

МІНІСТЕРСТВО ОБРАЗОВАННЯ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ГОСУДАРСТВЕННИЙ ЕКОЛОГІЧЕСЬКИЙ УНІВЕРСИТЕТ

# ВОДНІ РЕСУРСИ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ

*Монографія*

за редакцією д-ра геогр.н., проф. Тучковенка Ю.С.  
д-ра геогр.н., проф. Лободи Н.С.



Одеса  
ТЕС  
2014

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ВОДНІ РЕСУРСИ  
ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН  
ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ**

Монографія

за редакцією д-ра геогр.н., проф. Тучковенка Ю.С.  
д-ра геогр.н., проф. Лободи Н.С.

ОДЕСА

ТЕС

2014

ББК 26.221

В-62

УДК 556.5:551.468.4

**Водні ресурси та гідроекологічний стан Тилігульського лиману:** Монографія / за ред. Ю.С. Тучковенка, Н.С. Лободи. Одеський державний екологічний університет. – Одеса: ТЕС, 2014. – 278 с., іл. 139, табл. 62, бібл. 240.

Надані фізико-географічна, соціально-економічна і гідрографічна характеристики Тилігульського лиману та його водозбірному басейну, опис природних ресурсів лиману і проблем їх збереження, аналіз гідрохімічного і гідроекологічного режимів лиману в сучасних умовах. Особлива увага приділяється оцінці змін водних ресурсів річок водозбору Тилігульського лиману та інших складових його водно-сольового балансу під впливом водогосподарської діяльності і глобального потепління (за кліматичними сценаріями).

Для фахівців в області гідроекології, океанології і морського природокористування, гідрології суші, екології та охорони морського середовища, студентів гідрометеорологічних і екологічних спеціальностей.

**Water resources and hydroecological conditions in Tyligulskyi Liman:** Monograph / Y.S. Tuchkovenko, N.S. Loboda. Eds. Odessa State Environmental University. – Odessa: TEC, 2014. – 278 pp.

The monograph describes the physiographic, socioeconomic and hydrographic conditions in the Tyligulskyi Liman Lagoon and in its drainage basin, the natural resources of the lagoon and problems of their conservation the hydrological and hydroecological regime in the lagoon in current conditions. The special attention is given to the assessments of changes in the water resources of rivers in Tyligulskyi Liman drainage basin and to other components of its water-salt balance under the impact of water management and global warming (using climatic scenarios).

The monograph is recommended for the experts in the hydroecology, oceanology, marine nature management, land hydrology, ecology and protection of the marine environment, as well as for the students in hydrometeorological and environmental fields.

#### **Відповідальні редактори:**

д-р геогр.н., проф. Ю.С. ТУЧКОВЕНКО; д-р геогр.н., проф. Н.С. ЛОБОДА

Р е ц е н з е н т и: д-р геогр.н. М.А. Берлинський, д-р геогр.н., проф. П.Д. Ломакин

*Рекомендовано до друку вченою радою Одеського державного екологічного університету  
Міністерства освіти і науки України (протокол № 9 від 31.10.2013 р.)*

**ISBN 978-617-7054-64-0**

#### **Список авторів:**

© Ю.С. Тучковенко, Н.С. Лобода, О.М. Гриб, О.Р. Губанова, В.М. Хохлов, Є.Д. Гопченко, Г.Г. Мінічева\*, О.А. Тучковенко, Ю.В. Божок, Ю.І. Богатова\*, Д.В. Кушнір, В.В. Адобовський\*, А.Б. Зотов\*, 2014

\*працівники Одеського філіалу Інституту біології південних морів (з 2014 р. – Інституту морської біології) НАН України

© Одеський державний екологічний університет, 2014  
*Наукове видання*

## ЗМІСТ

Вступ (Тучковенко Ю.С., Лобода Н.С.).....	6
Розділ 1. Фізико-географічна характеристика Тилігульського лиману та його водозбірного басейну (Тучковенко Ю.С., Лобода Н.С., Тучковенко О.А.).....	9
1.1 Географічна характеристика лиману.....	9
1.2 Географічна характеристика водозбірного басейну лиману.....	12
Розділ 2. Природні ресурси Тилігульського лиману, проблеми їх збереження (Тучковенко Ю.С., Тучковенко О.А.).....	18
2.1 Природні ресурси лиману.....	18
2.2 Державна законодавча база і регіональна стратегія охорони та використання природних ресурсів лиману.....	20
2.3 Екологічні проблеми лиману.....	24
Розділ 3. Соціо-еколого-економічна характеристика природно-господарського комплексу Тилігульського лиману, проблеми менеджменту (Губанова О.Р.).....	26
Розділ 4. Зміна кліматичних чинників формування стоку на водозборі Тилігульського лиману за останні десятиріччя (Лобода Н.С., Божок Ю.В.).....	37
4.1 Основні тенденції змін кліматичних чинників у межах України.....	37
4.2 Основні тенденції змін кліматичних чинників у межах водозбору Тилігульського лиману.....	39
4.3 Зміна посушливості клімату у басейні Тилігульського лиману.....	46
Розділ 5. Оцінка водних ресурсів річок басейну Тилігульського лиману за даними спостережень (Лобода Н.С.).....	54
5.1 Гідрологічна вивченість.....	54
5.2 Річний стік.....	55
5.3 Внутрішньорічний розподіл стоку.....	61
5.4 Максимальний стік.....	64
5.5 Мінімальний стік.....	65
Розділ 6. Оцінка водних ресурсів річок басейну Тилігульського лиману за метеорологічними даними (Лобода Н.С., Гонченко Є.Д.)...	69
6.1 Метод водно-теплогового балансу як основа визначення природного стоку річок за метеорологічними даними.....	70
6.2 Просторово-часові узагальнення характеристик річного кліматичного стоку на території Північно-Західного Причорномор'я.....	73
6.3 Оцінка природних водних ресурсів річок басейну Тилігульського лиману за моделлю «клімат-стік».....	75
6.4 Оцінка внутрішньорічного розподілу стоку за моделлю	

«клімат-стік».....	77
6.5 Оцінка характеристик мінімального стоку за моделлю «клімат-стік».....	79
6.6 Оцінка характеристик максимального стоку за моделлю Є.Д. Гопченка.....	81
Розділ 7. Оцінка водних ресурсів річок басейну Тилігульського лиману в умовах водогосподарської діяльності (Лобода Н.С.) .....	88
7.1 Стохастична модель побутового річного стоку.....	88
7.2 Штучні водойми як основний чинник антропогенного впливу на водозборі Тилігульського лиману.....	92
7.3 Оцінка впливу штучних водойм на річний стік річок водозбору Тилігульського лиману з використанням моделі «клімат-стік».....	94
Розділ 8. Обґрунтування вибору регіональної кліматичної моделі для аналізу сучасного стану та прогнозу кліматичних змін в межах водозбору Тилігульського лиману (Хохлов В.М.).....	99
8.1 Сценарії майбутніх змін клімату Землі.....	99
8.2 Оцінка відповідності кліматичних сценаріїв даним спостережень.....	102
8.3 Зміни режиму опадів та температури повітря за реалізацією моделі REMO (сценарій M10).....	108
Розділ 9. Оцінка водних ресурсів річок водозбору Тилігульського лиману в умовах змін глобального клімату за сценарієм M10 (Лобода Н.С., Божок Ю.В.).....	112
9.1 Застосування моделі «клімат-стік» до визначення водних ресурсів за даними сценаріїв змін клімату.....	112
9.2 Зміни кліматичних чинників формування стоку за сценарієм M10.....	117
9.3 Оцінка водних ресурсів за даними сценарію M10 на основі моделі «клімат –стік».....	121
Розділ 10. Гідрографія та морфометрія Тилігульського лиману (Гриб О.М.).....	129
10.1 Морфометричні характеристики та рельєф дна.....	129
10.2 Характеристика з'єднувального каналу «лиман-море».....	142
Розділ 11. Гідрологічний режим Тилігульського лиману (Тучковенко Ю.С., Тучковенко О.А., Кушнір Д.В., Адобовський В.В.)..	148
11.1 Мінливість рівня води.....	148
11.2 Мінливість термогалінних умов.....	151
11.3 Циркуляція вод.....	158
Розділ 12. Водно-сольовий баланс Тилігульського лиману (Гриб О.М., Тучковенко Ю.С., Лобода Н.С.) .....	173
12.1 Розрахунок водно-сольових балансів різних частин лиману...	174
12.2 Визначення об'єму та мінералізації атмосферних опадів.....	181

12.3 Визначення об'єму та мінералізації припливних вод (поверхневих, схилових, підземних), що надійшли в лиман з його водозбірної басейну.....	183
12.4 Визначення випаровування з водної поверхні лиману.....	186
12.5 Визначення об'ємів припливу-стоку вод через з'єднувальний канал «лиман-море» та мінералізації морських вод.....	197
12.6 Результати моделювання водно-сольового балансу лиману при різних варіантах водообміну з морем.....	203
Розділ 13. Оцінка рівнів і мінералізації води Тилігульського лиману та його частин при різних варіантах функціонування водойми в умовах майбутнього клімату (до 2100 року) ( <i>Гриб О.М.</i> ).....	215
13.1 Вихідні дані для моделювання водно-сольового балансу Тилігульського лиману у майбутньому (до 2100 року).....	215
13.2 Результати моделювання водно-сольового балансу лиману за різних умов функціонування водойми у майбутньому.....	221
Розділ 14. Гідроекологічний режим лиману ( <i>Тучковенко Ю.С., Мінічева Г.Г., Богатова Ю.І., Зотов А.Б., Тучковенко О.А.</i> ) .....	234
Висновки ( <i>Лобода Н.С., Тучковенко Ю.С.</i> ).....	248
Список літератури.....	258



## **РОЗДІЛ 13**

### **ОЦІНКА РІВНІВ І МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ ТИЛІГУЛЬСЬКОГО ЛИМАНУ ТА ЙОГО ЧАСТИН ПРИ РІЗНИХ ВАРІАНТАХ ФУНКЦІОНУВАННЯ ВОДОЙМИ В УМОВАХ МАЙБУТНЬОГО КЛІМАТУ (ДО 2100 РОКУ)**

Результати моделювання водно-сольового балансу Тилігульського лиману при різних варіантах водообміну з морем за ретроспективний період з 1953 по 2012 рр. показали, що для встановлення стабільного водно-сольового режиму в лимані у майбутньому (без ризиків пересихання його мілководних частин) безперервний водообмін лиману з морем є необхідним. З урахуванням цього, в даному розділі наведені результати моделювання водно-сольового балансу Тилігульського лиману при безперервному та періодичному (з квітня по червень) водообміні з морем в умовах глобальних кліматичних змін для періоду 2011-2100 рр. Також представлені оцінки мінливості рівнів і мінералізації води різних частин лиману в умовах альтернативного варіанта функціонування водойми, коли IV частина водойми функціонує як прісноводне водосховище окремо від інших частин лиману, а I, II та III частини – функціонують при безперервному водообміні з морем.

Моделювання багаторічної мінливості рівнів і мінералізації води Тилігульського лиману та його частин при різних варіантах управління водно-сольовим режимом водойми в майбутньому (до 2100 року) виконувалося на основі моделі водно-сольового балансу (див. розділ 12) за даними найбільш реалістичного сценарію змін «помірного» клімату A1B (див. розділ 8), реалізованого в регіональній кліматичній моделі REMO (сценарій M10) проекту ENSEMBLES [1, 2].

#### **13.1 Вихідні дані для моделювання водно-сольового балансу Тилігульського лиману у майбутньому (до 2100 року)**

Визначення шарів атмосферних опадів та випаровування з водної поверхні лиману в умовах майбутнього клімату (до 2100 р.) виконувалося за даними вузла модельної сітки, розташованого поблизу південно-західної межі Тилігульського лиману. Вибір цієї точки зумовлений тим, що вона знаходиться в районі метеостанції «порт-Южний», дані якої (атмосферні опади, температура та відносна вологість повітря) використані раніше для калібрування та верифікації моделі водно-сольового балансу лиману за період 1980-2012 рр. [3]. Мінливість шарів атмосферних опадів і випаровування з водної поверхні та їх внутрішньорічний розподіл в умовах майбутнього клімату показані, відповідно, на рис. 13.1 та 13.2.

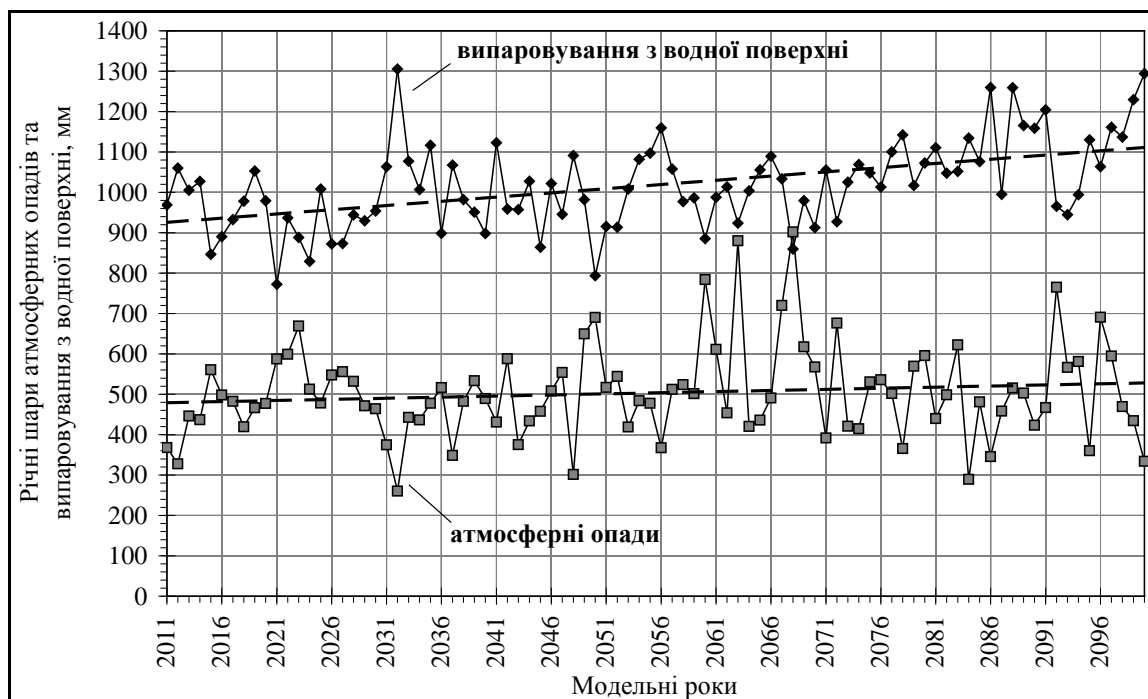


Рис. 13.1. Мінливість річних шарів атмосферних опадів та випаровування з водної поверхні в районі метеостанції «порт-Южний», визначених за сценарієм М10 для модельного періоду з 2011 по 2100 рр.

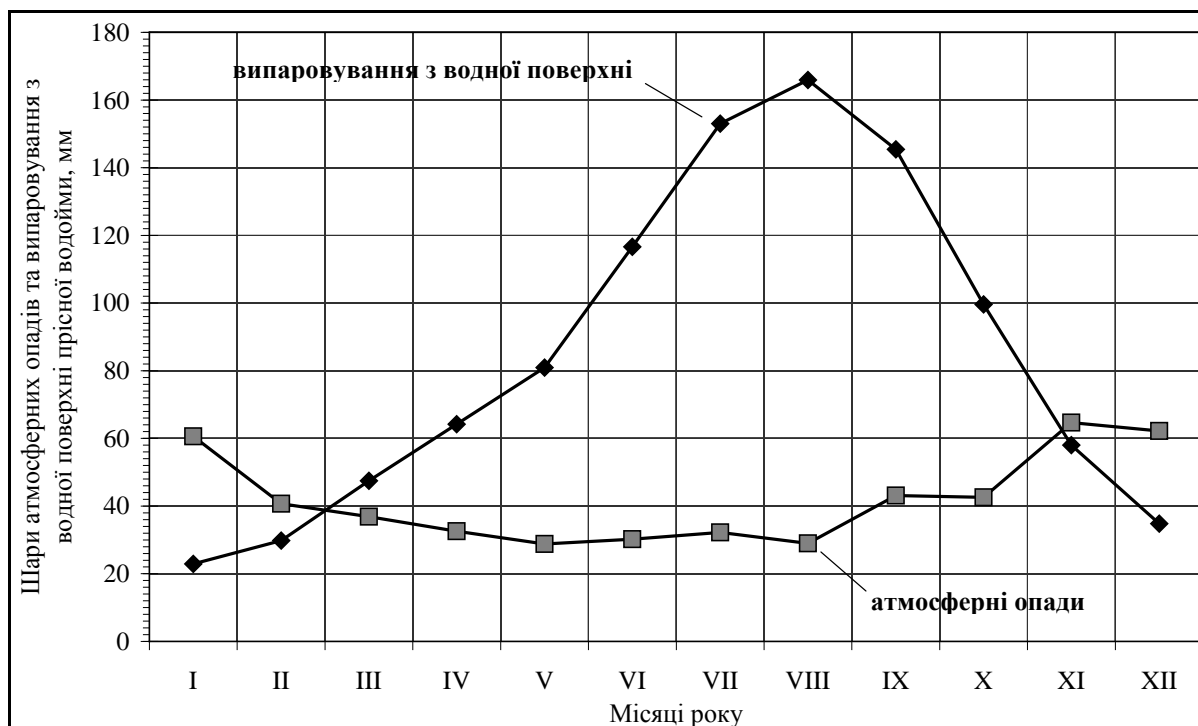


Рис.13.2. Внутрішньорічний розподіл атмосферних опадів та випаровування з водної поверхні в районі метеостанції «порт-Южний», визначених за сценарієм М10 для модельного періоду з 2011 по 2100 рр.



Об'єми припливу прісних вод із водозбірного басейну до лиману були визначені Н.С. Лободою та Ю.В. Божок за метеорологічними даними сценарію глобального потепління М10 для періоду 2011 – 2100 рр. з використанням моделі «клімат-стік» (див. розділ 9). При цьому розглядалися ті вузли модельної сітки, які увійшли у межі водозбору лиману. Оскільки р.Тилігул є головним постачальником прісної води, то детальні розрахунки були виконані саме для неї і представлені у вигляді середньомісячних витрат природного стоку (рис. 13.3). Для інших річок Тилігульського лиману були визначені середньомісячні витрати у середні за водністю роки.

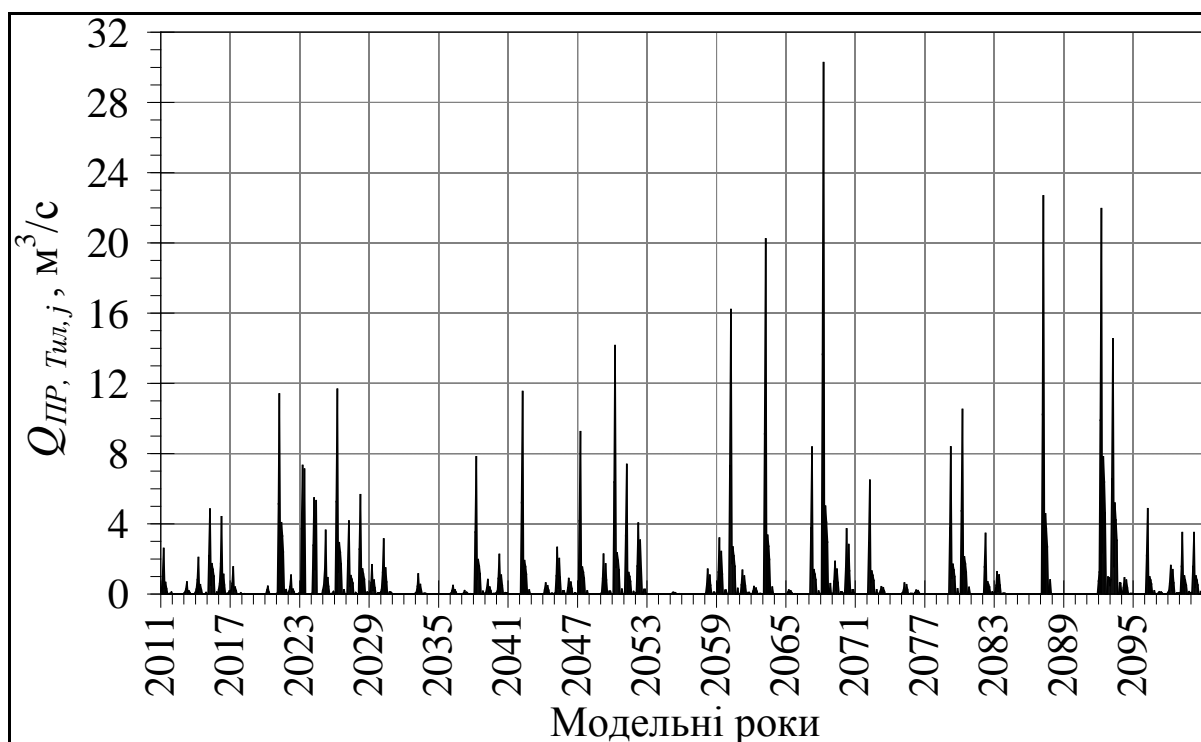


Рис. 13.3. Середньомісячні витрати природного стоку р. Тилігул  $Q_{ПР, Тил, j}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , розраховані за моделлю «клімат-стік» згідно із сценарієм М10 для модельного періоду з 2011 по 2100 рр.

Для обчислення середньомісячних витрат ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) природного стоку  $Q_{ПР, k, j}$  інших річок та бокового припливу води до лиману були отримані перехідні коефіцієнти  $\alpha_k$  від  $Q_{ПР, Тил, j}$  до  $Q_{ПР, k, j}$  (табл. 13.1), які визначались на основі зв'язків між  $Q_{ПР, k, j}$  та  $Q_{ПР, Тил, j}$ , побудованих за даними середніх за водністю років для модельних періодів: 2001-2040, 2041-2070, 2071-2100 рр. Приклад такого зв'язку для р. Балай показано на рис. 13.4. За подібною схемою (на основі залежності, представленій на рис.13.5) був зроблений перехід від значень природного  $Q_{ПР, k, j}$  до побутового  $Q_{ПОБ, k, j}$  стоку.

Таблиця 13.1. Середньомісячні витрати ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) природного  $Q_{\text{ПР},k,j}$  та побутового  $Q_{\text{ПОБ},k,j}$  стоку річок басейну Тилігульського лиману та бокового припливу води до лиману, визначені за моделлю «клімат-стік» для сценарію М10 в середні за водністю роки для модельних періодів: 2001-2040, 2041-2070, 2071-2100 рр., а також перехідні коефіцієнти  $\alpha_k = Q_{\text{ПОБ},k,j} / Q_{\text{ПР},\text{Тил},j}$  та  $\beta_k = Q_{\text{ПОБ},k,j} / Q_{\text{ПР},k,j}$

Річка, боковий приплив	Перехідні коефіцієнти		Витрата води, м <sup>3</sup> /с	Місяць												За рік
	$\alpha_k$	$\beta_k$		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2001-2040 pp.																
Тилігул	—	0,50	$Q_{ПР, Тил, j}$	0,018	0,043	1,46	3,71	0,49	2,17	1,02	0	0	0,12	0,12	0,012	0,76
			$Q_{ПОВ, Тил, j}$	0,009	0,022	0,73	1,85	0,24	1,08	0,51	0	0	0,059	0,059	0,006	0,38
Балай	0,080	0,33	$Q_{ПР, Бал, j}$	0,001	0,004	0,12	0,30	0,039	0,17	0,082	0	0	0,010	0,010	0,001	0,061
			$Q_{ПОВ, Бал, j}$	0,001	0,001	0,039	0,10	0,013	0,058	0,027	0	0	0,003	0,003	0	0,020
Царега	0,079	0,30	$Q_{ПР, Цар, j}$	0,001	0,003	0,12	0,29	0,039	0,172	0,081	0	0	0,009	0,009	0,001	0,061
			$Q_{ПОВ, Цар, j}$	0	0,001	0,035	0,088	0,012	0,052	0,024	0	0	0,003	0,003	0	0,018
Хуторська	0,009	0	$Q_{ПР, Хут, j}$	0	0	0,013	0,034	0,004	0,020	0,009	0	0	0,001	0,001	0	0,007
			$Q_{ПОВ, Хут, j}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
боковий приплив	0,037	0,40	$Q_{ПР, бок.пр., j}$	0,001	0,002	0,054	0,14	0,018	0,080	0,038	0	0	0,004	0,004	0	0,028
			$Q_{ПОВ, бок.пр., j}$	0	0,001	0,022	0,055	0,007	0,032	0,015	0	0	0,002	0,002	0	0,011

Примітки:  $k$  – позначення водотоку (річки, балки) та бокового припливу води;

$j$  – позначення місяцю року;

$\alpha_k$  – перехідний коефіцієнт від  $Q_{\text{ПР},\text{Тил},j}$  до  $Q_{\text{ПР},k,j}$ ;

$\beta_k$  – перехідний коефіцієнт від  $Q_{\text{ПР},k,j}$  до  $Q_{\text{ПОБ},k,j}$ .

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
2041-2070 pp.																
Тилігул	—	0,58	$Q_{ПР, Тил, j}$	0,042	0,10	1,51	3,84	0,51	2,91	1,37	0	0	0,25	0,25	0,029	0,90
			$Q_{ПОВ, Тил, j}$	0,025	0,059	0,88	2,23	0,29	1,69	0,79	0	0	0,14	0,14	0,017	0,52
Балай	0,082	0,45	$Q_{ПР, Бал, j}$	0,004	0,008	0,12	0,32	0,042	0,24	0,11	0	0	0,021	0,021	0,002	0,074
			$Q_{ПОВ, Бал, j}$	0,002	0,004	0,056	0,14	0,019	0,11	0,051	0	0	0,009	0,009	0,001	0,033
Царега	0,093	0,28	$Q_{ПР, Цар, j}$	0,004	0,010	0,14	0,36	0,047	0,27	0,13	0	0	0,023	0,023	0,003	0,083
			$Q_{ПОВ, Цар, j}$	0,001	0,003	0,039	0,10	0,013	0,076	0,036	0	0	0,006	0,006	0,001	0,024
Хуторська	0,010	0	$Q_{ПР, Хут, j}$	0	0,001	0,014	0,037	0,005	0,028	0,013	0	0	0,002	0,002	0	0,009
			$Q_{ПОВ, Хут, j}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
боковий приплив	0,038	0,50	$Q_{ПР, бок.пр., j}$	0,002	0,004	0,058	0,15	0,019	0,11	0,052	0	0	0,010	0,010	0,001	0,035
			$Q_{ПОВ, бок.пр., j}$	0,001	0,002	0,029	0,074	0,010	0,056	0,026	0	0	0,005	0,005	0,001	0,017
2071-2100 pp.																
Тилігул	—	0,47	$Q_{ПР, Тил, j}$	0,11	0,26	0,88	2,23	0,29	1,90	0,89	0	0	0,071	0,071	0,072	0,56
			$Q_{ПОВ, Тил, j}$	0,050	0,12	0,41	1,05	0,14	0,89	0,42	0	0	0,033	0,033	0,034	0,27
Балай	0,099	0,27	$Q_{ПР, Бал, j}$	0,010	0,025	0,087	0,22	0,029	0,19	0,088	0	0	0,007	0,007	0,007	0,056
			$Q_{ПОВ, Бал, j}$	0,003	0,007	0,023	0,059	0,008	0,050	0,024	0	0	0,002	0,002	0,002	0,015
Царега	0,111	0,06	$Q_{ПР, Цар, j}$	0,012	0,028	0,10	0,25	0,033	0,21	0,10	0	0	0,008	0,008	0,008	0,063
			$Q_{ПОВ, Цар, j}$	0,001	0,002	0,005	0,014	0,002	0,012	0,006	0	0	0	0	0	0,004
Хуторська	0,010	0	$Q_{ПР, Хут, j}$	0,001	0,002	0,009	0,022	0,003	0,018	0,009	0	0	0,001	0,001	0,001	0,006
			$Q_{ПОВ, Хут, j}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
боковий приплив	0,039	0,25	$Q_{ПР, бок.пр., j}$	0,004	0,010	0,035	0,088	0,012	0,074	0,035	0	0	0,003	0,003	0,003	0,022
			$Q_{ПОВ, бок.пр., j}$	0,001	0,003	0,009	0,022	0,003	0,019	0,009	0	0	0,001	0,001	0,001	0,006

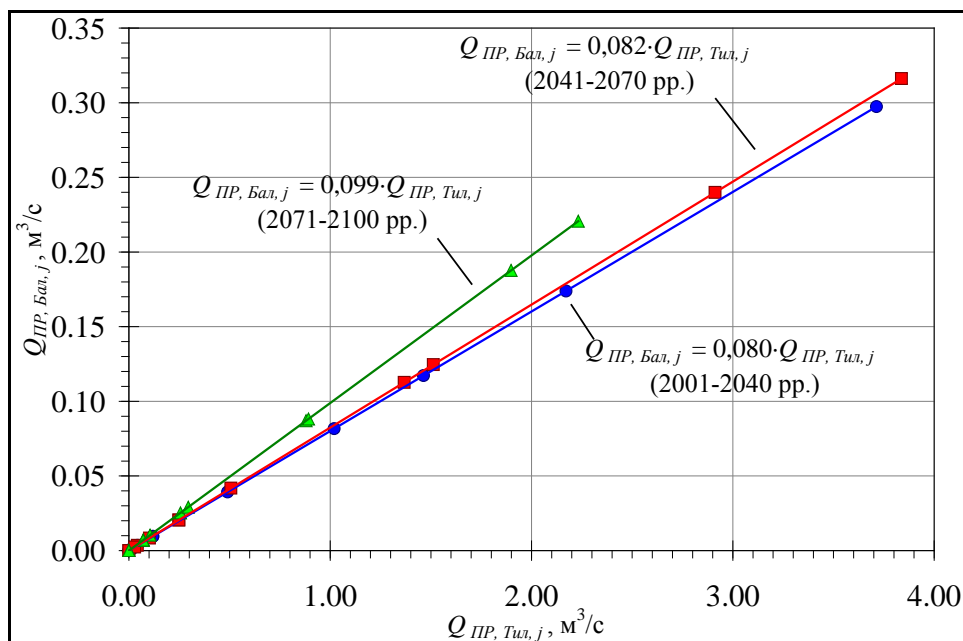


Рис. 13.4. Зв'язки середньомісячних витрат ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) природного стоку р. Тилігул  $Q_{\text{ПР}, \text{Тил}, j}$  та р. Балай  $Q_{\text{ПР}, \text{Бал}, j}$ , визначені за даними моделі «клімат-стік» для сценарію М10 в середні за водністю роки для модельних періодів: 2001-2040, 2041-2070, 2071-2100 рр.

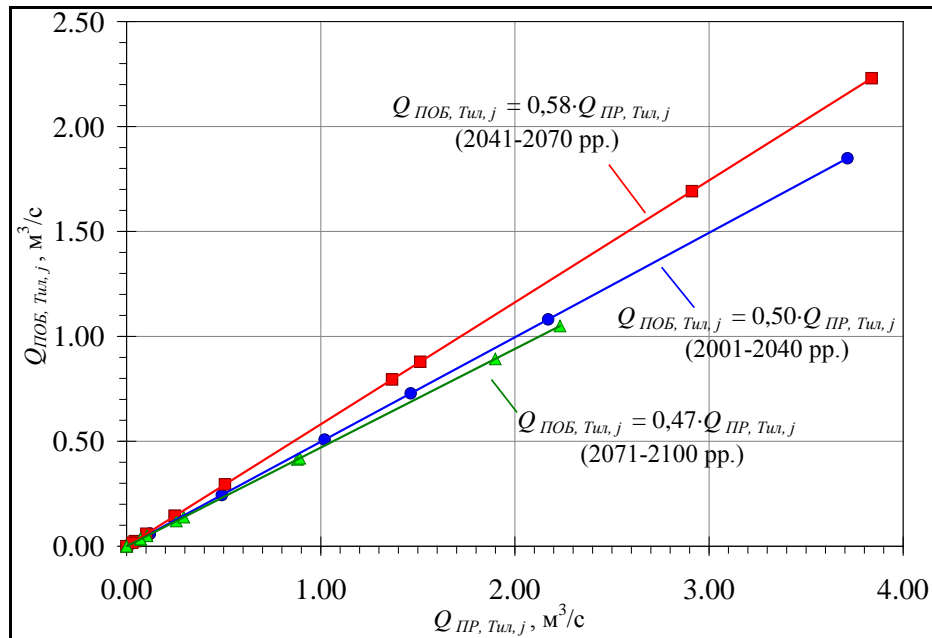


Рис. 13.5. Зв'язки середньомісячних витрат ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) природного  $Q_{\text{ПР}, \text{Тил}, j}$  та побутового  $Q_{\text{ПОБ}, \text{Тил}, j}$  стоку р. Тилігул, визначені за даними моделі «клімат-стік» для сценарію М10 в середні за водністю роки для модельних періодів: 2001-2040, 2041-2070, 2071-2100 рр.

Визначення об'ємів водообміну лиману з морем через з'єднувальний канал «лиман-море» відбувалося за гідравлічною формулою Шезі-Маннінга (12.25), виходячи з того, що довжина каналу дорівнює 3300 м, ширина каналу з глибиною не змінюється та дорівнює 30,0 м, а відмітка дна каналу за всією довжиною становить мінус 2,00 мБС. При обчисленні уклонів водної поверхні в каналі, необхідних для визначення об'ємів водообміну лиману з морем, використано внутрішньорічний розподіл середньомісячних рівнів води на ГМС «порт-Южний» (рис. 12.18) [3].

Для визначення мінералізації (солоності) морських вод використано її внутрішньорічний розподіл на ГМС «порт-Южний» (рис. 12.18) [3]. Мінералізація атмосферних опадів для усіх місяців року та частин лиману бралась рівною  $0,035 \text{ г/дм}^3$  [3, 4]. Мінералізація вод річок і бокового припливу до лиману для усіх місяців року бралась рівною середньому багаторічному значенню для р. Тилігул –  $1,295 \text{ г/дм}^3$  [3, 5].

Початкові значення рівня та мінералізації води для усіх частин лиману взяті однаковими, відповідно, мінус 0,40 мБС та  $23,00 \text{ г/дм}^3$ , які в середньому дорівнюють їх значенням наприкінці 2010 р. [3, 6-10].

### **13.2 Результати моделювання водно-сольового балансу лиману за різних умов функціонування водойми у майбутньому**

Розрахунки водно-сольового балансу Тилігульського лиману в умовах майбутнього клімату (за сценарієм M10) виконувалися для таких варіантів функціонування водойми:

- **варіант 1мПР:** за умов періодичного (квітень-червень) водообміну з морем та природного стоку з басейну лиману, визначеного за допомогою моделі «клімат-стік»;

- **варіант 3ПР:** за умов безперервного (всі місяці року) водообміну з морем та природного стоку з басейну лиману;

- **варіант 3ПОБ:** за умов безперервного водообміну з морем та побутового стоку з басейну лиману;

- **варіант 2аПР:** при альтернативному функціонуванні IV частини лиману, як безстічної (непроточної) водойми, ізольованої від III частини лиману, за умов природного стоку з басейну лиману та безперервного водообміну інших частин лиману з морем;

- **варіант 2аПОБ:** при альтернативному функціонуванні IV частини лиману, як безстічної (непроточної) водойми, ізольованої від III частини, за умов побутового стоку з басейну лиману та безперервного водообміну інших частин лиману з морем;

- **варіант 2вПР:** при альтернативному функціонуванні IV частини лиману, як водосховища з НПР = 5,6 мБС, без припливу води від III частини, за умов природного стоку з басейну лиману та безперервного водообміну інших частин лиману з морем.

При позначенні варіантів функціонування лиману були використані числа та літери, які відповідають таким умовам:

- числа **1, 2, 3** відповідають варіантам (умовам) водообміну з морем, які прийняті раніше в розділі 12;

- літера «**м**» після числа **1** вказує на те, що **варіант 1**, який в розділі 12 означав функціонування лиману в умовах періодичного водообміну з морем, є модифікованим, і в якому щорічний період водообміну обмежується лише квітнем-червнем (3 місяця);

- літера «**а**» після числа **2** вказує на те, що **варіант 2**, який раніше в розділі 12 означав функціонування лиману без водообміну з морем, є альтернативним, і в якому лише IV частина лиману функціонує як безстічна водойма (без водообміну з III частиною), а інші частини лиману функціонують в умовах безперервного водообміну з морем;

- літера «**в**» після числа **2** вказує на те, що **варіант 2** є альтернативним, в якому лише IV частина лиману функціонує як водосховище з НІР = 5,6 мБС (без припливу води з III частини), а інші частини лиману функціонують в умовах безперервного водообміну з морем;

- літери «**ІР**» та «**ІОБ**» вказують на те, які значення стоку річок і бокового припливу з басейну лиману, відповідно, природного та побутового стоку, використані для обчислення об'ємів припливу вод до лиману.

Оцінка рівнів і мінералізації води Тилігульського лиману в період з 2011 по 2100 рр. в умовах майбутнього клімату (за сценарієм М10) та при різних варіантах водообміну з морем, а також пошук та наукове обґрунтування оптимального режиму функціонування лиману та його окремих частин виконувалися в такій послідовності.

На першому етапі, виконувалось порівняння рівнів та мінералізації води Тилігульського лиману та його частин, визначених за умов природного стоку з басейну лиману, при періодичному (**варіант 1мІР**) та безперервному (**варіант 3ІР**) водообмінах з морем (рис. 13.6-13.11).

З рис. 13.6 видно, що в умовах природного стоку з басейну лиману та при періодичному водообміні з морем, розмах коливання рівнів води в лимані за період з 2011 по 2100 рр. становитиме майже 1,5 м (від мінус 0,88 мБС до 0,59 мБС), а середній багаторічний рівень води в лимані буде дорівнювати мінус 0,29 мБС. При безперервному водообміні з морем мінливість рівнів води в лимані буде в 1,6 разів менша, змінюючись в інтервалі від мінус 0,38 мБС до 0,54 мБС, а середній багаторічний рівень води буде дорівнювати мінус 0,17 мБС.

Загалом за розрахунковий період середнє перевищення рівнів води в лимані при безперервному водообміні з морем над рівнями води при періодичному водообміні буде дорівнювати 0,12 м, з максимумом 0,74 м – в березні 2033 р. Однак, в багатоводний період з липня 2092 р. по квітень 2094 р. рівні води в лимані при періодичному водообміні можуть перевищувати рівні води при безперервному – в середньому на 0,23 м, з максимумом 0,59 м – в лютому 2093 р.

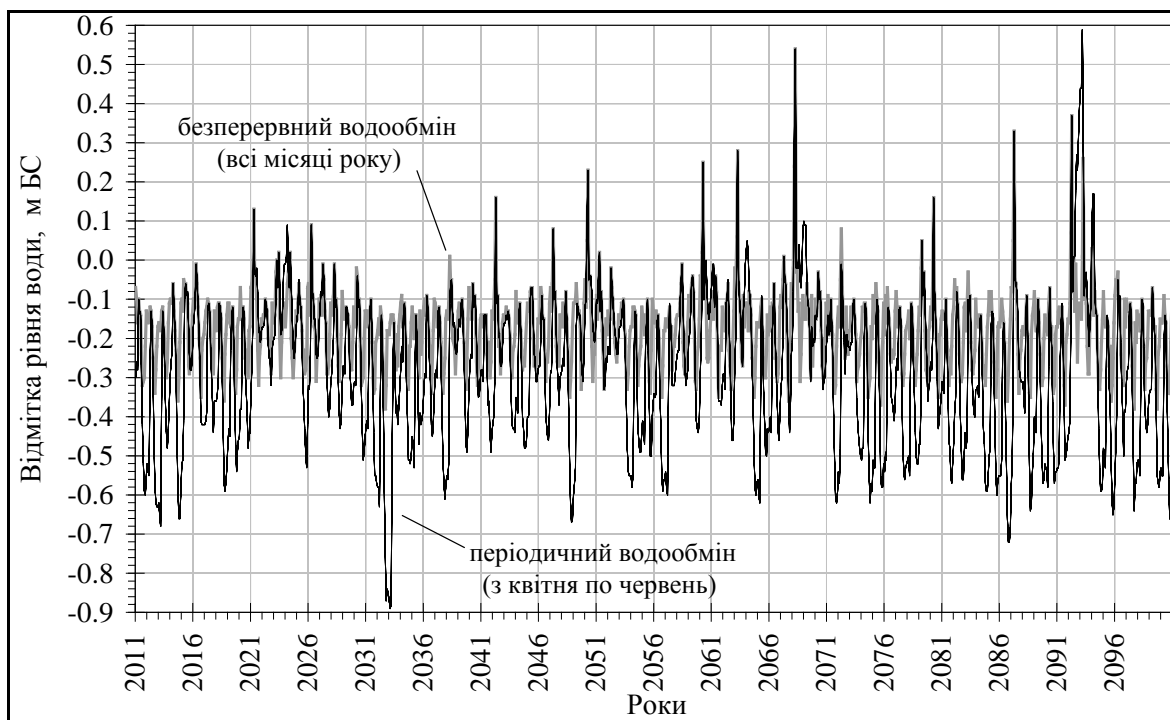


Рис. 13.6. Середньомісячні рівні води Тилігульського лиману, за умов природного стоку з басейну лиману, періодичного (**варіант 1мПР**) та безперервного (**варіант 3ПР**) водообміну з морем в період з 2011 по 2100 рр.

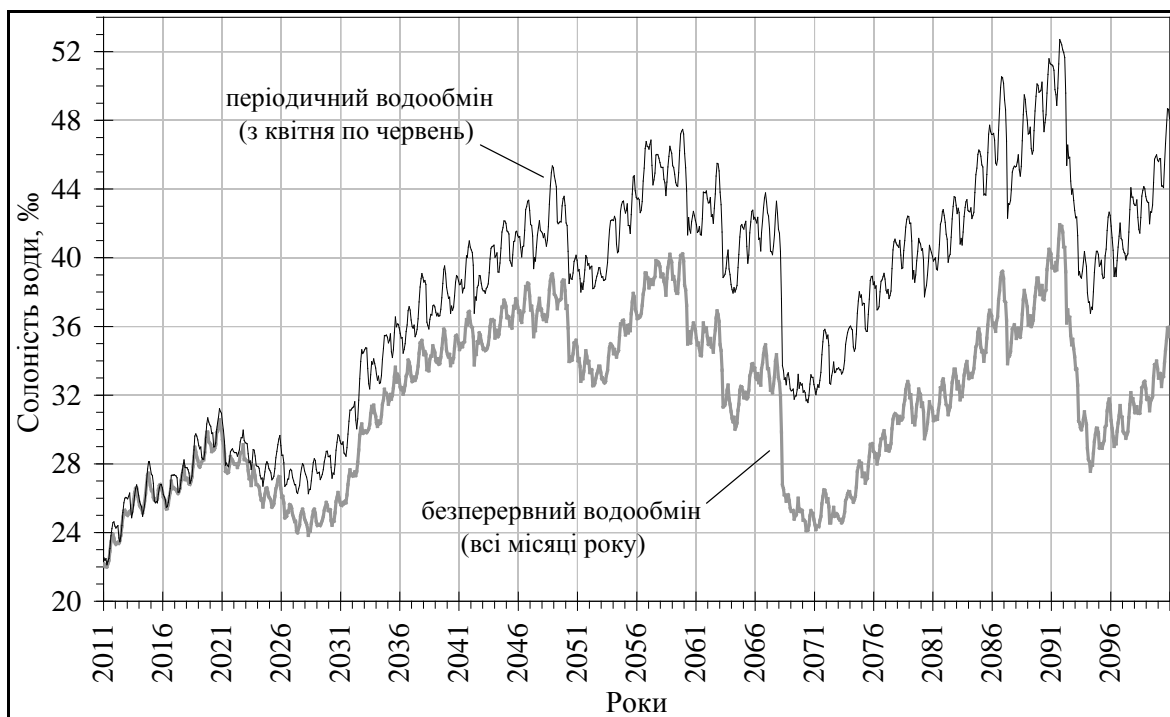


Рис. 13.7. Середньомісячна солоність води Тилігульського лиману за умов природного стоку з басейну лиману, періодичного (**варіант 1мПР**) та безперервного (**варіант 3ПР**) водообміну з морем в період з 2011 по 2100 рр.



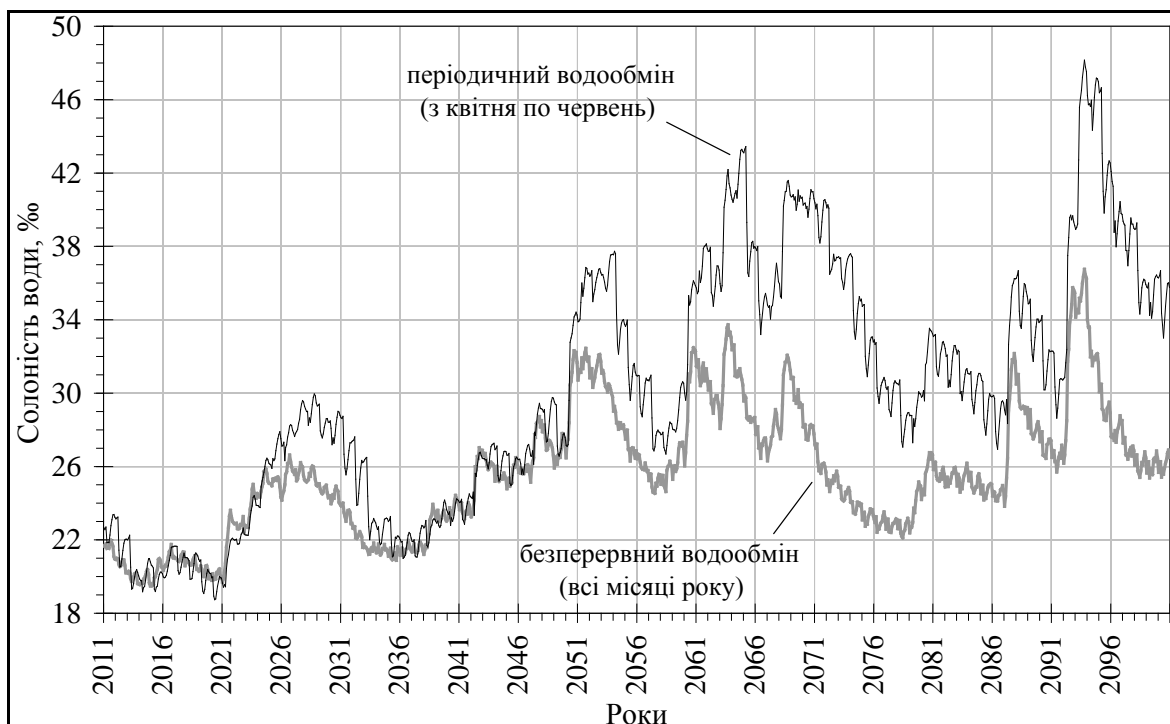


Рис. 13.8. Середньомісячна солоність води І частини лиману за умов природного стоку з басейну лиману, періодичного (**варіант 1мПР**) та безперервного (**варіант 3ПР**) водообміну з морем в період з 2011 по 2100 рр.

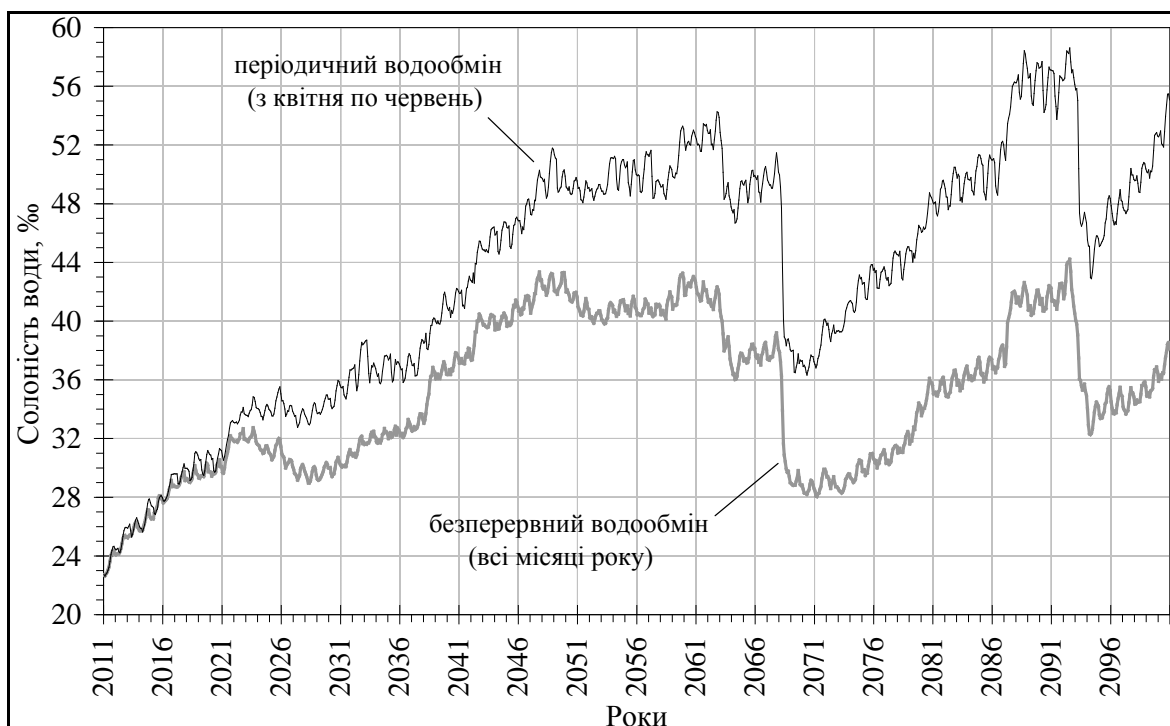


Рис. 13.9. Середньомісячна солоність води ІІ частини лиману за умов природного стоку з басейну лиману, періодичного (**варіант 1мПР**) та безперервного (**варіант 3ПР**) водообміну з морем в період з 2011 по 2100 рр.

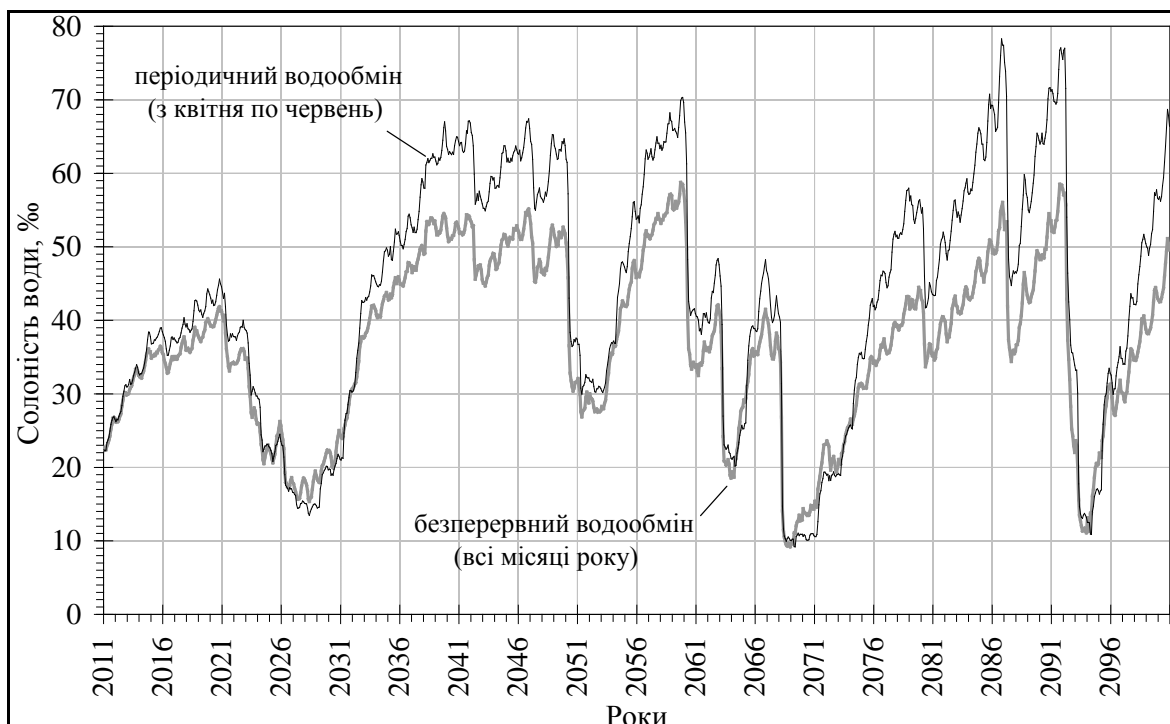


Рис. 13.10. Середньомісячна солоність води III частини лиману за умов природного стоку з басейну лиману, періодичного (**варіант 1мПР**) та безперервного (**варіант 3ПР**) водообміну з морем в період з 2011 по 2100 рр.

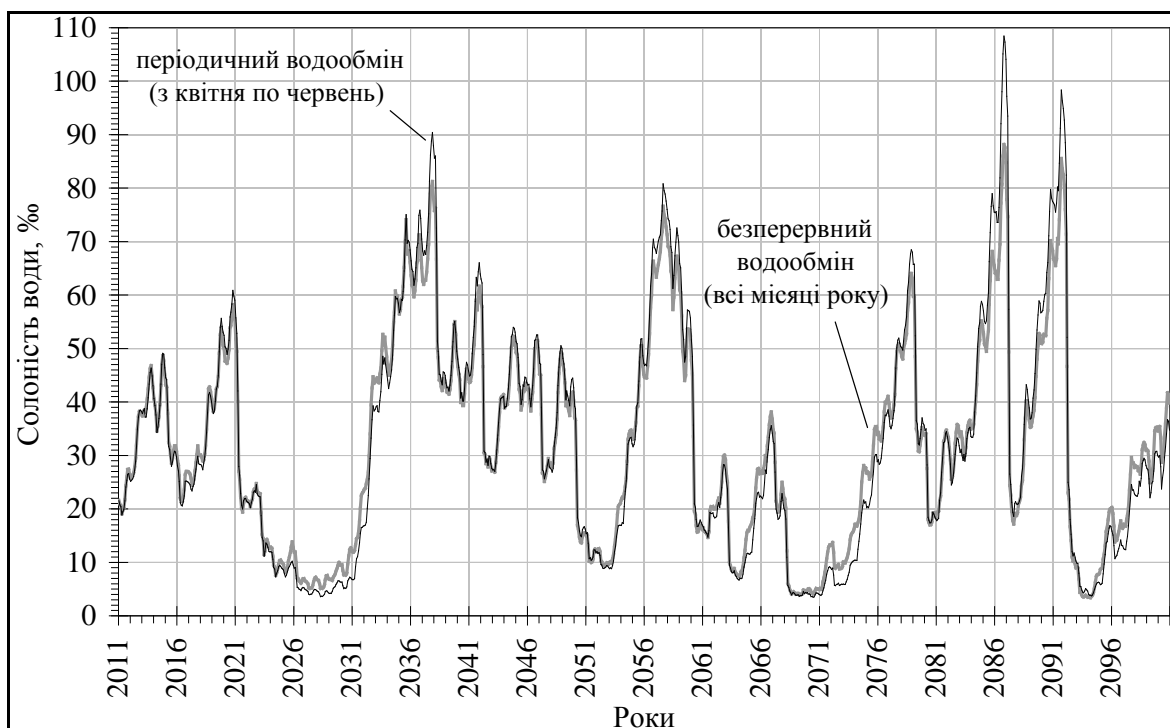


Рис. 13.11. Середньомісячна солоність води IV частини лиману за умов природного стоку з басейну лиману, періодичного (**варіант 1мПР**) та безперервного (**варіант 3ПР**) водообміну з морем в період з 2011 по 2100 рр.

З порівняння середньомісячних значень мінералізації (солоності) води в лимані при безперервному та періодичному варіантах водообміну з морем (рис. 13.7) видно, що вона в обох варіантах поступово зростає і наприкінці грудня 2100 р. буде дорівнювати  $35,41 \text{ г/дм}^3$  – при безперервному водообміні та майже  $48,09 \text{ г/дм}^3$  – при періодичному. Отже, за 90 років, навіть в умовах природного стоку з басейну лиману, мінералізація його води може збільшитися на  $12,41 \text{ г/дм}^3$  – при безперервному водообміні та на  $25,09 \text{ г/дм}^3$  – при періодичному.

З порівняння мінливості мінералізації води, як середньої для всього лиману (рис. 13.7), так і для окремих його частин (рис. 13.8-13.11), видно, що в обох варіантах збільшення або зменшення мінералізації води може відбуватися як поступово (впродовж декількох років), так і стрибкоподібно (інколи впродовж одного-двох місяців). Причому одночасно (наприклад, в період з січня 2021 по грудень 2028 рр.) в I та II частинах лиману вона може збільшуватися (рис. 13.8-13.9), а в III та IV частинах – зменшуватися (рис. 13.10.-13.11). Це пов'язано з припливом значних об'ємів прісного природного стоку річок у верхів'я лиману весною (до  $11,7 \text{ м}^3/\text{с}$  – в гирлі р. Тилігул) та значним припливом солоних вод в нижню частину лиману з моря (до  $10,6 \text{ м}^3/\text{с}$  – весною при періодичному водообміні та до  $8,2 \text{ м}^3/\text{с}$  – восени при безперервному). З порівняння мінералізації води у різних частинах лиману (рис. 13.8-13.11) витікає, що найменш мінливою вона буде в I частині ( $19,49\text{-}36,75 \text{ г/дм}^3$  – при безперервному водообміні та  $18,74\text{-}48,15 \text{ г/дм}^3$  – при періодичному), а найбільш мінливою – в IV частині ( $3,42\text{-}88,18 \text{ г/дм}^3$  – при безперервному водообміні та  $3,47\text{-}108,44 \text{ г/дм}^3$  – при періодичному). Крім того, необхідно відзначити, що мінералізація води в I, II та III частинах лиману при безперервному водообміні загалом менша ніж при періодичному (інколи на  $15\text{-}20 \text{ г/дм}^3$ ), а в IV частині – в обох варіантах мінералізація води майже однакова і навіть інколи при безперервному водообміні вона на  $5\text{-}6 \text{ г/дм}^3$  вища ніж при періодичному. Отже, з результатів аналізу рис. 13.6-13.11 видно, що в умовах майбутнього клімату (за сценарієм M10) та існування непорушеного водогосподарської діяльністю (природного) стоку з басейну Тилігульського лиману безперервний водообмін з морем має більші переваги над періодичним. Це, насамперед, пов'язано зі значно меншою мінливістю рівнів і мінералізації води в лимані та його I, II та III частинах.

Результати, представлені на рис. 13.6-13.11, показують, що стабілізація рівнів і мінералізації води в лимані та його окремих частинах можлива лише в умовах безперервного водообміну лиману з морем. З врахуванням вищесказаного, на другому етапі розраховувалась можлива мінералізація води лиману та його частин (рис. 13.12) за умов змін клімату за сценарієм M10 та збереження рівня водогосподарської діяльності, який відповідає нашій сучасності. Це означає, що приплив прісних вод до лиману забезпечується не природним, а трансформованим (побутовим)

стоком. Водообмін з морем прийнятий як безперервний, що відповідає варіанту ЗПОБ.

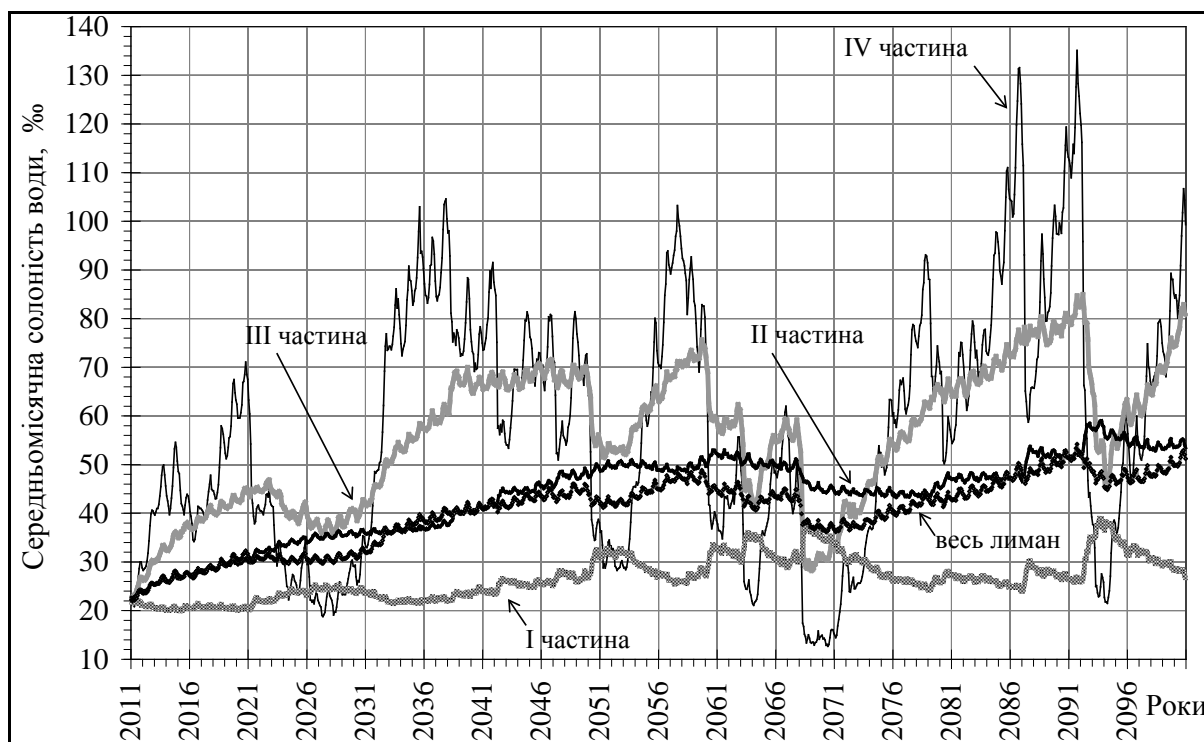


Рис. 13.12. Середньомісячна мінералізація (солоність) води Тилігульського лиману та його частин, за умов безперервного водообміну з морем та побутового стоку з басейну лиману (**варіант ЗПОБ**) в період з 2011 по 2100 рр.

З рис. 13.12 видно, що за умов надходження побутового стоку з басейну лиману, при безперервному водообміні з морем мінералізація (солоність) води Тилігульського лиману та його частин є значно вищою, ніж, наприклад, в умовах природного стоку та періодичного водообміну (рис. 13.7-13.11). Усього за 90 років (з 2011 по 2100 рр.) середня для лиману мінералізація води збільшиться на 28,24 г/дм<sup>3</sup> та буде дорівнювати наприкінці XXI ст. 51,24 г/дм<sup>3</sup>. Мінливість середньої для лиману мінералізації води також буде збільшуватися від 22,05 до 54,18 г/дм<sup>3</sup>. Найменший діапазон змін мінералізації води буде спостерігатися в I частині лиману – від 19,99 до 38,95 г/дм<sup>3</sup>, а найбільший в IV частині – від 12,68 до 135,11 г/дм<sup>3</sup>.

Отже, при формуванні побутового стоку на басейні лиману, навіть при безперервному водообміні з морем, за період з 2011 по 2100 рр. загалом буде відбуватися інтенсивне засолення лиману. Але впродовж 1-3 років з високими середньомісячними витратами (більш ніж 5,0 м<sup>3</sup>/с) побутового стоку в періоди весняних водопіль (наприклад, в 2021,

2067-2068, 2092-2093 рр.) мінералізація води в IV частині лиману може значно зменшуватися, інколи аж на  $113 \text{ г/дм}^3$  (з  $135,11 \text{ г/дм}^3$  – у вересні 2091 р., до  $21,49 \text{ г/дм}^3$  – у квітні 2094 р.).

Результати, наведені на рис. 13.12, показують, що для стабілізації рівнів і мінералізації води лиману та його окремих частин у майбутньому необхідний пошук альтернативного варіанту функціонування водойми.

З врахуванням цього, на третьому етапі порівнювались рівні та мінералізація води в IV частині лиману, розраховані за умов природного (**варіант 2аПР**) та побутового (**варіант 2аПОБ**) стоку з басейну лиману, коли його IV частина функціонує як безстічна водойма (без водообміну з III частиною), а інші частини функціонують при безперервному водообміні з морем (рис. 13.13 та 13.14). У розрахунках в першому наближенні вважалось, що при рівнях води вищих за відмітку мінус 0,40 мБС розтікання води з IV частини лиману в гирлові ділянки річок Тилігул і Балай або інших водотоків, які впадають в цю частину, не відбувається, а максимальна площа її водної поверхні дорівнює  $30,48 \text{ млн. м}^2$  (табл. 10.2).

З рис. 13.13 видно, що при функціонуванні IV частини лиману як безстічної водойми (без водообміну з III частиною) в умовах побутового стоку з її басейну, стабілізація та зменшення мінливості мінералізації води, порівняно з попереднім варіантом функціонування лиману (рис. 13.12), майже не відбувається. В одні періоди (наприклад, 2021-2030, 2051-2060 рр.) мінералізація води буде на  $10-50 \text{ г/дм}^3$  меншою, а в інші (наприклад, 2031-2040 рр.) – на  $10-25 \text{ г/дм}^3$  більшою. Крім того, мінливість мінералізації води IV частини залишається дуже значною – від  $9,95$  до  $119,44 \text{ г/дм}^3$ . Це пояснюється значною мінливістю рівнів води цієї частини лиману, які будуть змінюватися від мінус  $2,13$  мБС до  $3,88$  мБС (рис. 13.14) при середньому рівні  $0,18$  мБС.

Отже, такий варіант функціонування IV частини лиману не може бути обраний як альтернативний. Однак, якщо замість побутового стоку до IV частини лиману буде надходити природний стік, то водно-сольовий режим цієї водойми значно поліпшується (рис. 13.12-13.14). З рис. 13.13 видно, що в умовах природного стоку мінералізація води IV частини лиману буде значно меншою ніж в умовах побутового стоку і дорівнюватиме в середньому за період з 2011 по 2100 рр.  $10,3 \text{ г/дм}^3$ .

Крім того, починаючи з серпня 2021 р., після проходження весняного водопілля (з середньомісячними витратами води у квітні в гирлі р. Тилігул  $11,4 \text{ м}^3/\text{с}$ ) та дощових паводків в червні-липні (з середньомісячними витратами води в гирлі р. Тилігул  $3,3-4,1 \text{ м}^3/\text{с}$ ), мінералізація води IV частини поступово зменшується (до  $5,89 \text{ г/дм}^3$  – наприкінці XXI сторіччя) і в середньому дорівнює лише  $7,83 \text{ г/дм}^3$ . Незначні збільшення мінералізації води (на  $3-7 \text{ г/дм}^3$ ) будуть тільки в маловодні періоди (наприклад, 2031-2038, 2053-2058 рр.). В цілому, за період з серпня 2021 р. по грудень

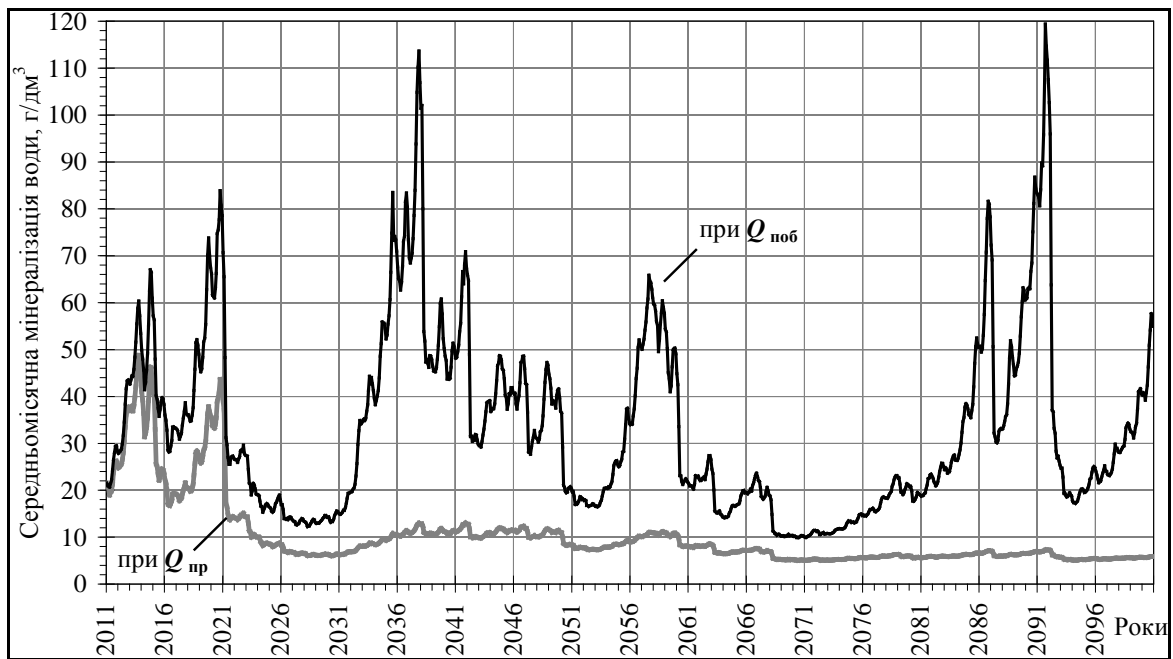


Рис. 13.13. Середньомісячна мінералізація води IV частини лиману, при її альтернативному функціонуванні як безстічної водойми, ізольованої від III частини лиману, за умов природного (**варіант 2аПР**) та побутового (**варіант 2аПОБ**) стоку з басейну лиману в період з 2011 по 2100 рр.

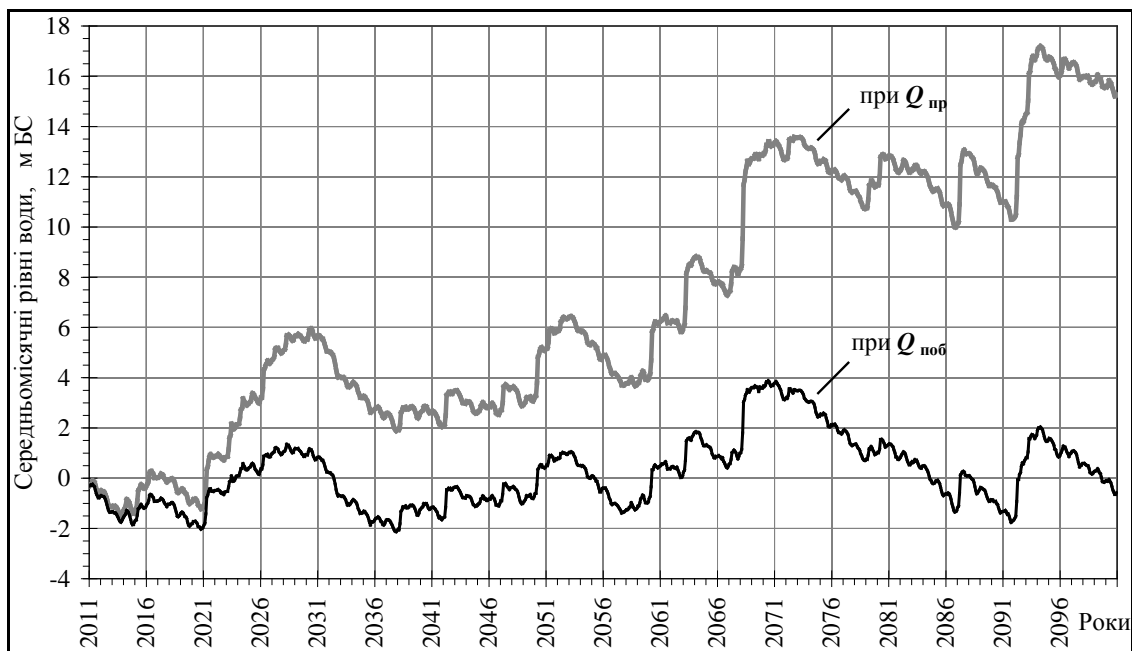


Рис. 13.14. Середньомісячні рівні води IV частини лиману, при її альтернативному функціонуванні, як безстічної водойми, ізольованої від III частини лиману, за умов природного (**варіант 2аПР**) та побутового (**варіант 2аПОБ**) стоку з басейну лиману в період з 2011 по 2100 рр.

2100 р. зміни мінералізації води відбуватимуться в межах  $10,02 \text{ г/дм}^3$ : від  $5,08 \text{ г/дм}^3$  – в червні 2070 р. до  $15,10 \text{ г/дм}^3$  – в жовтні 2022 р.

Мінливість мінералізації води в IV частини лиману пов'язана з поступовим підвищенням рівня води (рис. 13.14), який наприкінці 2100 р. буде дорівнювати 15,28 мБС. Збільшення рівня води в IV частини лиману, пов'язане з перевищенням в багатоводні роки об'ємів атмосферних опадів та природного стоку річок Тилігул і Балай над випаровуванням з водної поверхні, що буде призводити до накопичення води в IV частині лиману.

Зрозуміло, що такий варіант функціонування цієї частини лиману є гіпотетичним і в реальних умовах він майже неможливий, але при його вдосконаленні шляхом введення в розрахунки науково-обґрунтованої відмітки нормального підпертого рівня (НПР) води та при обов'язковій умові існування природного стоку з басейну лиману, цей альтернативний варіант функціонування IV частини лиману може розглядатися як найвигідніший для стабілізації її водно-сольового режиму. Крім того, опріснення та збільшення об'єму води цієї частини лиману дасть можливість її використання, наприклад, для вирощування в промислових масштабах багатьох видів прісноводних риб, що повністю компенсує втрати в галузі рибного господарства, пов'язані з ліквідацією ставків і водосховищ в річках і балках на водозбірному басейні.

З врахуванням цього, встановлено оптимальне значення НПР води для IV частини лиману, яке прийнято рівним 5,6 мБС. Вибір такого значення НПР майже унеможливує підтоплення населених пунктів (наприклад, с.Каїри, с.Марьянівка, с.Косівка), автомобільних шляхів та господарських об'єктів, розташованих поблизу цієї частини лиману. В той же час, залишається можливість підтримки рівнів та об'ємів води (до 300 млн.  $\text{м}^3$  при НПР = 5,6 мБС), при яких мінералізація води в IV частині не буде перевищувати  $14-15 \text{ г/дм}^3$  (верхня межа існування багатьох видів прісноводних тварин і рослин в водоймах, де висока мінералізація води сформована іонним стоком річок та солями атмосферних опадів).

Розміри IV частини лиману, при її функціонуванні як водосховища з НПР = 5,6 мБС, обмежуються: дамбою між с.Марьянівка та с.Косівка – на півночі (гирло р.Тилігул), дамбою автомобільної дороги між с.Каїри та с.Петрівка – на південному заході (гирло р.Балай), греблею з автоматичним водовипуском між с.Прогресівка та с.Калинівка, яка буде відділяти IV частину від III частини лиману – на півдні (Калинівська коса).

Мінливість рівнів і мінералізації води, а також об'ємів скидів води з IV до III частини лиману, при функціонуванні IV частини як водосховища з НПР = 5,6 мБС в умовах природного стоку з басейну лиману (**варіант 2вПР**), а також мінливість рівнів і мінералізації води в іншій акваторії лиману, при його безперервному водообміні з морем, показані на рис. 13.15-13.17.



З рис. 13.15 видно, що з січня 2011 р. по березень 2021 р. рівні води в IV частині лиману не перевищуватимуть 0,28 мБС, але з березня по квітень 2021 р. вони підвищуються більш ніж на 0,8 м (з мінус 0,46 мБС – в березні, до 0,35 мБС – в квітні) і далі поступово будуть збільшуватися, досягнувши в квітні 2028 р. відмітки НПР = 5,6 мБС. Таке збільшення рівнів води буде пов'язано з припливом значних об'ємів природного стоку річок Тилігул і Балай, з високими середньомісячними витратами води в періоди весняних водопіль (11,7 м<sup>3</sup>/с – р. Тилігул, квітень 2026 р.) та дощових паводків в червні-липні (7,11 м<sup>3</sup>/с – р. Тилігул, червень 2023 р.). Починаючи з квітня 2028 р., при перевищенні відмітки НПР, періодично будуть відбуватися автоматичні скиди надлишків води з IV до III частин лиману (рис. 13.16). Значними вони будуть: в квітні 2063 р. – 56,1 м<sup>3</sup>/с, в квітні 2068 р. – 87,3 м<sup>3</sup>/с, та в квітні 2093 р. – 44,6 м<sup>3</sup>/с. Ці та інші скиди води з IV до III частин лиману матимуть важливе значення в зовнішньому водообміні IV частини, тому що дозволяють повністю або частково замінити змішану лиманно-річкову воду на прісну річкову воду та здійснити «промивку» водойми від накопичених за попередні роки біогенних та забруднювальних речовин. Крім того, такі скиди води з IV частини будуть впливати на збільшення рівнів води в іншій акваторії лиману. Наприклад, скиди води з IV частини в квітні 2068 р. призведуть до збільшення рівня води в іншій акваторії лиману на 0,3 м (рис. 13.15).

В той же час, після наповнення IV частини до відмітки НПР, в маловодні періоди рівні води можуть за декілька років знизитися більш ніж на 4,00 м (наприклад, з 5,60 мБС – в червні 2030 р., до 1,56 мБС – в грудні 2037 р.). Але, це буде призводити лише до незначного (на 4-8 г/дм<sup>3</sup>) збільшення мінералізації води в IV частині, як, наприклад, з 6,05 г/дм<sup>3</sup> – в червні 2030 р., до 13,61 г/дм<sup>3</sup> – в грудні 2037 р. (рис. 13.17).

Мінералізація води IV частини в середньому за період з 2023 по 2100 рр. (після зменшення з 43,65 г/дм<sup>3</sup> – в жовтні 2020 р., до 15,10 г/дм<sup>3</sup> – в жовтні 2022 р.) дорівнює 7,93 г/дм<sup>3</sup>, змінюючись від 4,32 г/дм<sup>3</sup> – в червні 2070 р., до 14,34 г/дм<sup>3</sup> – в січні 2023 р.

Отже, в майбутніх кліматичних умовах (за сценарієм М10) при функціонуванні IV частини як водосховища з НПР = 5,6 мБС, за умов надходження природного стоку з водозбірною басейну лиману, починаючи з середини 2022 р. по кінець 2100 рр. в цій частині лиману буде забезпечений режим рівнів води, при якому мінералізація води загалом буде поступово зменшуватися від 15 до 4 г/дм<sup>3</sup>, в середньому дорівнюючи 7,93 г/дм<sup>3</sup>.

Одночасно з функціонуванням IV частини як прісноводного водосховища, в іншій акваторії лиману мінливість рівнів і мінералізації води буде формуватися при безперервному водообміні лиману з морем, тому в I, II та III частинах лиману за період з 2011 по 2100 рр. відбуватимуться стабілізація рівнів води (з мінливістю майже ідентичною

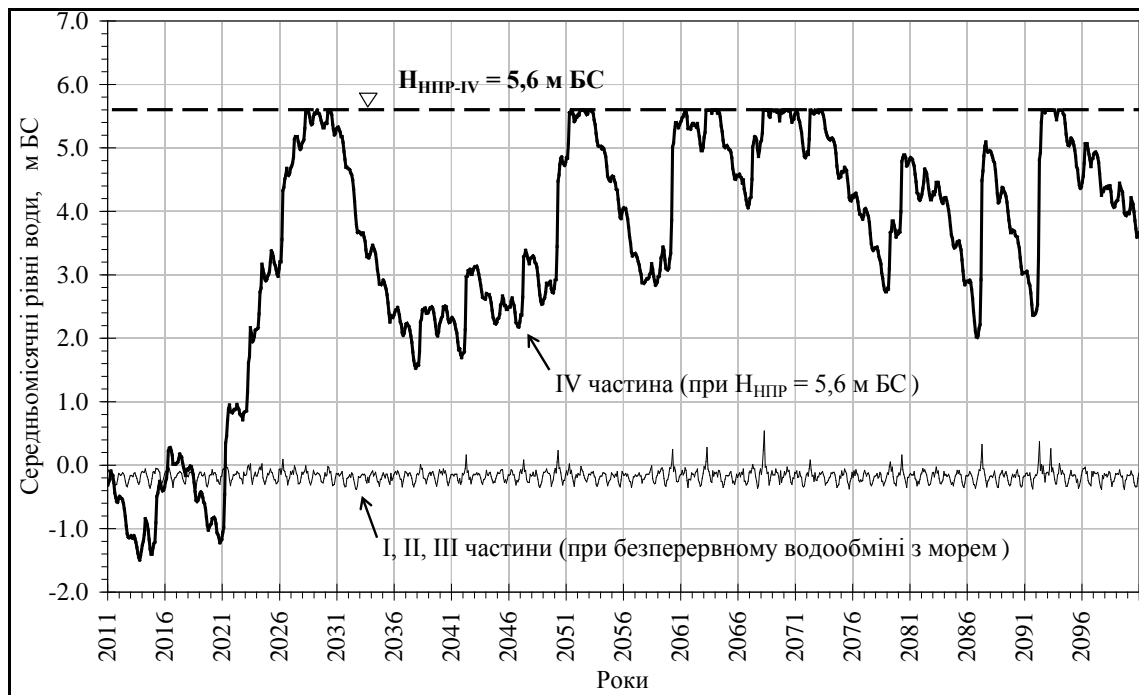


Рис. 13.15. Мінливість рівнів води IV частини, при її функціонуванні як водосховища з НПР = 5,6 мБС в умовах природного стоку з басейну та мінливість рівнів води в іншій акваторії лиману при безперервному водообміні з морем (**варіант 2вПР**) в період з 2011 по 2100 рр.

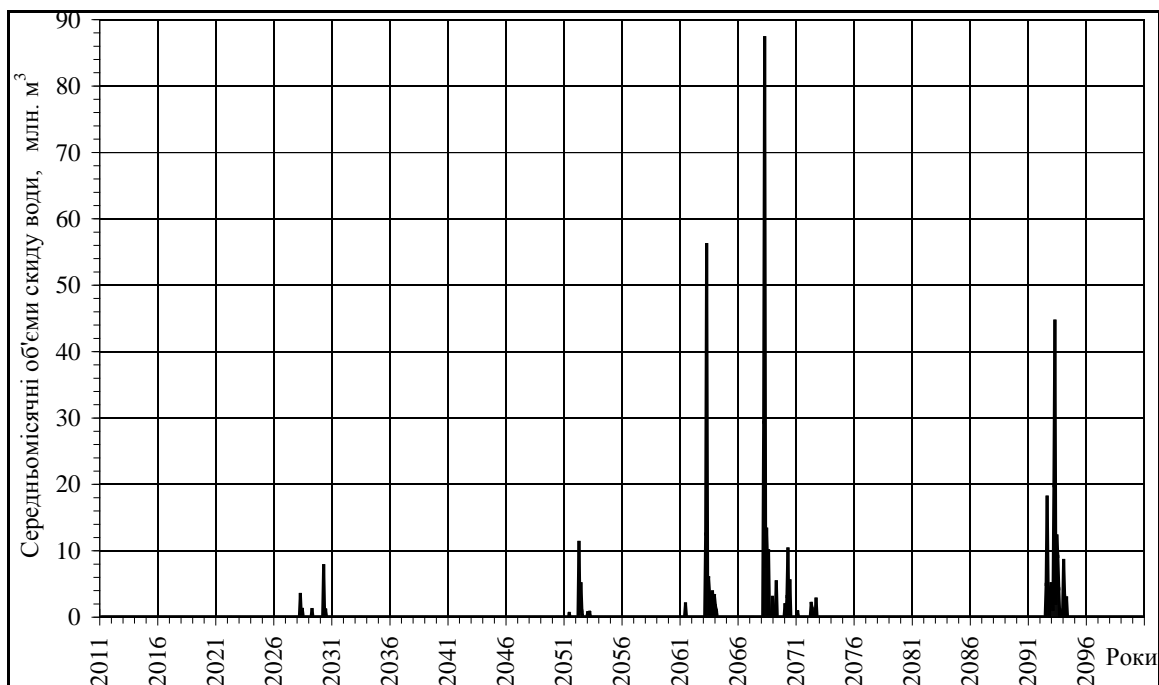


Рис. 13.16. Середньомісячні об'єми скидів води з IV до III частин лиману при функціонуванні IV частини як водосховища з НПР = 5,6 мБС в умовах природного стоку з басейну (**варіант 2вПР**) в період з 2011 по 2100 рр.

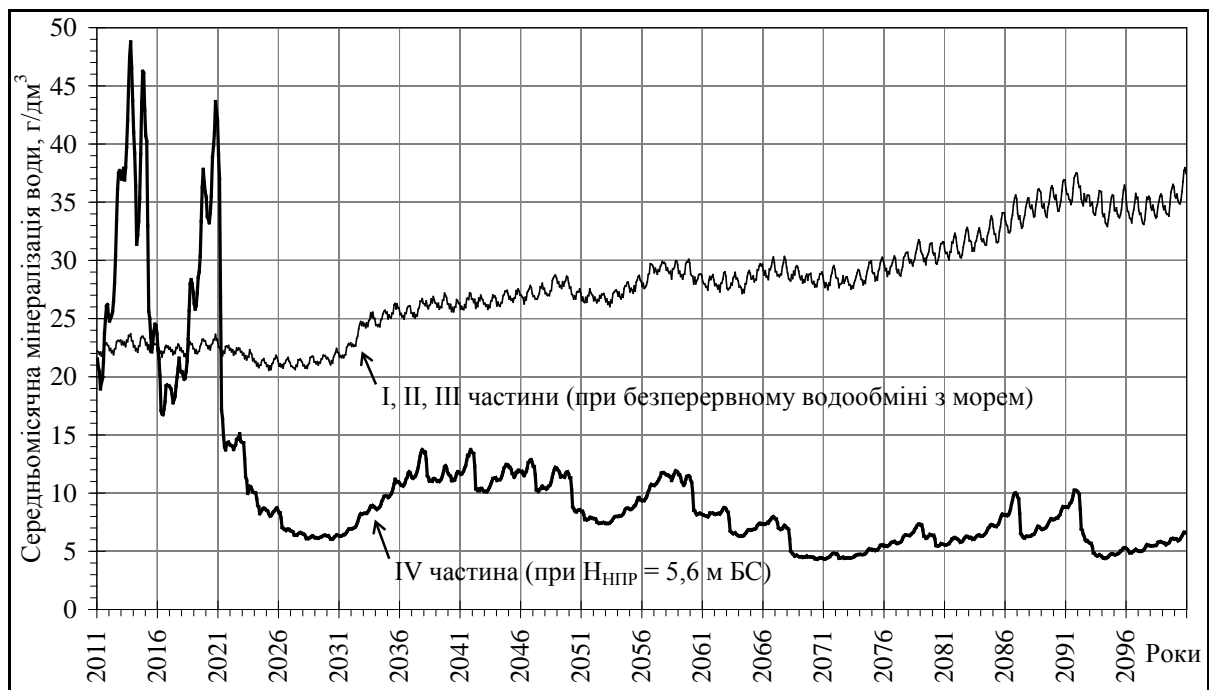


Рис. 13.17. Мінливість мінералізації води IV частини, при її функціонуванні як водосховища з НПР = 5,6 мБС в умовах природного стоку з басейну, та мінливість мінералізації води в іншій акваторії лиману, при безперервному водообміні з морем (**варіант 2вПР**) в період з 2011 по 2100 рр.

мінливості рівнів води в морі) та поступове підвищення мінералізації води, яка наприкінці 2100 р. буде дорівнювати  $37,46 \text{ г/дм}^3$ , тобто за 90 років збільшиться менш ніж на  $15 \text{ г/дм}^3$ .

Таким чином, в майбутніх кліматичних умовах (за сценарієм М10) для стабілізації мінливості рівнів і мінералізації води в Тилігульському лимані та його частинах, за умов як природного, так і побутового стоку з басейну лиману, обов'язковим є безперервний водообмін лиману з морем, особливо при функціонуванні його IV частини як окремого прісноводного (майже безстічного) водосховища з НПР = 5,6 мБС. При цьому залишається актуальною проблема відновлення природних водних ресурсів річок водозбору Тилігульського лиману шляхом розчистки русел, ліквідації або оптимізації розміщення та функціонування штучних водойм, упорядкування структури землекористування, захисту водоохоронних зон та прибережних смуг.

26. *Иванов Н.Н.* Ландшафтно-климатические зоны земного шара // Зап. Всесоюз. географ. общ-ва: нов. сер. – 1948. – Т. 1. – 223 с.
27. *Архів погоди в Болграді (26.10.2005-10.12.2013).* Метеостанція № 33887 (WMO ID) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rp5.ru>.
28. *Водний баланс Хаджибейського лиману за різних умов його існування: звіт про НДР (заключний) / Одеський держ. екол. ун-т; керівник роботи Є.Д. Гопченко.* – Одеса, 2011. – ДР № 0111U010352.– 86 с.
29. *Карасёв И.Ф., Васильев А.В., Субботина Е.С.* Гидрометрия: Учебник. – Л.: Гидрометеиздат, 1991. – 376 с.
30. *Іваненко О.Г.* Автоматизовані методи обчислення добового стоку в гідростворах річок: Навчальний посібник. – Одеса: ТЕС, 1998. – 60 с.
31. *Себов В.В., Лещенко А.В., Гриб О.М.* Сучасний стан гирлових ділянок річок і балок Тилигульського лиману та водойм його пересипу // Збірник статей за матер. Студ. наук. конф. ОДЕКУ. – Одеса: ТЕС, 8-12 квітня 2014. – С.89-91.
32. *Оцінка можливого альтернативного наповнення Куяльницького лиману водами Чорного моря, річки Дністер й інших лиманів і водних об'єктів: звіт про НДР (заключний) / Одеський держ. екол. ун-т; керівник роботи Ю.С. Тучковенко.* – Одеса, 2012. – ДР № 0112U007605.– 238 с.

### *До розділу 13*

1. *Wörner V., Hesse C., Stefanova A., Krysanova V.* Evaluation of climate scenarios for the lagoons. – Potsdam: PIK, 2012. – 40 p.
2. *Сайт проекту ENSEMBLES* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ensembles-eu.org>.
3. *Комплексне управління водними ресурсами Тилигульського лиману та його гідроекологічним станом в умовах антропогенного впливу і кліматичних змін: звіт про НДР (проміжний) / Одеський держ. екол. ун-т; керівник роботи Ю.С. Тучковенко.* – Одеса, 2013. – ДР № 0113U000696.– 279 с.
4. *Горев Л.М., Пелешенко В.И., Кирничный В.В.* Методика оптимизации природной среды обитания. – К.: Либідь, 1992. – 528 с.
5. *Паспорт р. Тилигул.* – Одесса: Укрюжгипроводхоз, 1994. – 148 с.
6. *Оцінка та розрахунок гідравліко-морфометричних характеристик водообміну в системі «Тилигульський лиман ↔ Чорне море» для розробки рекомендацій по збереженню природних ресурсів лиману: звіт про НДР (заключний) / Одеський держ. екол. ун-т; керівник роботи Н.С. Лобода.* – Одеса, 2010. – ДР № 0110U008224.– 178 с.
7. *Тучковенко Ю.С., Адобовский В.В., Тучковенко О.А., Гриб О.Н.* Современный гидрологический режим и динамика вод Тилигульского

- лимана // Український гідрометеорологічний журнал. – 2011. – № 9. – С. 192-209.
8. *Тучковенко Ю.С., Лобода Н.С., Гриб О.Н.* Современные проблемы гидроэкосистемы Тилигульского лимана и пути их решения // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов (в 4 томах). Тр. межд. науч.-практ. конф. Т.1: Управление водными ресурсами речных водосборов (17-20 мая 2011 г., г. Пермь, Россия). / Пермь: Пресстайм. – 2011. – С. 167-172.
  9. *Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья:* Монография / Под ред. Тучковенко Ю.С., Гопченко Г.Д.; Одесский государственный экологический университет. – Одесса: ТЭС, 2011. – 224 с.
  10. *Тучковенко Ю.С., Лобода Н.С., Гриб О.М.* Сучасний гідроекологічний стан і рекомендації по водному та екологічному менеджменту Тилигульського лиману // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення. – Одеса: ОДЕКУ, 12-14 вересня 2012. – С. 66-71.

#### *До розділу 14*

1. *Лиманы Северного Причерноморья* / Полищук В.С., Замбриборщ Ф.С., Тимченко В.М. и др.; отв. ред. Миронов О.Г.; Ин-т гидробиологии АН УССР. – Киев: Наукова думка, 1990. – 204 с.
2. *Северо-западная часть Черного моря: биология и экология:* Монография / Под ред. Зайцева Ю.П., Александрова Б.Г., Миничевой Г.Г.; Одесский филиал Ин-та биологии южных морей НАН Украины. – Киев: Наукова думка, 2006. – С.358-370.
3. *Миничева Г.Г., Богатова Ю.И., Зотов А.Б.* Особенности гидрохимического режима и структурно-функциональной организации автотрофного компонента Тилигульского лимана // Матеріали всеукр. науково-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: актуальні гідроекологічні проблеми та шляхи їх вирішення». – Одеса: ОДЕКУ, 12-14 вересня 2012 р. – С. 72-74.
4. *Миничева Г.Г., Швець А.В., Калашник Е.С.* Морфофункциональные особенности организации фитобентоса Тилигульского лимана в современных условиях // Матеріали Всеукр. наук.-практ. конф. «Лимани північно-західного Причорномор'я: сучасний гідроекологічний стан; проблеми водного та екологічного менеджменту, рекомендації щодо їх вирішення». – Одеса: ОДЕКУ, 1-3 жовтня 2014 р. – С. 43-45.
5. *Тучковенко Ю.С., Тучковенко О.А., Богатова Ю.И.* Характеристика современного гидрохимического режима Тилигульского лимана и