

МОДЕЛЮВАННЯ ВОДНО-СОЛЬОВОГО БАЛАНСУ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ ЗА РІЗНИХ УМОВ ВОДООБМІНУ З ЧОРНИМ МОРЕМ ТА АНАЛІЗ ОТРИМАНИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Гриб О.М., к. геогр. н.

Одеський державний екологічний університет (ОДЕКУ), м. Одеса

Тилігульський лиман є одним з найбільших на території Північно-Західного Причорномор'я (довжина – до 63,3 км, ширина – до 5,4 км, середня глибина – 5,4 м, максимальна глибина – 22,2 м, площа водної поверхні – до 143 км², об'єм води – до 750 км³). Ця водойма відома як місце рекреації, туризму і бальнеологічний курорт з значними запасами лікувальних грязей (більш ніж 14 млн. тон слабо-сульфідних низько та середньмінералізованих хлоридних магнеєво-натрієвих мулових пелоїдів). З середини XVIII ст. лиман належить до групи закритих водойм з періодичним водообміном з морем [1].

Природні та біологічні ресурси Тилігульського лиману починаючи з кінця XX ст. охороняються в однойменних Регіональних ландшафтних парках «Тилігульський» в Миколаївській та Одеській областях. Однак, в останні роки екологічний стан лиману погіршується [1, 2]. Це обумовлено зменшенням рівня води та глибин лиману, обмілінням і пересиханням мілководних ділянок водойми, спричинених зменшенням припливу води з водозбірного басейну та майже припиненням водообміну з морем через штучний з'єднувальний канал [1]. З цим пов'язано збільшення солоності води в лимані (до 22-24 ‰), її перегрівання влітку (до більш ніж 30 °С) та виникнення зон гіпоксії, що призводить до масової загибелі риб та інших гідробіонтів, які мешкають у водоймі [1]. Одним з варіантів вирішення сучасних гідроекологічних проблем лиману є оптимізація його водно-сольового режиму шляхом збільшення поверхневого припливу води з водозбірного басейну лиману або поновлення водообміну з морем через з'єднувальний канал «лиман-море» [1].

Наукове обґрунтування оптимальних рівнів і солоності води Тилігульського лиману, його кисневого режиму, комплексне управління його гідроекологічним станом в умовах антропогенного впливу й кліматичних змін, а також планування та ефективна реалізація заходів природоохоронної діяльності, рибництва та збереження запасів лікувальних грязей не можливе без результатів моделювання водно-сольового режиму даної водойми за різних умов водообміну з морем.

Модель водно-сольового балансу Тилігульського лиману має наступний вигляд [1]

$$W_{T,j} S_{T,j} = W_{T,j-1} S_{T,j-1} + W_{P,j} S_{P,j} + W_{r,j} S_{r,j} - W_{E,j} \pm W_{кан.,j} S_{кан.,j}, \quad (1)$$

де $W_{T,j-1}$ – середній об'єм води в лимані (об'єм наповнення лиману) за попередній (відносно розрахункового) період (місяць), млн. м³;

$W_{T,j}$ – середній об'єм води в лимані (об'єм наповнення лиману) за розрахунковий період, млн. м³;

$W_{P,j}$ – об'єм атмосферних опадів, що випали на водну поверхню лиману за розрахунковий період, млн. м³;

$W_{r,j}$ – об'єм припливу води (поверхневого, схилового, підземного) з басейну лиману в ложе водойми за розрахунковий період, млн. м³;

$W_{E,j}$ – об'єм води, що випарилася з водної поверхні лиману за розрахунковий період, млн. м³;

$W_{кан. j}$ – об'єм припливу-стоку води через канал «лиман-море» за розрахунковий період, млн. м³;

$S_{T,j-1}$ – середня мінералізація води в лимані за попередній (відносно розрахункового) період, г/дм³;

$S_{T,j}$ – середня мінералізація води в лимані за розрахунковий період, г/дм³;

$S_{P,j}$ – середня мінералізація атмосферних опадів, що випали на водну поверхню лиману за розрахунковий період, г/дм³;

$S_{r,j}$ – середня мінералізація припливних вод, що надійшли в ложе лиману з його водозбірної басейну за розрахунковий період, г/дм³;

$S_{кан. j}$ – середня мінералізація (солоність) води, що надходить або витікає через канал «лиман-море» за розрахунковий період, г/дм³ (‰).

Для оцінки режимів рівнів і солоності води Тилігульського лиману за багаторічний період (з січня 1953 р. по грудень 2012 р.) при різних умовах його функціонування розрахунок водно-сольового балансу лиману виконувався для трьох сценаріїв:

А – при умові, що лиман був закритою водоймою, тобто водообмін з морем за розрахунковий період був відсутній;

Б – при умовах, що лиман був періодично закритою водоймою, тобто в тих умовах, які фактично спостерігалися за розрахунковий період;

В – при умові, що за розрахунковий період був би безперервний водообмін з морем через з'єднувальний канал.

За результатами моделювання водно-сольового балансу лиману за сценарієм **А** встановлено, що при відсутності водообміну з морем коливання розрахункових рівнів води відбувалися б синхронно з фактичними, причому розрахункові рівні головним чином були б меншими за фактичні, а з середини 1992 р. відмітка рівня води в лимані вже була б менша мінус 2,5 м БС. Однак, в період з 1967 по 1974 рр. розрахункові рівні води в лимані були б вищі за фактичні (з максимальним перевищенням майже 1 м – в 1969-1970 рр.). В цей же період відбувалося б значне зменшення солоності води (більш ніж на 3,2 ‰). Загалом, солоність води майже всіх частин лиману з 1953 по 1992 рр. була б меншою за фактичну [1].

За результатами моделювання водно-сольового балансу лиману за сценарієм **Б** встановлено, що використана модель дозволяє з високою точністю розрахувати середньомісячні рівні води у водойми за період 60 років та виявити періоди водообміну лиману з морем, як наприклад, з 1954 по 1958 рр., коли інформація про строки в які канал був відкритим відсутня. Розрахункові значення солоності води загалом співпадають з фактичними, причому найменші відхилення спостерігаються в I-й частині водойми та при порівнянні середньої солоності води для всього лиману (наприклад, за період з 1972 по 2012 рр. вони майже повністю співпадають). Це свідчить про те, що загальна кількість солей в лимані обчислюється вірно, тому модель водно-сольового балансу може вважатися надійною для оцінки водно-сольового режиму лиману при різних гідрометеорологічних умовах і режимах функціонування каналу. Також встановлено, що за умов відсутності в період з 1958 по 2012 рр. припливу в Тилігульській лиман морських вод, загальне прирощення рівня води за рахунок опадів, річкового стоку та випаровування було б від'ємним і дорівнювало б в кінці 2012 р. приблизно мінус 4,8 м, а рівень води у водоймі становила мінус 6,2 м БС [1].

Аналіз результатів моделювання водно-сольового балансу лиману за сценарієм **В** дозволяє зробити висновок, що варіант функціонування водойми з безперервним водообміном з морем є одним з найвигідніших для підтримки стабільних і задовільних гідроекологічних умов в лимані. Встановлено, що при такому функціонуванні лиману:

а) відмітки розрахункових рівнів води в лимані були б майже завжди вищі фактичних;

б) коливання рівнів води в лимані були б синхронні з коливаннями рівня моря;

в) об'єми припливу-стоку води через канал «лиман-море» майже співпадали б, дорівнюючи 15-30 млн. м³ (2-5 % від об'єму лиману);

г) розрахункові величини солоності води в лимані у цілому були б на декілька проміле нижчі за фактичні.

Це сприяло б інтенсивному водообміну між лиманом і морем та між різними частинами самого лиману, що знизило б вірогідність виникнення гіпоксії та, як наслідок, загибелі гідробіонтів, які мешкають в лимані [1].

Література

1. Комплексне управління водними ресурсами Тилігульського лиману та його гідроекологічним станом в умовах антропогенного впливу і кліматичних змін: Звіт з НДР. Од. держ. еколог. ун-т. – Одеса, 2013. – 279 с.

2. Оцінка та розрахунок гідравліко-морфометричних характеристик водообміну в системі «Тилігульський лиман ↔ Чорне море» для розробки рекомендацій по збереженню природних ресурсів лиману: Звіт з НДР. Од. держ. еколог. ун-т. – Одеса, 2010. – 178 с.