкреслюють трудомісткість розрахунків випаровування з водної поверхні.

На термічний та льодовий режими Дніпровських водосховищ впливають свої індивідуальні чинники, які визначають тепловий баланс водотоку протягом року, морфометричні характеристики водосховищ, антропогенний вплив. Термічний режим водосховищ Дніпровського каскаду підпорядкований широтній зональності, а водосховища характеризуються різноманітними фізико-географічними умовами, різними площею водного дзеркала, шириною, глибиною, береговою лінією, наявністю мілководь, інтенсивністю вітрового впливу, регулюючою спроможністю, швидкостями течії води, промисловими скидами підігрітих вод.

Враховуючи те, що дані спостережень за температурою води Каховського водосховища є тільки за 1981-2010 рр. на рис. 3.11 наведений розподіл річних показників температур та випаровування за відповідний період. Проілюстроване загальне зростання шару та об'єму випаровування, починаючи з 1987 р. (за винятком другого за період експлуатації мінімуму – 2004 р.). Щодо температури, то за вказаний період середня температура води вища за температуру повітря, а за 2001-2010 рр. величини температур води і повітря значно зростають.

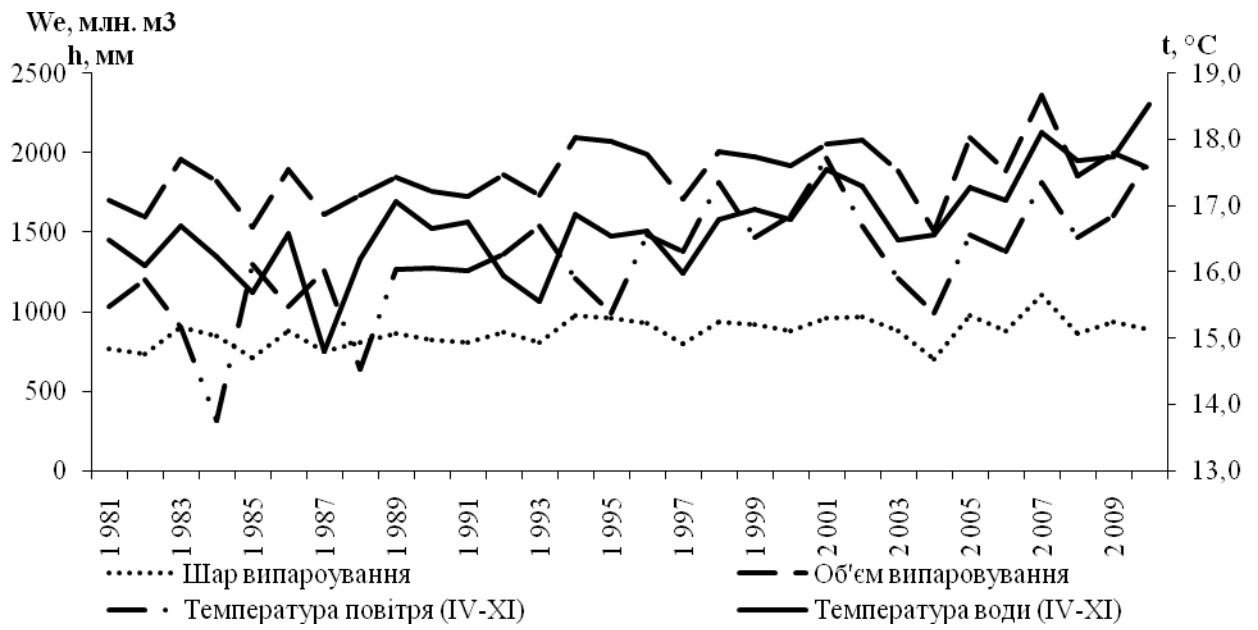


Рисунок 3.11 – Хронологічний графік показників випаровування та температур Каховського водосховища

В табл. 3.3 наведені характерні температури води і повітря (за 30 років спостережень) та повітря (за 55 років), а також максимальна різниця середніх температур води і повітря. Аналіз максимальних температур повітря за 55 років показав, що за виключенням жовтня та грудня вони відносяться до останнього тридцятирічного періоду і навіть більше – до двадцятирічного (1991-2010 рр.).

Таблиця 3.3 – Температури води та повітря на акваторії Каховського водосховища

Місяць	Температура, °С														
	вода					повітря									
	1981-2010 рр.					1981-2010 рр.					1956-2010 рр.				
	максимальна	рік	середньо багаторічна	мінімальна	рік	максимальна	рік	середньо багаторічна	мінімальна	рік	максимальна	рік	середньо багаторічна	мінімальна	рік
I	2,5	2007	1,6	0,3	1983	3,9	1998 2007	-1,4	-6,5	1997 2006	3,9	1998 2007	-2,0	-9,6	1963
II	2,6	2005	1,1	0,1	1982	4,3	1993 2002	-0,6	-6,0	1994 2003	4,3	1993 2002	-1,3	-12	1976
III	5,4	1989	2,8	1,2	2005	6,9	1981	3,9	0,1	1987	6,9	1981	3,1	-4,8	1978
IV	10,7	1989	8,1	4,0	1987	13,1	1991	10,4	7,6	1988	13,1	1991	10,2	5,6	1956
V	18,5	1996	15,4	12,8	1987	20,0	2003	16,7	13,7	1990	20,0	1994 2003	16,5	13,7	1990
VI	24,3	2007	20,6	19,6	1990	23,6	2007	21,0	18,7	1985	23,6	1966 1998 2007	20,6	18,4	1957
VII	27,1	2010	23,4	22,1	1985	26,7	1992	23,8	20,7	1984	26,7	1992	23,1	20,2	1976
VIII	27,3	2010	23,9	22,0	1987 1983	26,7	2001 2010	23,3	20,7	1988	26,7	2001 2010	22,6	19,2	1976
IX	20,3	2007	19,8	17,2	1996	21,3	1985	17,6	13,9	1988	21,3	1985	17,3	13,9	1988
X	15,4	2009	13,8	11,6	1992	13,0	1982 1998 2006	11,3	8,4	2001 2010	14,5	1965	10,9	6,7	1967
XI	9,8	2010	7,6	3,4	1988	10,8	2001 2010	5,4	-2,3	1984	10,8	2001 2010	5,0	-2,3	1984
XII	4,6	1996	3,5	1,1	1983	3,4	1990	0,4	-5,6	1993 2002	3,9	1998 2007	0,4	-5,6	1993 2002

Це свідчить про відповідне потепління за розглядуваний період. Більшість мінімальних температур за 55 років спостережень відноситься до періоду 1956-1981 рр.

В табл. 3.4 показаний внутрішньорічний розподіл середніх температур поверхні води на Каховському водосховищі за різні періоди.

Таблиця 3.4 – Середні температури поверхні води

Період	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1960-1970 рр. [56]	-	-	1,9	6,2	14,9	20,7	23,3	22,7	19,0	13,2	7,7	3,0
до 1986 р. [49]	0,7	0,4	1,4	6,9	14,9	20,7	23,1	22,9	19,0	13,2	7,4	2,9
1981-2010 рр.	1,3	1,1	3,2	8,5	16,0	21,6	24,2	24,0	19,3	13,4	6,7	3,2

Із таблиці 3.3 видно, що за останні 30 років середні місячні температури води, у порівнянні з іншими періодами, підвищились, особливо в першому кварталі, тобто відбувається загальне потепління клімату. Відзначимо, що середні місячні температури води протягом року за 1981-2010 рр. змінюються від 1,1 до 23,9 °С. В окремі роки під впливом погодних умов спостерігаються деякі відхилення температур від наведеного річного ходу. При порівнянні температур в табл. 4.2 привертає увагу зсув максимуму температур з липня на серпень.

В акваторії Каховського водосховища максимальні місячні температури різні за величиною і по строках [49]: у пункті Верхня Тарасівка – 24 °С у першій половині серпня, біля Золотої балки (23,8 °С) – у другій половині липня та першій половині серпня, біля Нової Каховки (23,2 °С) – у першій і другій половинах серпня. Загальний максимум температур води по водосховищу припадає на серпень. Взагалі ж температура води біля греблі (м. Н.Каховка) вища, ніж у верхній частині водосховища тільки з другої половини серпня до початку квітня, тобто в прохолодні місяці.

Добовий хід температури води повторює різкі зміни температури повітря під впливом погодних умов.

Абсолютний максимум добової температури води в полагіалі Дніпровських водосховищ [49] досягав 32 °С тільки в Кременчуцькому водосховищі, а в Каховському був в межах від 28,8 до 31,6 °С.

За дослідженнями [50] у 2010 р. температура води по акваторії Каховського водосховища змінювалась з червня до вересня від 18 до 32 °С. Максимальні значення температури води були зареєстровані у першій та другій декадах серпня і досягли 30-32 °С. Саме в цей період в Каховському водосховищі спостерігалися явища задухи риб.

Слід відзначити також, що процеси охолодження води в Каховському водосховищі від максимальної температури до 4 °С на сьогодні становлять 144 доби, середня тривалість безльодоставного періоду поступово збільшилась до 309 діб, а в окремих випадках він продовжується цілий рік [49]. На охолодження води від 4 °С до температури льодоставу на Каховському водосховищі необхідно 24 доби.

Відсутні дані спостережень за температурою води в 1956-1980 рр. можуть бути відновлені на основі емпіричної залежності між температурою води та повітря за спостереженнями на Каховському водосховищі в 1981-2010 рр. Така залежність базується на накопичених за 30 років спостереженнях даних і для

річних температур повітря над водною поверхнею та поверхнею води $t_{вод} = f(t_{нов})$ наведена на рис. 3.12.

Відзначимо, що зв'язок між місячними температурами повітря і води значно тісніший ніж, на рис. 3.12.

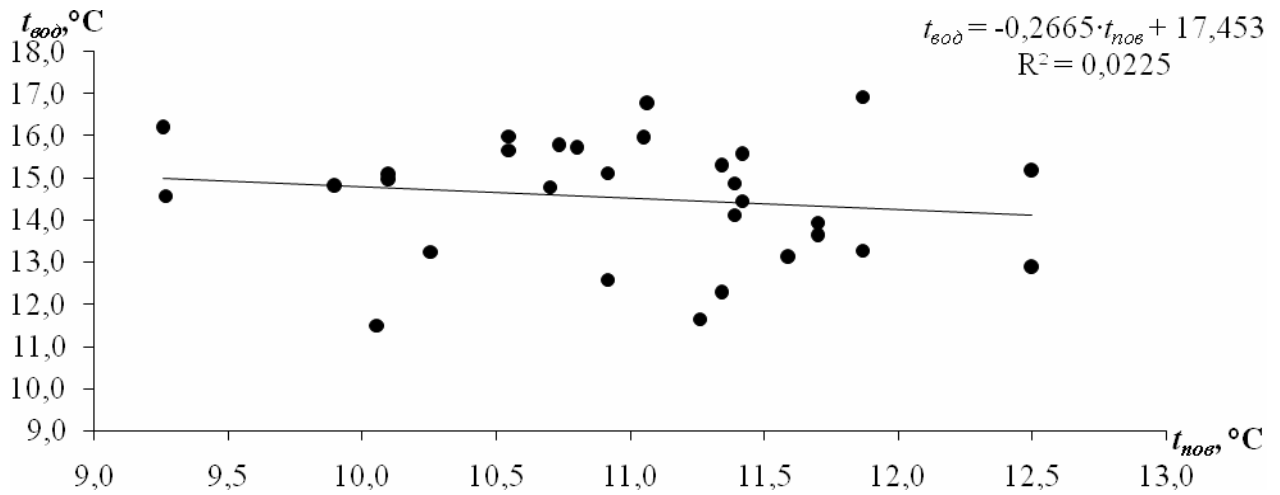


Рисунок 3.12 – Залежність між місячними температурами повітря і води

Залежність $t_{вод} = f(t_{нов})$ між середньобогаторічними місячними температурами повітря над водосховищем $t_{нов}, ^\circ\text{C}$ і поверхні води $t_{вод}, ^\circ\text{C}$ наведена на рис. 3.13 і представляє собою дві лінії: для періоду нагрівання (I-VIII) і періоду охолодження водойми (VIII-XII).

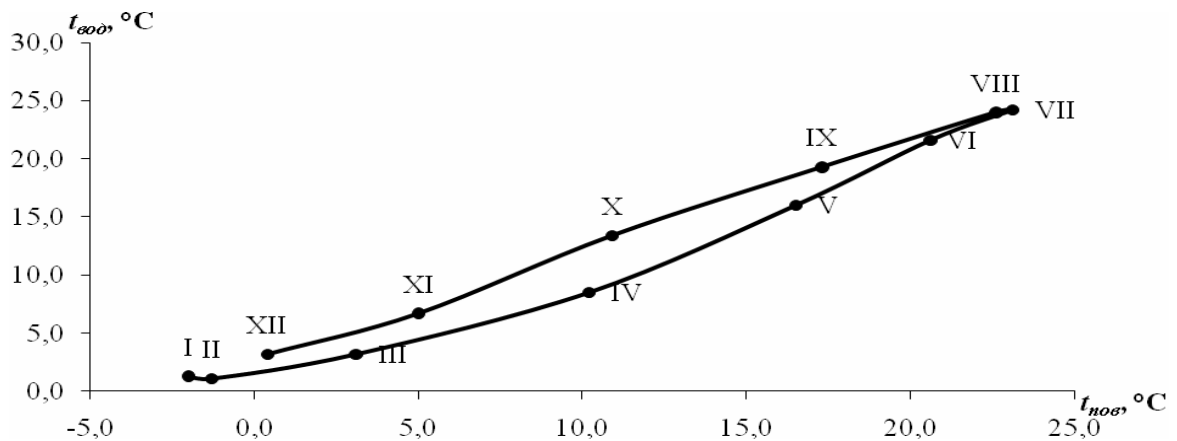


Рисунок 3.13 – Залежність середньобогаторічних температур води і повітря Каховського водосховища

По аналогії побудовані знайдемо залежність між середніми місячними температурами повітря $t_{нов}$, °С та величинами тиску насичення водяної пари e_0 , в гПа (рис. 3.14). Оскільки залежність між температурами повітря над водою і поверхнею води виражається двома лініями, то очевидно і зв'язок між температурами повітря над Каховським водосховищем $t_{нов}$, °С та величинами тиску насичення водяної пари e_0 також будуть окремими для періоду нагрівання (I-VII) та періоду охолодження (IX-XII) водойми. За наявності такої залежності можна розрахувати тиск насичення водяної пари e_0 не за температурою поверхні води, а тільки за температурою повітря над поверхнею води Каховського водосховища. Але такий спосіб розрахунків e_0 можливий для оперативних попередніх розрахунків. За дослідженнями [56], середня похибка отриманих таким способом величин випаровування становила 10 %.

А. Майер (США) [55], запропонував наближений спосіб розрахунку випаровування з водної поверхні за графіком зв'язку між місячним випаровування (h , мм) та середньою місячною температурою поверхні води ($t_{вод}$, °С).

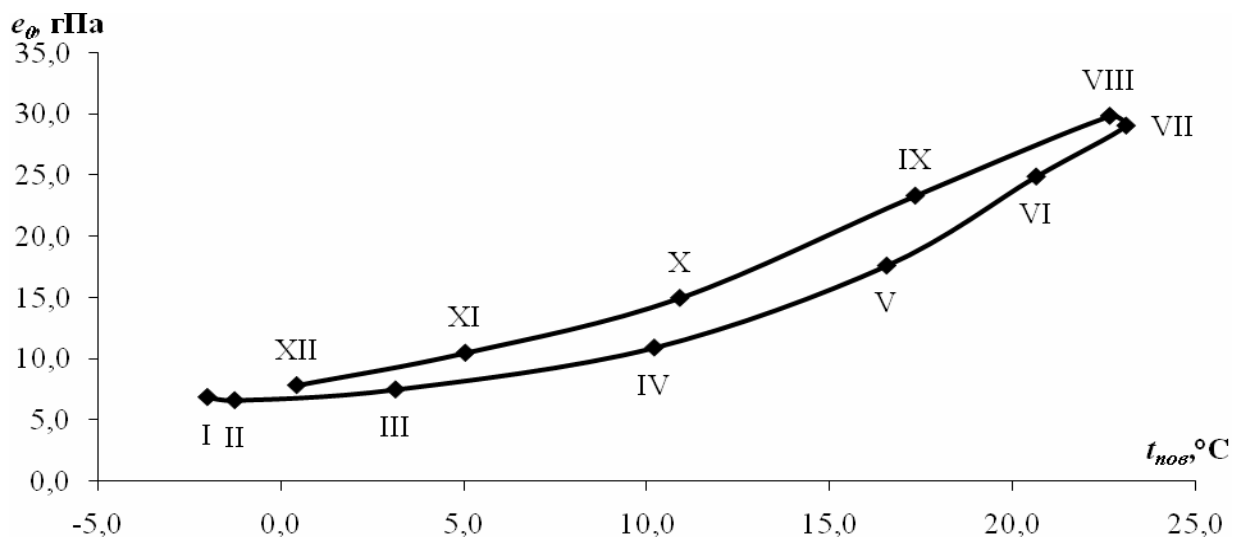


Рисунок 3.14 – Залежність між середніми місячними температурами повітря та величинами тиску насичення водяної пари для Каховського водосховища

По аналогії нами побудовані для умов Каховського водосховища графіки зв'язку між температурою поверхні води за період 1981-2010 рр. та шаром випаровування h , мм (рис. 3.15) і температурою поверхні води та об'ємом втрат води на випаровування W_e , млн. м³ (рис. 3.16), а також залежності між температурою повітря над водною поверхнею за період 1956-2010 рр. і шаром випаровування (рис. 3.17) та між температурою повітря над водною поверхнею і об'ємами втрат води на випаровування (рис. 3.18). За цими графіками (рис. 3.15-3.18) також можна оперативно визначити наближені показники випаровування з водної поверхні Каховського водосховища.

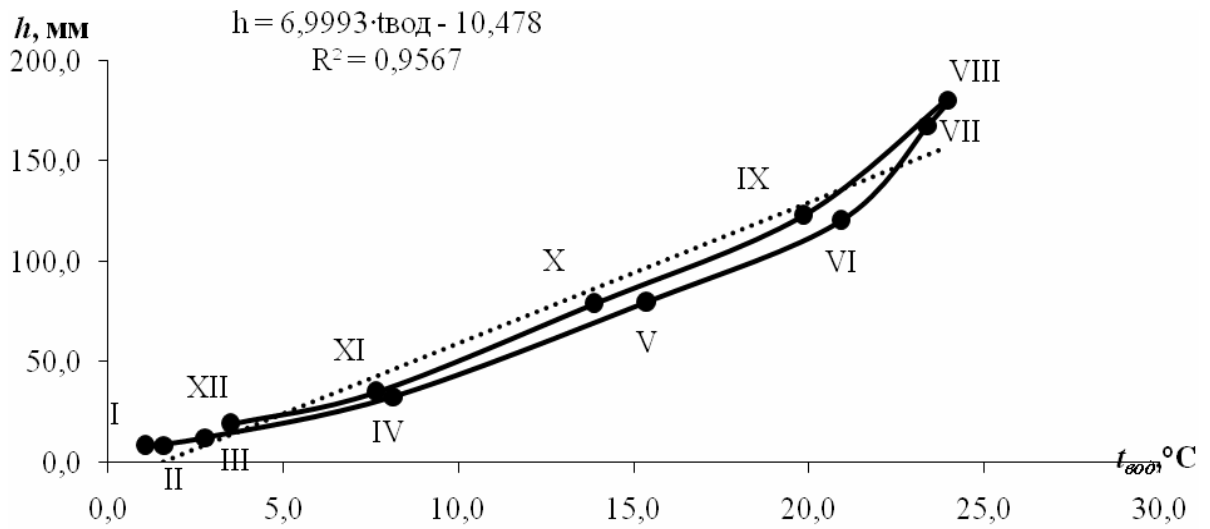


Рисунок 3.15 – Залежність між температурою поверхні води за період 1981-2010 рр. та шаром випаровування

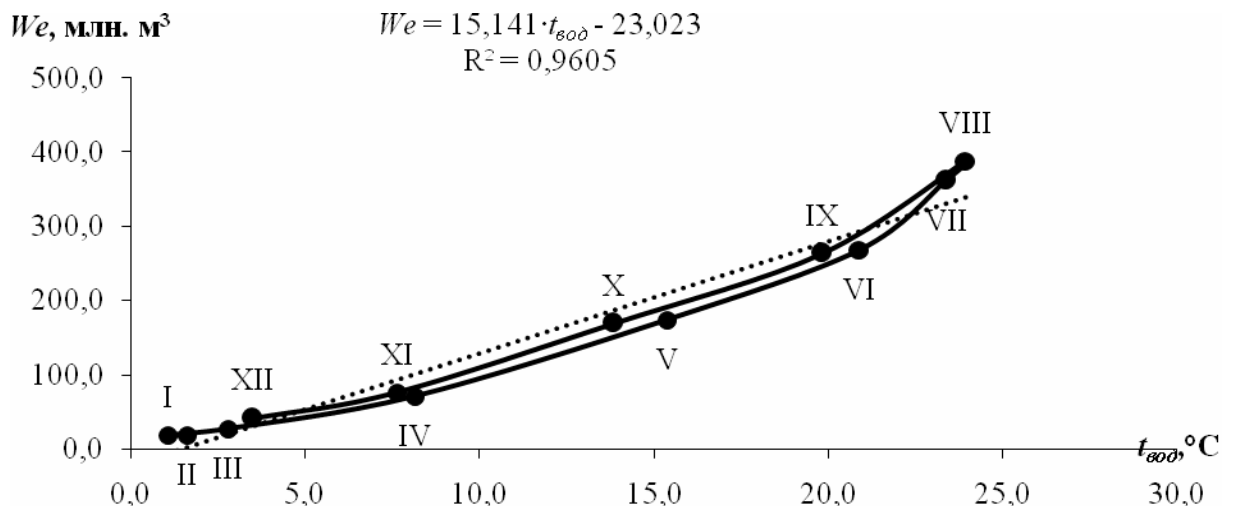


Рисунок 3.16 - Залежність між температурою поверхні води та об'ємом втрат води на випаровування

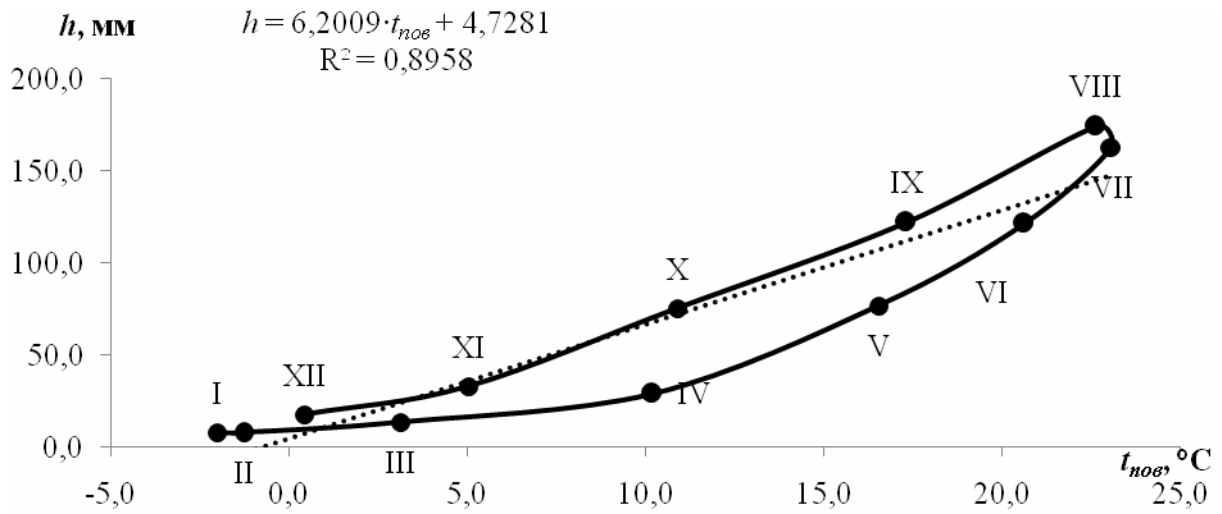


Рисунок 3. 17 - Залежність між температурою повітря над водною поверхнею за період 1956-2010 рр. та шаром випаровування

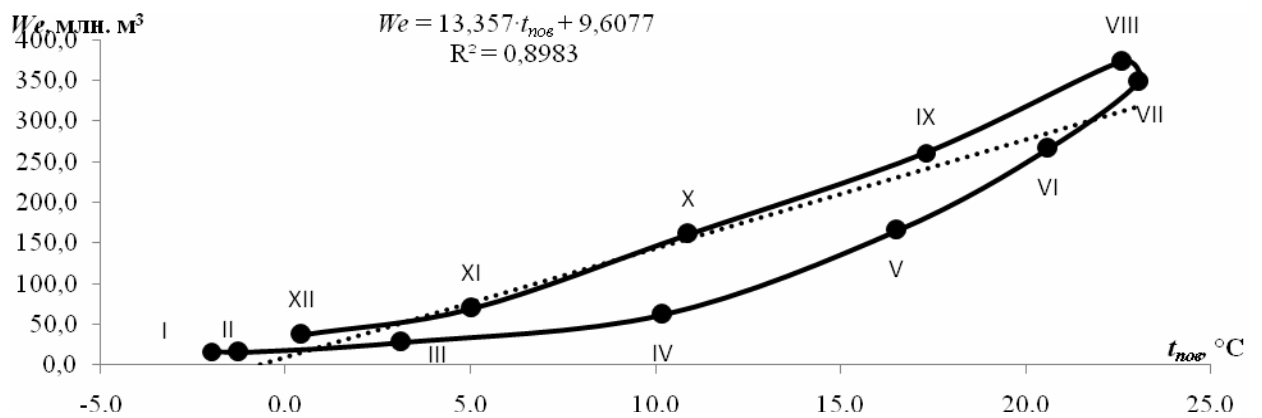


Рисунок 3. 18 - - Залежність між температурою повітря над водною поверхнею і об'ємами втрат води на випаровування

Перспективним можна вважати розрахунок і побудову універсального узагальненої залежності між площею водного дзеркала водосховища F , шаром випаровування h і об'ємом втрат води на випаровування W_e .

На рис. 3.19 наводяться інтегральні криві шарів випаровування для місяців 2007 р. з максимальним шаром випаровування за рік – 1104 мм, для середньобагаторічних місячних шарів випаровування (за 55 років спостережень) – 842 мм і для місяців 1980 р. з мінімальним річним шаром випаровування за рік – 640 мм. Крім того, для кожної інтегральної кривої наведені відповідно помісячні температури поверхні води і повітря над водоймою. Співставлення температур між собою і шарів випаровування показує, що з травня по листопад температури поверхні води в 2007 р. перевищували температури води в 1980 р., а з грудня по квітень, навпаки.

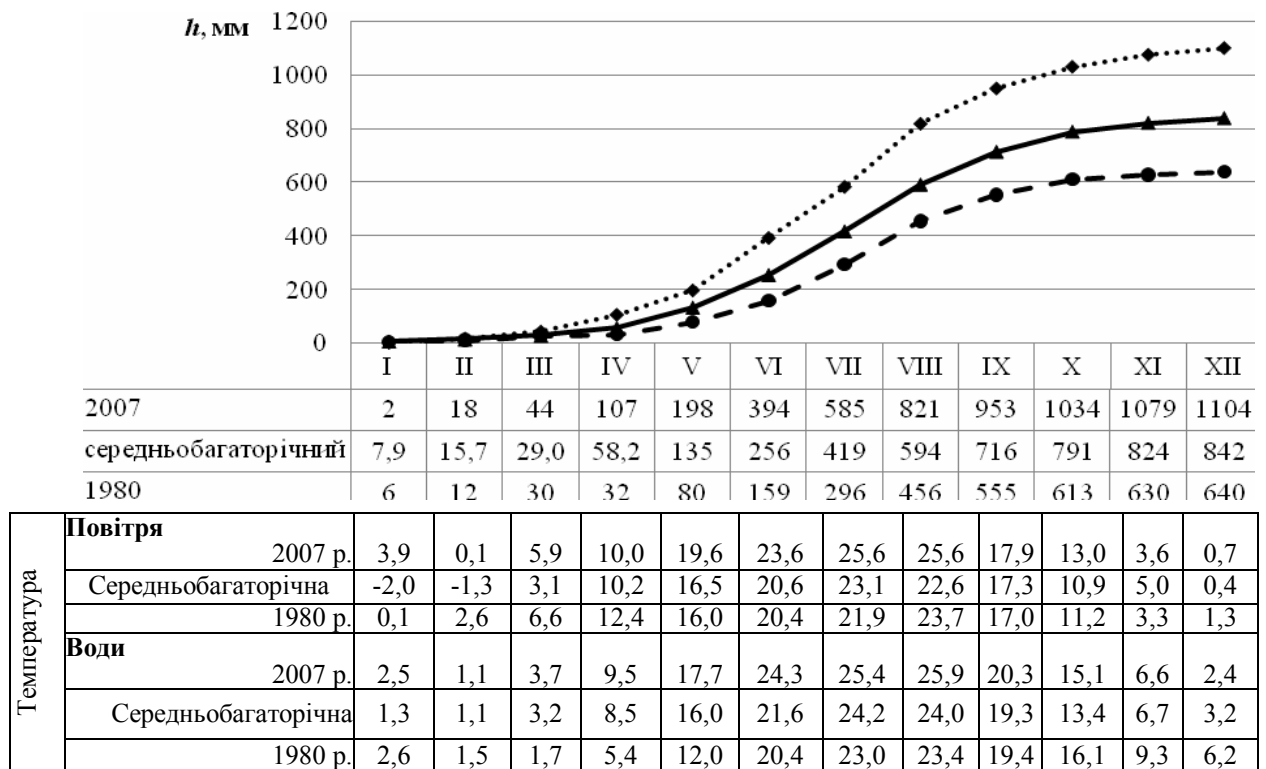


Рисунок 3.19 – Інтегральні криві шарів випаровування $h=f(T)$

Слід відзначити, що найбільш крутий підйом інтегральних кривих відбувається у період з травня по вересень, коли шар випаровування і температури поверхні води значно наростають.

В цей період різниця між температурами води в 2007 і 1980 рр. становить приблизно $3,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, а по шару випаровування – від 150 мм до 500 мм. В період з березня по травень максимальне перевищення температури повітря над температурами поверхні води досягає $2,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Проте, в період з червня по лютий температури повітря стають меншими за температуру води. Максимальна різниця між ними може досягати $3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

ВИСНОВКИ

1. Узагальнення та аналіз температурних даних на ділянках та всій акваторії Каховського водосховища за 23 роки (1988-2000 рр.) його експлуатації, їх порівняння з даними досліджень за попередній період (1956-1988 рр.) виявили загальну тенденцію збільшення середньорічних температур повітря, води і параметрів випаровування за останні десятиріччя експлуатації водосховища.

2. Проведені дослідження внутрішньорічного і територіального розподілу температур поверхні води і амплітуд їх коливання по Каховському водосховищу підтверджують узагальнені висновки по окремих водосховищах Дніпровського каскаду в цілому (в дослідженнях до 1990 р.), але із збільшенням абсолютних значень досліджуваних показників.

3. Розташування ділянок в акваторії Каховського водосховища та їх морфометричні характеристики впливають на внутрішньорічний розподіл температури поверхні води за розглянуті періоди його експлуатації в залежності від місяців року.

4. За останні десятиріччя внутрішньорічний розподіл температури поверхні води по акваторії водосховища, особливо на третій ділянці, знаходиться також під антропогенним впливом розташованих на берегах об'єктів промисловості та енергетики. Це пояснює деяку різницю в розподілі температури води за розглянуті періоди експлуатації водосховища.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Обухов Є.В. Економіко-екологічні оцінки проектів великих українських водосховищ: Монографія.- Одеса: ТОВ «ІНВАЦ», 2008.- 100с.
2. О строительстве Каховской гидроэлектростанции на реке Днепре, Южно-Украинского канала, Северо-Крымского канала и об орошении земель южных районов Украины и северных районов Крыма [Электронный ресурс]: Великие стройки Сталинской эпохи.- Режим доступа: <http://www.USSR-forever.ru/str/6-34.html>.
3. 18 октября в истории. Пущена в строй Каховская ГЭС [Электронный ресурс]: <http://ubr.ua/history/1018/2383>.
4. Нагляя Т.А. Каховское водохранилище: сливать или не сливать / «Визит-Венал». - Вып. 39. - 6.08.2009.
5. Бакшеев Е.А. Реабилитация днепровских водохранилищ [Электронный ресурс]: Экология. - Еженедельник. - №33(521). - 20 -26.08.2010. – <http://2000.net.ua/2000/aspekty/ekologia/68382>.
6. Аверченко Д.А. Каховскому водохранилищу и Днепру нужен Бассейновый парламент. [Электронный ресурс]: <http://www.zerkalo-nedeli.com/ie/show/611/54265>.
7. Алексеенко Л.А. Оазис на Олешковских песках [Электронный ресурс]: Газета «Коммунист.– <http://www.komunist.com.ua/article/18/12514.html>.
8. Гидроэлектростанции Советского Союза / Справочник.- М.: Гидропроект. - Ч.1. - 1978. – 351 с.
9. Дніпровське басейнове управління водних ресурсів. - К.: Держкомітет України по водному господарству, 2004. – 10 с.
10. Лухтанов Ф.В. Чернявский М.М. Каховская гидроэлектростанция.- М.: Госэнергоиздат, 1959.- 69 с.
11. Каховское водохранилище. [Электронный ресурс]: Известные водоемы. http://my.fisging.org.ru>...kakhovskoe_vodokhranilishhe...727.
12. Стрижевская Е.А. Каховское водохранилище – самое слабое звено в цепи Украинских водохранилищ. [Электронный ресурс]: <http://про.vo.uz/news/2008-03-26-115>.
13. Археологи предлагают уничтожить Каховское водохранилище. [Электронный ресурс]: <http://glavred.info/archive/2009/09/10/192735-11.html>.
14. Роман Е.А. Каховское водохранилище – это тоже Днепр. [Электронный ресурс]: <http://www.херсон.info/news/view/13253>.
15. Ефременко В.С. Исследования отсасывающей трубы Каховской ГЭС//Гидротехническое строительство.-1963.-№3.- С. 18-23.
16. Носова О.Н., Егорова Л.Г. О причинах аномальных отклонений в показаниях пьезометров земляной плотины Каховской ГЭС // Изв. ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева.- 1978.-Т.93.- С. 129-135.
17. В.В.Аристовский, Р.Т. Слободян. Устойчивость берегов Каховского водохранилища. - К.: Изд –во АН УССР, 1962.- 211 с.

18. Федоненко О.В., Єсіпова Н.Б., Шарамок Т.С., Маренков О.М. Гідро-екологічний стан Каховського водосховища. [Електронний ресурс]: <http://sites.znu.edu.ua/bioindication/issues/15-2/Fedonen.pdf>.

19. Оксюк О.П., Давидов О.А., Карпезо Ю.Г. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. В.Гнатюка.- Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія.-2010.- №2 (43).- С. 377-379.

20. Цайтц Е.С., Томильцева А.И., Соляник Д.М. Экономические показатели строительства и эксплуатации защитных дамб на Каховском водохранилище // Мелиорация и водное хозяйство. К.: Урожай.- 1974. – Вып. 29. – С. 128-134.

21. Булат В.Г. Исследования стока Днепра и элементов режима Каховского водохранилища применительно к расчетам его водного баланса.- Автореф. дис.канд. геогр. наук / Украинский ин-т инженеров водного хозяйства. - Ровно, 1975. – 25 с.

22. Моделирование и системный анализ отдельных составляющих экологической системы Каховского водохранилища на основе самоорганизации / Л.А.Сиренко, А.И.Денисова, А.Г. Ивахненко и др. // Гидробиол. журн. .-1984.- №3.- С. 77-88.

23. Бяллович Ю.П. Опытные посадки волноломных насаждений на Каховском водохранилище в 1957-1958 гг. // Труды совещания по динамике берегов морей и водохранилищ. – Одеса. - Т.1.- 1959.- С. 28-36.

24. Булах В.Л. Опыт прогнозирования береговых процессов Каховского водохранилища // Гидротехническое строительство,1958.- №3. – С. 30-32.

25. Линкарь Н.И. Опыт эксплуатации гидротехнических сооружений Каховской ГЭС // Гидротехническое строительство.-1963.- №3.- С. 19-21.

26. Опыт эксплуатации Каховской ГЭС // Экспресс информация. Ремонт оборудования энергосистем. СЦНТИ ОРГРЭС, 1973.- 27 с.

27. Днепра как реки уже нет. Есть каскад отстойников. [Електронний ресурс]: <http://portmone.name>portmone/2008/nomer-ot-2.09.08/>.

28. Шапар А.А. Днепр сегодня: только стонет, но уже не ревет. О целесообразности разработки проекта спуска водохранилищ и возврата экосистемы главной водной артерии Украины в природное состояние. [Електронний ресурс]: <http://www.lesovod.org.ua/node/10436>.

29. В Украине положительные последствия от демонтажа водохранилищ преобладают над негативными в 5 раз. [Електронний ресурс]: РБК – Украина, 03.07.2011.- <http://www.rbc.ua/rus/newline/show/v-ukraine-polozhitelnye-posledstviya-ot...-03072011162500>.

30. Экология. Водохранилища реки Дніпр. [Електронний ресурс]: <http://www.godmol.ru>ekologija/132-vodohranilichha>.

31. Alex-abakumov. О спуске днепровских водохранилищ: начнут с Каховского? [Електронний ресурс]: <http://poisk.livejournal.com/>.

32. Необходима государственная экспертиза состояния Каховского водохранилища. [Електронний ресурс]: <http://www.cityukraine.info/index.php?citynews=37671>.

33. Воду из Каховского водохранилища необходимо спустить. 24.03.2008. [Электронный ресурс]: <http://www.mobus.com>zaporozhye/69168html>.
34. Назаренко Т.А. Директор Каховской ГЭС Сергей Бородаенко : «Собираемся строить вторую ГЭС. [Электронный ресурс]: Украинская техническая газета, 23.09.2011.- <http://entg.net/ru/artikle/3391>.
35. Расторгуев В.И., Рогулина И.М. Учет изменений местного климата в районе водохранилища и нижнего бьефа ГЭС // Гидротехническое строительство, 1987.- № 10.- С. 16-17.
36. Національна програма екологічного оздоровлення басейну Дніпра та поліпшення якості води. Затв. постановою Верховної Ради України від 27 лютого 1997 р. - № 123/ВК.: ІПК «Укрводприрода»; Галузевий центр науково-технічної інформації і фонд стандартів Мінекобезпеки України. - 1997. - 92 с.
37. Гидроэлектрические станции / Под ред. Ф.Ф Губина .- М.: Энергия, 1972. – 504 с.
38. Шапиро Л.Н., Шарапов В.А., Прохорова Т.З. Влияние гидроэнергетики на земельные ресурсы //Гидротехническое строительство.- 1987. - №10.- С. 10-13.
39. Экономика гидротехнического и водохозяйственного строительства / Под ред. Д.С. Щавелева.- М.: Стройиздат, 1986. – 423 с.
40. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И. Инженерная защита водохранилищ гидроэнергоузлов от затоплений и подтоплений // Гидротехническое строительство.-1987. - № 10. - С. 21-23.
41. Васильев Ю.С., Хрисанов Н.И., Марчук С.А. Системный подход при оценке влияния водохранилищ на природную среду // Методические и системные вопросы проблемы охраны окружающей среды. -М.: ВИНТИ, 1987. – 26 с.
42. Каховское водохранилище. Известные водоемы. Литература и статьи. [Электронный ресурс]: http://myfisging.org.ru>Kakhovskoe_vodokhranilichhe...727.
43. Клімат України / За ред. В.М. Липінського, В.А Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
44. Яцык А.В., Шмаков В.М. Гидроэкология. – К.: Урожай, 1992. – 192 с.
45. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.
46. Фізична географія Української ССР.–К.: Вид-во «Вища школа», 1982.–208 с.
47. Шмаков В.М. Термические периоды на водохранилищах днепровского каскада // Гидробиологические исследования пресных вод.-К.: Наук.думка, 1985. – С.3-11.
48. Викулина З.А., Натрус А.А. Оценка испарения с поверхности водохранилищ по наблюдаемым гидрометеорологическим данным // Труды ГГИ. – 1976. – № 231.–С. 3-17.

49. Вуглинский В.С. Водные ресурсы и водный баланс крупных водохранилищ СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1991. – 223 с.
50. Голубев В.С., Вуглинский В.С., Кокорева К.М. Методика расчета средней многолетней температуры поверхности воды в водоемах по данным наблюдений водоиспарительной сети // Труды ГГИ. – 1981. – Вып.279. – С.75-93.
51. Шуляковский Л.Г. Формула для расчета испарения с учетом температуры свободной поверхности воды // Труды Гидрометцентра СССР. – 1969. – Вып.53. – С.3-13.
52. Атлас Днепровского бассейна. Каховское водохранилище. – Киевская военно-картографическая фабрика, 2004. – 48 с.
53. Федоненко О.В., Осіпова Н.Б., Шарамок Т.С., Маренкова О.М. Гідро-екологічний стан Каховського водосховища // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2010. – Вип.15. - №2. – С. 214-222.
54. Тимофеев М.П. Метеорологический режим водоемов. – Л.: Гидрометеоздат, 1963. – 290 с.
55. Леви И.И. Инженерная гидрология. – М.: Высшая школа, 1968. – 240с.
56. Каганер М.С. Испарение с водной поверхности днепровских водохранилищ СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1958. – 223 с.
57. Викулина З.А., Натрус А.А. Оценка испарения с поверхности водохранилищ по наблюденным гидрометеорологическим данным // Труды ГГИ. – 1976. – № 231. – С. 3-17.