

# ВОДНИЙ РЕЖИМ ТА ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ

*Монографія*

за редакцією д.геогр.н., проф. Лободи Н.С.  
д.геогр.н., проф. Гопченка Є.Д.

Одеса  
ТЕС  
2016

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ВОДНИЙ РЕЖИМ ТА  
ГІДРОЕКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ  
КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ**

Монографія

*Рекомендовано до друку вченою радою Одеського державного  
екологічного університету Міністерства освіти і науки України  
(протокол № 10 від 29.10.2015р.)*

ОДЕСА  
ТЕС  
2016

ББК 26.22  
В 62  
УДК 556.55

**Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману:** Монографія / за ред. Н.С. Лободи, Є.Д. Гопченка. Одеськ. держ. екол-ний ун-т, – Одеса: ТЕС, 2016. – 332 с., іл. 101, табл. 71, бібл. 389.

Досліджено зміни кліматичних, гідрологічних, гідрохімічних, гідробіологічних, гідроекологічних характеристик поверхневих вод в басейні Куяльницького лиману, які відбулися внаслідок змін клімату та водогосподарської діяльності на початку XXI сторіччя. Виконана оцінка впливу водогосподарської діяльності на стан водних ресурсів. Наданий опис видів та масштабів водогосподарських перетворень. Оцінено водні ресурси річок, які живлять лиман у природних та порушених водогосподарською діяльністю умовах в сучасності та за кліматичними сценаріями. Показано, що основним джерелом надходження води у Куяльницький лиман у найближчі роки можуть бути морські води Одеської затоки. Надана оцінка рівнів і мінералізації при різних варіантах подачі морської води. Наведені результати моделювання просторово-часової мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману, отриманні із використанням числової гідротермодинамічної моделі.

**Water regime and hydroecological characteristics of Kuyalnitskyi Liman:** Monograph / N.S. Loboda, E.D. Gopchenko, Eds. Odessa State Environmental University. – Odessa: TES 2016. – 332 p.

The changes of climatic, hydrological, hydrochemical, hydrobiological, hydroecological characteristics of surface water in the Kuyalnitskyi Liman basin that occurred as a result of climate change and water management at the beginning of the XXI century are investigated. The influence of water management on water resources is assessed. Types and scales of water management transformations are described. The assessment of the water resources of the rivers that feed the liman in natural and disturbed by water management activities conditions in present and future (using climatic scenarios) is done. It is shown that the main source of water in the Kuyalnitskyi Liman in the nearest years can be the sea water from the Odessa Bay. The levels and salinity in different variants of sea water feed are estimated. The results of spatial and temporal variability modelling of hydrological characteristics of Kuyalnitskyi Liman are obtained using numerical hydrothermodynamic model.

**Відповідальні редактори:**

д.геогр.н., проф. Н.С. ЛОБОДА, д.геогр.н., проф. Є.Д. ГОПЧЕНКО  
Рецензенти: д.геогр.н., проф. С.І. Сніжко, д.геогр.н., с.н.с. О.Р. Андріанова

*Рекомендовано до друку вченою радою Одеського державного екологічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 10 від 29.10.2015 р.)*

**Колектив авторів:**

**Н.С. Лобода**, д.геогр.н., проф.; **Є.Д. Гопченко**, д.геогр.н., проф.; **С.М. Степаненко**, д.ф.-м.н., проф.; **Ю.С. Тучковенко**, д.геогр.н., проф.; **М.Г. Сербов**, к.геогр.н., доц., **О.М. Гриб**, к.геогр.н., доц.; **О.М. Килимник**, к.б.н.; **В.А. Овчарук**, к.геогр.н., доц.; **Ю.В. Божок**, к.геогр.н.; **Д.В. Кушнір**; **Я.С. Яров**.

**ISBN 978-617-7337-24-8**

© Одеський державний екологічний університет, 2016

## ЗМІСТ

Вступ ( <i>Степаненко С.М., Лобода Н.С.</i> ) .....	7
Розділ 1. Басейн Куяльницького лиману як еколого-економічна система та перспективи її розвитку ( <i>Сербов М.Г.</i> ) .....	14
1.1 Ефективність природоохоронної діяльності як фактора безпеки та збалансованості розвитку економіко-екологічної системи.....	15
1.2 Задачі екологізації економіки.....	20
1.3 Економіко-екологічні підходи до розробки інтегрованого управління водними ресурсами в басейні Куяльницького лиману.....	25
Розділ 2. Природні ресурси басейну Куяльницького лиману в умовах екологічної кризи ( <i>Лобода Н.С., Гриб О.М.</i> ).....	34
2.1 Загальні відомості про басейн.....	34
2.2 Кліматичні ресурси.....	40
2.2.1 Кліматичні особливості на території лиману.....	42
2.3 Мінеральні ресурси.....	45
2.3.1 Гідрогеологічні особливості басейну.....	46
2.4 Земельні ресурси.....	48
2.5 Водні ресурси.....	51
2.6 Рекреаційні ресурси.....	53
Розділ 3. Оцінка змін навколоводної та водної біоти басейну Куяльницького лиману в умовах господарської діяльності та глобального потепління ( <i>Килимник О.М.</i> ) .....	59
3.1 Загальна характеристика наземної суходільної екосистеми Куяльницького лиману.....	63
3.1.1 Характеристика фонові консортотвірної рослинності та фітоценотичні осередки в наземних суходільних біотопах басейну Куяльницького лиману.....	66
3.2 Характеристика таксоценів бджолиних та їх паразитоїдів як маркерів стану наземної екосистеми басейну Куяльницького лиману.....	69
3.3 Сучасний стан гігрофільної навколоводної біоти басейну Куяльницького лиману на прикладі річок В. Куяльник, Довбока, Кубанка.....	78
3.4 Сучасний стан водної біоти Куяльницького лиману.....	81
3.5 Оцінка можливих якісних змін біологічних показників за динамікою гіротермічного та гідроекологічного режимів в басейні Куяльницького лиману.....	84
3.6 Узагальнення результатів оцінки сучасного стану та прогноз змін наземної водної біоти басейну Куяльницького лиману.....	88
Розділ 4. Водогосподарські перетворення в акваторії та басейні	

Куяльницького лиману і рекомендації щодо заходів з оптимізації водогосподарської діяльності у майбутньому ( <i>Гриб О.М.</i> ) .....	94
4.1 Історичні відомості про поповнення лиману водами Чорного моря та з інших водойм.....	94
4.1.1 Господарські перетворення Куяльницького лиману для промислового видобування солі та штучне поповнення водойми морськими водами з Одеської затоки у ХІХ столітті.....	94
4.1.2 Характеристика солепромислів та штучне поповнення південної частини лиману морською водою через з'єднувальний канал у ХХ столітті.....	97
4.1.3 Наповнення Куяльницького лиману водами Хаджибейського лиману.....	97
4.1.4 Поповнення лиману з водойм пересипу та фільтрація морських вод.....	97
4.1.5 Гідротехнічна споруда для поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки у 2014-2015 роках.....	101
4.2 Водогосподарські споруди в басейні Куяльницького лиману...	102
4.3 Оцінка впливу ставків, водосховищ і шлюзів-регуляторів на русловий стік в гирлі р. В.Куяльник за даними гідрологічних вимірювань.....	104
4.4 Водогосподарські споруди на річках і балках східного берега лиману.....	106
4.5 Оцінка замулювання річок Довбока та Кубанка у сучасних умовах (після паводка 24 травня 2012 року).....	112
4.6 Рекомендації щодо заходів з оптимізації водогосподарської діяльності для підвищення водності річок і балок басейну Куяльницького лиману у майбутньому.....	113
Розділ 5. Гідрохімічна характеристика та якість води водних об'єктів басейну Куяльницького лиману ( <i>Гриб О.М., Яров Я.С.</i> ).....	119
5.1 Хімічний склад атмосферних опадів в басейні лиману.....	119
5.2 Гідрохімічна характеристика підземних вод в басейні лиману..	123
5.3 Фізико-хімічні властивості та мінералізація ропи лиману.....	126
5.4 Гідрохімічна характеристика водойм басейну р. В. Куяльник...	135
5.5 Гідрохімічна характеристика річок Довбока та Кубанка, балок Гільдендорфська та Корсунцівська.....	138
5.6 Гідрохімічна характеристика ставків пересипу між лиманом і морем.....	141
5.7 Визначення якості вод річок Довбока та Кубанка, балок Гільдендорфська та Корсунцівська, водойм пересипу за методикою екологічної оцінки .....	142
5.8 Оцінка якості води річок Довбока та Кубанка, балок	

Гільдендорфська та Корсунцівська, водойм пересипу за комбінаторним індексом забруднення .....	146
5.9 Оцінка придатності підземних (грунтових) вод річок Довбока та Кубанка для споживання людиною.....	149
Розділ 6. Водні ресурси басейну Куяльницького лиману в умовах змін клімату ( <i>Лобода Н.С., Гопченко Є.Д.</i> ).....	153
6.1 Оцінка водних ресурсів за даними спостережень.....	154
6.2 Оцінка змін кліматичних чинників формування стоку на початку ХХІ сторіччя.....	158
6.3 Теоретичні основи визначення природних водних ресурсів за моделлю «клімат–стік».....	170
6.4 Оцінка природних водних ресурсів за моделлю «клімат–стік»..	177
6.5 Теоретичні основи визначення водних ресурсів в умовах водогосподарської діяльності за моделлю «клімат–стік».....	180
6.6 Оцінка водних ресурсів минулого сторіччя в умовах водогосподарських перетворень на основі моделі «клімат–стік».....	185
Розділ 7. Оцінка змін кліматичних чинників та водних ресурсів басейну Куяльницького лиману за сценаріями глобального потепління ( <i>Лобода Н.С., Божок Ю.В.</i> ).....	188
7.1 Обґрунтування вибору регіонального кліматичного сценарію для оцінки змін водних ресурсів в межах водозбору Куяльницького лиману .....	190
7.2 Методологія оцінки природних водних ресурсів за моделлю «клімат–стік» на основі сценаріїв змін клімату.....	196
7.3 Оцінка змін кліматичних чинників за сценаріями глобального потепління.....	197
7.4 Оцінка змін характеристик посух за сценаріями глобального потепління.....	203
7.5 Оцінка змін характеристик посушливості клімату за сценаріями глобального потепління.....	205
7.6 Оцінка можливих змін водних ресурсів за моделлю «клімат–стік» на основі кліматичних сценаріїв.....	207
Розділ 8. Максимальний стік річок і балок в басейні Куяльницького лиману ( <i>Гопченко Є.Д., Овчарук В.А.</i> ) .....	218
8.1 Науково-методична база для розрахунку максимальних витрат води .....	218
8.2 Визначення розрахункових характеристик весняного водопілля .....	222
8.3 Визначення розрахункових характеристик дощових паводків .....	226
8.4 Про можливі зміни величин максимальних витрат води паводків і водопіль під впливом змін клімату (за сценарієм	

глобального потепління).....	230
Розділ 9. Оцінка рівнів і мінералізації води Куяльницького лиману при різних варіантах надходження морської води з Одеської затоки (Гриб О.М.) .....	234
9.1 Математична структура моделі водно-сольового балансу лиману .....	234
9.2 Визначення об'єму та мінералізації атмосферних опадів.....	237
9.3 Визначення об'єму та мінералізації припливних вод до лиману.....	239
9.4 Визначення випаровування з водної поверхні лиману.....	242
9.5 Визначення об'ємів припливу морських вод через трубопровід «море-лиман» та їх мінералізації.....	244
9.6 Калібрування та верифікації моделі водно-сольового балансу лиману з використанням архівних даних.....	246
9.7 Оцінка рівнів і мінералізації води та кількості солей в Куяльницькому лимані при різних варіантах подачі морської води .....	251
Розділ 10. Чисельне моделювання мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману (Тучковенко Ю.С., Кушнір Д.В.).....	261
10.1 Опис гідротермодинамічної моделі.....	261
10.2 Адаптація гідротермодинамічної моделі до умов Куяльницького лиману.....	266
10.3 Обговорення результатів адаптації моделі.....	270
10.4 Валідація моделі.....	270
Висновки (Лобода Н.С., Тучковенко Ю.С.).....	284
Список літератури.....	300

## **РОЗДІЛ 4**

### **ВОДОГОСПОДАРСЬКІ ПЕРЕТВОРЕННЯ В АКВАТОРІЇ ТА БАСЕЙНІ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ І РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАХОДІВ З ОПТИМІЗАЦІЇ ВОДОГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ У МАЙБУТНЬОМУ**

#### **4.1 Історичні відомості про поповнення лиману водами Чорного моря та з інших водойм**

Поповнення Куяльницького лиману морською водою має більш ніж сторічну історію та невід’ємно пов’язане з розвитком соляного промислу у водоймі. В історичному сенсі соляний промисел на Куяльницькому лимані відігравав важливу роль в економічному розвитку Східної та Західної Європи. Вже починаючи з XVI ст., найкіснішу сіль з лиману вивозили в Польщу та інші країни Західної Європи. У XVII-XVIII ст. в Україні та Європі сіль була одним з найдорожчих товарів, але нестабільність самостійного випадіння солі в різні роки спричиняла коливання обсягів її видобутку в лимані [1-4].

##### **4.1.1 Господарські перетворення Куяльницького лиману для промислового видобування солі та штучне поповнення водойми морськими водами з Одеської затоки у XIX столітті**

Для стабільного функціонування та розвитку промислового видобування солі в період з 1859 по 1878 рр. Куяльницький лиман було перегороджено дамбою (рис. 4.1) навпроти німецького селища Гільдендорф (нині – с.Красносілка) на дві частини – північну, в якій затримували прісні води весняних водопіль і дощових паводків, та південну (солеосадову), де здійснювалось промислове видобування солі. Дамбу почали будувати в 1859 р. за проектом інженера Рожкова [2, 5-14]. Щоб припинити приплив прісних вод в південну (солеосадову) частину лиману, були загачені дві балки східного берега лиману (Гільдендорфська та Корсунцівська). Дамба складалася з глини з кам’яними стінками і повинна була мати довжину 2933 м. Для сполучення обох частин лиману в дамбі передбачалося створення водовипуску. Під час будівництва дамба постійно просідала, тому остаточне завершення робіт було припинено до весни 1861 р. Однак, на початку березня 1861 р. в результаті дружного та швидкого танення снігу вода в лимані піднялася і затопила дамбу. Гребінь дамби був розмитий. До 1864 р. обидві частини лиману вільно з’єднувалися. У 1864 р. роботу з будівництва дамби було завершено, проте південна частина лиману солеосадовою не стала, що пов’язано з її

«опрісненням» водами значних весняних водопіль у 1861-1863, 1870-1871, 1875-1878 рр.



Рис. 4.1 – Фрагмент карти Куяльницького лиману за 1869 р. з дамбою інженера Рожкова

У 1871 р. дамба була розмита знову, що повторювалося в 1876 та 1878 рр., тому з 1878 р. було вирішено дамбу більше не відновлювати, а обидві частини лиману з тих пір знову утворили єдину водойму [2-9, 13, 14]. Залишки цієї дамби існують до сьогодні. Їх можна бачити на сучасних супутникових знімках [15], а при низьких рівнях води в лимані по залишках дамби можна перейти з одного берега лиману на інший [1, 7-9].

У роки поділу лиману дамбою на дві частини (у 1859-1878 рр.) рівень води в південній частині лиману регулювався впуском води з моря. З 1860 по 1873 рр. морську воду подавали до лиману декілька разів.

Однак у зв'язку з тим, що після значних водопіль вода проривала дамбу і «опріснювала» південну частину лиману, видобуток солі традиційним на той час способом став зовсім неможливим. Тому для стабільного промислового видобування солі вже з 1861р. почали влаштовувати басейни для випаровування води і збору солі (рис. 4.2).

Обсяг видобування солі становив: у 1862 р. – 683985 пудів або приблизно 11 тис. т (1 пуд = 16,38 кг), у 1863 р. – 2749650 пудів або  $\approx$  45 тис. т, у 1864 р. – 3841782 пуда або  $\approx$  63 тис. т. Промисел солі здійснювався на Куяльницькому лимані аж до 1931 р. і за 70 років солепромислу було видобуто 1,5 млн. т найякіснішої в Європі солі.

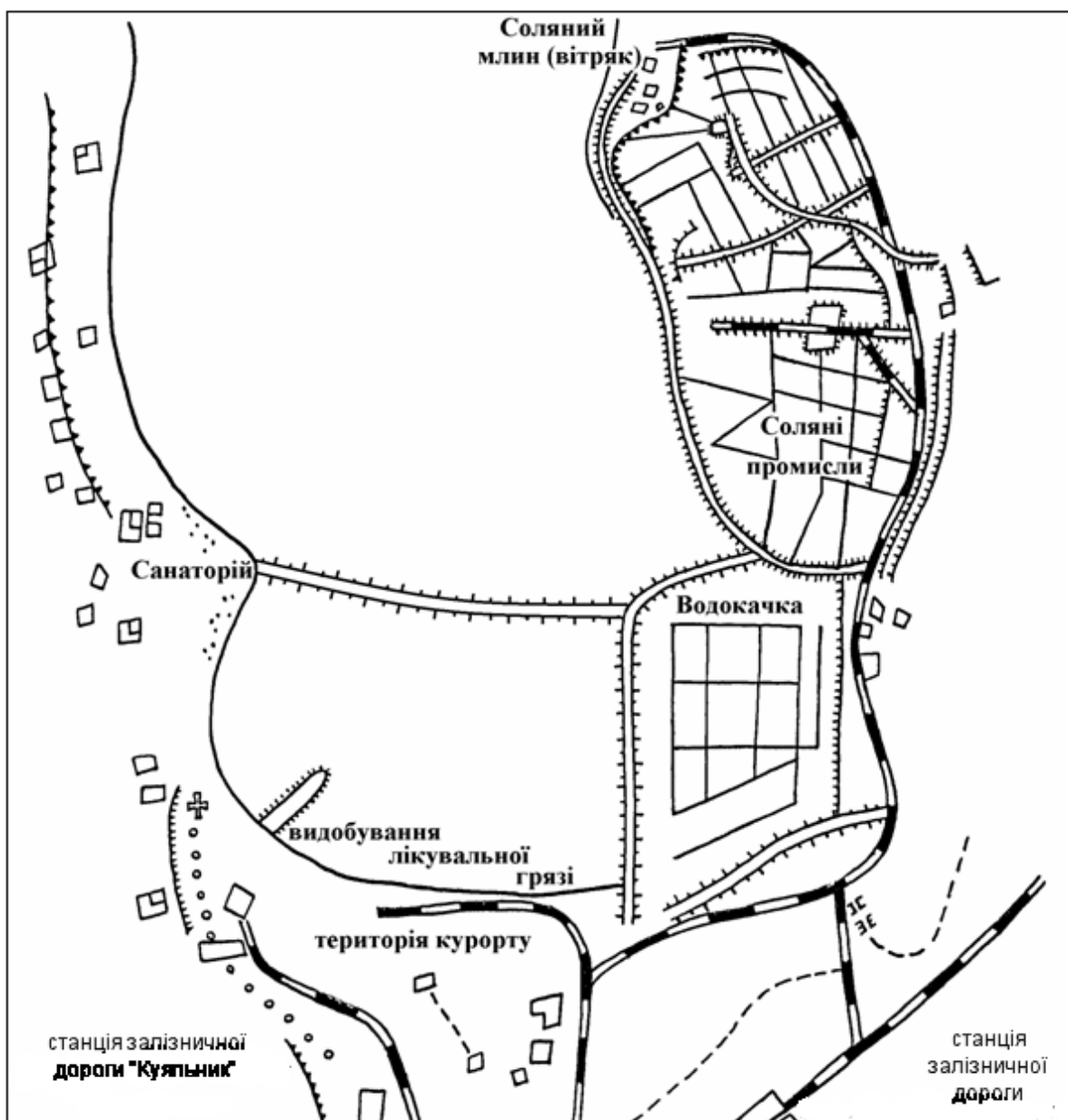


Рис. 4.2 – Схема Корсунцівського солепромислу в південно-східній частині Куяльницького лиману [1, 5]

Оцінити інтенсивність промислового видобування солі в південній частині Куяльницького лиману наприкінці XIX ст. (1893 р.) та на початку XX ст. можна за фотознімками грязелікарні, будівлі якої на цих світлинах розміщені на фоні значних за розмірами ділянок солепромислів (басейнів для випаровування води, дамб солепромислів, настилів для збору солі тощо) [16, 17].

#### **4.1.2 Характеристика солепромислів та штучне поповнення південної частини лиману морською водою через з'єднувальний канал у XX столітті**

У XX ст. Куяльницький лиман ще двічі поповнювали морською водою – в 1907 та 1926 рр. [1]. В 1890-1901 рр. для забезпечення потреб Корсунцівського солепромислу (рис. 4.2) в східній частині пересипу між лиманом і Одеською затокою було споруджено з'єднувальний канал довжиною 2,6 км. Через канал у 1907 р. до лиману надійшло приблизно 20% морської води від об'єму води в лимані [5].

З 1921 по 1925 рр. неодноразово розглядалось питання щодо відновлення подачі морської води в Куяльницький лиман. Тому в 1926 р., при рівні води мінус 7,12 м БС до лиману було знову подано морську воду загальним об'ємом 7,5 млн. м<sup>3</sup>, що становило 35% об'єму води в лимані. Схема з'єднувального каналу «море-лиман» та ситуація місцевості вздовж його траси станом на 1926 р. показані на рис. 4.3 [1, 5].

#### **4.1.3 Наповнення Куяльницького лиману водами Хаджибейського лиману**

В 1941-1942 рр. Куяльницький лиман на 70% об'єму поповнився водою з Хаджибейського лиману. Це відбулося після руйнування (підриву) в ніч з 15 на 16 жовтня 1941 р. захисної дамби Хаджибейського лиману-водосховища. Вода затопила територію Куяльницько-Хаджибейського пересипу і надійшла в Куяльницький лиман.

За даними водомірних спостережень [18], в червні 1944 р. рівень води в лимані перевищив позначку мінус 2,00 м БС, а за даними М.Ш. Розенгурта [19] – в квітні 1942 р. він становив мінус 1,15 м БС. Про це також свідчать фотознімки затопленої території грязелікарні того періоду (рис. 4.4).

#### **4.1.4 Поповнення лиману з водойм пересипу та фільтрація морських вод**

В водоймах (ставках, озерах) пересипу (рис. 4.5), які існували з моменту його появи, в результаті фільтраційного потоку з моря та випадання атмосферних опадів постійно накопичувався деякий об'єм води. Ще в 1898 р. на роль пересипу в водному живленні лиману звернув увагу А. Веріго. За його даними, у водах пересипу спостерігалось збільшення солоності з глибиною. В поверхневих шарах пересипу води були прісні, а на глибині 5 м – досягали солоності та хімічного складу морської води.

А. Веріго також відзначає процес випаровування вод, що фільтрувалися через пересип, з його поверхні та водної поверхні озер [5].

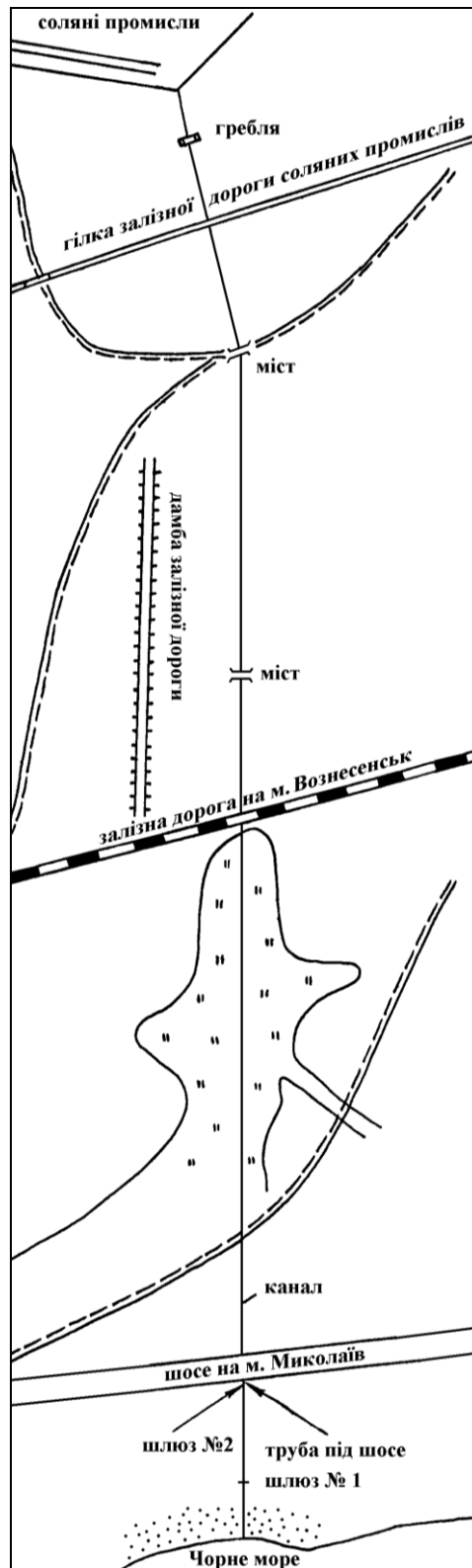


Рис. 4.3 – Схема місцезонаження каналу «море-лиман» на території пересипу Куяльницького лиману станом на 1926 р. [1, 5]

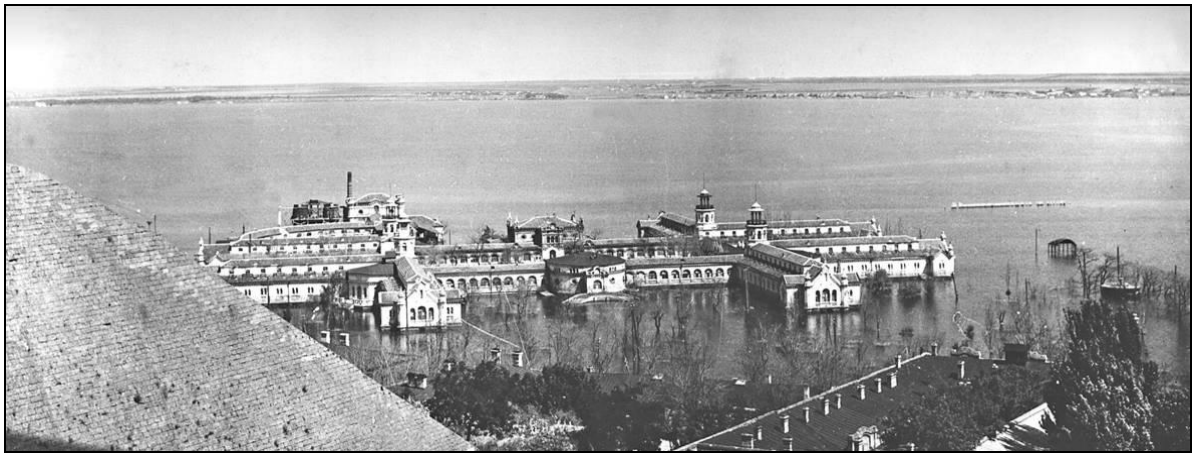


Рис. 4.4 – Затоплена грязелікарня в південно-західній частині Куяльницького лиману після надходження води з Хаджибейського лиману у 1941 р. (вид з терренкурту на Жеваховій горі) [1]



Рис. 4.5 – Місцезнаходження водойм пересипу Куяльницького лиману (1, 2, 3, 4 – умовне позначення водойм)

До будівництва об'їзної дороги вода з озер пересипу надходила в лиман у вигляді поверхневого стоку та фільтраційного потоку. Величину цього припливу води врахувати було не можливо, оскільки стік здійснювався розосереджено по всій ширині пересипу, а його величина

зумовлювалася головним чином кількістю атмосферних опадів і перепадом рівнів води в морі та лимані.

У 1973-1975 рр. для вивчення взаємозв'язку між водами лиману та водоносними горизонтами в пересипу між лиманом і морем були пробурені свердловини та організовані спостереження, які показали, що роль фільтрації морських вод через пересип незначна і становить 0,003-0,004 м<sup>3</sup>/с або 0,11 млн. м<sup>3</sup>/рік [5].

Після будівництва окружної дороги м.Одеси, її насип став своєрідною дамбою для поверхневого та фільтраційного потоків з пересипу, тому об'єм води в його озерах збільшився. Озера пересипу поступово були перетворені на чотири штучні водойми (ставки), які з'єднані між собою нерегульованими водопропускними спорудами, головним чином у вигляді труб.

В періоди інтенсивних зливових дощів, як наприклад, 24.05.2012 р., в ставках пересипу спостерігається швидке та значне підвищення рівня води, яке в деяких випадках становить 0,5 м. Справа у тому, що водний режим цих ставків на сьогодні головним чином залежить від централізованого скидання зливових та інших стічних вод з території міста, об'єм яких оцінити неможливо через відсутність їхнього обліку.

До недавнього часу перетік води в цих ставках зазвичай був спрямований від східного ставка (1), куди стікають злилові води з Шевченкового та Лузанівки, через південно-східний ставок (2), до якого також скидаються злилові й інші стічні води, в південно-західний ставок (3) і далі – в західний ставок (4), який також є приймачем вод зливової каналізації з вулиць Лиманна та Залізнична. Такий напрямок перетікання води в цих ставках зумовлений рівнем води, який зазвичай є найвищим в східному ставку (1). Для відведення води з ставків пересипу під окружною дорогою було споруджено нерегульований водовипуск із західного ставка (4) до південно-західної частини лиману. Цей водовипуск складається з залізобетонної труби діаметром 1,20 м (під окружною дорогою) та бетонного лотка з прямокутним перерізом, шириною 1,1 м та найбільшою глибиною 0,85 м.

У 2015 р. головними джерелами надходження стоку в західний ставок (4) та далі в південно-західну частину Куяльницького лиману були стічні води дренажно-зливої каналізації з вулиць Лиманної та Залізничної, зливої каналізації з Об'їзної дороги та з скидного каналу заводу мінеральних вод «Куяльник». За даними обстеження, виконаного 26 травня 2015 р., перетікання води з південно-західного ставка (3) в західний ставок (4) не відбувалось.

За результатами спостережень за скиданням води в лиман через цей водовипуск впродовж періоду з 1986 по 1995 рр. [5] та в 2012 р. [1] встановлено, що величина скидів має сезонний характер: в осінній та зимово-весняний періоди, коли рівень води в ставках пересипу найбільш

високий, витрати скидних вод становлять в середньому  $0,25 \text{ м}^3/\text{с}$ , а в літній період – знижуються до  $0,03\text{-}0,16 \text{ м}^3/\text{с}$ . Тобто річні об'єми стоку з ставків до лиману становили  $4,62\text{-}6,62 \text{ млн. м}^3$ . У 2015 р. середня витрата води в гирлі ставка дорівнювала  $0,023 \text{ м}^3/\text{с}$ , а річний об'єм скидних вод з ставків пересипу в Куяльницький лиман становив лише  $0,66 \text{ млн. м}^3$ .

Таким чином, починаючи з 1859 р. і по сьогоднішній день (2015 р.) природний водно-сольовий режим Куяльницького лиману було трансформовано інтенсивною господарською діяльністю як в акваторії водойми, так і на водозбірному басейні лиману, тому мінливість рівнів та солоності води в лимані протягом останніх більш ніж 150 років зумовлена антропогенними чинниками.

#### **4.1.5 Гідротехнічна споруда для поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки у 2014-2015 роках**

У 2013-2014 рр. здійснено проектування гідротехнічної споруди, яка має з'єднувати Куяльницький лиман та Одеську затоку Чорного моря (трубопровід «море-лимани»). Після проходження будівельної й екологічної експертизи і подальшого будівництва (жовтень-грудень 2014 р.), 22 грудня 2014 р. відбувся пробний, а 24 грудня 2014 р. – офіційний запуск морських вод до лиману. До комплексу споруд водогосподарської системи зі з'єднання водних об'єктів – Одеської затоки Чорного моря та Куяльницького лиману входять [20]:

- водозабір на споруду морського розташування;
- існуючий залізобетонний трубопровід  $\varnothing 1000 \text{ мм}$ ;
- з'єднувальний трубопровід  $\varnothing 1000 \text{ мм}$  між водозабірною спорудою та існуючим залізобетонним трубопроводом  $\varnothing 1000 \text{ мм}$ ;
- футляр під Миколаївською дорогою  $\varnothing 1420 \text{ мм}$ ;
- колодязі із запірною арматурою;
- водовипуск до лиману.

Морський водозбір є водозабірною спорудою шахтного типу з рибозагороджувальним пристроєм парасолькового типу на кам'яній основі з позначкою мінус  $5,0 \text{ м БС}$ . Конструкція водозбору парасолькового типу є блоком, що складається з чотирьох секцій, кожна з яких розрахована на витрату  $0,25 \text{ м}^3/\text{с}$ . Загальна витрата водозабірної споруди становить приблизно  $1,00 \text{ м}^3/\text{с}$ . Пристрій змонтований на оголовку споруди. Внутрішній діаметр на вході в парасольку оголовка становить  $1600 \text{ мм}$  (труба  $1620 \times 10 \text{ мм}$ ). Вхідна частина парасолькового пристрою заглиблена під рівень води на  $3,34 \text{ м}$ . Верхні торці водоприймальних патрубків розташовані нижче розрахункового мінімального рівня води в морі.

Довжина з'єднувального трубопроводу «море-лимани» становить  $1696 \text{ м}$ , траса має вигляд дещо ламаної лінії, яка проходить через такі

ділянки сучасної території пересипу [1, 20]: а) ділянка довжиною 238 м – парк «Лузанівка» (60-70 м на захід від центральної алеї); б) ділянка довжиною 56 м – під трамвайними коліями та Миколаївською дорогою (50 м на схід від вул. Красна); в) ділянка довжиною 227 м – від Миколаївської дороги вздовж східної сторони вул. Красна до точки підключення до існуючого трубопроводу; г) ділянка довжиною 283 м – на території КНС-10 (вздовж її західної межі) або вздовж східної сторони вул.Красна; д) ділянка довжиною 99 м – на території гаражів, розташованих вздовж південної сторони насипу залізниці (район станції «Одеса-Сортувальна», напроти вул. Красна); є) ділянка довжиною 83 м – під насипом залізної дороги (район станції «Одеса-Сортувальна», по лінії між вул. Красна і дамбою між східним і південно-східним ставками); ж) ділянка довжиною 628 м – вздовж дамби між східним і південно-східним ставками (з боку східного ставка); з) ділянка довжиною 56 м – під насипом об'їзної дороги м. Одеса; і) ділянка довжиною 26 м – від об'їзної дороги до водовипуску.

Водоскид трубопроводу «море-лиман» розташований в підосві схилю автодороги «Об'їзд м. Одеси по дамбі Куяльницького лиману» та виконаний зі збірного залізобетонного оголовка, встановленого на габійний матрац [20].

## **4.2 Водогосподарські споруди в басейні річки Великий Куяльник**

Серед малих та середніх річок Північно-Західного Причорномор'я найбільш зарегульована р. В. Куяльник (поняття «природний стік» для неї цілком утратило своє значення). Основну роль у цьому відіграють численні ставки і водосховища та інші гідротехнічні споруди, розташовані у басейні цієї річки.

У 2010 р. за даними досліджень ОДЕКУ, кількість водойм дорівнювала 135 шт. (рис. 4.6), із загальним об'ємом (при максимальному наповненні) близько 15,6 млн. м<sup>3</sup> і площею водної поверхні – 6,26 км<sup>2</sup> [21].

В середні за водністю роки ставками та водосховищами може перехоплюватися половина природного стоку річки, а в маловодні – практично весь стік. Тільки під час особливо високих водопіль і паводків вода переливалася через гребені «глухих» дамб або руйнувала їх та рухалась далі в Куяльницький лиман.

На зменшення об'єму водного стоку річки помітно вплинуло її спрямлення, яке становило 78% (132 з 170 км) основного русла р. В. Куяльник. Спрямлення русла було першою частиною в системі заходів з регулювання стоку цієї річки.

Другою її частиною була (приблизно до 2000 р.) мережа з більш ніж 20 шлюзів-регуляторів (рис. 4.7), які побудували для затримки вод

водопіль і паводків (об'ємом 2,0 млн. м<sup>3</sup>), а також лиманного зрошення (зволоження) сільськогосподарських угідь на заплаві річки [18].

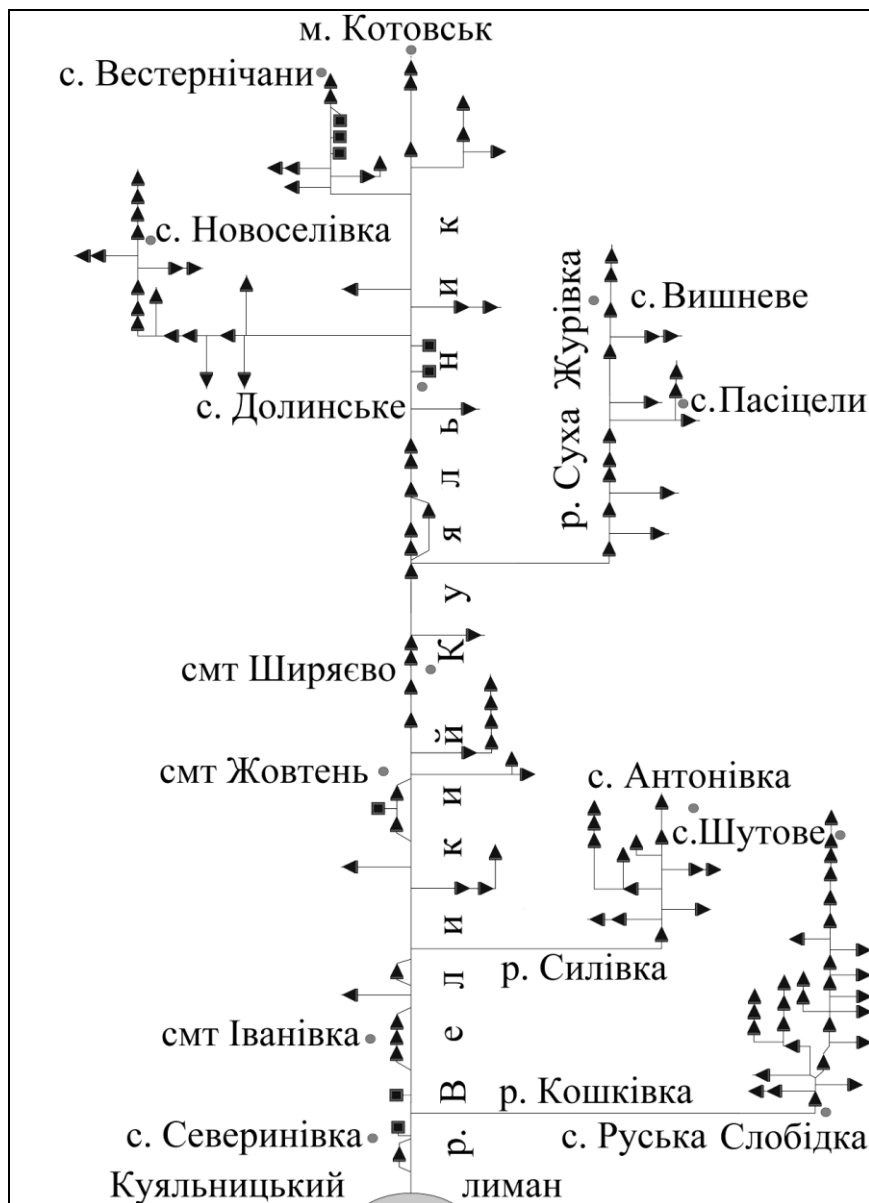


Рис. 4.6 – Схема розташування штучних водойм і гідротехнічних споруд в басейні річки В. Куяльник

В 1995-2000 рр. більшість з цих шлюзів була в несправному стані [22]. Після 2000 р. затвори шлюзів (за даними опитувань мешканців прилеглих сіл) майже всі зникли.

Даних про режим функціонування (роботу) цих шлюзів-регуляторів (періоди, коли вони були закриті; витрати води або рівні води в верхньому та нижньому б'єфах, коли вони були відкриті) немає.

В зв'язку з цим, для оцінки впливу роботи шлюзів-регуляторів (рис. 4.7) на стік в руслі річки В. Куяльник за період гідрологічних спостережень (з 1 січня 1986 р. по 31 грудня 2011 р.) використані дані вимірювань на гідрологічному посту в с. Северинівка, що знаходиться в 5 км вище місця впадіння річки в Куяльницький лиман [18].



Рис. 4.7 – Нижній б'єф одного з шлюзів-регуляторів на річці В. Куяльник (станом на 27.06.2014 р.)

#### **4.3 Оцінка впливу ставків, водосховищ і шлюзів-регуляторів на русловий стік в гирлі р. В. Куяльник за даними гідрологічних вимірювань**

За період з 01.01.1986 р. по 31.12.2011 р. в створі гідрологічного поста в гирловій ділянці р. В. Куяльник в межах с. Северинівка (рис. 4.8) за 9496 діб стік мав місце протягом 2096 діб або 22 % всього періоду. Багаторічна середньодобова витрата води за період, коли був стік, дорівнювала  $0,63 \text{ м}^3/\text{с}$ , а за весь період –  $0,14 \text{ м}^3/\text{с}$ . Найбільша середньодобова витрата води становила  $34,5 \text{ м}^3/\text{с}$ , а найбільша виміряна витрата води –  $35,9 \text{ м}^3/\text{с}$ , які були визначені 26.03.2003 р. [18].

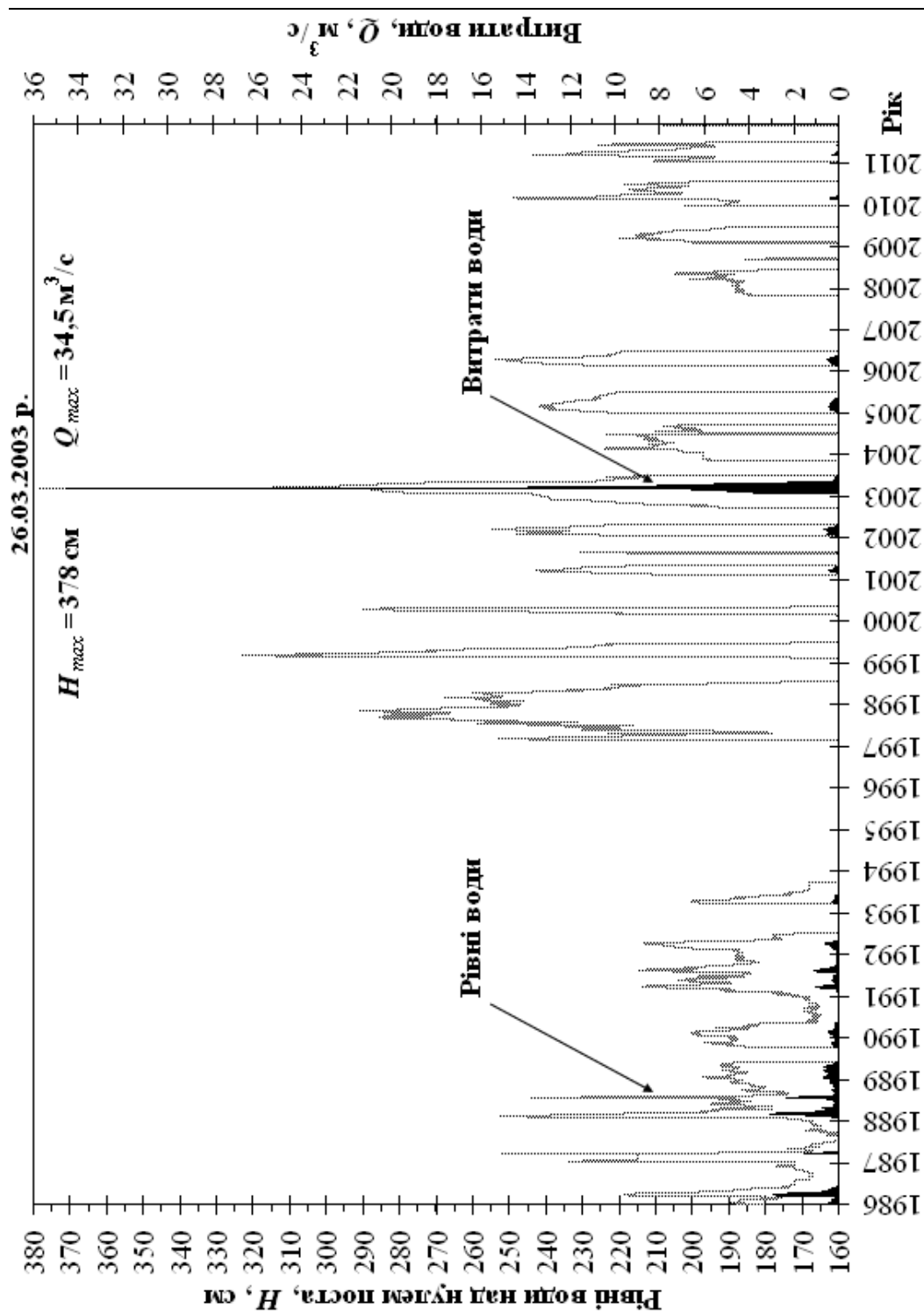


Рис. 4.8 – Мінілість середньодобових рівнів і витрат води, річки В. Куяльник – с. Северинівка, за період з 01.01.1986 р. по 31.12.2011 р.

Загальна кількість діб, коли стік на посту був відсутнім ( $Q = 0 \text{ м}^3/\text{с}$ ), дорівнює 7400 діб або 78 % всього періоду, з них:

- при пересиханні річки (перевищення дна русла над нулем поста 1,59 м) 4496 діб або 47,4 % всього періоду, чи 60,8 % періоду, коли стік був відсутнім;

- при перемерзанні води (середня товщина льоду – 0,39 м, найбільша – 0,56 м, найменша – 0,13 м) 135 діб або 1,4 % всього періоду, чи 1,8 % періоду, коли стік був відсутнім;

- при стоячій воді (середнє значення максимальної глибини в створі поста – 0,45 м, найбільше – 1,64 м, найменше – 0,01 м) 2769 діб або 29,2 % всього періоду, чи 37,4 % періоду, коли стік був відсутнім.

Шлюзи – регулятори здатні перекрити русло і спричинити підняття рівнів води, але швидкість течії у цей момент наближатиметься до нуля, тобто вода буде «стоячою». Наслідки такого «регулювання» стоку р. В. Куяльник добре простежуються на суміщеному гідрографі рівнів і витрат води (рис. 4.8), коли високим рівням відповідає відсутність стоку, наприклад, у 1997-2001, 2004, 2008-2011 рр., а також графіках зв'язку витрат і рівнів води при вільному руслі (рис. 4.9).

Наприклад, у 1989 р. стік води в гирловій ділянці річки регулювався лише одним шлюзом, який знаходився вище поста. Це видно з чіткої ступінчатої форми гідрографу рівнів і витрат води (рис. 4.10), коливання яких майже повністю синхронні. Крім того, одночасно з відсутністю стоку 03.06.1989 р. пересохло русло річки, а з появою води в руслі (після його пересихання впродовж 131 доби) 12.10.1989 р. – одночасно з'являється стік, хоча річка на ділянці поста вже тривалий час була заросла водяною рослинністю, розвиток якої почався 11 квітня і тривав до кінця 1989 р. [18].

#### **4.4 Водогосподарські споруди на річках і балках східного берега лиману**

З використанням топографічних карт, супутникових знімків, довідникової літератури та результатів експедиційних досліджень ОДЕКУ [3, 4, 13, 15, 23-26] в 2012 р. побудовано схеми русло-балкової мережі східного берегу Куяльницького лиману (річки Довбока та Кубанка, балки Гільдендорфська та Корсунцівська й ін.) з позначенням гідротехнічних споруд (ГТС) і штучних водойм (ШВ), які затримують русловий стік (ставки, копані тощо). Ці схеми показані на рис. 4.11.

Крім того, за результатами досліджень ОДЕКУ [26] для річок Кубанка та Довбока визначені площі водних поверхонь  $F_{max}$  ( $\text{м}^2$ ) та об'єми  $W_{max}$  ( $\text{м}^3$ ) ШВ при їхньому максимальному наповненні, а також описані основні характеристики ГТС станом на середину 2012 р. (табл.4.1).

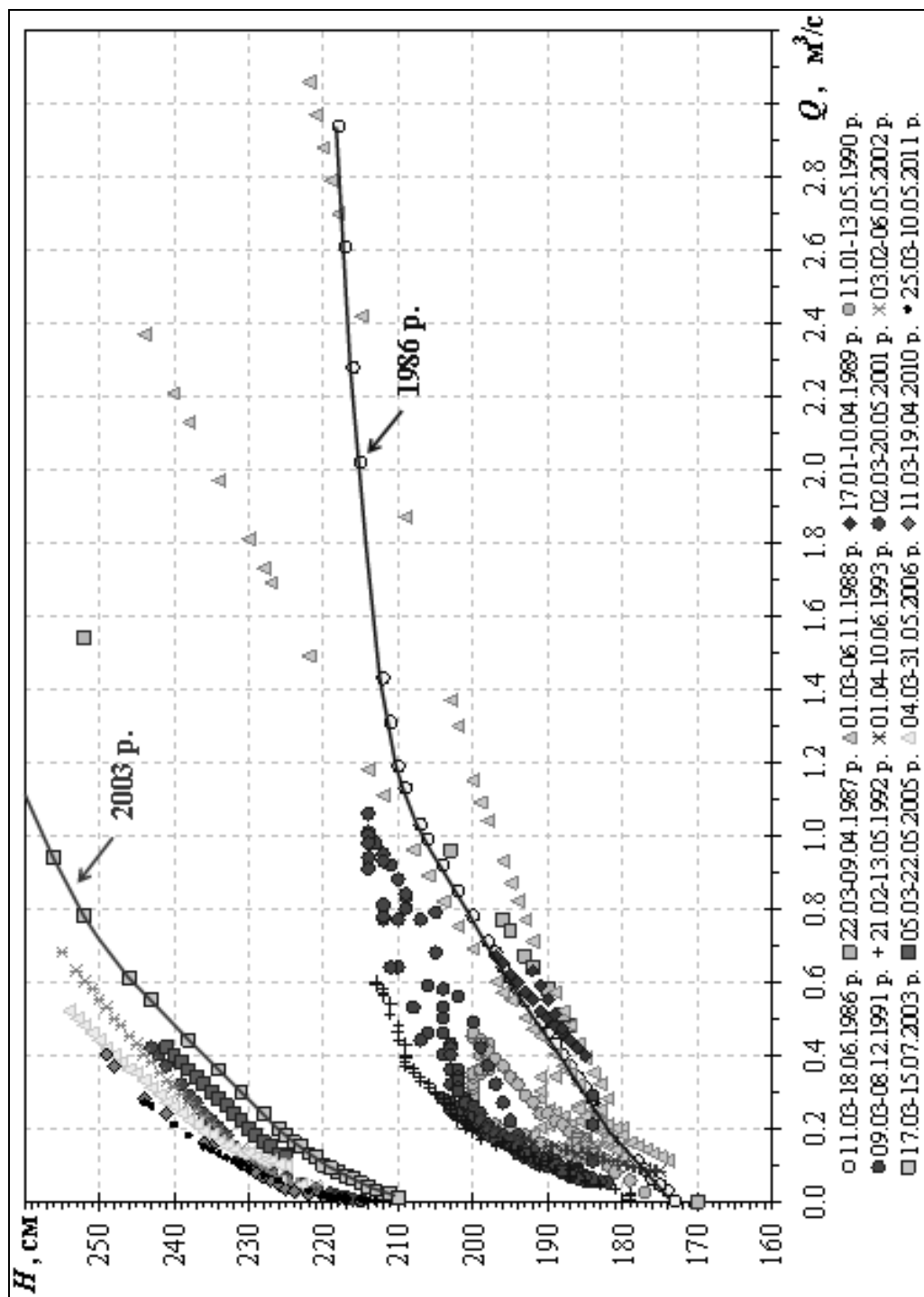


Рис. 4.9 – Зв'язок середньодобових рівнів і витрат води при вільному руслі, річки В. Куяльник – с. Северинівка, за період 1986-2011 рр. (при  $H = 160\text{-}260 \text{ cm}$ )

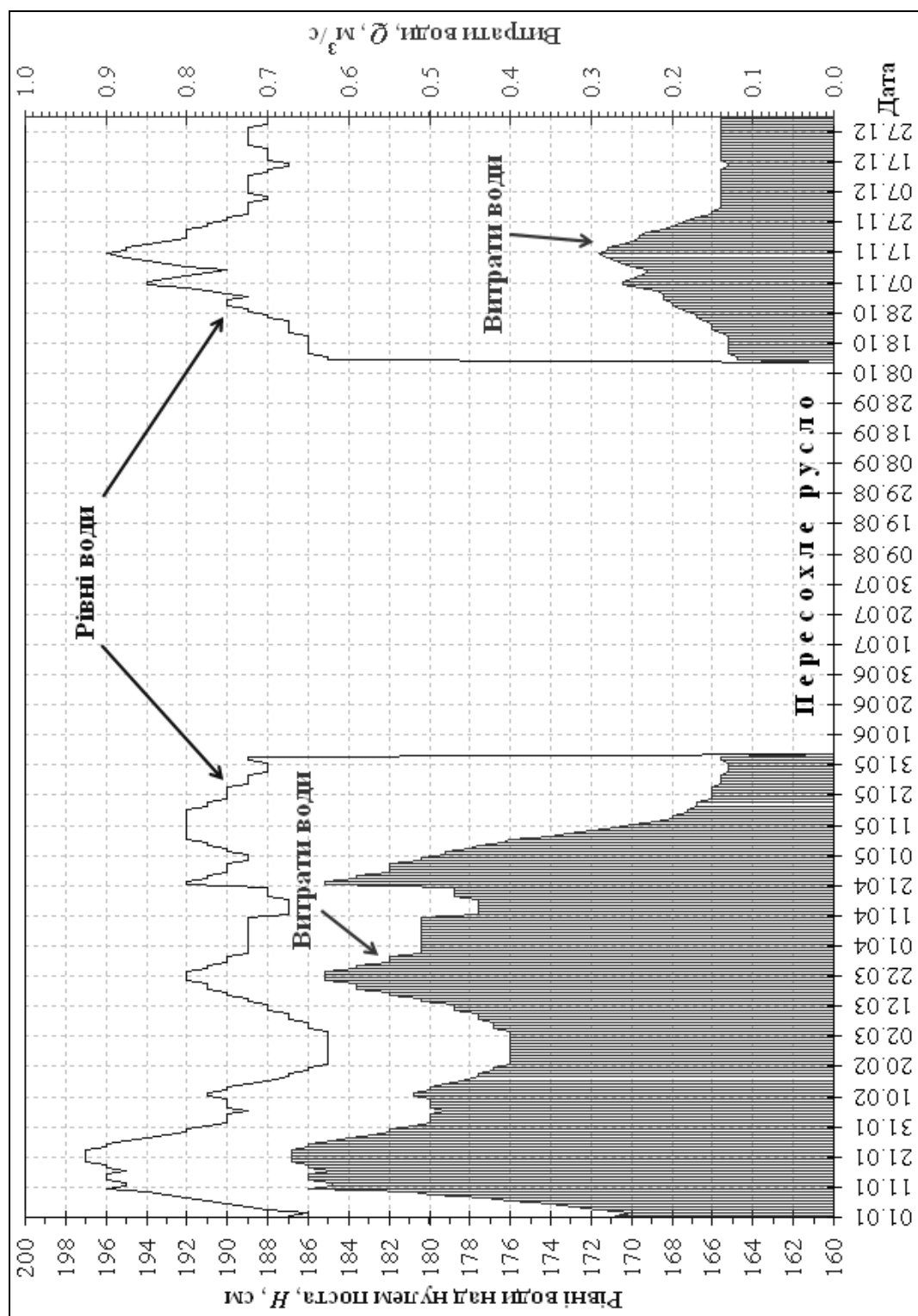


Рис. 4.10 – Гідрограф середньодобових рівнів і витрат води, річки В. Куяльник – с. Северинівка, 1989 р.

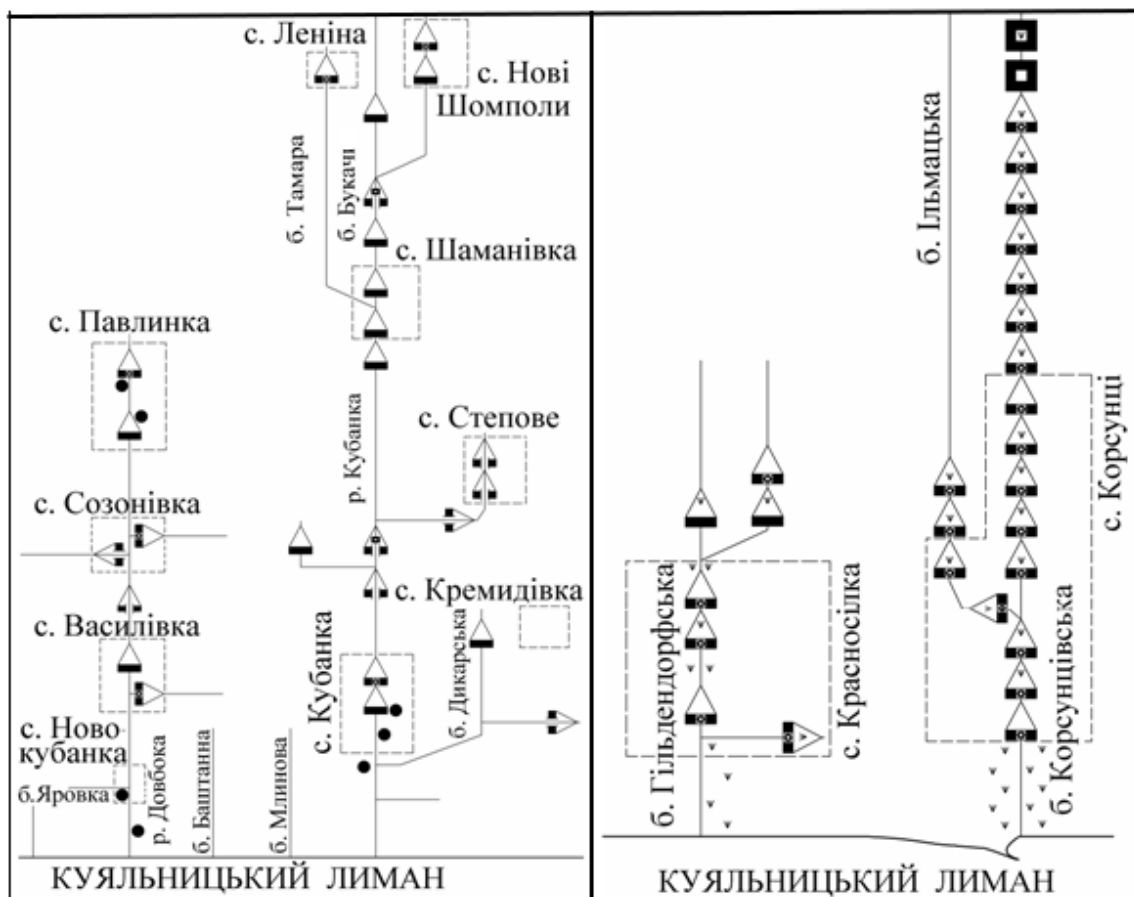


Рис. 4.11 – Положення ГТС, ШВ та колодязів на річках Довбока і Кубанка (схема зліва) та на балках Гільдендорфська і Корсунцівська (схема справа)

В табл. 4.1 використані такі позначення:

$F_{max}$  – площа водної поверхні ШВ, при максимальному заповненні,  $m^2$ ;

$W_{max}$  – об'єм ШВ, при максимальному заповненні,  $m^3$ ;

*цифри курсивом (косим шрифтом)* – характеристики ГТС, визначені лише з використанням супутникових знімків в Google Earth;

цифри в чисельнику – характеристики ГТС, визначені без урахування прорізів (проривів, вимоїн) в дамбі;

цифри в знаменнику – характеристики ГТС, визначені з урахуванням прорізів (проривів, вимоїн) в дамбі (станом на середину 2012 р.).

З табл. 4.1 видно, що у межах водозбору р. Кубанка знаходиться 19 ГТС та ШВ, з них станом на середину 2012 р. на 4 прорвано (розмито) дамбу. Сумарна площа водної поверхні 15 діючих ШВ (при їх максимальному заповненні) становить майже  $0,4 \text{ км}^2$  ( $0,386 \text{ км}^2$ ), що становить приблизно 0,3% від площі водозбору річки ( $136,5 \text{ км}^2$ ).

Для р. Довбока (табл. 4.1) сумарна площа водної поверхні ставків (при їх максимальному заповненні) становить майже  $0,2 \text{ км}^2$  ( $0,198 \text{ км}^2$ ), що також становить приблизно 0,3% площі водозбору річки ( $69,5 \text{ км}^2$ ).

Таблиця 4.1 – Місцезнаходження, тип і характеристика ГТС та ШВ в басейні річок Кубанка та Довбока (за даними ОДЕКУ станом на 2012 р.) [26]

Місцезнаходження та тип ГТС або ШВ	Характеристика ГТС або ШВ	$F_{max}, \text{м}^2$	$W_{max}, \text{м}^3$
1	2	3	4
<b>р. Кубанка</b>			
с. Кубанка, нижній ставок в селі	земляна, без водопропускної споруди	49292	98583
с. Кубанка, верхній ставок в селі	земляна, з водопропускною спорудою (дві труби діаметром 0,5 м кожна)	3315	4973
с. Кубанка, дамба (залишки від ГТС ставка) в 2,0 км вище села	земляна, з проривом (вимоїною) з лівого берега (ширина 25 м)	$\frac{66000}{6750}$	$\frac{165000}{3375}$
с. Кубанка, копанка з дамбою (залишки від ГТС ставка) в 3,0 км вище села	земляна, з прорізом (вимоїною) в центрі греблі (ширина 10 м)	$\frac{40000}{4875}$	$\frac{80000}{2438}$
с. Кубанка, ставок в 4 км вище села	земляна, без водопропускної споруди	63750	382500
с. Кубанка, дамба (залишки від ГТС ставка) в 2 км південно-східніше (нижче) села	земляна, з прорізом до дна в центрі дамби (ширина 10 м)	$\frac{46475}{0}$	$\frac{69713}{0}$
с. Леніна, ставок в межа села	земляна, з водопропускною спорудою (дві труби діаметром 0,9 м кожна)	39000	39000
с. Кремидівка, ставок в 1 км західніше села	земляна, з водопропускною спорудою (канал-вимоїна з лівого берега)	35500	53250
с. Степове, нижня дамба (залишки від ГТС ставка) в селі	земляна, з проривом (вимоїною) з лівого берега дамби (шириною 10 м)	$\frac{7975}{0}$	$\frac{15950}{0}$
с. Степове, верхня дамба (залишки від ГТС ставка) в селі	земляна, з проривами (вимоїнами) в центрі та з правого берега греблі (шириною 10 м кожна)	$\frac{10450}{0}$	$\frac{10450}{0}$
с. Шаманівка, дамба (залишки від ГТС ставка) в 1,5 км нижче села	земляна, з прорізом (вимоїною) до дна в центрі дамби (шириною 10 м)	$\frac{15000}{0}$	$\frac{22500}{0}$

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4
с. Шаманівка, ставок в 0,5 км нижче села	земляна, з водопропускною спорудою (канал-вимоїна) з правого берега (шириною 15 м)	60160	90240
с. Шаманівка, нижня дамба (залишки від ГТС ставка) в селі	земляна, з прорізом (вимоїною) до дна в центрі греблі (ширина 30 м)	<u>38500</u> 2500	<u>38500</u> 1250
с. Шаманівка, в селі верхній ставок	земляна, без водопропускної споруди	69000	207000
с. Шаманівка, ставок в 2,0 км вище села	земляна, з водопропускною спорудою (канал-вимоїна) з правого берега (ширина 15 м)	10875	21750
с. Нові Шомполи, копанка в 1,5 км нижче села	земляна, без водопропускної споруди	1125	1688
с. Нові Шомполи, ставок в 1,0 км нижче села	земляна, з водопропускною спорудою (канал-вимоїна) з правого берега (ширина 15 м)	7000	7000
с. Нові Шомполи, в селі нижній ставок	земляна, без водопропускної споруди	24375	48750
с. Нові Шомполи, в селі верхній ставок	земляна, з водопропускною спорудою (труба діаметром 0,9 м)	8000	12000
<b>р. Довбока</b>			
с. Павлінка, ставок нижче села	земляна, з водопропускною спорудою (канал-вимоїна з правого берега)	105850	211700
с. Павлінка, ставок в селі	земле-кам'яна, з водопропускною спорудою (квадратний водозлив)	28875	43313
с. Василівка, ставок в селі	земляна, з водопропускною спорудою (канал-вимоїна з лівого берега)	33000	66000
с. Василівка, ставок нижче села	земляна, з водопропускною спорудою (труба діаметром 0,5 м)	26250	39375
між с. Созонівка та с. Василівка, дамба	земляна, з прорізом до дна в центрі дамби (ширина 20 м)	<u>31850</u> 0	<u>63700</u> 0
с. Созонівка, дамба вище села	земляна, з прорізом до дна в центрі дамби (ширина 15 м)	<u>6020</u> 0	<u>9030</u> 0
с. Созонівка, ставок вище села	земляна, з водопропускною спорудою (труба діаметром 0,5 м)	3800	5700

На р. Кубанка максимальний об'єм існуючих штучних водойм становить 0,974 млн. м<sup>3</sup>, що в 1,4 раза перебільшує природні водні ресурси. Заповнення цих об'ємів можливе лише у багатоводні роки із забезпеченістю менше 25% .

Об'єм максимального заповнення штучних водойм на р. Довбока становить 0,366 млн. м<sup>3</sup>, тобто всі водні ресурси річки виявилися майже рівними цьому об'єму.

#### **4.5 Оцінка замулювання річок Довбока та Кубанка у сучасних умовах (після паводка 24 травня 2012 року)**

В зв'язку з тим, що стаціонарні гідрологічні спостереження в басейнах річок Довбока і Кубанка не здійснюються, у 2012 р. ОДЕКУ були виконані натурні експедиційні дослідження гирлових ділянок цих річок з метою визначення максимальних витрат води підчас паводків, які пройшли на цих річках в кінці травня 2012 р. після інтенсивних зливових опадів 24.05.2012 р., з величиною 70,9 мм, що більш ніж в 2 рази перевищує місячну норму для травня (34,9 мм) за даними метеостанції «Одеса-Обсерваторія». Для цього використано гідравлічний метод визначення максимальних витрат води за позначками рівнів високих вод (РВВ), який засновано на гідравлічних розрахунках і використовується на річках, де відсутні гідрометричні пости [26-28].

За даними вимірювань [26, 27] встановлено, що максимальні витрати води під час паводка склали: 8,65 м<sup>3</sup>/с – на р. Довбока, 78,6 м<sup>3</sup>/с – на р. Кубанка. Поява такої великої максимальної витрати води на р. Кубанка зумовлена не тільки зливовими опадами, а й проривом водою «дамби» з сміттям (залишки сільгоспкультур, гілки дерев тощо) на б.Дикарська. Стік води під мостом на початку паводка було перекрито цим штучним затором зі сміття, Схиловий та русловий стік, утворений зливою, прорвав цю тимчасову загату і вода ринула в р. Кубанку. Крім того, за даними обстеження греблі ставка в межах с.Кубанка та за результатами опитування мешканців села встановлено, що дамба цього ставка приблизно в середині паводка 24.05.2012 р. також була прорвана. Вода після цього стрімким потоком пішла в гирлову частину річки, що також підтверджують позначки РВВ на водопропускній споруді моста в нижній частині с.Кубанка. В результаті на р. Кубанка сформувався паводок, значний за величиною максимальної витрати (78,6 м<sup>3</sup>/с) і швидкості течії води (1,03 м/с), але короткочасний за періодом проходження [26, 27]. Цей приклад ілюструє високий ступінь чутливості водних ресурсів малих та середніх річок зони недостатнього зволоження на вплив водогосподарської діяльності, наслідки якої суттєво перетворюють природні показники їх стоку.

Аналізуючи наслідки паводка 24.05.2012 р. на рр. Довбока і Кубанка треба також відзначити значне замулювання русел річок в їх гирлових і середніх частинах. Наприклад, за результатами обстежень русел цих річок науковцями ОДЕКУ влітку 2012 р. встановлено, що на деяких (пересохлих на час обстежень) ділянках русел шар нового намулу становив 15-30 см і більше – в руслі р. Довбока на ділянці довжиною майже 1 км вище с.Новокубанка шар нових донних мулистих відкладів дорівнював 35-40 см. Це пов'язано зі зливом схиловими потоками поверхневого шару ґрунтів з ораних сільськогосподарських угідь (полів), межі яких в останні роки зрівнялися з межами долин малих річок, а в деяких частинах – сільськогосподарськими угіддями зайняті навіть заплави та русла річок (наприклад, ділянки в середній частині р. Довбока, ділянка р. Кубанка – в межах с. Кубанка тощо), в яких також місцеві жителі влаштували ґрунтові («польові») автомобільні дороги.

Відкладання наносів на розглядуваній ділянці русла р. Довбока також сприяла затримка паводкового стоку вище водопропускної споруди під дамбою дороги між с. Новокубанка і с. Кубанка, яка розташована майже перпендикулярно до напрямку русла річки та складається з п'яти залізобетонних труб з діаметром 1200 мм. За результатами натурних обстежень працівниками ОДЕКУ влітку 2012 р. було встановлено, що ця водопропускна споруда в період паводка 24.05.2012 р. була деякий час перекрита сміттям, тому швидкість течії зменшилась, а відповідно завислі і рухомі наноси відклалися на дно річки, замуливши таким чином її русло новим шаром відкладів товщиною до 35-40 см [26, 27].

З урахування цього, можна стверджувати, що при сучасному рівні сільськогосподарського та водогосподарського використання басейнів річок Довбока і Кубанка їх русла після декількох подібних паводків остаточно замуляться, а самі річки можуть зникнути з карти України.

#### **4.6 Рекомендації щодо заходів з оптимізації водогосподарської діяльності для підвищення водності річок і балок басейну Куяльницького лиману у майбутньому**

Оптимізація водогосподарської діяльності необхідна для підвищення водності у гирлах річок і балок басейну Куяльницького лиману, що має призвести до відновлення самого лиману. Попередньо визначено, що відновлювальні заходи мають включати в себе підвищення водності річок за рахунок оптимізації роботи штучних водойм, очищення русел від донних відкладів, посилення водообміну та умов для інтенсифікації самоочищення, реконструкції планових форм русел річок на ділянках зі штучно зміненими, наприклад спрямленими, формами русел.

Важливу роль при розробці рекомендацій мають відігравати оцінки наслідків зміни клімату для природного стану водних ресурсів з використанням заданих кліматичних сценаріїв. Крім того, необхідним є установлення ролі стоку річок і балок у формуванні водності та якості вод лиману як у минулому, так і оцінка впливу штучних водойм на водні ресурси р. В. Куяльник та інших водотоків в залежності від кліматичних умов та масштабів водогосподарської діяльності у майбутньому (не менш ніж на 25 років або до середини XXI ст.). Це дозволяє оцінити можливе збільшення об'ємів надходження прісних вод до лиману, головним чином, за рахунок скорочення чисельності штучних водойм у басейні річки Великий Куяльник та інших водотоків у басейні Куяльницького лиману.

Здійснення заходів для оптимізації водогосподарської діяльності з підвищення водності в гирлах річок (Великий Куяльник, Довбока, Кубанка й інших) і балок (Гільдендорфська – в районі с. Красносілка, Корсунцівська – в районі с. Корсунці, без назви – в районі с. Ільїнка й інших), що живлять Куяльницький лиман, рекомендується провести в декілька етапів за черговістю (послідовністю), які представлені нижче.

**І етап. Інвентаризація** в руслах і заплавах водотоків (річках і балках) штучних водойм (водосховищ, ставків, копанок, затоплених кар'єрів), гідротехнічних і підпірних споруд (гребель, дамб, шлюзів, загат, автомобільних переїздів, пішохідних переходів, мостів) або їх залишків, якщо вони можуть затримувати стік. Цей етап виконується в такій послідовності.

1. Складання переліку, визначення місцеположення в руслах і заплавах водотоків та опису сучасного стану штучних водойм, гідротехнічних і підпірних споруд (їх залишків, якщо вони можуть затримувати стік), типу та матеріалу їх конструкції (з використанням топографічних і тематичних карт, схем і планів місцевості; супутникових знімків поверхні Землі; довідникової літератури; даних натурних обстежень).

2. Визначення об'ємів води (на час обстеження та найбільших можливих), що накопичуються штучними водоймами та затримуються гідротехнічними і підпірними спорудами (їх залишками, якщо вони можуть затримувати стік), а також розрахунок площ водної поверхні (або площ додаткового випаровування та інфільтрації) при різних об'ємах води (з використанням топографічних і тематичних карт, схем і планів місцевості; супутникових знімків поверхні Землі; довідникової літератури; даних натурних обстежень).

3. Оцінка хімічного складу води та вмісту у ній забруднювальних речовин алохтонного й автохтонного походження та просторово-часової мінливості показників якості води (гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, санітарно-бактеріологічних, специфічних речовин токсичної дії тощо), які накопичуються у штучних водоймах і

затримуються гідротехнічними та підпірними спорудами або їх залишками (з використанням довідникової літератури; наукових звітів; даних натурних обстежень).

**II етап.** Обґрунтування (наукове, економічне, юридичне) рекомендацій щодо ліквідації/реконструкції штучних водойм, гідротехнічних і підпірних споруд (їх залишків, якщо вони можуть затримувати стік) або їх розмірів (головним чином, найбільших можливих об'ємів води та/чи площ водної поверхні). Цей етап виконується в такій послідовності.

1. Оцінка об'ємів природного (непорушеного господарською діяльністю) стоку річок і балок в залежності від кліматичних умов за ретроспективний період (з використанням архівних даних) та у майбутньому (за даними кліматичних сценаріїв).

2. Визначення з урахуванням зміни клімату можливих майбутніх об'ємів побутового стоку та надлишків/дефіциту води для наповнення існуючих штучних водойм або ємностей для затримки руслового стоку, що утворені гідротехнічними та підпірними спорудами (їх залишками).

3. Оцінка відповідності показників екологічного стану води (гідрофізичних, гідрохімічних, гідробіологічних, санітарно-бактеріологічних, специфічних речовин токсичної дії тощо) існуючих штучних водойм і ємностей для затримки стоку в руслах річок і балок, що утворюються гідротехнічними та підпірними спорудами (або їх залишками), вимогам до якості вод, які використовуються для господарсько-побутового споживання, зрошування, риборозведення, купання та рекреації й інших видів водокористування (за даними вимірювань або архівними даними).

4. Перевірка дотримання власниками/орендарями штучних водойм, гідротехнічних і підпірних споруд вимогам чинного законодавства, у тому числі Водного кодексу України, які стосуються збереження водності та екологічного стану малих річок, особливостей їх використання, регулювання стоку та створення штучних водойм в їх басейнах, насамперед статті 80 «Особливості користування малими річками», статті 81 «Комплекс заходів щодо збереження водності річок і охорони їх від забруднення» та статті 82 «Регулювання стоку річок, створення штучних водойм», згідно якої для будь-яких за розміром річок *«забороняється споруджувати в їх басейні водосховища і ставки загальним обсягом, що перевищує обсяг стоку даної річки в розрахунковий маловодний рік, який спостерігається один раз у двадцять років»* [29].

5. Перевірка наявності у власників (орендарів) штучних водойм, гідротехнічних і підпірних споруд необхідних дозвільних документів на їх використання, водогосподарських паспортів тощо, а також відповідності використання цих об'єктів за цільовим призначенням.

6. Визначення економічної рентабельності (прибутковості або збитковості) від використання існуючих штучних водойм, гідротехнічних, підпірних споруд.

7. Формулювання рекомендацій щодо подальшого використання кожної штучної водойми, гідротехнічної та підпірної споруди (їх залишків, якщо вони можуть затримувати стік) та складання переліку тих, які необхідно ліквідувати.

8. Визначення ділянок старого природного русла, які можна відновити, а також ділянок сучасного спрямленого (каналізованого) русла, які необхідно буде рекультивувати після відновлення природного русла (його окремих ділянок або меандр) та обґрунтування оптимальних морфометричних характеристик нового (після розчищення чи відновлення) русла.

**III етап.** Ліквідація/реконструкція штучних водойм, гідротехнічних та підпірних споруд рекомендується у випадках, коли:

- її власник/орендар не дотримується вимог чинного законодавства, у тому числі Водного кодексу України;
- її використання є економічно нерентабельним (збитковим);
- показники екологічного стану води (гідрофізичні, гідрохімічні, гідробіологічні, санітарно-бактеріологічні, специфічні речовини токсичної дії тощо) існуючих штучних водойм і ємностей не відповідають вимогам до якості вод, які використовуються для господарсько-побутового споживання, зрошування, риборозведення, купання та рекреації й інших видів водокористування;
- існує, буде зберігатися чи збільшуватися в майбутніх кліматичних умовах (за даними кліматичних сценаріїв) дефіцит води для наповнення штучних водойми або інших ємностей, що виникає у результаті перевищення сумарних ємностей регулювання об'ємів природного руслового стоку.

**IV етап.** Відновлення природного русла річки (окремих його ділянок, меандр, джерел розвантаження підземних вод) та рекультивація ділянок сучасного спрямленого (каналізованого) русла, де відновлено природне русло (його окремі ділянки або меандри).

**V етап.** Заліснення прибережних захисних смуг нового відновленого русла та штучних водойм, які мають функціонувати. Впровадження цього заходу дозволить у майбутньому (після підростання дерев і кущів) зменшити випаровування з водної поверхні (за рахунок затінення поверхні води, зменшення температури, збільшення вологості повітря, переведення поверхневого стоку у підземний). Дерев та кущі також сприятимуть збільшенню водності шляхом затримки та накопичення у своїх заростях додаткової кількості атмосферних опадів (насамперед, при від'ємних температурах повітря) [30].

Крім того, для зменшення втрат води на випаровування з водної поверхні штучних водойм, що залишаються, пропонується (за наявності такої можливості) змінити їх тип (конфігурацію в плані). Для цього необхідно штучним водоймам, створеним у руслах річок і балок та ставкам-копаням переважно атмосферного живлення (в сухих балках, що наповнюються винятково водами поверхневого стоку) надати форму подібну меандру, як це показано на рис. 4.12*а* та на рис. 4.12*б* [31].

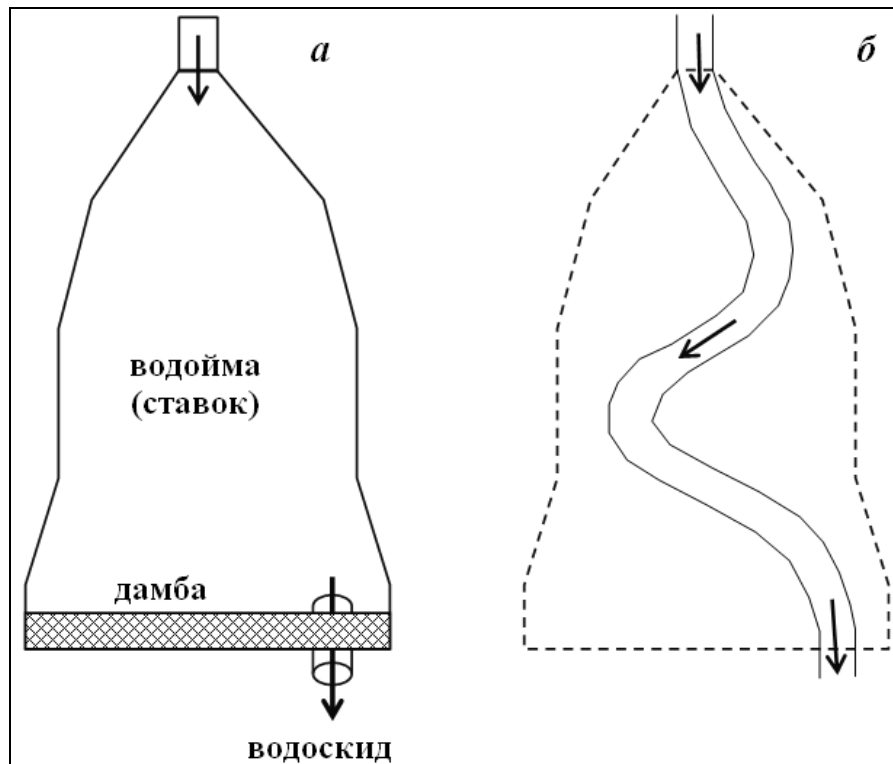


Рис. 4.12 – Схема зміни конфігурації звичайної (традиційної) штучної водойми форми (а) на водойму (русло) у вигляді правильного слабковигнутого меандру (б)

Об'єм штучної водойми в цьому випадку може залишитись незмінним, але площа поверхні води, а відповідно і об'єм випареної води, зменшиться у три-п'ять разів. Для цього в місці існуючої штучної водойми (рис. 4.12*а*) споруджується копань (рис. 4.12*б*), наприклад, у вигляді русла за формою правильного слабковигнутого меандру з вигином рівномірної крутості [31]. Визначення нових морфометричних характеристик штучних водойм може виконуватись таким чином.

Наприклад, є водойма з морфометричними характеристиками, які властиві багатьом ставкам басейну Куяльницького лиману [21, 26]: довжина – 250 м, середня ширина – 50 м, середня площа водної поверхні – 25000 м<sup>2</sup>, середня глибина – 0,5 м, середній об'єм води – 12500 м<sup>3</sup>.

Оцінка нових морфометричних характеристик штучних водойм, які будуть після зміни їх конфігурації (типу), визначається в такій послідовності: об'єм води не змінюється –  $12500 \text{ м}^3$ , нові ширина та глибина копаної водойми (в залежності або з урахуванням можливостей екскаваторної техніки) задаються, відповідно, 12,5 м та 2,5 м (тобто площа поперечного перерізу русла копаної водойми дорівнюватиме  $31,25 \text{ м}^2$ ), тоді довжина водойми становитиме – 400 м, а площа поверхні води –  $5000 \text{ м}^2$ . Отже, площа водної поверхні ставка, а відповідно й об'єм випареної води, зменшиться у п'ять разів.

Таким чином, щороку у періоди весняного водопілля або/та дощових паводків втрати стоку на поповнення об'єму цієї водойми також будуть у п'ять разів меншими, а «зеконормлений» об'єм руслового стоку піде на поповнення Куяльницького лиману.

Зауважимо, що це можливе лише за сприятливих геологічних та гідрогеологічних умов або при унеможливленні втрат води на інфільтрацію.

42. *Литвиненко Л.И.* Жаброногие рачки рода *Artemia* Leach, 1819 в гипергалинных водоемах Западной Сибири: (география, биоразнообразие, экология, биология и практ. использование): специальность 03.00.16 "Экология" : автореф. дис. на соиск. учен. степ. д-ра биол. наук / Л. И. Литвиненко [Перм. гос. ун-т]. - Пермь, 2009. – 46 с.
43. *Радченко Л.А.* Влияние температуры и солености на развитие и выживаемость артемии в экспериментальных условиях [электронный ресурс] <http://10.0.0.194:8080/dspace/handle/99011/2383>.
44. *Хоменко С.Б.* Иранский эндемик артемия урмиана в гиперсоленом озере Кояшское (Крым, Украина): предварительное обоснование заноса птицами/ С. Б. Хоменко, Н. В. Шадрин // Сборник научных трудов Азово-Черноморской орнитологической станции., 2009.- Вып. 12. - С. 81-91.
45. *Волощук В.М., Бойченко С.Г.* Сценарії можливих змін клімату України в ХХІ ст. (під впливом глобального антропогенного потепління) // Клімат України. – 2003. – С. 319-330.
46. *Григорьев А.А., Будыко М.И.* О периодическом законе географической зональности // Докл. АН СССР. – 1956. – ПО № 1. – С. 129-132.
47. *Ефимова, Н.А., Строкина Л.А.* Эмпирические оценки изменений климата на континентах северного полушария в конце XX века // Изменения климата и их последствия. - Наука: С.-Петербург. – 2002. - с. 93-104.
48. *Парилова Т. А., Кастрикин В. А., Бондарь Е. А.* Многолетние тенденции сроков наступления фенофаз растений в условиях потепления климата (Хинганский заповедник, Среднее Приамурье)//Влияние изменения климате на экосистемы бассейна реки Амур. – М: WWF России, 2006. - С. 47-51
49. *Гурбанов Э.М.* Новейшие таксоны растительности Азербайджана // ВАНІ Universitetinin XoborlorI. – 2009. – № 3. – С. 107-116.
50. *Стадниченко А.П., Богачова А.М., Шубрат Ю.В.* Вплив антропогенної трансформації навколишнього середовища на стан прісноводної малакофауни України //Біологія. – 2008. – 1. – С. 139 – 161.

#### *До розділу 4*

1. *Оцінка* можливого альтернативного наповнення Куяльницького лиману водами Чорного моря, річки Дністер й інших лиманів і водних об'єктів: Звіт з НДР ДР 0112U007605 (науковий керівник: Ю.С. Тучковенко). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2012. – 238 с.

2. *Муха Б.Б.* О причинах обмеления рек и некоторых природных явлений на юге Украины по оценкам исследователей XIX-XX веков. – Известия Музейного Фонда им. А.А. Браунера. – 2011. – Т. VIII. – № 1. – С. 19-26.
3. *Шмаков Г.* Одесские лиманы // Тр. Од. стат. ком. – Вып. II. – С. 61.
4. *Одесские лиманы: соляные промыслы* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://odessa.club.com.ua> (станом на 17.11 2010 р.)
5. *Геоэкологический анализ ситуации и разработка схем мероприятий по улучшению водно-солевого режима Куяльницкого лимана: Отчёт о НИР* (научный руководитель: Г.И. Швобс). Од. гос. ун-т им. И.И. Мечникова. – Одесса, 1995. – 190 с.
6. *Рудской М.П.* О происхождении лиманов Херсонской губернии // Зап. Новорос. общ. естествоисп. – 1896. – Т. XX. – Вып. 1 (Тр. Комиссии по исследованию лиманов). – 48 с.
7. *Вельможко А.* Куяльник: Мертвое море Одессы может превратиться в соляную пустыню [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://realityinua.com> (станом на 26.11.2012 р.).
8. *История одной плотины – как Куяльницкий лиман разделили на две части* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kaiser-w.livejournal.com> (станом на 09.12 2012 р.).
9. *Куяльницкая плотина: скрытое стало явным* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://davaypoedem.blogspot.com> (станом на 09.12 2012 р.).
10. *Бицилли М.В.* Годовой сток бассейна Куяльницкого лимана // Тр. Од. гидромет. ин-та. – 1958. – Т. XII. – С. 235-243.
11. *Бурксер Є.С.* Солоні озера та лимани України (гідрохімічний нарис) – Le lacs et les liman sales de l'Ukraine (un apescu hudrochinique) // Тр. фіз.-мат. відділу Всеукр. Акад. наук. – 1928. – Т. 8. – Вип. 1. – 341 с.
12. *Васильев А.С.* Исследования Куяльницкого лимана // Зап. Новорос. общ. естествоисп. – 1898. – Т. XXII. – Вып. 2.
13. *Оцінка багаторічних змін складових водного балансу Куяльницького лиману для розробки рекомендацій по збереженню його природних ресурсів: Звіт з НДР ДР 0109U004794* (науковий керівник: Є.Д. Гопченко). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2009. – 90 с.
14. *Осмоловський-Ярошенко А.Р.* Історія наших лиманів за теорією і спостереженнями // Зап. Од. наук. при ВУАН Тар. – 1929. – Ч. 3. – С. 39-74.
15. *Супутникові знімки та карти поверхні Землі* [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://maps.google.com> (станом на 24 липня 2011 року).
16. *Санаторий Куяльник – история возникновения курорта* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kuyalnik.com.ua> (станом на 04.09 2012 р.).

17. *Грязелечебница* санатория Куяльник – история создания [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kuyalnik.com.ua> (станом на 02.10. 2012 р.).
18. *Ежегодные* данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 1936-2011 гг. – Ч. 1 и 2. – Том 2. – Вып. 1. – 1938-2012.
19. *Розенгурт М.Ш.* Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. – К.: Наук. думка, 1974. – 225 с.
20. *Правила експлуатації гідротехнічної споруди зі з'єднання Куяльницького лиману та Одеської затоки.* – Одеса: Укрпівдендінпроводгосп, 2015. – 36 с.
21. *Стан гідрографічної мережі річки Великий Куяльник в умовах водогосподарських перетворень на її водозбірному басейні: Звіт з НДР* (науковий керівник: Є.Д. Гопченко). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2011. – 165 с.
22. *Паспорт* реки Большой Куяльник. – Одесса: Госкомводхоз Украины, 1992. – 130 с.
23. *Справочник по водным ресурсам* / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.
24. *Швебс Г.І., Игошин М.І.* Каталог річок і водойм України: Навчально-довідковий посібник. – Одеса: Астропринт, 2003. – 392 с.
25. *Національний атлас України.* – К.: ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.
26. *Проведення гідроекологічної оцінки та розробка науково-обґрунтованих заходів щодо регулювання стоку та розчистки русел річок Довбока та Кубанка: Звіт з НДР* (науковий керівник: Н.С. Лобода). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2012. – 205 с.
27. *Оцінка можливих змін гідроекологічного режиму Куяльницького лиману під впливом глобальних кліматичних змін: Звіт з НДР ДР 0112U007606* (науковий керівник: Н.С. Лобода). Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2012. – 147 с.
28. *Колодєєв Є.І.* Визначення максимальних витрат води з допомогою позначок рівнів високих вод: Метод. вказ. – Одеса: ОДЕКУ, 2007. – 31 с.
29. *Водний кодекс України: (Відомості Верховної Ради України, 1995, № 24, ст. 189). Введений в дію Постановою Верховної Ради України № 214/95-ВР від 6 червня 1995 року (Відомості Верховної Ради України, 1995, № 24, ст. 190). Із змінами.*
30. *Использование водных ресурсов: Монография.* / Под ред. Г.В. Васильченко и др. – Минск: Наука и техника, 1969. – 228 с.
31. *Игошин Н.И.* Проблемы восстановления и охраны малых рек и водоёмов. Гидроэкологические аспекты: Учебное пособие. – Харьков: Бурун Книга, 2009. – 240 с.