

УДК 504.45
КП XXXXXX
№ держреєстрації 0110U008223
Інв. №

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет
(ОДЕКУ)
65016, м. Одеса, вул. Львівська, 15
тел. (0482) 63-62-09

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з НР ОДЕКУ
_____ Ю.С. Тучковенко
2011.06.24

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
ОЦІНКА ВОДООБМІНУ В СИСТЕМІ «РУСЛО-ЗАПЛАВА-ЛИМАН»
ДЛЯ РОЗРОБКИ РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОГО
ОЗДОРОВЛЕННЯ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ДНІСТЕР ЗА РАХУНОК
ЗГІННО-НАГІННИХ ЯВИЩ ТА БІОМЕЛІОРАТИВНИХ ФУНКЦІЙ ПЛАВНІВ
(заключний)

Керівник НДР
д. геогр. н., проф.

Н.С. Лобода

2011.06.17

2011

Рукопис закінчено 17.06.2011 р.
Результати цієї роботи розглянуто Науково-технічною радою ОДЕКУ
протокол від 2011.06.24 № 11

СПИСОК АВТОРІВ

- Науковий керівник
провідний науковий співробітник,
доктор географічних наук,
професор
Відповідальний виконавець,
старший науковий співробітник,
кандидат географічних наук,
доцент
- Провідний науковий співробітник,
доктор географічних наук
- Старший науковий співробітник,
кандидат географічних наук,
доцент
Старший науковий співробітник,
кандидат географічних наук,
доцент
Старший науковий співробітник,
кандидат географічних наук,
доцент
- Старший науковий співробітник,
кандидат географічних наук,
доцент
Старший науковий співробітник,
кандидат біологічних наук,
доцент
Старший науковий співробітник,
кандидат біологічних наук,
старший викладач
- Науковий співробітник,
асистент
- Н. Лобода
2011.06.17 (реферат, вступ, розд. 1.1.1,
1.1.2, 1.1.5, 1.2, 3, 7.1,
висновки)
О. Гриб
2011.06.17 (перелік умовних позначень,
символів одиниць, скорочень і
термінів, розд. 1.3.3, 2.3, 2.4,
4.1, 4.3, 7.3, перелік посилань,
збір первинних даних)
Ю. Тучковенко
2011.06.17 (розд. 6)
Є. Колодеєв
2011.06.17 (розд. 1.3.1, збір первинних
даних)
В. Белов
2011.06.17 (розд. 4.2, збір первинних
даних)
М. Захарова
2011.06.17 (розд. 1.3.2, підготовка
вихідних даних для гідро-
динамічного моделювання
течій та адаптація моделі до
умов лиману)
В. Бондаренко
2011.06.17 (розд. 1.1.3)
П. Шекк
2011.06.17 (розд. 1.8)
О. Килимник
2011.06.17 (розд. 1.7.2, 1.7.3, 1.7.4, 5, 7.2,
додаток А, збір первинних
даних)
Я. Яров
2011.06.17 (розд. 2.6, збір первинних
даних)

Науковий співробітник	П. Терновий 2011. <u>06.17</u> (розд. 2.1, 2.2)
Молодший науковий співробітник	К. Гриб 2011. <u>06.17</u> (розд. 1.5, 1.6, збір первинних даних)
Молодший науковий співробітник	Л. Гайдаржи 2011. <u>06.17</u> (розд. 1.4, збір первинних даних)
Молодший науковий співробітник	В. Дорофєєва 2011. <u>06.17</u> (розд. 1.1.4, збір матеріалів стаціонарних гідрологічних, гідрохімічних та метеорологічних спостережень)
Провідний інженер	С. Ковальчук 2011. <u>06.17</u> (розд. 1.7.1, збір первинних даних)
Нормоконтролер	С. Малацковська

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 202 с., 90 рис., 34 табл., 89 джерел.

Об'єкт дослідження – водні об'єкти екосистеми гирлової ділянки річки Дністер, включаючи плавні, річки Швидкий та Глибокий Турунчук, заплавні озера Біле та Мертвий Турунчук, ерики Олександрівський, Фестивальний, Кілярійський, протоку Швидку, Дністровський лиман та Цареградське гирло.

Мета роботи – оцінка водообміну в існуючій системі «русло-заплава-лиман» для розробки рекомендацій щодо заходів екологічного оздоровлення гирлової ділянки річки Дністер за рахунок згінно-нагінних явищ та біомеліоративних функцій плавнів.

Методи дослідження – натурні експедиційні дослідження; обробка картографічного матеріалу та супутникових знімків водних об'єктів гирлової ділянки річки Дністер; математичне моделювання: припливу прісних вод річки Дністер до Дністровського лиману в умовах глобального потепління, бічного припливу води до лиману та проникнення галоклину солонуватих лиманних і солоних морських вод в водні об'єкти Нижнього Дністра; гідравлічні розрахунки водообміну в системі «русло-заплава-лиман»; екологічний аналіз індикаторної макрофітної спільноти з визначенням видового складу, структури життєвих форм, трофології, характеру гідротопічного розподілу, парціальної активності життєвих форм й ін.

Результати і новизна – розроблено науково-методичну базу та визначені гідравліко-морфометричні характеристики водних об'єктів гирлової частини річки Дністер (заплавних озер, руслової системи, лиману) для визначення сучасного водообміну в системі «русло-заплава-лиман»; здійснено аналіз згінно-нагінних явищ на ділянці Нижнього Дністра; оцінені фізико-географічні умови й основні гідрологічні характеристики та величина припливу прісних вод річки Дністер до Дністровського лиману в умовах глобального потепління; визначені гідрохімічні, сапробіологічні та гідробіологічні характеристики (у тому числі стан нерестовищ) у фонових гідротопах нижньої течії річки Дністер; розраховано бічний приплив води до Дністровського лиману та проникнення галоклину солонуватих лиманних і солоних морських вод в водні об'єкти Нижнього Дністра; розроблені науково-обґрунтовані рекомендації щодо заходів екологічного оздоровлення гирлової ділянки річки Дністер за рахунок згінно-нагінних явищ та біомеліоративних функцій плавнів.

Основні конструкторські, технологічні і техніко-експлуатаційні характеристики і показники – науково-методична база визначення гідравліко-морфометричних характеристик водних об'єктів гирлової частини річки Дністер (заплавних озер, руслової системи, лиману); результати оцінки водообміну в системі «русло-заплава-лиман» та аналізу згінно-нагінних явищ

на ділянці Нижнього Дністра; фізико-географічні умови й основні гідрологічні характеристики та величина припливу прісних вод річки Дністер до Дністровського лиману в умовах глобального потепління; результати визначення гідрохімічних, сапробіологічних та гідробіологічних характеристик (у тому числі стан нерестовищ) у фонових гідротопах нижньої течії річки Дністер; величина бічного припливу води до Дністровського лиману та результати розрахунку проникнення галоклину солонуватих лиманних і солоних морських вод в водні об'єкти Нижнього Дністра; науково-обґрунтовані рекомендації щодо заходів екологічного оздоровлення гирлової ділянки річки Дністер за рахунок згінно-нагінних явищ та біомеліоративних функцій плавнів.

Ступінь впровадження – отримані результати будуть надані Управлінню екології та природних ресурсів в Одеській області, адміністрації Нижньодністровського національного природного парку та замовнику – Управлінню освіти і науки Одеської обласної державної адміністрації для визначення необхідних заходів екологічного оздоровлення гирлової ділянки р. Дністер за рахунок згінно-нагінних явищ і біомеліоративних функцій плавнів.

Зв'язок з іншими роботами – науково-дослідна робота Одеського державного екологічного університету в галузі розрахунків і оцінки екосистем природних та штучних водойм.

Рекомендації по використанню результатів роботи – результати роботи можна використати для визначення необхідних заходів екологічного оздоровлення гирлової ділянки річки Дністер за рахунок згінно-нагінних явищ та біомеліоративних функцій плавнів.

Галузь використання – охорона навколишнього природного середовища, водне господарство, рибне господарство, рекреація та туризм й ін.

Значущість роботи і висновки – результати досліджень, методики та моделі наведені в роботі дають можливість розробити заходи щодо екологічного оздоровлення гирлової ділянки річки Дністер за рахунок згінно-нагінних явищ та біомеліоративних функцій плавнів з величини припливу прісних вод річки Дністер до Дністровського лиману в умовах глобального потепління та результатів розрахунку проникнення галоклину солонуватих лиманних і солоних морських вод в водні об'єкти Нижнього Дністра, а також здійснювати моніторинг гідроекологічного стану водних об'єктів гирлової ділянки річки Дністер для прогнозування його змін.

Пропозиції щодо подальшого розвитку дослідження – врахування результатів роботи та продовження досліджень у наступні роки сумісно з співробітниками інших наукових і виробничих установ та адміністрацією Нижньодністровського національного природного парку.

МАКРОФІТИ, ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, БІОМЕЛІОРАЦІЯ, ВОДООБМІН, РІЧКОВИЙ СТІК, БАТИМЕТРИЧНА ЗЙОМКА, МОДЕЛЮВАННЯ ТЕЧІЙ

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП.....	10
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА БІОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ БАСЕЙНУ ЕКОСИСТЕМИ НИЖНЬОГО ДНІСТРА У СУЧАСНИЙ ПЕРІОД.....	12
1.1 Фізико-географічна характеристика гирлової ділянки р. Дністер.....	12
1.1.1 Фізико-географічне положення	12
1.1.2 Природне та гідрологічне районування.....	14
1.1.3 Клімат	15
1.1.4 Основні гідрологічні характеристики	17
1.1.5. Визначення бокового припливу води до Дністровського лиману	26
1.2 Зміна припливу прісних вод від р. Дністер до лим. Дністровського в умовах глобального потепління	31
1.3 Гідрологічні спостереження та гідролого-морфологічні умови	34
1.3.1 Гідролого-морфологічні умови водного обміну	35
1.3.2 Зв'язок ухилів водної поверхні з водним режимом річки	35
1.3.3 Денівеляції рівня води та русло-плавневий водообмін.....	40
1.4 Формування, будова, рельєф і ґрунти гирлової ділянки Дністра	40
1.5 Донні відклади Нижнього Дністра.....	44
1.6 Особливості гідрохімічного і термічного режиму Нижнього Дністра та екологічна оцінка якості води	45
1.7 Флористико-геоботанічна та біологічна характеристики водної екосистеми гирлової ділянки річки Дністер	51
1.7.1 Геоботанічний статут.....	51
1.7.2 Потенційна продуктивність макрофітів	52
1.7.3 Трофічні зв'язки макрофітів	53
1.7.4 Трофічні зв'язки з макрофітами фітофагів окремих таксономічних груп.....	56
1.8 Стан нерестовищ пониззя річки Дністер і Дністровського лиману	61
2 ЗВ'ЯЗОК ВОДНО-СОЛЬОВОГО РЕЖИМУ НИЖНЬОГО ДНІСТРА З ВІТРОВИМИ ЗГІННО-НАГІННИМИ ПРОЦЕСАМИ.....	69
2.1 Зв'язок водно-сольового режиму річки та плавневих водойм.....	70
2.2 Базисні рівні та їх зв'язок з витратами води.....	76
2.3 Вплив вітрових згінно-нагінних процесів на водний режим в гирловій області Дністра та надходження води з русла в плавні	79
2.6 Сольовий режим Нижнього Дністра	89
3 НАУКОВА-МЕТОДИЧНА БАЗА ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ВОДООБМІНУ В ГИРЛОВИХ ДІЛЯНКАХ РІЧОК ТА ПЛАВНЕВИХ ОЗЕРАХ.....	92
3.1 Методика розрахунку зовнішнього водообміну плавневих водойм за В.М Тімченком.....	93
3.2 Методика розрахунку водовідновлення плавневих водойм.....	94

4	ОЦІНКА РУСЛО-ПЛАВНЕВОГО ВОДООБМІНУ НИЖНЬОГО ДНІСТРА В РІЗНІ ЗА ВОДНІСТЮ РОКИ	99
4.1	Гідравліко-морфометричні характеристики оз.-ст. М. Турунчук.....	99
4.2	Оцінка добового водообміну оз.-ст. М. Турунчук.....	106
4.3	Оцінка гідравліко-морфометричних характеристик водообміну Нижнього Дністра в системі «русло-плавні-лиман» підчас паводку 2008 року.....	110
4.3.1	Гідравліко-морфометричні характеристики перетоку води через автодорогу «Рені-Одеса-Ростов» підчас паводку в липні-серпні 2008 року.....	111
4.3.2	Оцінка водообміну в системі «русло-плавні-лиман» підчас паводку в липні-серпні 2008 року.....	112
5	СТРУКТУРА МАКРОФІТНОЇ СПІЛЬНОТИ, ГІДРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ТА ТРОФЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ДНІСТЕР.....	114
5.1	Таксономічний склад та видова парціальна активність макрофітів гирлової ділянки р. Дністер і плавневих утворень	114
5.2	Трофоекологічна структура макрофітів гирлової області р. Дністер.....	119
5.3	Ценотична структура макрофітної спільноти єр. Олександрівського та оз.-ст. М. Турунчук.....	125
5.4	Якість води та трофічність оз.-ст. М. Турунчук за ценотичною організацією макрофітів	129
5.4.1	Структура і розподіл життєвих форм макрофітів оз.-ст. М. Турунчук	129
5.4.2	Ценотична характеристика макрофітів оз.-ст. М. Турунчук.....	132
5.4.3	Сапробіологічний і трофічний статус оз.-ст. М. Турунчук за ценотичною структурою макрофітів	139
5.4.4	Узагальнення сапробіологічних, гідробіологічних характеристик і трофоекологічного стану водних об'єктів гирлової ділянки.....	143
6	МОДЕЛЮВАННЯ ПРОНИКНЕННЯ ТРАНСФОРМОВАНИХ МОРСЬКИХ ВОД З ДНІСТРОВСЬКОГО ЛИМАНУ ДО ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ДНІСТЕР	148
6.1	Опис математичної структури моделі	148
6.2	Постановка задачі, умови модельних розрахунків.....	162
6.3	Обговорення результатів розрахунків	164
7	РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОГО ОЗДОРОВЛЕННЯ НИЖНЬОГО ДНІСТРА	180
7.1	Екологічно необхідні режим рівнів та стоку води Нижнього Дністра.....	180
7.2	Рекомендації щодо відновлення біомеліоративних і самоочисних функцій озерно-плавневої екосистеми Дністра на прикладі оз.-ст. М. Турунчук	183
7.3	Рекомендації щодо відновлення мережі єриків і проток для забезпечення постійного водообміну в плавневій екосистемі Нижнього Дністра на прикладі оз.-ст. М. Турунчук	184
	ВИСНОВКИ	186
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	189
	ДОДАТОК А Анотований перелік макрофітів водних об'єктів гирлової ділянки р. Дністер за результатами досліджень ОДЕКУ в 2006-2010 рр.	195

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ
ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

GPS – Global position system (Глобальна система позиціонування)
 WGS – Word geodesic system (Світова геодезична система)
 Агдф – аерогідрофіти
 б. – балка
 б.с.р.Д. – берегова смуга річки Дністер
 б/р. – багаторічний
 БС – Балтійська система висот
 БУВР – Басейнове управління водними ресурсами
 вдсх – водосховище
 ВМО – Всесвітня метеорологічна організація
 водпост, в/п. – водомірний пост
 ВР – водні ресурси
 га – гектар
 ГГа – гіпогалофіт
 ГГГеф – гірогелофіти
 ГДК – гранично допустимі концентрації
 ГЕС – гідроелектростанція
 Гл. Турунчук – Глибокий Турунчук
 ГМО – гідрометеорологічна обсерваторія
 ГМС – гідрометеорологічна служба
 ГНС – головна насосна станція
 д – доба
 др. – дворічний
 ЕТ – евтроф
 ЕуГ_{д_{вк}} – еугідрофіти вкорінені з повітряними генеративними органами
 ЕуГ_{д_{нвк}} – еугідрофіти занурені не вкорінені
 ЕуГгф – еугігрофіти
 єр. – єрик
 єр.О. – єрик Олександрівський
 зат. – затока
 К_{па} – коефіцієнт парціальної активності
 лим. – лиман
 м – метр
 м. – місто
 М. Турунчук – Мертвий Турунчук
 м. ум. – відмітка в метрах в умовній системі висот
 М.Т. – Мертвий Турунчук

м/п. – метеорологічний пост
 м/ст. – метеорологічна станція
 Маякська ЗС – Маякська зрошувальна система
 МГа – мезогалофіт
 МЕТ – мезоевтроф
 МОТ – мезооліготроф
 МСОП – Міжнародний список охорони природи
 МТ – мезотроф
 НДР – науково-дослідна робота
 н.в.ф. – наземна вікова форма
 обл. – область
 ОГМІ – Одеський гідрометеорологічний інститут
 ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет
 оз. – озеро
 оз.-ст. – озеро-стариця
 ор. – однорічний
 ОТ – оліготроф
 Пф_{вк} – плейстофіти вкорінені
 Пф_н – плейстогідрофіти не вкорінені
 р. – річка, рік
 рр. – річки, роки
 с. – селище
 СК-42 – система координат і висот 1942 року
 смт – селище міського типу
 СНД – Співтовариство незалежних держав
 СРВ – самописець рівня води
 ст.М.Т. – стариця
 тис. – тисяча
 Тр – трофоекологічна належність (трофність)
 УВГ – Управління водним господарством
 УкрПівденДІПровВодГосп – Український південний державний інститут проектування водного господарства
 ум. – умовна система висот, координат й ін.
 ц – центнер
 ШВ – штучна водойма
 Шв. Турунчук – Швидкий Турунчук
 шт. – штук
 ю.в.ф. – ювенальна вікова форма

ВСТУП

Плавневі утворення є найважливішим елементом у механізмах екологічного саморегулювання, якими забезпечується сталість гідроекосистем у нижній течії річок. Гирлова область Дністра є унікальним природним комплексом, що включає пониззя річки, розгалужене на два русла плавнями, заплавленими озерами (водоймами), Дністровським лиманом і гирлами, які сполучають останній з морем. Водойми Нижнього Дністра мають виняткове екологічне та економічне значення. Пониззя річки служать джерелом водопостачання м. Одеси та інших населених пунктів регіону, а також використовуються для зрошування сільськогосподарських угідь (земель). Заплавні озера Нижнього Дністра та Дністровський лиман є цінними рибогосподарськими водоймами. Таке ж велике і соціальне значення цієї ділянки Дністра має її багатюща біологічна різноманітність природи. Між тим, експлуатація Дністровського водосховища призвела до кардинальних змін з деградацією як плавневої складової, так і екосистеми Нижнього Дністра у цілому. Тому дана робота присвячена вирішенню проблеми відновлення біомеліоративного плавневого самоочищення вод, як запоруки збереження біоресурсів у гирловій частині р. Дністер.

Актуальність роботи обумовлена негативними гідроекологічними наслідками в пониззі р. Дністер, які виникли з введенням в експлуатацію Дністровського водосховища. Серед них головними є зниження водообміну в екосистемі «русло-плавні-лимани» і як наслідок – втрата біомеліоративної функції плавнів. За цих обставин виникає потреба в пошуках механізму відтворення водообміну в системі «русло-плавні-лимани».

Після введення в експлуатацію та заповнення Дністровського водосховища змінилися гідрологічний та гідрохімічний режими гирлової ділянки Дністра, що призвело до погіршення гідроекологічного стану заплавної екосистеми [1]. Насамперед знизився водообмін у системі «русло-заплава-лимани» та самоочищення водної екосистеми нижньої течії Дністра за рахунок зменшення біомеліоративних функцій плавнів. Це спричинило погіршення якості води, призвело до формування несприятливих умов в період нересту риби та зменшення рибних ресурсів річки, деградації всієї екосистеми гирлової ділянки р. Дністер, як високопродуктивного біологічного об'єкту.

На процес водообміну в системі «русло-заплава-лимани», рух води в протоках між річкою та озерами також значно впливають згінно-нагінні явища. На цій ділянці Дністра величина згонів та нагонів становить 0,40-0,50 м, іноді досягаючи 1,0 м. На сьогодні, особливо під час межені, це єдиний чинник, завдяки якому можуть підтримуватися процеси водообміну, водовідновлення, самоочищення та екологічний стан гідробіоценозів [2,6].

Тому, головною метою даної роботи була оцінка водообміну в існуючій системі «русло-заплава-лиман» (в умовах різної водності) та розробка рекомендацій по екологічному оздоровленню плавневих водойм та масивів Нижнього Дністра за рахунок відновлення русло-плавневого водообміну.

Для розробки рекомендацій рекомендації щодо заходів екологічного оздоровлення гирлової ділянки р. Дністер за рахунок змінно-нагінних явищ та біомеліоративних функцій плавнів були виконані наступні завдання: а) розроблено науково-методичну базу для визначення сучасного водообміну в системі «русло-заплава-лиман» та оцінки змінно-нагінних явищ в гирловій частині річки; б) оцінені батиметричні та геоморфологічні характеристики екосистеми; в) визначені гідрохімічні, сапробіологічні, гідробіологічні характеристики у фонових гідротопах нижньої течії Дністра; г) оцінені сучасний екологічний стан та гідравліко-морфометричні характеристики водних об'єктів гирлової ділянки річки; д) визначені зміни припливу прісних вод від р. Дністер до Дністровського лиману в умовах глобального потепління; е) оцінено проникнення з Дністровського лиману галоклину вод в гирлову ділянку р. Дністер; ж) виконані розрахунки водообміну в системі «русло-заплава-лиман» при різних умовах (водності року).

На основі отриманих даних відносно особливостей спільнотної структури макрофітів, трофічного та сапробіологічного стану, разом з гідрологічними параметрами об'єкту досліджень рекомендовано для відновлення біомеліоративної функції заплавлених озер, у тому числі оз.-ст. М. Турунчук, скористатись досвідом такої технології як біоплато, де головним чинником очищення вод є фітореMediaція, при умові розрахованого водообміну.

В результаті виконання роботи розроблені рекомендації відносно заходів до відновлення біомеліоративних функцій плавнів з загальним екологічним оздоровленням гирлової ділянки річки Дністер, шляхом створення науково-обґрунтованої інженерної мережі нових проток, які забезпечуватимуть постійний водообмін в системі «русло-заплава-лиман» за рахунок природних ухилів між річковою мережею та Дністровським лиманом, а також в періоди змінно-нагінних явищ.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА БІОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ БАСЕЙНУ ЕКОСИСТЕМИ НИЖНЬОГО ДНІСТРА У СУЧАСНИЙ ПЕРІОД

Характеристика екосистеми Нижнього Дністра наведена за даними гідроекологічних досліджень за останні 35 років науковцями Інституту гідробіології НАН України (В.М. Тімченко, Л.А. Сирено та інші), Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова (Г.І. Швєбс та інші) та Одеського державного екологічного університету (О.Г. Іваненко, В.В. Белов, Н.С. Лобода, Гопченко Є.Д., Гонтаренко В.М., П.В. Шекк, О.М. Килимник й ін.), а також інших вчених і фахівців, результати яких опубліковані в науково-довідниковій літературі та матеріалах водного кадастру [1,2,4,5,6,7 й ін.].

Характерною особливістю природного гідроекологічного режиму Дністра, включаючи його гирлову ділянку, було періодичне проходження дощових паводків. Не дивлячись на те, що в гирловій області річки відбувалося помітне розпластування паводкових хвиль, обумовлені ними коливання водності та рівня мали дуже важливе екологічне значення. Саме завдяки такому несталому режиму здійснювалася активна промивка дністровських плавнів, заплавних водоймищ, проток і рукавів гирлової ділянки Дністра та зберігалася і підтримувалося біологічне різноманіття.

1.1 Фізико-географічна характеристика гирлової ділянки р. Дністер

1.1.1 Фізико-географічне положення

Річка Дністер бере початок на північно-східних схилах Українських Карпат на висоті близько 900 м над рівнем моря. Її довжина – 1362 км, з них через територію України проходить 925 км. Загальна площа водозбору становить 72100 км². До впадіння у лим. Дністровський річка протікає по різних природних зонах [8]. До м. Самбір р. Дністер є типовою гірською річкою. На цій ділянці вона тече у вузькій долині із скелястими берегами. При виході на передгірську рівнину долина річки стає ширшою, а на окремих ділянках заболоченою. Через Подільську височину р. Дністер протікає у вузькій і глибокій каньйоноподібній долині. Русло річки звивисте з численними меандрами, а в районі м. Ямпіль – порожисте. Нижче вдсх Дубоссарського р. Дністер тече по широкій долині з численними притоками та озерами [9].

Нижня частина басейну р. Дністер розташована у межах Причорноморської низовини та має характерний для степу рельєф (рис. 1.1).

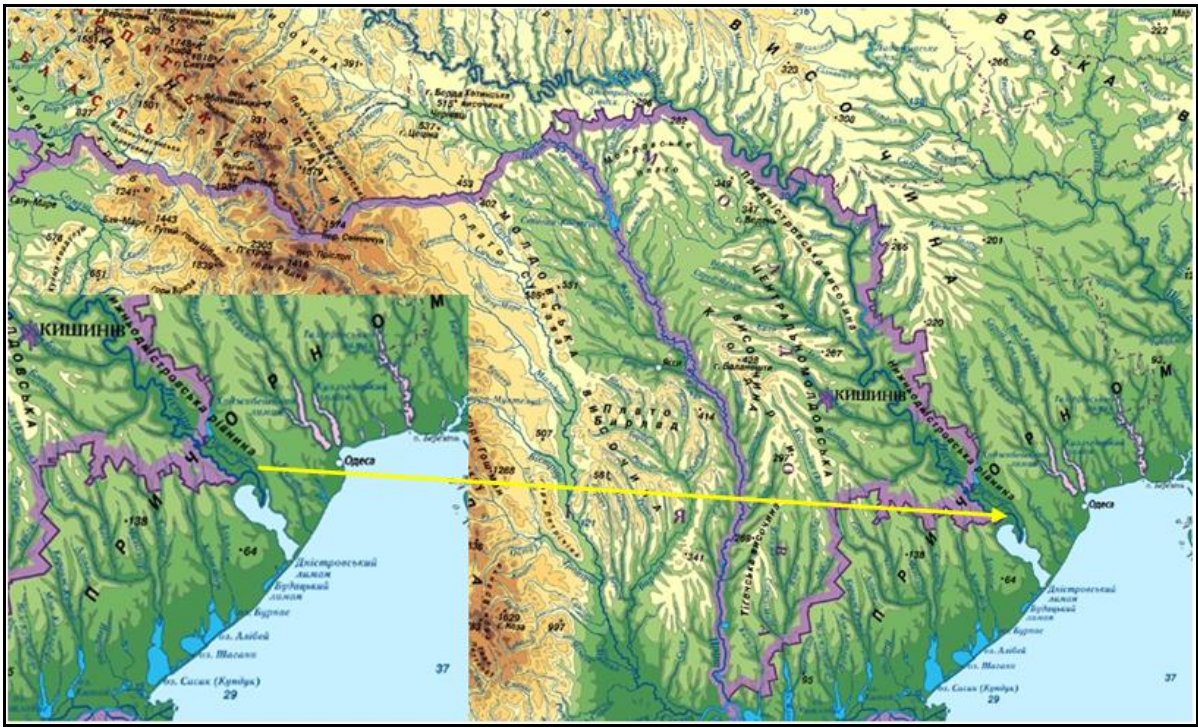


Рисунок 1.1 – Фізико-географічне положення гирлової ділянки р. Дністер

Русло річки дуже звивисте. Долина нижнього Дністра має добре розвинуту заплаву, яка періодично затоплюється під час повені, та шість надзаплавних терас. Гідрографічна мережа розвинута слабо, її щільність становить $0,2 \text{ км/км}^2$ [8].

Всі ліві притоки відносяться до малих річок з невеликою водністю (рр. Реут, Ікель, Бик). Найбільшою притокою Дністра у гирловій ділянці є р. Шв. Турунчук. Нижче с. Маяки від Дністра відділяється рукав – штучний канал, Гл. Турунчук (ширина – 90-100 м, глибина – 9-10 м).

Плавнева ділянка Дністра видовжена з північного заходу на південний схід та має довжину 57 км і ширину – 4-6 км. Тут нараховується близько ста плавневих озер, серед яких найбільші: Путрине, Тудорове, Біле й ін. [10].

Річка впадає в лим. Дністровський трьома водотоками: р. Дністер, р. Гл. Турунчук, ер. Кіляри [11]. Дністровський лиман – один з найбільших в Україні лиманів, що утворився в місці, де р. Дністер впадає в Чорне море. Місце з'єднання лиману з морем – є вузькою та глибокою протокою. Лиман утворився внаслідок опускання місцевості та одночасного підняття рівня води в морі. Від моря лиман відокремлений піщаною Бузькою косою, що має в одному місці розрив – Цареградське гирло, через який здійснюється водообмін лиману з морем. Середня площа водної поверхні лиману – 360 км^2 , довжина – 42-43 км, ширина – від 4 до 12 км, максимальна (природна) глибина сягає 2,5 м, середня глибина – 1,5 м [9].

В північно-східну частину лиману впадає р. Дністер, язик річкової дельти якого висувається в глиб лиману більш ніж на 9 км, розділяючи його вершину на дві затоки: широку – західну і вузьку – східну. У вершину лиману, на північний захід від гирла р. Дністер, впадає р. Гл. Турунчук, яка відділяється від р. Дністер нижче с. Маяки.

Східний і західний береги лиману порівняно круті, обривисті, заввишки 10 м. Північний берег низинний, дуже заболочений.

1.1.2 Природне та гідрологічне районування

Басейн р. Дністер за фізико-географічним районуванням [8] знаходиться у межах Природної країни Східно-Європейської рівнини, включаючи Природну країну Українських Карпат, лісостепову зону (Західно-Українську та Дністровсько-Дніпровську лісостепову зони) та степову зону (Правобережно-Дніпровську північностепову провінцію (північний степ) та Причорноморсько-Азовську південностепову провінцію (південний степ).

На рівнинній частині території України басейн р. Дністер за гідрологічним районуванням [12] належить до гідрологічної зони достатньої водності та гідрологічної зони недостатньої водності.

Гирлова ділянка р. Дністер відноситься до зони недостатньої водності, а саме до Причорноморської області надзвичайно низької водності.

Щільність річкової мережі на півдні становить 0,2-0,1 км/км². Похил річок змінюється від 1 до 10 м/км. Річки мають переважно широкі долини з пологими схилами, звивисте русло. Швидкість течії у межень становить 0,2-0,4 м/с. Лісистість водозбору змінюється у межах 1-4 %, болота трапляються лише в заплавах річок (зокрема у пониззі Дністра). Живлення річки переважно снігове (80-90 %).

Гирлова частина р. Дністер належить до степової зони. Суцільне поширення лесоподібних порід в умовах вирівняної поверхні сприяє розвитку більш однорідного, ніж у інших природних зонах, ґрунтового покриття. У північній (більш зволоженій) частині степу домінують чорноземи середньогумусні звичайні, де вміст гумусу сягає 6,0-7,0 %, а далі на південь вони поступаються місцем чорноземам малогумусним, з вмістом гумусу 5,0-5,8 %, а часто й чорноземам південним (південь Причорноморської низовини). Основним напрямком підвищення родючості земель степової зони є штучне зрошення.

У рослинному покриві природного степу домінантне положення займають ксерофільні дернові злаки, меншою мірою – степове різнотрав'я. У південному напрямку рослинний покрив розріджується, у фітоценозах

зростає кількість полину, ефемерів та галофітів. Лісистість у степу не перевищує 3 %. У невеликих дібровах переважають: дуб (40 % деревостану), сосна (32 %), меншою мірою – ясен. Фрагментами у степовій зоні зустрічається лучна і навіть болотна рослинність. Природний рослинний фон степу зберігається лише на заповідних територіях, а понад 80 % українських степів сьогодні займають різноманітні сільськогосподарські угіддя. Тваринний світ степової зони представляють ховрахи, заєць сірий, тхір степовий, борсук, лисиця, численні птахи (перепел, лунь), плазуни (гадюка степова, ящірки, полоз) й ін. Своєрідними фауністичними аномаліями у степу є водно-болотні, чагарникові та лісові біотопи, які поширені, наприклад, у долині Дністра, по берегах степових озер і водойм й ін.

1.1.3 Клімат

Кліматичні умови будь-якої території залежать від комплексу різноманітних передумов, що виникають як у самій географічній оболонці, так і за її межами. Класичний «набір» таких факторів включає: сонячну радіацію, близькість до морів та океанів (або віддалення від них) та пов'язаний з ними характер циркуляції атмосфери, вплив морських течій, висота місцевості над рівнем моря, особливості підстильної поверхні й ін. Кожен із згаданих факторів впливає на ті чи інші елементи клімату, а їх взаємодія зумовлює загальні кліматичні особливості території, що досліджується. Повною мірою всі ці фактори (за винятком впливу морських течій) проявляються і на території України.

Територія України поділяється на чотири великі кліматичні області: Північну, Південну, Середземноморську та Гірську [8]. Гирлова частина р. Дністер належить до Південної кліматичної області [8]. Тут переважає антициклональний тип погоди. Середні багаторічні температури січня коливаються від мінус 2 до мінус 7 °С, липня – у межах 21-30 °С, річні суми атмосферних опадів – від 300-450 мм [8].

Водозбір р. Дністер вміщує до себе такі агрокліматичні зони: Карпатські гори, Західний лісостеп, Центральний і Східний лісостеп, Північний степ і Південний степ.

Гирлова частина р. Дністер відноситься до Південного степу, де коефіцієнти зволоження дорівнюють 0,8-1,0. Число діб за рік, з середньодобовими температурами повітря понад 15 °С, становить 130-140 діб, а від 5 до 10 °С – 85-110 діб (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Основні характеристики агрокліматичних районів, до яких належить р. Дністер

Агрокліматичні зони	Коефіцієнти зволоження	Число днів за рік з середніми добовими температурами	
		понад 15 °С	від 5 до 10 °С
Карпатські гори	>2,0	80-100	130-115
Західний лісостеп	від 2,4-2,8 на заході до 1,9-2,4 на сході	95-120	115-105
Центральний і східний лісостеп	від 1,7-1,9 на заході до 1,2-1,7 на сході	110-125	105-80
Північний степ	1,0-1,2	120-130	90-80
Південний степ	від 0,8-1,0 на півночі до 0,8-1,2 у Криму	130-140	85-110

Примітка. Коефіцієнт зволоження дорівнює різниці атмосферних опадів та випаровування, поділений на кількість засвоєної рослинами вологи.

Клімат відіграє надзвичайно велику роль у гідрологічному режимі річок та водойм. Саме такі кліматичні параметри як опади та термічний режим, визначають основні гідрологічні характеристики – величину річкового стоку, його розподіл у часі, основні фази гідрологічного режиму.

Температурний режим, в основному, прямо пов'язується з перебігом радіаційних процесів, проте, ускладнюючись циркуляційними, теплообмінними та різноманітними місцевими факторами, температура повітря безперервно змінюється.

Вологість повітря характеризує наявність водяної пари у приземних шарах атмосфери. Вона залежить від багатьох чинників, насамперед, від температури повітря та атмосферного тиску. Розрізняють абсолютну та відносну вологість повітря.

Абсолютна вологість зростає з підвищенням температури повітря, а відтак її більші значення спостерігаються влітку та вдень, а менші – взимку і вночі. Відносна вологість характеризує стан насичення повітря вологою у відсотках від максимально можливого насичення при даній температурі. Вона

зменшується з підвищенням температури і навпаки, тому найменші її значення спостерігаються вдень та влітку, і більш високі – вночі та взимку.

Середньорічний показник відносної вологості повітря в Україні становить 65-75 %, знижуючись влітку до 55-60 %. Відносна вологість, при її зниженнях до 30 % і менше, що особливо часто спостерігається влітку у степових районах, та при наявності вітру виступає індикатором можливого утворення суховіїв.

Взимку на території р. Дністер встановлюється постійний сніговий покрив. Сніг знижує температуру і підвищує вологість повітря та ґрунту, зменшує випромінювання з поверхні ґрунту і тим самим створює сприятливі умови для озимини.

Взимку та навесні сніг є важливим джерелом водопостачання поверхневих вод (річок, озер, боліт й ін.) та підземних водоносних горизонтів. Товщина снігового покриву в Карпатах становить 60-70 см, а у лісостеповій та степовій зонах – він неодноразово поновлюється, перериваючись глибокими відлигами [8].

Основні метеорологічні характеристики для гирлової ділянки р. Дністер наведені в табл. 1.2-1.7.

1.1.4 Основні гідрологічні характеристики

Річний стік р. Дністер є інтегральною характеристикою водних ресурсів басейну річки. Природний річний стік р. Дністер становить $9,6 \text{ км}^3$ – для років 50 %-ї забезпеченості, $8,2 \text{ км}^3$ – для років 75 %-ї забезпеченості, $6,0 \text{ км}^3$ – для років 95 %-ї забезпеченості.

Таблиця 1.2 – Метеорологічні характеристики

Метеостанція	Середня річна температура повітря, °С	Абсолютний мінімум температури, °С	Абсолютний максимум температури, °С	Середня річна відносна вологість повітря, %	Середня багаторічна кількість опадів за рік, мм	Середня річна швидкість вітру, м/с
м. Білгород-Дністровський	10,4	-28	38	76	387	4,2
м. Кишинів	9,2	-32	39	72	443	3,9
с. Олонешти	9,3	-29	38	73	436	4,4

Таблиця 1.3 – Середньомісячна температура повітря, °С

Метеостанція	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
м. Білгород-Дністровський	-2,0	-1,5	2,7	9,2	16,1	20,4	22,9	22,0	17,4	11,6	5,4	0,4
м. Кишинів	-3,6	-2,6	2,5	9,3	15,6	19,2	21,4	20,5	15,7	10,0	3,9	-1,0
с. Олонешти	-3,5	-2,6	2,2	8,9	15,4	19,1	21,6	20,9	16,3	10,3	3,9	-0,8

Таблиця 1.4 – Середні багаторічні місячні суми атмосферних опадів, мм

Метеостанція	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
м. Білгород-Дністровський	29	27	22	27	35	60	37	32	25	26	32	35
м. Кишинів	24	25	25	33	44	66	58	44	31	31	35	27
с. Олонешти	24	24	22	35	52	65	52	48	26	22	35	31

Таблиця 1.5 – Середні швидкості вітру, м/с

Метеостанція	Місяці											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
м. Білгород-Дністровський	4,4	4,5	4,7	4,5	4,3	4,0	3,8	3,6	3,6	3,8	4,4	4,4
м. Кишинів	4,1	4,9	5,0	4,5	4,1	4,2	3,5	2,9	2,6	3,3	4,1	3,9
с. Олонешти	5,1	5,2	5,2	4,7	4,4	4,2	3,8	3,8	3,8	3,8	4,4	4,6

Таблиця 1.6 – Дати початку середніх добових температур повітря вище та нижче певних меж та число днів з температурою, що перевищує ці межі

Метеостанція \ Температура, °С	-5	0	5	10	15	20
м. Білгород-Дністровський	-	28.02	28.03	18.04	10.05	10.06
	-	19.12	17.11	25.10	28.09	01.09
	-	293 д	233 д	189 д	140 д	82 д
м. Кишинів	-	04.03	27.03	17.04	09.05	24.06
	-	09.12	10.11	17.10	20.09	22.08
	-	279 д	227 д	182 д	133 д	58 д
с. Олонешти	-	04.03	30.03	20.04	12.05	25.06
	-	09.12	10.11	17.10	23.09	25.08
	-	279 д	224 д	179 д	133 д	60 д

Таблиця 1.7 – Дати першого та останнього приморозку на поверхні ґрунту та тривалість періоду без морозу

Метеостанція	Середні дати приморозку		Середня тривалість періоду без морозу, д
	останнього весною	першого восени	
м. Білгород-Дністровський	12.04	11.10	181
м. Кишинів	18.04	18.10	182
с. Олонешти	09.04	29.10	202

Побутовий, тобто порушений водогосподарською діяльністю, стік становить $8,5 \text{ км}^3$ – для років 50 %-ї забезпеченості, $7,2 \text{ км}^3$ – для років 75 %-ї забезпеченості, $4,9 \text{ км}^3$ – для років 95 %-ї забезпеченості [13]. Середній багаторічний стік води р. Дністер становить $9,24 \text{ км}^3$ [14].

Максимальна витрата спостерігалася у 1980 р. і складала $610 \text{ м}^3/\text{с}$, мінімальна витрата – $142 \text{ м}^3/\text{с}$ (1904 р.) [11].

Аналіз коливань річних сум атмосферних опадів та середньорічних температур повітря дозволив установити існування статистично значущого тренду у зміні температур повітря (рис. 1.2). Менш вираженим є збільшення річних сум опадів (рис. 1.3).

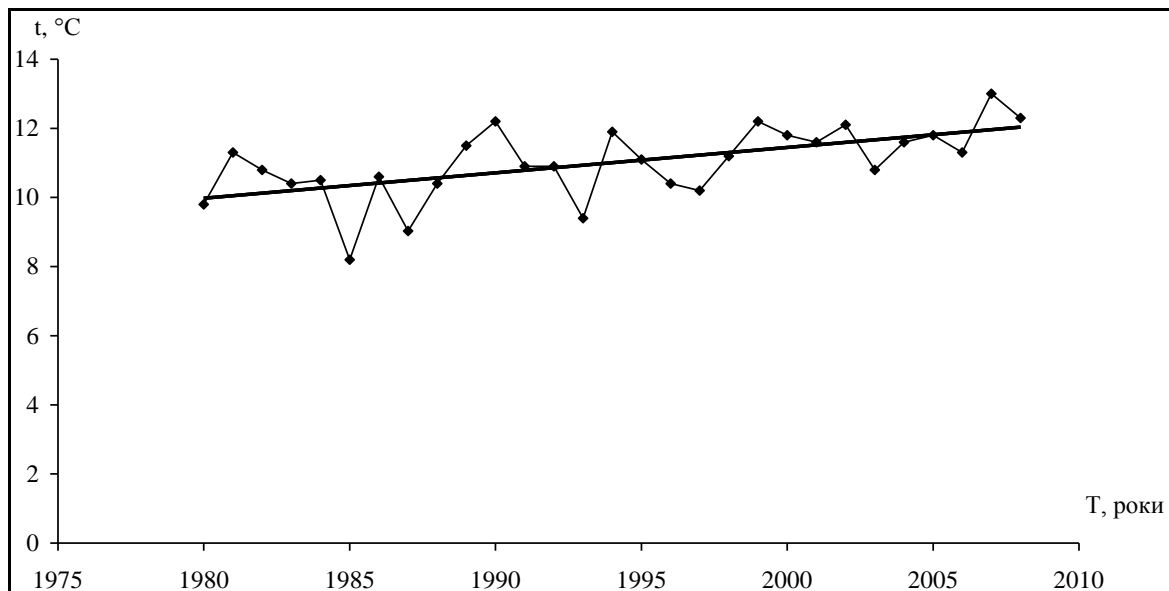


Рисунок 1.2 – Багаторічний хід середньорічних температур повітря (за даними м/ст. Білгород-Дністровський за період з 1980 по 2008 рр.)

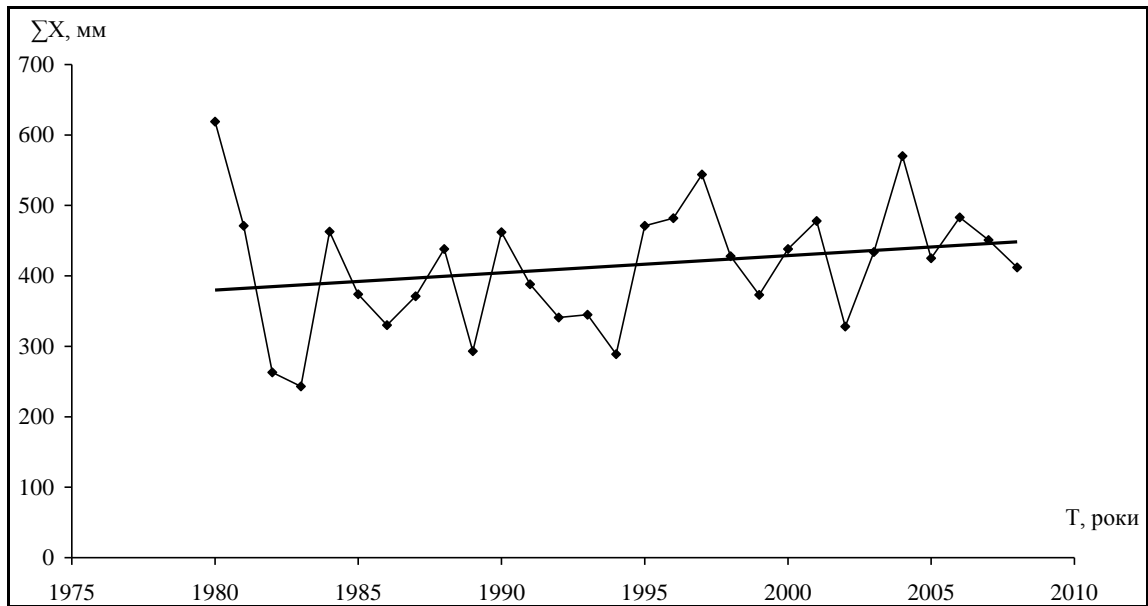


Рисунок 1.3 – Багаторічний хід річних сум атмосферних опадів (за даними м/ст. Білгород-Дністровський за період з 1980 по 2008 рр.)

У коливаннях опадів та температур спостерігається позитивна фаза, яка почалася з 90-х років ХХ ст. (рис. 1.4 та 1.5).

У коливаннях річного стоку з 1982 р. (рис. 1.6) почалася маловодна фаза, що переривалась у середині 90-х рр. ХХ ст. (спостерігався сплеск водності).

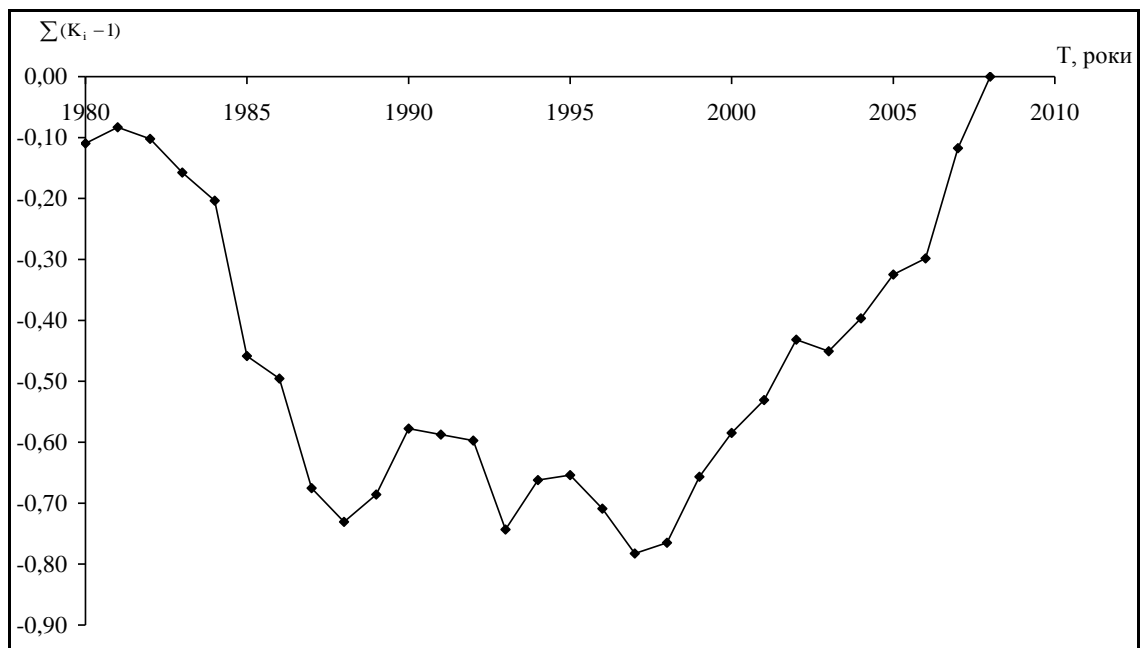


Рисунок 1.4 – Різницево-інтегральна крива середньорічних температур повітря (за даними м/ст. Білгород-Дністровський за період з 1980 по 2008 рр.)

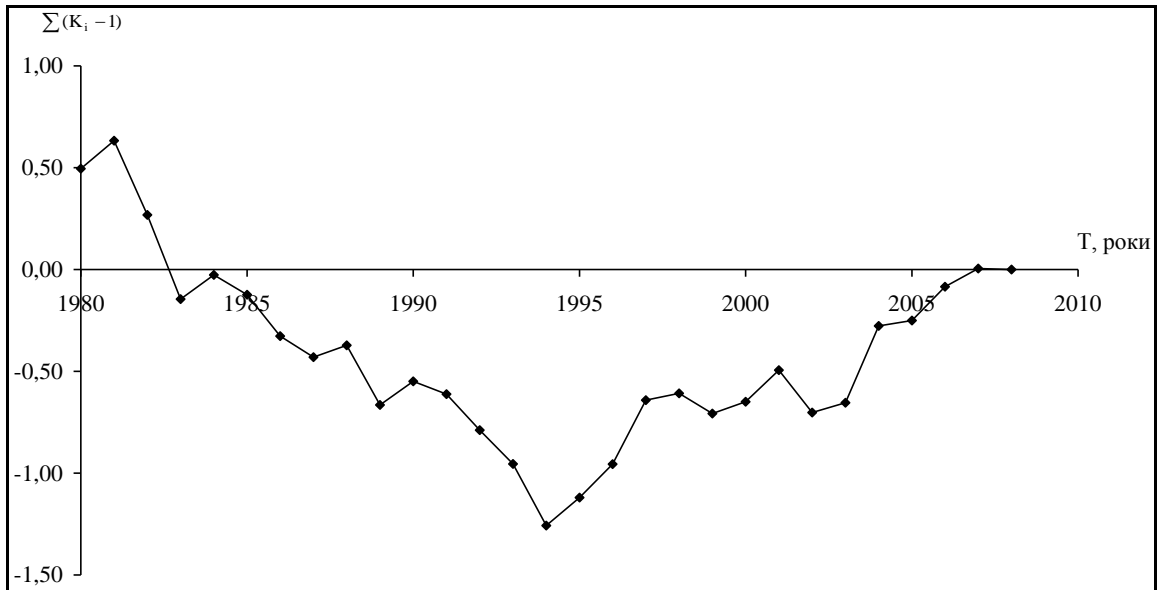
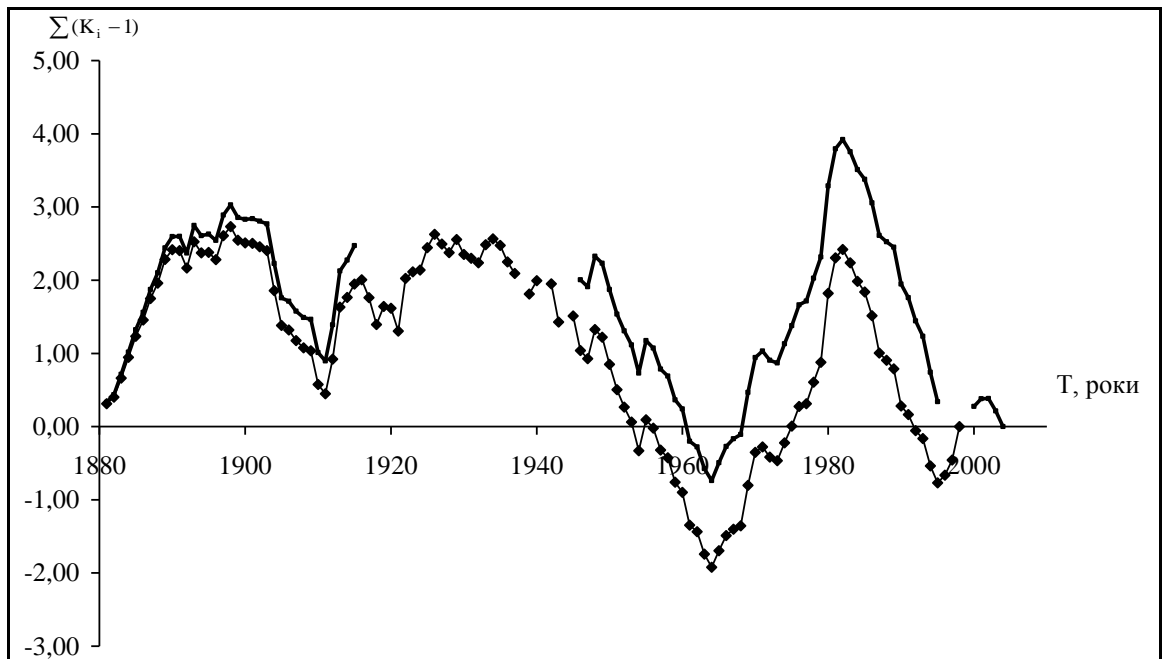


Рисунок 1.5 – Різницево-інтегральна крива річних сум атмосферних опадів (за даними м/ст. Білгород-Дністровський за період з 1980 по 2008 рр.)



— — м. Бендери; ◆ — с. Маяки

Рисунок 1.6 – Різницево-інтегральні криві річного стоку води р. Дністер за період з 1880 по 2008 рр. на в/п. в м. Бендери та с. Маяки [11]

Стік р. Дністер та її приток значно трансформований водогосподарською діяльністю, особливо у нижній та середній течії. З метою отримання даних про природний, неперушений водогосподарською діяльністю стік, в ОДЕКУ було розроблено модель «клімат-стік», яка будується на рівнянні водно-теплого балансу [15,16]. За цією моделлю було виконане просторове узагальнення кліматичних факторів та розрахованого за моделлю річного стоку, що отримав назву «кліматичного». Норма кліматичного річного стоку ототожнюється із зональним природним стоком річок, що підтверджено результатами апробації моделі «клімат-стік», для водозборів України, розташованих у різних географічних зонах [15]. У межах водозбору р. Дністер норма кліматичного річного стоку змінюється від 1000 мм – у гірській частині басейну річки, до 20 мм – у його нижній частині.

Для визначення статистичних параметрів річного стоку невивчених річок, або річок із значно трансформованим стоком, коефіцієнту варіації C_v , коефіцієнту асиметрії C_s , коефіцієнту автокореляції виконане статистичне районування, на основі методу сумісного аналізу [15]. Згідно із цим районуванням коефіцієнт варіації зростає від 0,30 – у гірській зоні, до 0,56 – для річок Молдови, що є притоками р. Дністер. Для приток степової зони C_v може сягати 1, а відношення C_s/C_v змінюється від 2,0 до 1,5-1,7.

Автокореляція рядів річного стоку є незначною для Карпат ($r(1) = 0,15$) та для Причорноморської низовини. Для лівобережних приток р. Дністер та її частини, що знаходиться у Молдові, $r(1)$ змінюється від 0,55 до 0,48.

Розподіл річного стоку річок по сезонам та місяцям обумовлений закономірностями внутрішньорічної зміни основних складових водного балансу – атмосферних опадів та випаровування, які є зональними факторами формування стоку, а також впливом аональних факторів: геоморфологічної будови басейну, гідрографічних та гідрогеологічних умов, характеру ґрунтів, рослинного покриву, господарської діяльності в басейнах річок й ін. Зміна гідрологічних сезонів пов'язана із зміною типу водного живлення річки.

За районуванням території України, по типах внутрішньорічного розподілу стоку, р. Дністер належить до IX, X, XI, XII та XV районів, а гирлова частина р. Дністер відноситься до XV району (табл. 1.8) [13].

Весняне водопілля тут спостерігається з березня по травень. Особливістю режиму стоку межених періодів у гирловій частині р. Дністер є наявність нульового стоку невеликих та середніх річок (пересихання та перемерзання) різної тривалості та різного часу появи.

В типових схемах, зі зменшенням водності року, зменшується частка річного стоку, яка приходить на лімітуючі періоди та сезони, та збільшується частка весняного стоку (нелімітуючий період).

Таблиця 1.8 – Типова схема розподілу річного стоку гирлової ділянки р. Дністер по сезонам та місяцям в характерні за водністю роки, %

Водність року	По місяцям												По сезонам			
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	весна III-V	літо VI-VIII	осінь IX-XI	зима XII-II
XV район																
Багато-водний	22,2	49,2	5,3	4,9	4,0	2,9	0,0	0,0	0,0	3,7	2,9	4,9	76,7	11,8	3,7	7,8
Середній за водністю	20,3	51,5	6,8	6,6	3,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	2,9	6,9	78,6	9,7	1,9	9,8
Мало-водний	24,9	48,9	12,6	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	86,4	8,0	0,0	5,6

Річки Північно-Західного Причорномор'я відносяться до річок з переважно сніговим живленням.

За даними спостережень на р. Дністер у його гирловій ділянці розподіл стоку по місяцях представлений у табл. 1.9 та табл. 1.10.

Таблиця 1.9 – Внутрішньорічний розподіл стоку р. Дністер за період 1970-1989 рр.

Місяць	I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня витрата води, м ³ /с	212	268	437	500	448	468	433	315	268	238	253	237	340
Об'єм стоку, км ³	0,568	0,718	1,17	1,34	1,20	1,25	1,16	0,844	0,718	0,637	0,678	0,635	10,9
Розподіл стоку, %	5,20	6,57	10,7	12,3	11,0	11,5	10,6	7,73	6,57	5,84	6,20	5,81	100

Таблиця 1.10. Внутрішньорічний розподіл стоку р. Дністер за період 1990-2004 рр.

Місяць	I	II	III	VI	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
Середня витрата води, м ³ /с	222	247	287	408	366	278	293	288	240	255	276	246	284
Об'єм стоку, км ³	0,595	0,662	0,769	1,09	0,98	0,745	0,785	0,771	0,643	0,683	0,739	0,659	9,12
Розподіл стоку, %	6,52	7,25	8,43	12,0	10,8	8,16	8,60	8,46	7,05	7,49	8,10	7,22	100

Наведений розподіл ілюструє деякі зміни у розподілі стоку по місяцях, що відбулися у останні роки: збільшення стоку у зимові й осінні місяці та зменшення стоку весняних місяців. У формуванні стоку р. Дністер переважає змішане снігове та дощове живлення. Високий паводковий стік у руслі річки утворюється в дружні та пізні весни внаслідок інтенсивного танення достатньо великих снігозапасів та сильних та тривалих дощових опадів, що накладаються на основну хвилю талих вод [13].

Такі зміни обумовлені, насамперед, збільшенням температур холодного періоду з їхнім тимчасовим переходом до позитивних значень, зростанням кількості та тривалості відлиг, зменшенням глибини промерзання ґрунту. Такі умови формування стоку сприяють збільшенню підземної складової стоку та зменшенню максимальних витрат весняного водопілля. Внутрішньорічний розподіл по характерних роках наведений у табл. 1.11.

Початок весняного водопілля на невеликих та середніх річках Причорномор'я, у тому числі притоках р. Дністер, зазвичай відноситься до першої-другої декади березня, іноді – до другої-третьої декади лютого. Закінчується водопілля у другій половині квітня, іноді в першій декаді травня. Тривалість весняного водопілля становить 1,5-2 місяця.

Найвищі рівні води весняного водопілля, як правило, є і найвищими річними рівнями води і спостерігаються в кінці березня – на початку квітня. Інтенсивність підйому рівня води в період водопілля різна і залежить від водності весни. При високих водопіллях інтенсивність підйому рівнів води зазвичай більше ніж при низьких.

Період літньо-осінньої межени триває з травня по жовтень-листопад. Рівні води зимової межени дещо вище літньо-осінніх, іноді вони порушуються значними підйомами в періоди відлиг (на 1,5 м та більше).

Таблиця 1.11. Внутрішньорічний розподіл стоку води р. Дністер, %, по характерних роках (за даними в/п. в м. Бендери)

1990	2000	1980	Рік
97,5	52,0	1,00	Р, %
Маловодний	Середній за водністю	Багатоводний	Характеристика водності року
6,8	9,4	3,4	III
19,0	21,3	16,5	IV
6,8	11,4	7,9	V
7,8	5,5	13,2	VI
6,6	6,3	12,4	VII
6,3	6,1	13,7	VIII
5,9	5,1	5,8	IX
7,5	5,3	6,7	X
7,6	5,1	7,3	XI
8,3	5,5	7,8	XII
9,6	7,5	1,8	I
7,7	11,5	3,4	II
32,6	42,1	27,8	Весна III-V
20,7	17,9	39,3	Літо VI-VIII
21,0	15,5	19,8	Осінь IX-XI
25,6	24,5	13,0	Зима XII-II

На невеликих річках, у тому числі притоках р. Дністер, спостерігається перемерзання тривалістю від декількох діб до 2-3 місяців.

Багаторічні дані по максимальному стоку весняного водопілля змішаного походження наведені лише для р. Кам'янка – смт Кам'янка (степ). Найбільша витрата максимального стоку води дорівнює $71,0 \text{ м}^3/\text{с}$, шар стоку дорівнює 36 мм, коефіцієнт асиметрії $C_s = 2,0$, коефіцієнт варіації $C_v = 2,6$. Витрата води 1 %-ї забезпеченості становить $166 \text{ м}^3/\text{с}$, шар стоку 1 %-ї забезпеченості дорівнює 78 мм. Максимальний модуль дощового стоку вірогідністю перевищення $P = 1 \%$ для площ водозбору 200 км^2 в гирловій частині р. Дністер становить $200 \text{ л}/(\text{с}\cdot\text{км}^2)$, шар дощового стоку – 10 мм, середній шар стоку – 10 мм [13]. Максимальний добовий шар опадів імовірно перевищення $P = 1 \%$ для Причорномор'я складає 140 мм, коефіцієнт мінливості шару стоку повені дорівнює 1,9, коефіцієнт дружності весняного водопілля – 0,018. Відношення C_s / C_v для території, яка досліджується, становить 3,5.

В якості характеристик мінімального стоку води прийняті середньомісячні (за 30-денні періоди з найменшим стоком) і середньодобові витрати води річок в літньо-осінній та зимовий періоди.

Основні багаторічні характеристики мінімального середньомісячного стоку води для гирлової ділянки р. Дністер наведені в табл. 1.12, на прикладі р. Кам'янка – смт Кам'янка.

Таблиці 1.12 – Характеристики мінімального середньомісячного стоку води (за літньо-осінній та зимовий періоди) гирлової ділянки р. Дністер

Річка – Пункт	Площа водозбору, км ²	Літньо-осінній період				Зимовий період			
		\bar{Q} , м ³ /с	C_v	C_s	$Q_{80\%}$, м ³ /с	\bar{Q} , м ³ /с	C_v	C_s	$Q_{80\%}$, м ³ /с
р. Кам'янка – смт Кам'янка	387	0,68	0,24	0	0,58	0,68	0,34	0	0,49

1.1.5. Визначення бокового припливу води до Дністровського лиману

Боковий приплив води до лим. Дністровського формується за рахунок тимчасових водотоків. У зв'язку із відсутністю даних спостережень для визначення стоку води цих тимчасових водотоків була використана модель «клімат-стік», розроблена в ОДЕКУ [15,16]. Основою моделі є рівняння водно-теплового балансу. Результуючим є рівняння виду

$$Y = X + w_1 - w_2 - E_m \left[1 + \left(\frac{X + w_1 - w_2}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (1.1)$$

де Y – стік води;

E_m – максимально можливе випаровування;

X – опади, що випадають за розрахунковий період;

$(w_1 - w_2)$ – зміна запасів вологи в ґрунті;

n – параметр, що інтегрує вплив фізико-географічних умов формування стоку.

Різниця $(w_1 - w_2)$, яка представляє собою змінення вологовмісту розрахункового шару ґрунту, приймає істотні позитивні та негативні значення у

середині року (місяці, декади) і в окремі роки (групи років). У середньому ж, для багаторічного періоду, виконується умова

$$w_1 - w_2 = 0, \quad (1.2)$$

в зв'язку з чим балансове співвідношення (1.1) набуває вигляду

$$\bar{Y} = \bar{X} - \bar{E}_m \left[1 + \left(\frac{\bar{X}}{\bar{E}_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \quad (1.3)$$

де $\bar{Y}, \bar{X}, \bar{E}_m$ – багаторічні величини (норми) річного стоку, опадів та теплоенергетичного еквівалента, відповідно.

Результати досліджень [16,17] показали, що при розрахунках норм річного стоку достатньо використовувати $n = 3$.

Норма стоку, розрахована за (1.3) визначається кліматичними факторами – нормою річних опадів й максимально можливого випаровування, які підкоряються закону географічної зональності та можуть бути представлені у вигляді карт ізоліній. Отже, розраховані при постійному n величини стоку залежать від співвідношення ресурсів тепла \bar{E}_m і вологи \bar{X} та відображають їхню взаємодію.

Матеріалами необхідними для визначення кліматичної норми річного стоку є складові радіаційного та теплового балансів підстильної поверхні за багаторічний період, а також середні багаторічні дані по опадах та температурах за календарні місяці та рік.

Для визначення середніх багаторічних величин максимально можливого випаровування отримані емпіричні регіональні залежності \bar{E}_m від сум температур повітря, розроблені для території України проф. Є.Д. Гопченком та проф. Н.С. Лободою [16]

$$\bar{E}_m = 13,3 \sum_v^{IX} \bar{T}_M - 307, r = 0.94, \quad (1.4)$$

$$\bar{E}_m = 0,224 \sum \bar{T}_{>10} + 226, r = 0.91, \quad (1.5)$$

$$\bar{E}_m = 0,209 \sum \bar{T}_{>0} + 179, r = 0.87, \quad (1.6)$$

де $\sum_V^{IX} \overline{T_M}$ – сума норм середньомісячних температур повітря влітку (з

травня по вересень, включно);

$\sum T_{>10}$ – сума температур повітря більше 10 °С;

$\sum T_{>0}$ – сума температур повітря більше 0 °С;

r – коефіцієнт кореляції.

На базі даних про природний стік (здебільшого відновлений за рівнянням водогосподарського балансу) для різних регіонів України встановлено, що для великих водозборів рівнинної частини норма кліматичного стоку може бути ототожненою з нормою природного (непорушеного водогосподарчою діяльністю) стоку [17]. За А.М. Бефані (1957 р.) до великих віднесено водозбори з площею більшою другої критичної, тобто з площею при якій ґрунтове живлення річки стабілізується. Порівняльний аналіз норм природного стоку, визначених за рівняннями водогосподарського балансу, та норм кліматичного стоку показав, що у зоні достатнього зволоження для великих водозборів відносне відхилення цих величин знаходиться у межах $\pm 5\%$, а у зоні недостатнього зволоження – у межах $\pm 10\%$.

Побудова карти норм кліматичного стоку є особливо важливою для регіонів південної України (рис. 1.7), де річок зі стоком у природних умовах його формування практично не збереглося, а початок стаціонарних спостережень збігається з інтенсифікацією водогосподарських перетворень. На сьогодні, у практиці гідрологічних розрахунків використовується карта ізоліній норм річного стоку, яку рекомендовано нормативним документом СНП 2.01.14-83 [18], де ізолінії на Причорномор'ї проведені пунктиром.

За рівнянням (1.1) були виконані розрахунки кліматичного стоку по місяцях за тридцятирічний період, що дозволило для території Північно-Західного Причорномор'я одержати наступні співвідношення між основними статистичними параметрами природного річного стоку [16]

$$C_V = \frac{5,6}{Y_K^{0,62}}; C_S = 1,7C_V; r(1) \cong 0, \quad (1.7)$$

де C_V , C_S – відповідно, коефіцієнти варіації та асиметрії річного стоку;

$r(1)$ – коефіцієнт автокореляції.

На більшості невеликих та середніх водозборів, особливо у зоні недостатнього зволоження, норма кліматичного стоку відрізняється від природного. Відносні відхилення можуть досягати 30 % і більше, що пояснюється впливом інтразональних факторів формування стоку, роль яких підвищується із зменшенням площі водозбору та зростанням посушливості клімату.

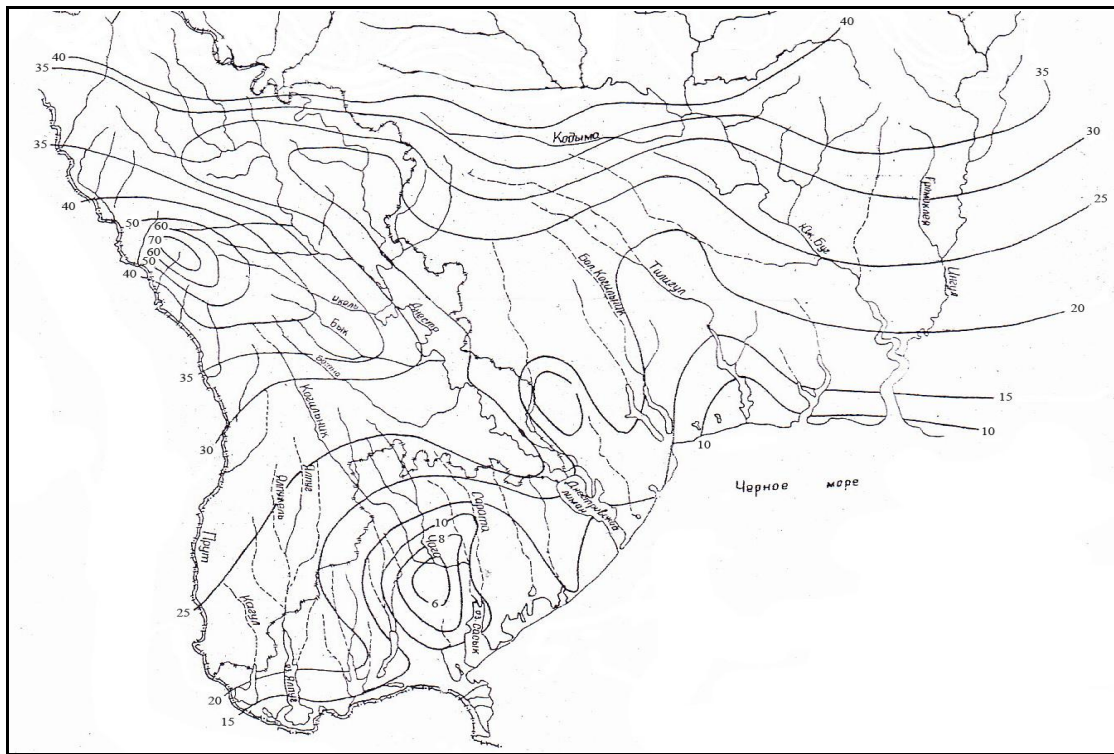


Рисунок 1.7 – Норми річного кліматичного стоку, мм, на території Північно-Західного Причорномор'я

З метою урахування впливу факторів підстильної поверхні були встановлені поправкові коефіцієнти до норм кліматичного стоку \bar{Y}_K , визначених за картою ізолій

$$k = \frac{\bar{Y}_\Pi}{\bar{Y}_K}, \quad (1.8)$$

де k – поправковий коефіцієнт до норми кліматичного річного стоку;
 \bar{Y}_Π – норма природного річного стоку.

За отриманими в такий спосіб коефіцієнтами та кількісними показниками факторів підстильної поверхні розроблялися регресійні рівняння (з покроковим вибором оптимальних предикторів), що мають відображати вплив найбільш вагомих інтразональних та азональних факторів на формування стоку малих та середніх водозборів. За характером отриманих залежностей територію південної України можна розділити на області як додатних, так і від'ємних виправлень до норми кліматичного стоку. У області додатних виправлень $k = \frac{\bar{Y}_\Pi}{\bar{Y}_K} > 1$, тобто кліматичний (зональний) стік нижче природного стоку малих

та середніх річок, а в області від'ємних $k = \frac{\bar{Y}_\Pi}{\bar{Y}_K} < 1$ – вище.

Границя розділу між областями відповідає границі зим зі стійким сніговим покривом, який спостерігається менш, ніж у 50 % випадків. Сніговий покрив, запас води у якому визначає об'єм стоку за весняну повінь і головну частину стоку за рік у цілому, розподіляється у лісостеповій та степовій зонах по площі водозбору нерівномірно.

Під впливом вітру відбувається перерозподіл снігового покриву в гідрографічній мережі з наступною акумуляцією його в ярах та балках, що приводить до зменшення норм стоку збільшенням площі водозбору. Фактично діюча площа водозборів, на якій формується основний об'єм стоку повені у замикальному створі, значно менше загальної площі водозбору. У результаті річні норми природного стоку малих водозборів перевищують зональний (кліматичний) стік

$$k = 2,4 - 0,7[\lg(F + 1) - 1], \text{ при } F < 1000\text{км}^2, \quad (1.9)$$

$$k = 1, \text{ при } F \geq 1000\text{км}^2. \quad (1.10)$$

У підзоні Південного степу, де стійкий сніговий покрив утворюється дуже рідко й перевага у формуванні річного стоку належить дощовим опадам, серед факторів підстильної поверхні значне місце займають втрати на затримку поверхневих вод у зниженнях рельєфу. Непрямим показником втрат стоку на поверхневу затримку може служити ухил водозбору.

Дані про середньозважені ухили в довідковій літературі є не по усіх водозборах, тому для практичного застосування була запропонована залежність коефіцієнта переходу від середньої висоти водозбору, значення якої певним чином зв'язані з ухилом. Поправкові коефіцієнти зменшуються від 1 до нуля в міру зниження висоти місцевості, але лише в межах висот менших 280м:

$$k = 1 - 0,003(280 - H_{\text{ср}}), \text{ при } H_{\text{ср}} < 280\text{м} \text{ та } k = 1, \text{ при } H_{\text{ср}} \geq 280\text{м} \quad (1.11)$$

де $H_{\text{ср}}$ – середня висота водозбору.

Розроблена методика визначення норм природного стоку на основі кліматичного має велике практичне значення і була використана для оцінки природних водних ресурсів південно-західного Причорномор'я, де дані спостережень за стоком практично відсутні, як вихідна база при математичному моделюванні побутового стоку.

Річні норми максимально можливого випаровування $\overline{E_m}$ та суми опадів \overline{X} узагальнені і представлені у виді карти ізоліній [19].

Норма річного кліматичного стоку визначається на основі рис. 1.7.

Установлено, що середні багаторічні величини опадів у районі Дністровського лиману становлять 475 мм, а максимально можливого випаровування – 990 мм. Норма кліматичного стоку змінюється від 20 мм у північній частині Дністровського лиману до 15 мм у південній. Таким чином, норма річного кліматичного стоку становить для водотоків Дністровського лиману 18 мм. Ураховуючи той факт, що Дністровський лиман знаходиться у межах Причорноморської низовини, перехідний коефіцієнт від норми кліматичного до норми природного стоку визначається за (1.11), в відповідний коефіцієнт асиметрії за (1.7).

Таким чином, величина бокового припливу до Дністровського лиману становить 3,4 мм, $C_v = 0,93$, $C_s/C_v = 1,7$. У багатоводні роки річний стік може досягати величин 9,63 мм, а у маловодні 0 мм (табл. 1.13). При площі водозбору Дністровського лиману $F = 440 \text{ км}^2$, середній багаторічний боковий приплив води становить 1,5 млн. м³, у багатоводний рік – 2,1 млн. м³, у маловодний рік – 0,5 млн. м³. Розрахунки бокового припливу по місяцях характерних років наведені у табл. 1.14.

1.2 Зміна припливу прісних вод від р. Дністер до лим. Дністровського в умовах глобального потепління

Модель «клімат-стік» була також застосована до визначення величин стоку в умовах глобального потепління [20]. На її вході використовуються метеорологічні сценарії глобального потепління ВМО (CCCM, GISS, GFDL, UKMO), що передбачають кліматичні умови при подвоєнні концентрації парникових газів, та нестационарна модель глобального потепління GFDL, яка передбачає поступове потепління на 2000-2010, 2030-2040, 2070-2080 рр.

Виходом моделі є стік річки у сценаріях кліматичних умов (табл. 1.15).

Як характеристики ступеня антропогенного впливу можуть використовуватися так звані коефіцієнти антропогенного впливу [15], які показують зміни статистичного параметру побутового стоку по відношенню до природного.

Відносна площа водної поверхні ШВ р. Дністер дорівнює 0,77 %. Коефіцієнт антропогенного впливу на середні багаторічні величини річного стоку, який характеризується коефіцієнтом $K_{\bar{v}}$ змінюється у межах 0,94-0,96.

Найбільші зміни водних ресурсів р. Дністер відбудуться за сценарієм нестационарної моделі GFDL (2070-2080 рр.) і становлять 7,2 %.

Найменша зміна водних ресурсів прогнозується за сценарієм нестационарної моделі GFDL (2000-2010 рр.) та становитиме 5,0 %.

Таблиця 1.13 – Параметри бокового припливу води в лим. Дністровський

Норма кліматичного стоку, \bar{Y}_K , мм	Середня висота водозбору, $H_{ср}$, м	Площа водозбору, F , км ²	Перехідні коефіцієнти, K_1, K_2	Параметри природного стоку			Величина стоку води у роки різної забезпеченості				
				\bar{Y}_H , мм	C_{VPP}	C_{SPP}	$Y_{PP5\%}$, мм	$Y_{PP25\%}$, мм	$Y_{PP50\%}$, мм	$Y_{PP75\%}$, мм	$Y_{PP95\%}$, мм
							$Q_{PP5\%}$, м ³ /с	$Q_{PP25\%}$, м ³ /с	$Q_{PP50\%}$, м ³ /с	$Q_{PP75\%}$, м ³ /с	$Q_{PP95\%}$, м ³ /с
18	10	440	0,19	3,4	0,93	1,6	9,63	4,85	2,61	1,09	0
							0,13	0,068	0,036	0,015	0

Таблиця 1.14. Розподіл природного стоку Y_{PP} , мм, по місяцях та сезонах у характерні по водності роки за типовим розподілом стоку (табл. 1.13)

Водність року	Шар річного Y_{PP} , мм, заданої P	Розподіл стоку, %															
		По місяцях										По сезонах					
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	Весна III-V	Літо VI-VIII	Осінь IX-XI	Зима XII-II
Багатоводний $P = 25\%$	4,85	Шари стоку, мм															
		Середній за водністю $P = 50\%$	2,61	0,53	1,34	0,18	0,17	0,08	0	0	0	0	0,50	0,08	0,18	2,05	0,25
1,09	0,27		0,53	0,14	0,09	0	0	0	0	0	0	0,06	0,94	0,09	0	0,06	
Маловодний $P = 75\%$	1,09	0,27	0,53	0,14	0,09	0	0	0	0	0	0	0,06	0,94	0,09	0	0,06	
	4,85	1,08	2,39	0,26	0,24	0,19	0,14	0	0	0	0,18	0,14	0,24	3,72	0,57	0,18	0,38

Таблиця 1.15 – Зміна водних ресурсів р. Дністер за сценаріями глобального потепління

Сценарій	$\bar{Y}_{\text{ПР}}$, мм	Зміна водних ресурсів, %
0 (вихідний стан)	147	-
CCSM	108	-26,5
GISS	108	-26,5
GFDL	115	-21,8
UKMO	110	-25,2
Нестаціонарна модель GFDL (2000-2010)	148	0,68
Нестаціонарна модель GFDL (2030-2040)	98	-33,3
Нестаціонарна модель GFDL (2070-2080)	68	-53,7

При продовженні глобального потепління може виникнути потреба у збільшенні числа ШВ, що може призвести до значних перетворень ВР р. Дністер (табл. 1.16).

Таблиця 1.16 – Зміна ВР р. Дністер за сценаріями глобального потепління, при наявності на водозборі ШВ ($f = 0,77\%$)

Сценарій	$\bar{Y}_{\text{ПР}}$, мм	$\bar{Q}_{\text{ПР}}$, м ³ /с	$K_{\bar{Y}}$	$\bar{Y}_{\text{ПОБ}}$, мм	$\bar{Q}_{\text{ПОБ}}$, м ³ /с	Зміна ВР за рахунок впливу ШВ, %	Сумарна зміна ВР, %
0 (вихідний стан)	147	336	0,96	140	320	-4,8	-4,8
CCSM	108	247	0,95	102	233	-5,6	-30,6
GISS	108	247	0,95	102	233	-5,6	-30,6
GFDL	115	263	0,95	109	249	-5,2	-25,9
UKMO	110	251	0,95	104	238	-5,5	-29,3
Нестаціонарна модель GFDL (2000-2010)	148	338	0,96	141	322	-4,7	-4,1
Нестаціонарна модель GFDL (2030-2040)	98	224	0,95	92	210	-6,1	-37,4
Нестаціонарна модель GFDL (2070-2080)	68	155	0,94	63	144	-7,4	-57,1

1.3 Гідрологічні спостереження та гідролого-морфологічні умови

З метою висвітлення гідролого-морфологічних умов даної території, приводиться короткий опис водомірних постів та прилеглих до них заплавно-руслених ділянок.

Водпост на р. Дністер в с. Олонешти. Розташований на східній окраїні села в 110 м вище пристані Олонешти.

Прилегла місцевість горбиста, пагорби м'яко обкреслені, переважно з опуклими схилами. Долина річки заплавна, шириною 10-12 км, схили долини складені суглинними та глинистими ґрунтами. Правий схил крутий, розсічений балками і ярами, зайнятий будовами села, лівий – пологий, розораний, покритий садами та городами.

Заплава на ділянці поста лівобережна, шириною 5-6 км, суха, починає затоплятися при рівні води 400 см над нулем графіка поста.

Русло річки звивисте, піщано-мулисте, слабо деформується. Берега річки складені супісками та глиною, слабо розмивчасті; правий берег крутий, місцями стрімчатий, висотою 6-8 м; лівий – стрімчатий, висотою до 3-4 м, обвалований.

В басейні річки вище поста проводиться забір води на промислове та комунальне водопостачання. Забір води складає 32,8 м³/с, скидання 22,0 м³/с. На водний режим річки впливають згони та нагони води.

Пост пальовий, розташований на правому березі. Позначка нуля графіка поста складає мінус 1,92 м БС.

Водпост на р. Шв. Турунчук в с. Незавертайлівка. Розташований на південній окраїні села, в 55 м вище понтонного моста.

Прилягаюча місцевість горбиста. Долина річки трапецеїдальна, шириною 11-12 км. Схили долини складені суглинними та глинистими ґрунтами, лівий схил крутий, висотою 160-170 м, зайнятий будовами села, правий – пологий, висотою 20-30 м, розораний, використовується під сільськогосподарські угіддя.

Заплава двостороння, лугова, місцями заболочена, починає затоплятися при рівні води 480 см над нулем графіка поста. Русло річки звивисте, шириною 30-40 м, нижче поста розгалужене. Берега річки пологі, поростили травою та чагарником.

Пост пальовий, розташований на лівому березі. Позначка нуля графіка поста складає мінус 0,31 м БС.

Водпост на р. Дністер в с. Маяки (річна гідроекологічна навчально-наукова лабораторія ОДЕКУ). Розташований у західній частині села, нижче впадання рук. Шв. Турунчук.

Прилегла місцевість – горбиста рівнина. На водний режим річки впливають згони та нагони води, а також забір води на водопостачання.

Пост рейковий, розташований на лівому березі, обладнаний СРВ типу «Валдай». Позначка нуля графіка поста становить мінус 1,11 м БС.

1.3.1 Гідролого-морфологічні умови водного обміну

Долина Нижнього Дністра має добре розвинену заплаву та шість надзаплавних терас. Правий схил її переважно крутий і високий (50-150 м), лівий – нижчий (30-70 м) і пологіший. У пониззі заплава періодично затоплюється паводочними водами. Ширина заплави поблизу Дністерського лиману досягає 16-22 км. Вона рясніє протоками, староріччями, озерами, між якими розташовані великі масиви плавнів.

У долині річки у корінних берегів і на островах між протоками розташовано багато заплавних водоймищ. Найбільшими з них є Кучурганський лиман, озера Біле, Путріно і Тудорово, М. Турунчук. Ширина русла р. Дністер на нижній ділянці досягає 100-200 м, глибин: на перекатах – 1,5-2,5 м, плесах – 4-18 м. Русло річки дуже звивисте, розгалужене.

Плавні Нижнього Дністра починаються в місці розділення його на два рукави Дністер і Швидкий Турунчук у с. Чобручи (140 км від гирла) і зливаються у оз. Білого (у 22 км від гирла) (рис. 1.8).

Дністровські плавні займають площу близько 320 км², приблизно 30 % її зайняті сільськогосподарськими угіддями і ставковими господарствами, частина плавнів зберігається як природні нерестовища.

Нижче оз. Білого починається дельта Дністра, що впадає углиб північно-східної ділянки Дністровського лиману приблизно на 22 км. Нижче с. Маяки від Дністра відділяється рукав Гл. Турунчук – штучний канал шириною близько 100 м і завглибшки 9-10 м. Таким чином, річка впадає в Дністровський лиман двома рукавами – Дністер і Глибокий Турунчук.

1.3.2 Зв'язок ухилів водної поверхні з водним режимом річки

Весняна повінь на р. Дністер зазвичай проходить декількома хвилями. Дуже часто вона ускладнюється або підсилюється дощами, що випадають у цей час, і в таких випадках другий пік повені значно перевищує перший. Максимум весняної повені не завжди є вищим річним рівнем. Найчастіше найвищими в році є рівні дощових паводків і тільки в роки зі значними запасами снігу та у посушливі роки, коли влітку випадає кількість опадів менша за норму, весняний максимум перевищує дощові паводки.

Інтенсивність підйому рівня весняної повені головним чином залежить від водності річки весною перед початком повені. При високих повенях інтенсивність підйому рівня значно більше, ніж при низьких. За весняною повінню, що триває в середньому близько 1,5-2 місяця, проходять літні дощові паводки з максимумом, що зазвичай перевищує по висоті максимум весняної повені на 0,5-1,5 м, і тільки в посушливі роки, коли кількість дощових опадів менше за норму, паводки за висотою значно нижче весняного водопілля.

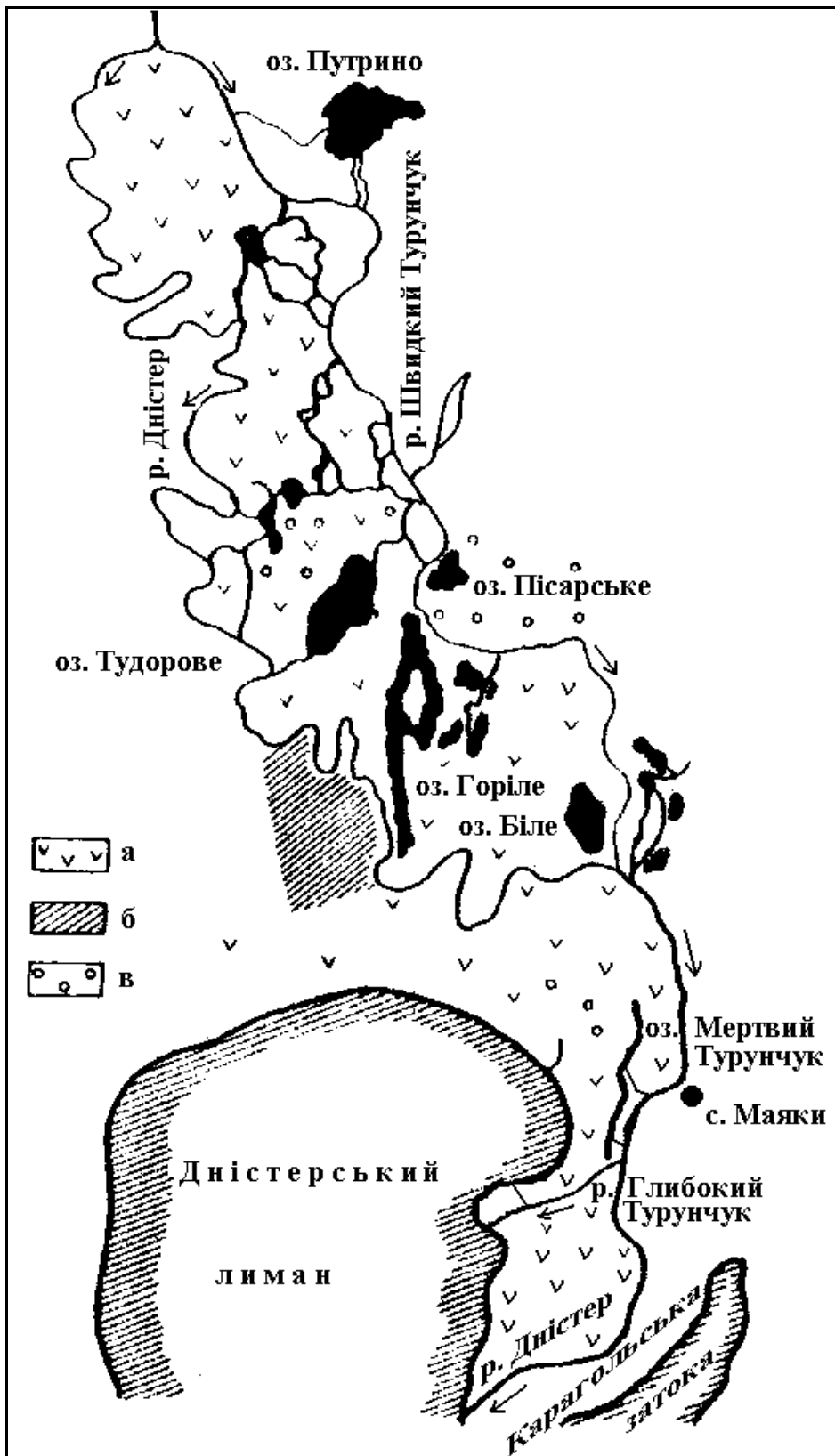


Рисунок 1.8 – Схема гирлової ділянки Дністра:
 а – плавні, б – сільськогосподарські угіддя, в – плавневі ліси

Відношення вищих рівнів дощових паводків до вищих рівнів весняної повені складають 1,5-3,0 і тільки в роки зі значними запасами снігу, це відношення досягає значення 0,4-0,8. Спад рівнів води триває до серпня-вересня, досягаючи мінімуму наприкінці вересня-жовтня. У багатоводні роки паводки безупинно йдуть один за одним, кількість паводків у такі роки досягає 5-8, а іноді 10-12 і більше.

Осінні дощі також обумовлюють значні підвищення рівнів. Іноді осінній підйом триває при переході річки до зимового стану. Осінні підйоми також інтенсивні, а паводки іноді досягають катастрофічних розмірів.

Взимку рівні води також малостійкі, при цьому їх коливання обумовлюються частими відлигами, що нерідко супроводжуються дощами.

Зміна рівня води на р. Дністер та рук. Шв. Турунчук не завжди обумовлюється зміною водності. У період літньо-осінньої та зимової межени спостерігаються підвищення рівня води, пов'язані з підпором від водної рослинності в період відкритого русла та від льодових утворень у зимовий час. Підпір рівня води від водної рослинності починається проявлятися в період її інтенсивного росту, що спостерігається при переході температури через 10 °С (у квітні-травні). Величина підпору від водної рослинності на початку її розвитку зазвичай не перевищує 15 см (найчастіше 2 – 8 см).

В осінній період водна рослинність поступово відмирає, відповідно підпір від неї до моменту переходу температури води через 4 °С зникає. Тільки на ділянках річки, що заросли очеретом і осокою, при зниженні температури повітря до негативних значень частина рослинності опускається у воду, у зв'язку з чим різко зростає підпір, що надалі поєднується з підпором від льодових утворень. Підпір рівня води від льодових явищ більш мінливий, ніж підпір від водної рослинності, та головним чином залежить від характеру льодових утворень. Період підйому рівня при льодових утвореннях в окремі роки досягав 60 – 90 діб.

В роботах [2,6] для обґрунтування розрахункових характеристик рівнів води для проток, що з'єднують озера з річковими рукавами, встановлено зв'язок між характерними рівнями води на в/п. в м. Тираспіль і селищах Незавертайлівка, Олонешти та Маяки (рис. 1.9-1.11).

Зв'язки виявилися задовільними, що дозволило зробити наступний висновок – за період синхронних водомірних спостережень, рівні води на водпосту в с. Олонешти виявилися нижче рівнів води, що спостерігалися на в/п. в с. Незавертайлівка. При середніх рівнях води ця різниця становить 130 см, при найвищих – 175 см, при найнижчих – 83 см. Така різниця у рівнях забезпечує рух води під час повені та паводків з р. Шв. Турунчук через плавні в р. Дністер. Ухили водної поверхні води рр. Шв. Турунчук та Дністер визначені на основі рис. 1.12, де показані поздовжні профілі характерних рівнів води за даними водомірних постів в м. Тираспіль, с. Незавертайлівка, с. Маяки.

Видно, що ухили поверхні води в русловій системі Дністра істотно залежать від водності річки, в залежності від якої ухили приймають значення: при високих рівнях – 0,117 ‰; при середніх рівнях – 0,0548 ‰; при низьких рівнях – 0,0151 ‰ [2,6].

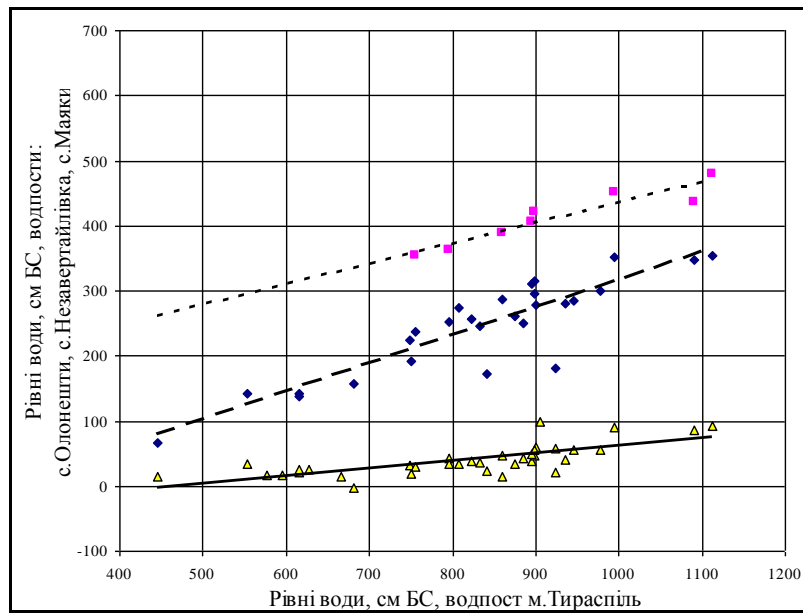


Рисунок 1.9 – Зв’язок максимальних рівнів води на в/п в м. Тирасполь з рівнями води на водпостах в с. Незавертайлівка (верхня лінія), с. Олонешти (середня лінія), с. Маяки (нижня лінія) [2,6]

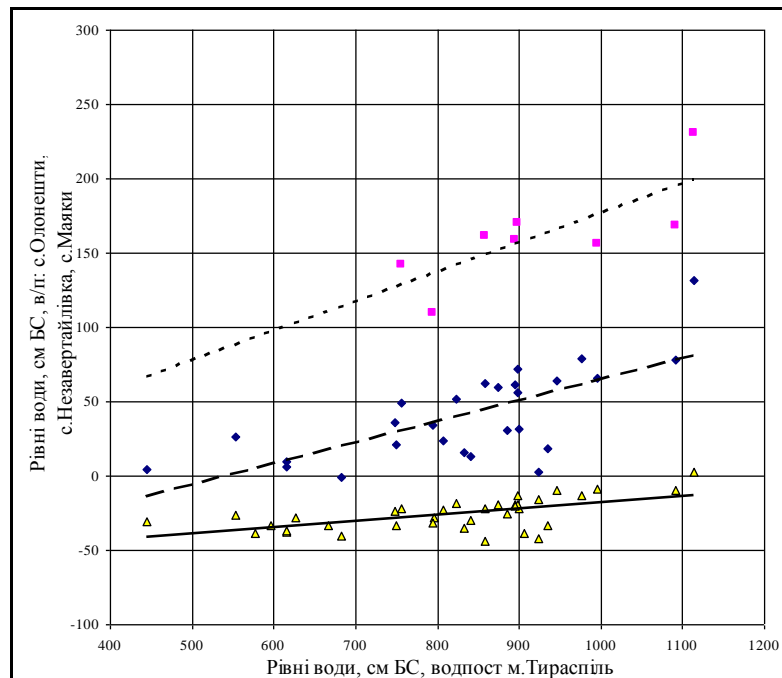


Рисунок 1.10 – Зв’язок середніх рівнів води на в/п в м. Тирасполь з рівнями води на водпостах в с. Незавертайлівка (верхня лінія), с. Олонешти (середня лінія), с. Маяки (нижня лінія) [2,6]

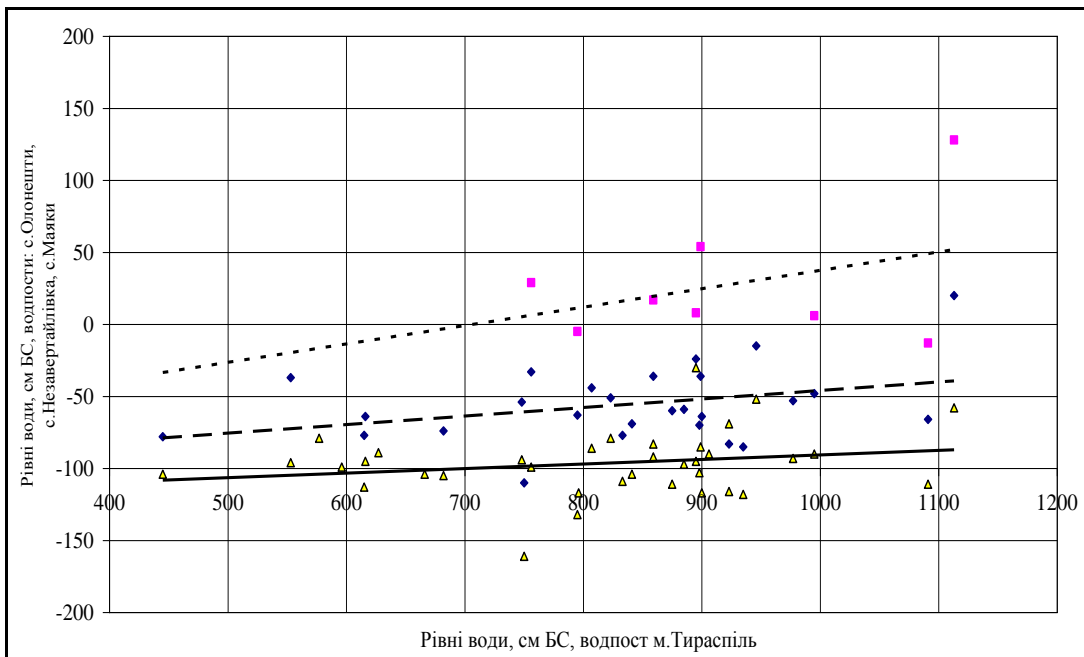


Рисунок 1.11 – Зв'язок мінімальних рівнів води на в/п в м. Тирасполь з рівнями води на водпостах в с. Незавертайлівка (верхня лінія), с. Олонешти (середня лінія), с. Маяки (нижня лінія) [2,6]

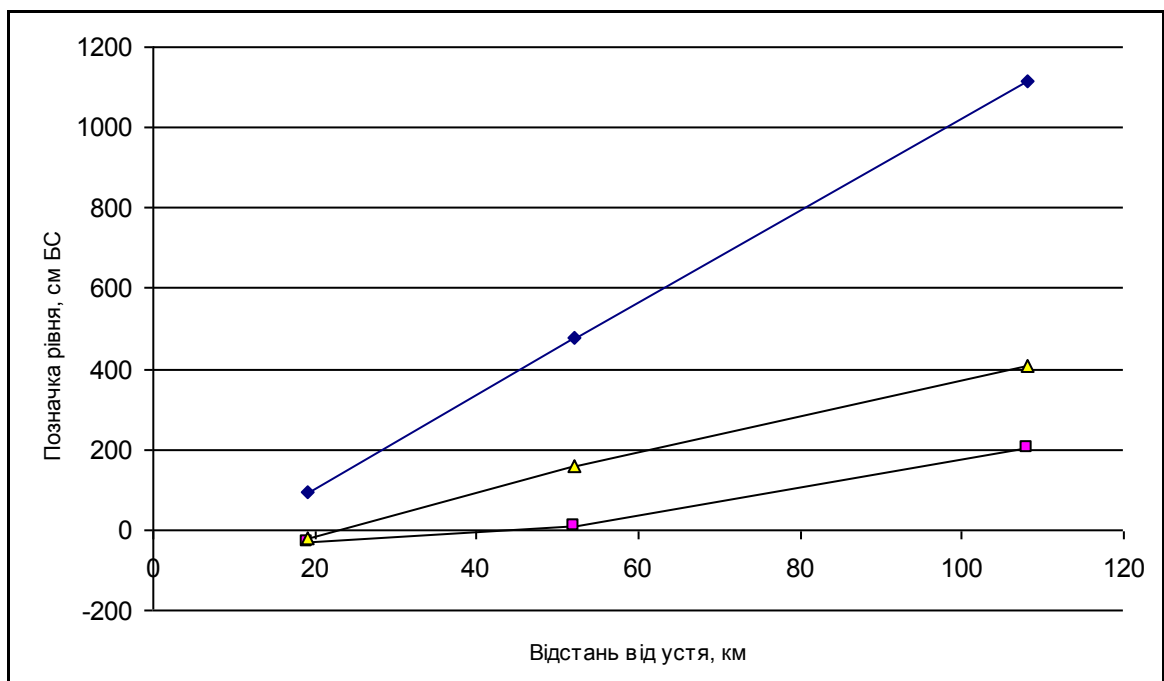


Рисунок 1.12 – Повздовжній профіль водної поверхні Нижнього Дністра при найвищих рівнях води, 1980 р. (верхня лінія), середніх рівнях, 1976 р. (середня лінія) та найнижчих рівнях, 1975 р. (нижня лінія) [2,6]

1.3.3 Денівеляції рівня води та русло-плавневий водообмін

На окремих ділянках плавневих масивів, які примикають безпосередньо до лиману, можуть частково зберігатися умови для водообміну, пов'язані з денівеляціями рівня води в лимані. Ці коливання при сприятливих згінно-нагінних явищах досягають в гирлі Дністра 0,5-0,7 м, хоча зазвичай вони не перевищують 5-10 см. Тривалість циклів підйомів під час нагонів або спадів під час згонів рівня води, як правило, невелика. Найчастіше такі денівеляції відбуваються протягом доби. Мають, проте, місце і триваліші підйоми та спади рівнів води в гирлі з вказаної причини. Аналіз матеріалів спостережень за рівнями води [3] дозволив установити, що середня добова амплітуда коливань рівня води в гирлі Дністра, обумовлена згінно-нагінними явищами, в 50 % випадків перевищує 0,1 м, в 20 % – 0,2 м і лише 12 раз на рік спостерігаються внутрішньодобові коливання рівнів води, що перевищують 0,5 м. Розповсюдженню згінно-нагінних і річкових денівеляцій рівня в плавнях перешкоджає густа рослинність. Швидкість розповсюдження хвиль заповнення складає 0,3-0,5 км/год, при цьому фази хвиль запізнюються на 1-4 год. У зв'язку з тим, що періоди підйомів і спадів часто короткочасні на більшій частині плавнів коливання рівня не досягають величин, які спостерігаються на відкритих акваторіях (у річці або лимані).

Переважаюча частина плавневої системи нижнього Дністра знаходиться поза зоною впливу згінно-нагінних явищ, тому водообмін тут обумовлений тільки режимом стоку і коливаннями рівня в руслі річки.

Результати детальних досліджень з цього питання наведено в [2]. В цій роботі встановлено, що, наприклад, біля с. Маяки величина згонів та нагонів може складати 0,40-0,50 м, іноді досягаючи 1,0 м. У сучасний період, особливо під час межені, це єдиний чинник, завдяки якому підтримуються процеси водообміну та водовідновлення цього заплавного озера. Для оцінки впливу вітрових згонів і нагонів води на водообмін оз.-ст. М. Турунчук використовувалися дані спостережень за рівнем води, напрямком та силою вітру на в/п в с. Маяки, який розташований на відстані 1,0 км вище відгалуження ґрику Олександрівського від правого берегу р. Дністер.

В результаті аналізу вказаних даних, за період з 1991 по 2006 рр., встановлено зв'язок між денівеляцією рівня та тривалістю вітрового підпору та нагону води з лиману (рис. 1.13) та згону води (рис. 1.14), коли вітер спрямований за течією (на південь).

1.4 Формування, будова, рельєф і ґрунти гирлової ділянки Дністра

Приблизно 2500 років тому, рівень Чорного моря був на 5 м нижче сучасного і Дністровський лиман, як такий, тоді ще не існував [21]. Стародавній Дністер (тога Тиру) двома або навіть трьома рукавами впадав безпосередньо в Чорне море (Очаківське і Цареградське гирла).

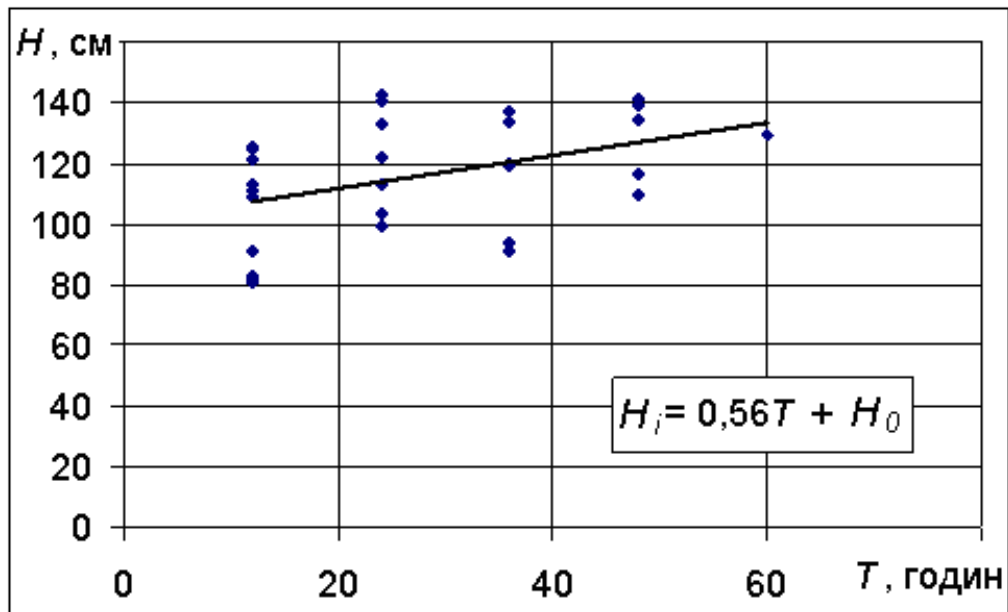


Рисунок 1.13 – Залежність $H = f(T)$ під час нагону (H_0 – рівень води на початку нагону) [2]

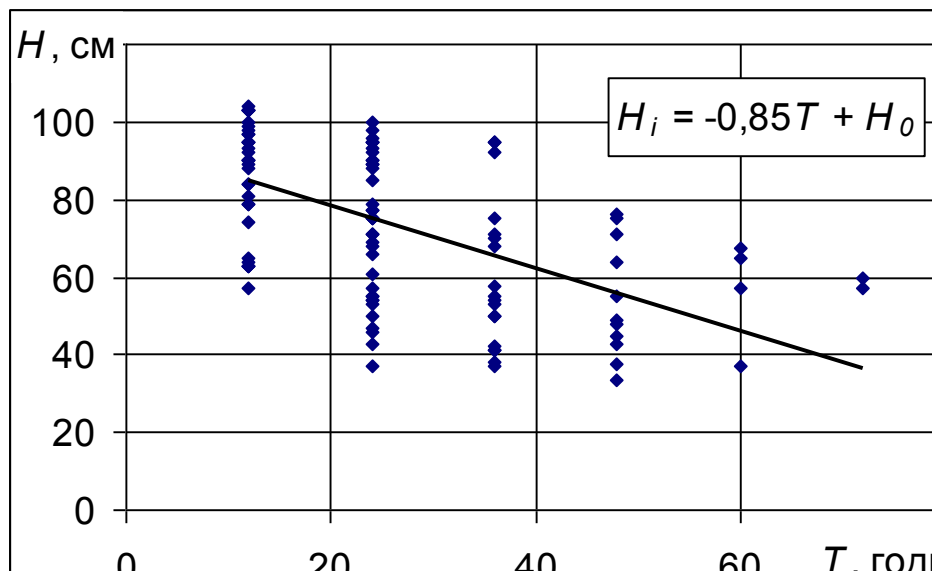


Рисунок 1.14 – Залежність $H = f(T)$ під час згону (H_0 – рівень води на початку згону) [2]

Межиріччям, так званим островом Тірачегов, була плоска рівна ділянка суші, на якому розташовувалися стародавні поселення, залишки яких нещодавно знайдені на дні Дністровського лиману. З підвищенням рівня Чорного моря почалося затоплення цієї гирлової ділянки річкової долини, швидкості руху води у річці поступово слабшали, процес замулювання руслових ділянок гирла посилювався, хвильові процеси зрівняла (нівелювала) поверхню острова, який північною частиною нині став дном Дністровського лиману з середньою глибиною 1,6 м.

Одночасно по південній межі острова, у зв'язку з різким спадом швидкостей течії по контакту з морем почалося формування пересипу – гряди відкладень, що відгороджують від моря дно річкової долини – Дністровський лиман. Перегороджування лиману викликало подальше часткове його опріснення [1,22].

Гирлова область Дністра є низовиною, що затоплюється, яка через поле майже постійно затоплених плавнів переходить в ложі лиману. Проходячи між селами Тудорове, Паланка та Біляївським водозабором р. Дністер ділить гирлову область на дві ділянки (рис. 1.15):

- 1) південну – низькі плавні, розташовані на південь від ділянки річки;
- 2) заплава Дністра – включаючи «верхні плавні», що лежать головним чином на межиріччі між Дністром та Швидким Турунчуком, і, частково, біля лівого берега долини.

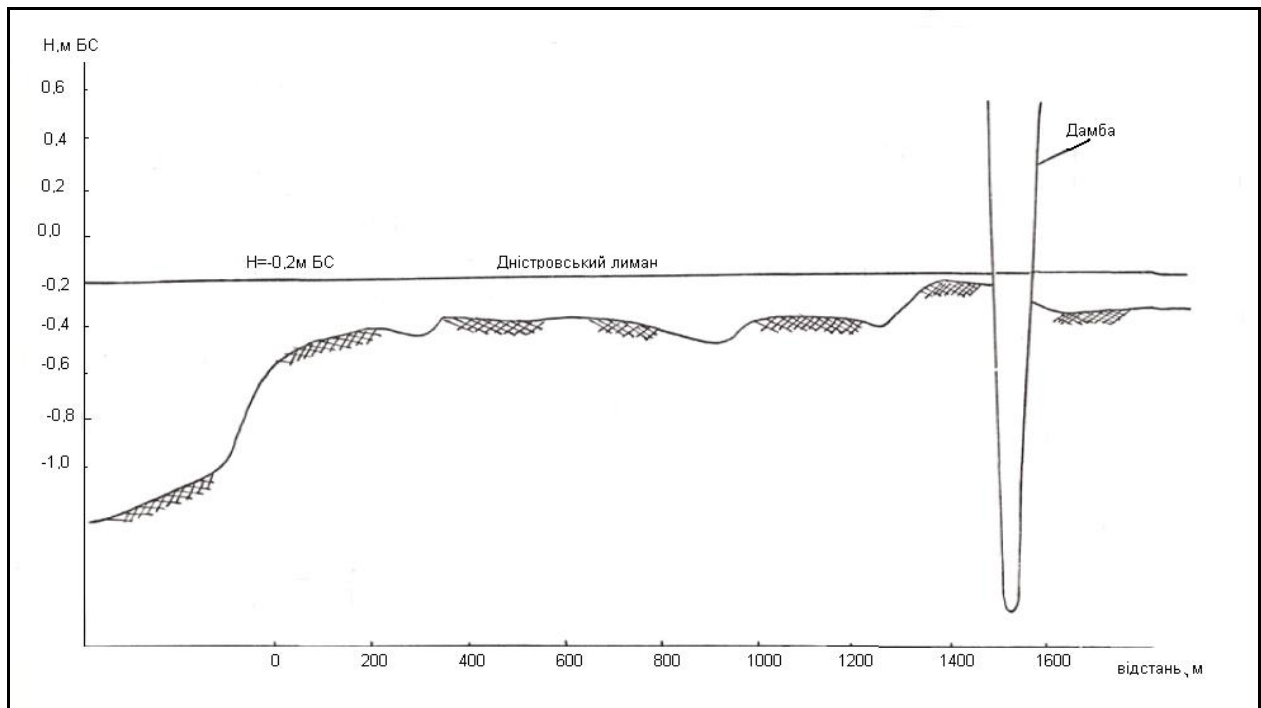


Рисунок 1.15 – Схема профілю ділянки плавнів від Дністровського лиману (ср. Кіляри) до дамби оз.-ст. М. Турунчук (ср. Фестивальний) [22]

Переважаючим за площею, по господарському значенню є територія низьких плавнів. Основна їх центральна частина обмежена з півночі і сходу руслом Дністра, а з півдня і із заходу – акваторією лиману. Центральні плавні через інтенсивний обмін з річковими і лиманськими водами є найціннішою частиною плавнів. На заході центральної ділянки плавні відходять від Дністра, а потім уздовж західного берега лиману утворюють вузьку смугу прилиманих

плавнів. На сході центральні плавні переходять в Карагольське, а потім в переривисту смугу східних прилиманських плавнів.

Центральні плавні мають дуже рівну поверхню (рис. 1.15). Уздовж Дністра і його рукавів, за рахунок відкладення річкових наносів утворився прирусловий вал, що підноситься над відмітками дна плавнів на 0,5-1,0 м, а місцями і на 1,5 м. Цей вал істотно впливає на водообмін плавнів з річкою і нерестові міграції риб. Уздовж лиману місцями нижче існує вал, утворений відкладеннями прибійних течій, але цей вал простежується не скрізь і дуже невисокий. Тому, хоча від центру плавнів до лиману на ряду профілів спостерігається деякі підвищення відміток дна, але коливання поверхні плавнів також і в поперечному напрямі забезпечують вільний водообмін між плавнями і лиманом.

Велику роль в процесах водообміну і міграції риб виконують природні єрики і озера, що утворилися на місці раніше існуючих рукавів річкового русла. Особливо значну роль в цьому відіграє озеро-стариця Мертвий Турунчук, колишній рукав Дністра, що сьогодні розтинає центральні плавні. Глибини цієї водойми становлять 2,5-3,0 м, а місцями і більше, тому вона є місцем концентрації риби при обезводненні або перегріві плавнів між озером і річкою, особливо на ділянках, де прирусловий вал, у зв'язку зі спадом рівнів води в руслі річки, перешкоджає міграції риби в Дністер.

Верхні плавні мають більш нерівний рельєф, а ухили дна долини тут в декілька разів вище, ніж нижче с. Маяки. З видаленням від лиману інтенсивність русло-плавневого водообміну, за рахунок вітрових згінно-нагінних процесів, зменшується, повністю припиняючись приблизно в районі с. Троїцького.

У зв'язку з цим, до гирлової області р. Дністер слід відносити тільки ділянку в пониззі верхніх плавнів – приблизно від оз. Біле до оз. Тудорове.

Дністровський лиман має дуже рівну поверхню дна. Його максимальна глибина – 2,6 м при площі 360 км². Це сприяє формуванню згінно-нагінних процесів в гирловій області Дністра та одночасно є регулятором вітрових і річкових стічних течій.

Подовжній профіль гирлової області показаний на рис. 1.15.

Гирлова область Дністра є низовиною окільцьованою схилами Дністровської долини, що сполучаються з піднесеними плато.

На схилах пануючими є ґрунтоутворюючі породи – леси та лесовидні суглинки. Потужність лесових відкладень складає 15-25 м. Підстилаються вони червоно-бурими глинами, з важким механічним складом, високою густиною складання і локальної засоленістю водорозчинними солями. Вони служать водоупором для лесів ґрунтових вод (верховодка), що формується в підставі, а також ізолює пластові води, які знаходяться нижче.

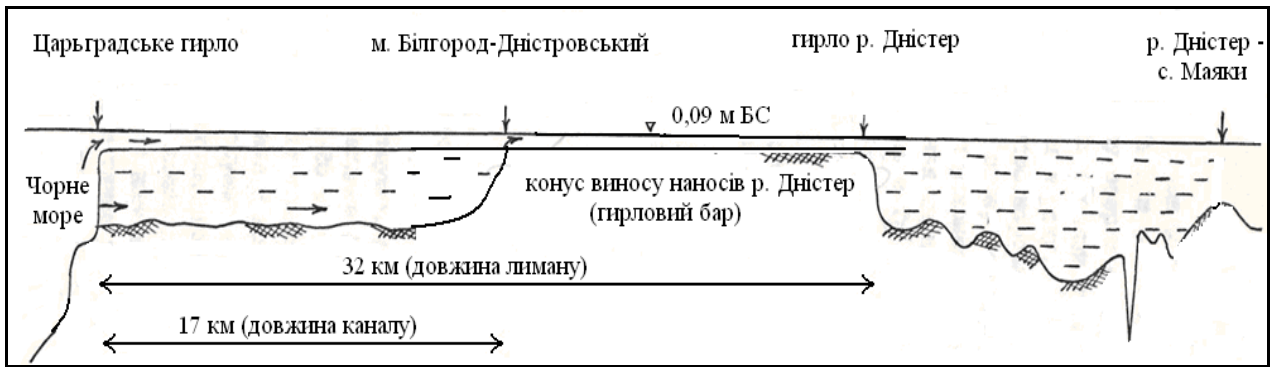


Рисунок 1.15 – Схема повздовжнього профілю Дністровського лиману та гирлової ділянки р. Дністер (до с. Маяки) [22]

В межах Причорноморській низовини спостерігається повсюдно акумуляції гіпсу, а також розчинних солей в лісах. У напрямі до бережжя Чорного моря у міру пониження місцевості, зменшення її дренированності, а також наростання посушливості клімату, вміст солей в лісах зростає і акумулятивні їх горизонти наближаються ближче до поверхні.

Ґрунти дна долини річки Дністер формуються на сучасних і стародавніх алювіальних відкладеннях. У заплаві Дністра значно розповсюдження мають піщані та супесчані алювіальні відкладення.

У південних районах Причорноморської низовини заплавної алювії майже суцільно засолений водорозчинними солями, переважно сульфатами.

Пануючими ґрунтами на степових схилах гирлової області є південні чорноземи, розвинені на лісах і лісовидних суглинках. На низовині долини Дністра в північній частині гирлової області (вищій Біляєвки) поширені дернові глеєваті і глеєві суглинні і, місцями, супіщані ґрунти.

На південь ґрунту збагатить мулистими фракціями, набуваючи переважно тяжкоглинистого характеру.

1.5 Донні відклади Нижнього Дністра

У формуванні донних відкладень беруть участь не тільки зважені речовини, що поступають з річковими водами при затопленні плавнів за системою проток, але і продукти життєдіяльності гідробіонтів.

Відносне значення кожного з цих джерел в процесі формування донних відкладень залежить від водообміну з річкою, а в прибережній зоні – з лиманом.

Приведені в літературі [1] дані розрахунків акумуляції твердого стоку Дністра свідчать про те, що кожного року у водоймищах заплави гирлової ділянки річки накопичується в середньому 8,1 мм намулу. При максимальній (що спостерігалася в окремі роки) інтенсивності накопичення намулу втрата глибини в 1 м може відбутися тут за 50-55 років. При наявних глибинах ряд плавневих озер з такою інтенсивністю замулювання за вказаний час може взагалі зникнути. Проте до теперішнього часу це не відбулося із-за періодичних промивок мережі гідрографії гирлової ділянки річки в періоди повені і дощових паводків, що підтримують своєрідну рівновагу між седиментацією суспензій, їх ущільненням і змивом донних відкладень. Регулювання стоку Дністра ця рівновага порушила у бік переважання процесів накопичення намулу. У зв'язку з цим виникає необхідність періодичних промивок проток, озер, рукавів нижнього Дністра шляхом попусків з водосховища Дністровської ГЕС.

Хімічний склад донних відкладень грає важливу роль не тільки у формуванні якості води у водоймищах, але і в життєдіяльності і видовому складі бентосу. Але в процесі міграції речовини між дном і водними масами особливе місце належить сольовому комплексу. Як відомо, він в основному складається з катіонів кальцію, магнію, натрію та калію, а аніонами, залежно від умов, є карбонати, бікарбонати, сульфати та хлор. У донних відкладеннях прісних водойм переважають перші пари катіонів і аніонів.

У воді Дністра і Швидкого Турунчука вміст кальцію в намулі різко підвищується до 15 % і більше, що пов'язане з седиментацією річкових наносів, а також з постійною сорбцією кальцію намулу з річкової води. Можливий вплив і біогенного чинника. Ще рівніший розподіл по дну виявлений для магнію, вміст якого плавно росте від 0,5 % на прибережних ділянках до 2 % в центральних частинах озер. У розподілі калію і натрію простежується вплив морських вод, що заходять в Дністровський лиман та гирлову частину Дністра. Ці особливості властиві розподілу в донних відкладеннях сірки та хлор-іону [1].

Стратифікація хімічного складу свідчить про збільшення вмісту валового і водорозчинного натрію, хлору і сірки від північної ділянки лиману до Чорного моря. Закономірністю є також підвищена солоність глибинних шарів. Це відповідає умовам, коли функціонує постійне «підживлення» солей з глибини до поверхні, що безперервно нейтралізується річковими водами. Про це свідчить стратифікація такого активного мігранта, як хлор-іон. Вміст його у верхньому шарі намулу Карагольської затоки (застійна ділянка) досить високий, оскільки тут нейтралізація ослаблена.

1.6 Особливості гідрохімічного і термічного режиму Нижнього Дністра та екологічна оцінка якості води

Основним чинником формування гідрохімічного та термічного режиму нижньої течії Дністра є водний стік річки та його внутрішньорічний розподіл, а

також метеорологічні умови в регіоні. Розподіл водного стоку в продовж року прямо відбиваються на утриманні та зміні розчинених у воді газів і речовин.

Мінералізація води в нижній течії Дністра на протязі року коливається від 220 до 490 мг/дм³, збільшуючись в зимовий період до 560-680 мг/дм³. Найнижчі величини мінералізації води пов'язані із збільшенням водного стоку незалежно від пори року. Але при весняному водопіллі мінералізація може різко збільшитися із-за інтенсивного змиву речовин зі всього водозбірного басейну річки. Граничні значення мінералізації води на цій ділянці річки не розкривають суті і обумовленості внутрішніх процесів у водоймі.

Мінералізація води в річці в основному знижується від весни до осені і знов збільшується в жовтні. Сезонна і просторова динаміка абсолютних величин мінералізації води для Дністра виражена слабо.

За мінералізацією та іонним складом вода Нижнього Дністра відноситься до гідрокарбонатного класу групи кальцію другого типу. Домінуючими іонами у воді гирлової частини річки є HCO_3^- та Ca^{2+} .

Кисневий режим залежить від таких основних чинників, як: водний, термічний режими, стічні води підприємств промисловості, сільського господарства та населених пунктів, а також життєдіяльність гідробіонтів.

В маловодні роки вміст кисню у воді падає: у 1985 р. в середньому він склав 8,12 мг/дм³, в 1986 р. – 9,60 мг/дм³, в 1987 р. – 7,56 мг/дм³, або відповідно 86, 87 і 74 % насичення. Тривалі періоди підвищених витрат води у весняний і зимовий періоди створюють умови підвищеної інтенсивності процесів самоочищення в річці та заплавах озер.

Насичення води киснем нижче 100 % свідчить про великий вплив антропогенних навантажень на річку. Проте можна відзначити чітку сезонну динаміку вмісту кисню у воді. Навесні, з активізацією процесу фотосинтезу, його концентрації збільшуються, а потім знижуються разом із зменшенням витрат води в річці, збільшенням її забрудненості та зниженням інтенсивності самоочищення.

Величина рН води в нижньому Дністрі коливалася в межах 7,1-8,2. Це набагато нижче спостережуваних в середині ХХ ст. величин – 7,8-8,5 та 9,0. Зниження абсолютного значення цього показника свідчить також про збільшення забрудненості річки.

Вміст мінеральних форм біогенних речовин є показником рівня трофності водойми, ступені його забруднення та здібності до самоочищення. Вода нижнього Дністра багата з'єднаннями азоту, фосфором і залізом. Великі концентрації з'єднань азоту, які простежуються до гирла річки, говорять про значне забруднення її стічними водами підприємств сільського господарства. Вміст з'єднань азоту, а також мінерального фосфору майже ніколи не знижувалося до 0 мг/дм³, перевищуючи норми ГДК. По рівню вмісту біогенних речовин виділяється район с. Маяки.

Сезонна динаміка вмісту біогенних речовин характеризується зниженням концентрацій з'єднань азоту від весни до осені-зими, а фосфору, навпаки, збільшенням, що, ймовірно, пов'язано із зменшенням споживання його гідробіонтами. У вмісті розчиненого заліза і кремнію сезонну динаміку встановити не вдається.

Аналіз співвідношення розчинених і завислих форм фосфору і заліза показав, що в період весняного водопілля переважають завислі форми. Співвідношення $P_{розч}:P_{зав}$ коливається близько 1:67 вище с. Маяки, збільшуючись у с. Маяки до 1:20, а в гирлі знижуючись до 1:4. Для заліза це співвідношення менше – від 1:4 до 1:10. Влітку після проходження паводку починають переважати розчинені форми: для фосфору – 2,0:1,5; заліза – 1,5:1 і лише в гирлі, як і раніше, домінують зважені – 1:1,5. В осінній період, як і навесні, співвідношення форм склало 1:4-5 в першому випадку і 1:14-24 – в другому. У зимовий період ці показники дуже нестійкі, вони залежать від метеорологічних умов зими та річкового стоку: при великому стоці – більше зважених форм фосфору, при малому – менше.

У вмісті та співвідношенні форм заліза внутрішньорічний розподіл водного стоку істотного впливу не має. Таким чином, в Нижньому Дністрі в режимі біогенних речовин протягом року в основному домінують зважені форми заліза та фосфору.

Окислюваність води характеризується невисокими значеннями: перманганатна окислюваність (ПО) – 2,4-6,0 мгО₂/дм³ і біхромат на (БО) – 9,8-35,5 мгО₂/дм³. За течією річки, вниз до гирла, величина ПО мало розрізняється, а біхроматна має тенденцію спочатку знижуватися, але потім в гирлі знов збільшується. Сезонна динаміка окислюваності води виражена нечітко.

Значно більше виявляється її зв'язок з внутрішньорічним розподілом річкового стоку: при класичній формі гідрографа річкового стоку (весняне водопілля, літня межень) окислюваність води навесні зменшується, потім влітку збільшується і до осені знов зменшується, залишаючись вище за весняні значення. Якщо класичний вид гідрографа порушений, тобто весняна повінь відсутня, а решта стоку рівномірно розподілена на частину року, що залишилася, то це призводить до збільшення окислюваності води.

В період весняної повені зміст органічного азоту і фосфору невеликий, набагато більших концентрацій вони досягають влітку-осінню.

Термічний режим. Аналізуючи зміни термічного режиму Дністра у зв'язку з регулюванням його стоку, необхідно відзначити ту особливість, що на агрегати Дністровською ГЕС подається вода з глибоких шарів водосховища. У зв'язку з цим температура води в літній період на значній відстані нижче дамби, навіть в районі с. Маяки, залишається досить низькою (7-9 °С), а взимку, навпаки, тут зберігається підвищений фон температури води навіть при порівняно холодній погоді.

Екологічна оцінка якості води Нижнього Дністра. В зв'язку з тим, що стаціонарні спостереження за гідроекологічним станом плавневих водойм екосистеми Нижнього Дністра не виконуються, для оцінки якості води були використані дані спостережень в руслі річки, які здійснюються Одеським обласним виробничим управлінням по водному господарству в м. Біляївка та с. Маяки за період з 2000 по 2010 рр.

Оцінка якості води виконувалася за офіційною «Методикою екологічної оцінки поверхневих вод за відповідними категоріями» [89]. Система екологічної класифікації якості поверхневих вод суші та естуаріїв України включає три групи спеціалізованих класифікацій: а) за критеріями сольового складу; б) за трофо-сапробіологічними критеріями; в) за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної та радіаційної дії.

Відповідно до цієї методики, з використанням фактичних даних спостережень, за останні десять років були розраховані середні ($I_{Eсер}$) та максимальні ($I_{Eмакс}$) екологічні індекси якості води показані рис. 1.16.

На рис. 1.16 видно, що за останні 10 років якість води в Нижньому Дністрі на ділянці «Біляївка-Маяки» дещо поліпшилася, про що свідчить зниження величини екологічного індексу від «досить чистих» (категорія 3) до «дуже чистих» (категорія 1,5).

Треба зауважити, що екологічні індекси, які визначені за найгіршими еколого-гідрологічними показниками якості води, мають значну амплітуду коливання, змінюючись від «дуже чистих» (категорія 1,5) – в 2002 р., до «помірно забруднених» (категорія 5) – в кінці 2003 р. – на початку 2004 р.

Це насамперед може бути пов'язано з водністю Дністра – в багатоводні періоди кількість забруднюючих речовин, що змиваються з водозбору річки, більша ніж в маловодний, тому якість води в ці періоди значну різницю. Далі за даними про екологічні індекси якості води було досліджено вплив заплавних озер та плавнів на якість води в руслі Дністра. Для цього було побудовано суміщений графік середніх екологічних індексів якості води ($I_{Eсер}$) гирлової ділянки р Дністер за даними отриманими в м. Біляївка та с. Маяки за період з 2000 по 2010 рр. (рис. 1.17). На рис. 1.17 видно, що майже завжди, екологічні індекси в м. Біляївка дещо вищі за аналогічні в с. Маяки.

Також отримано зв'язок середніх екологічних індексів якості води в м. Біляївка та с. Маяки (рис. 1.18), який дозволяє зробити висновок, що в середньому якість води поліпшується на 5 %, хоча в окремих випадках, як, наприклад, 20.07.2000 р. – якість води поліпшилася майже на 1 категорію.

Це є своєрідним свідченням дії біомеліоративних функцій плавнів та плавневих водойм (фільтраційної, окисної, мінералізаційної, детоксикаційної, тощо), у тому числі в районі озера Біле. При аналіз цього ефекту з'ясовано, що це відбувається за рахунок зменшення індексу якості води, визначеного за критеріями вмісту специфічних речовин токсичної дії (рис. 1.19). На цьому графіку можна бачити, що якість води поліпшується на 25 %, а в деяких випадках – в 2-3 рази. Тобто, навіть при такому слабкому русло-плавневому водообміні на ділянці «Біляївка-Маяки» проявляється позитивний вплив плавнів та заплавних водойм на екологічний стан гирлової ділянки Дністра.

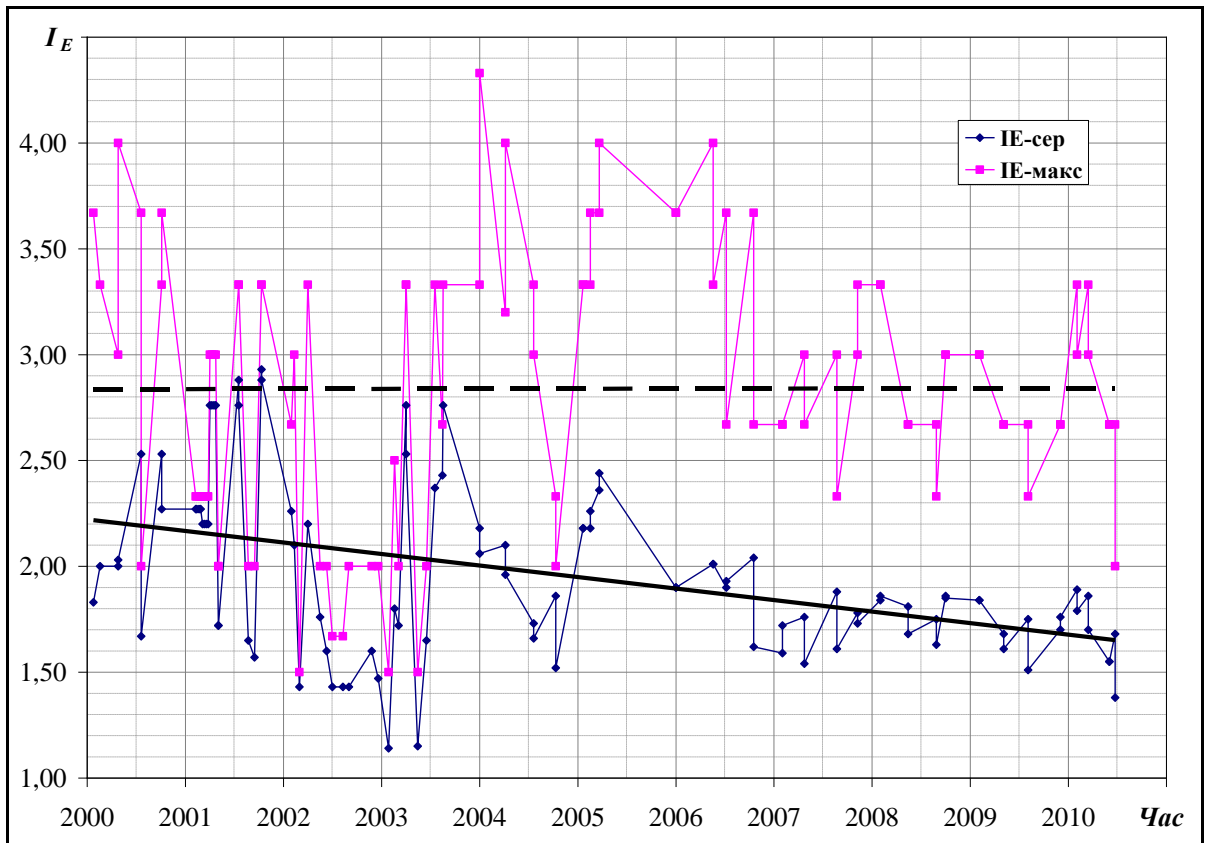


Рисунок 1.16 – Хронологічний графік екологічних індексів якості води гирлової ділянки річки Дністер (м. Біляївка та с. Маяки) за період з 2000 по 2010 рр.

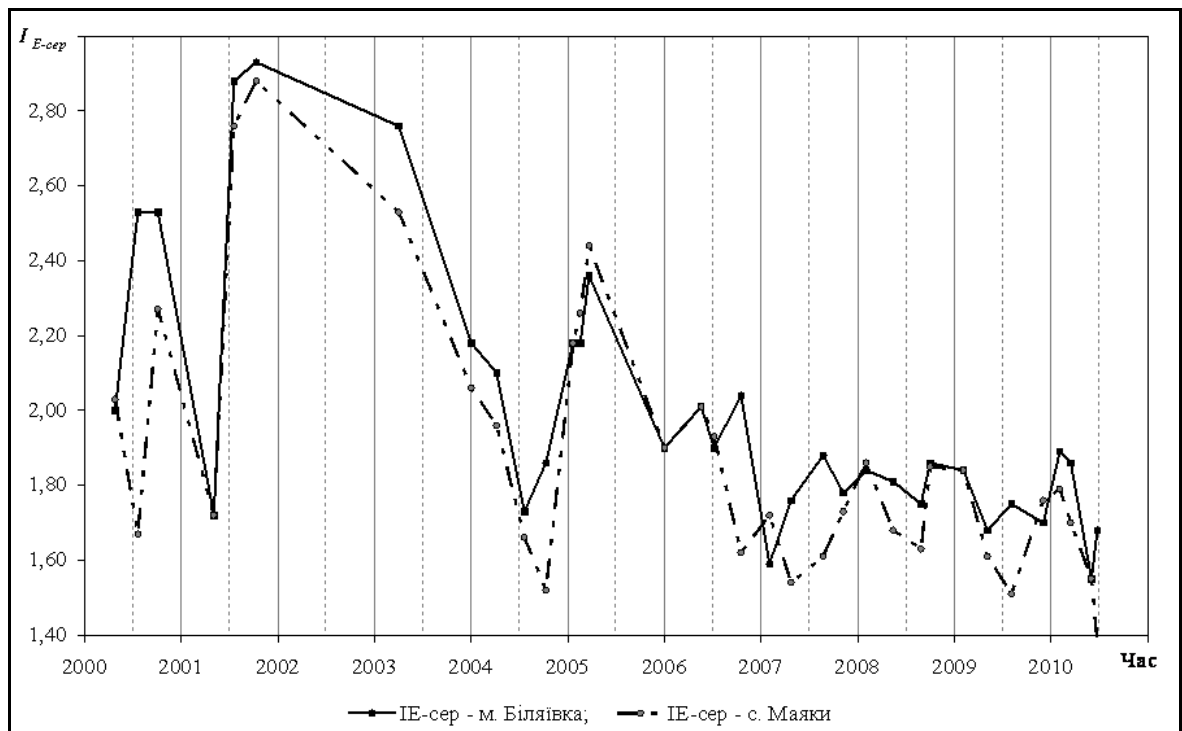


Рисунок 1.17 – Суміщений графік середніх екологічних індексів якості води ($I_{E-сер}$) гирлової ділянки р. Дністер в м. Біляївка та с. Маяки за 2000-2010 рр.

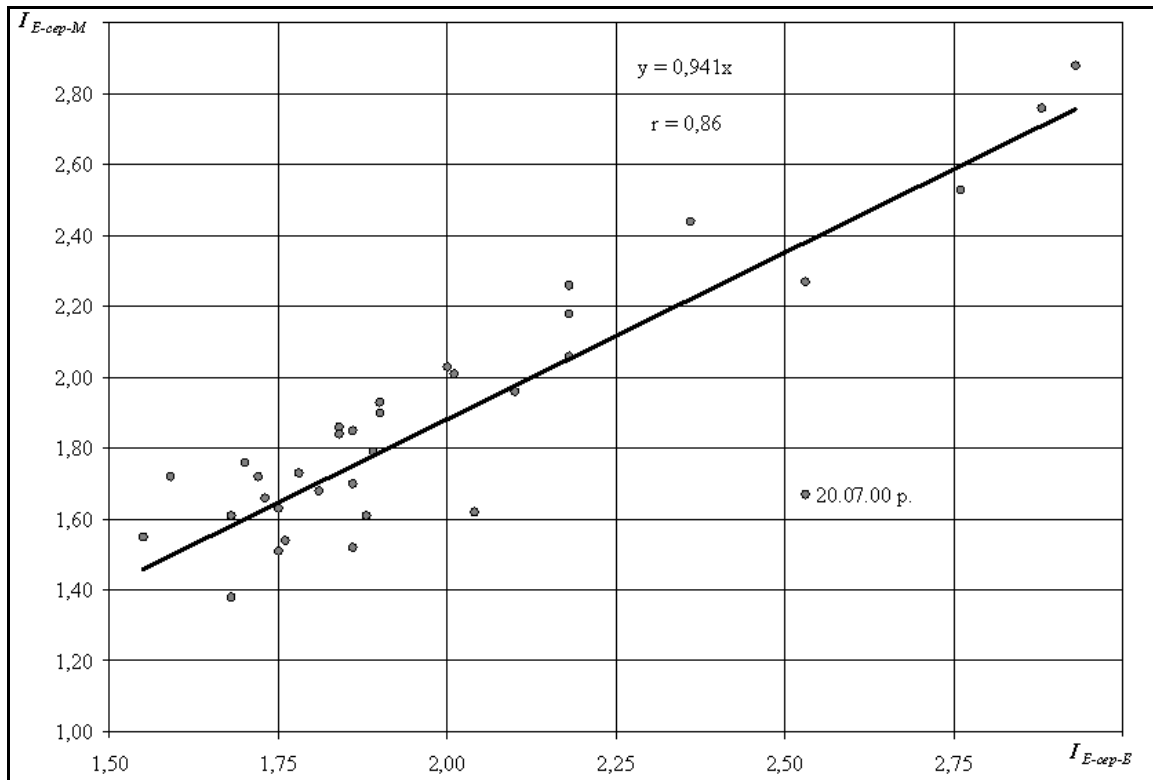
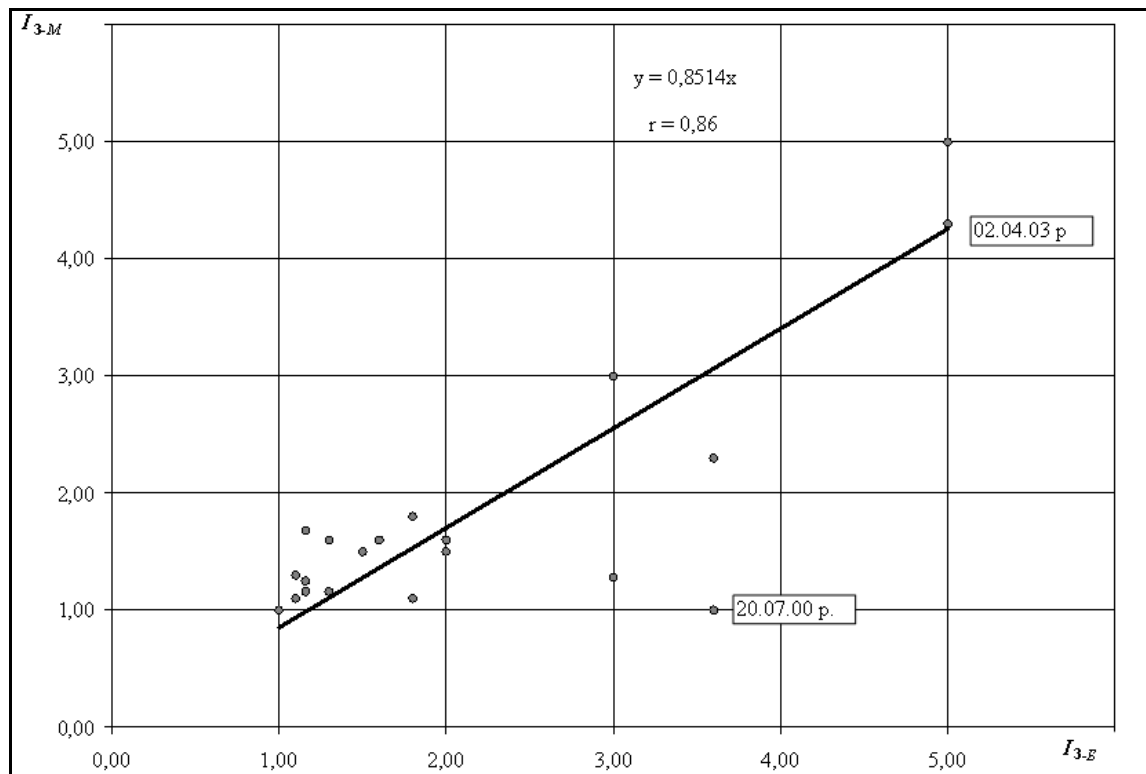


Рисунок 1.18 – Зв'язок середніх екологічних індексів якості води (I_{Ecep}) гирлової ділянки р. Дністер в м. Біляївка та с. Маяки



1.7 Флористико-геоботанічна та біологічна характеристики водної екосистеми гирлової ділянки річки Дністер

Флористико-геоботанічна характеристика полягає у геоботанічному районуванні з метою обліку природних ресурсів для раціонального природокористування і контролю антропогенного навантаження на екосистеми. Саме геоботанічне районування дає інформацію про склад і структуру рослинності на фоні ландшафтних ґрунтово-орографічних особливостей.

1.7.1 Геоботанічний статут

В системі флористико-геоботанічної ієрархії плавнів Причорномор'я територія, що досліджується, відноситься до Дністровського лиманно-гирлового (Білгород-Дністровсько-Маякського) геоботанічного підрайону Дністровського плавнево-літорального геоботанічного району [23].

Дністровський плавнево-літоральний (Затоксько-Чобручський) геоботанічний район займає територію, яка адміністративно відноситься до Білгород-Дністровського, Біляївського, Роздільнянського району Одеської обл., Суворовського Слободзійського адміністративних районів Молдови.

Північна межа цього геоботанічного району проходить вершиною гирлової області р. Дністер, східна і західна – заплавою рр. Дністер, Кучурган і берегах Дністровського та Кучурганського лиманів, південна частина – межує з територією Сасиксько-Сухолиманського геоботанічного району.

Дністровський лиманно-гирловий геоботанічний підрайон займає гирлову ділянку Дністра і верхню частину Дністровського лиману. Північною межею підрайону є вершина гирлової ділянки, східна і західна її межі збігаються з межами району, а південна примикає до території Дністровського лиманно-приморського геоботанічного підрайону.

Критерієм геоботанічного відокремлення Дністровського лиманно-гирлового підрайону є гіперценотичний склад водної та коловодної флори. Так, для північної частини характерна трав'яно-болотна рослинність з домінуванням у спільнотах *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Carex acutiformis*, *C. pseudocyperus*, *C. acuta* й ін. Для східної і західної частин, крім трав'яно-болотної рослинності, характерна лугова з *Agrostis stolonifera*, *Tripolium vulgare*, *Triglochin maritimum*, *Glyceria maxima*, *Bolboschoenus maritimus*. У південній частині переважають спільноти типово прісноводної рослинності широкої екологічної амплітуди, утворені *Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus*, *P. nodosus*, *P. natans*, *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Nymphoides*

peltata, а на колобережних мілководних поясах – з *Butomus umbellatus*, *Sagittaria sagittifolia*, *Acorus calamus*, *Sparganium erectum*, *Zizania latifolia*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*.

Для підрайону визначена наявність реліктових водяних видів – *Nymphaea alba*, *Nuphar lutea*, *Trapa natans*, *Nymphoides peltata*, *Wolffia arrhiza*, *Najas marina*, *N. major*, *Lemna gibba* й ін.

1.7.2 Потенційна продуктивність макрофітів

Оцінка продуктивності макрофітів гирлової ділянки р. Дністер виконана за результатами детальних наукових досліджень, які наведені в [24-29]. Найбільш значущими в цьому відношенні серед вкорінених макрофітів вважається так звана жорстка рослинність – очерети, рогози й ін.

Очерет (*Phragmites communis*) – є самим поширеним гелофітом Палеарктики. Врожайність надземних частин очерету в найбільш типових сагітальних чагарниках в середньому дає 40-70 т/га сирової маси. За даними К.К. Зернова, в придунайських лиманах і в пониззі Дністра очерет може продукувати у середньому 29 т повітряно-сухої маси на 1 га [30]. Для румунської частини дельти Дунаю Родевальд-Рудеску вказував, що очерет і рогіз займають 270 тис. га або 62,40 % [31]. Ці дані відносяться до надземних органів, але у очерету головну частину його маси складають підземні органи. Довжина кореневища може сягати 8 м, товщина – близько 2 см.

Рогіз вузьколистий (*Typha angustifolia*), поступаючись площею сагітальних масивів, у типових випадках досягає в середньому 60-100 т сирової та 13-17 т сухої маси.

Рогіз широколистий (*Typha latifolia*) не утворює таких великих масивів, як рогіз вузьколистий, але врожайність його може досягати дуже високого рівня. Так, за деякими даними, він давав до 23,0 кг сирової та 11,5 кг сухої маси на 1м². Співвідношення підземних частин до надземних у рогозу вузьколистого становить 2,5:1, у рогозу широколистого 1:1, причому близько половини підземної маси відрощується за один вегетаційний сезон.

Серед вищих спорових рослин одне з перших місць за широтою географічного розповсюдження, займаним водним площам і врожайності належить хвощ надрічковому (*Equisetum fluviatile*). Серед колобережних рослин надрічковий хвощ займає одне з перших місць за продуктивністю, але величина її сильно змінюється в різних умовах зростання та закономірно збільшується з півночі на південь.

Латаття чистобіле (*Nymphaea candida*) у заплавах водоймах на високородючих наносах мулу за повітряно-сухою масою може становити

0,5 кг/м² або близько 4,0 кг сирої маси. Ці дані відносяться до маси наземних однорічних органів. Між тим, сира маса одного екземпляра багаторічного кореневища, завдовжки 154 см і діаметром 7-10 см, сягає 10,8 кг.

Глечик жовтий (*Nuphar lutea*) в заплавах озер має 1,1-2,5 кг сирої та 0,1-0,25 кг сухої маси на 1 м². Вага багаторічних підземних органів відноситься до ваги надземних як 10 до 1. Серед еугидрофітів вкорінених представники рдесникових – *Potamogetonaceae*, роду *Potamogeton*, є одними з найбагатших у видовому відношенні. *Potamogeton lucens* може давати врожаї до 3,1 кг/м² сирої та 0,3 кг сухої маси, *P. crispus* – від 1,0 до 9,6 кг/м².

Види *Myriophyllum* характеризуються найпоширенішим географічним розповсюдженням. Для *M. verticillatum* відмічено в середньому близько 30-40 т/га – сирої та близько 6 т/га – сухої маси. Уруть колосиста (*M. spicatum*) у сагітальних заростях сягає 80 т/га – сирої та 10 т/га – сухої маси.

Одним з найзвичайніших компонентів зануреної водної рослинності озер, ставків і річок з незначною течією є кушир темно-зелений (*Ceratophyllum demersum*), який може давати дуже велику біомасу. Його біомаса в суцільно заростаючих заплавах водоймах сягає 4,0-20,0 кг/м² – сирої та 0,4-9,0 кг/м² – повітряно-сухої маси.

Тілоріз (*Stratiotes aloides*) в межах свого ареалу продукує 1,5-13,1 кг/м².

Lemnaceae, і в першу чергу *Lemna minor*, не дивлячись на малі розміри самої рослини, має значну вагу у продукційно-трофологічному аспекті через широке географічне розповсюдження, високу продуктивність і дуже цінні харчові якості. Врожайність ряски на поверхні води коливається в межах від 0,7-1,0 до 7-10 кг/м².

1.7.3 Трофічні зв'язки макрофітів

За визначенням, трофічні відносини є одними з ключових в трансформації речовини і енергії та складають основу механізму функціонування екосистем [32]. Це положення є результатом серії досліджень різних авторів з живлення та інших аспектів біології гідробіонтів [33-37].

Встановлення видового складу кормових рослин дає необхідні дані для освітлення якісної сторони трофології макрофітів, а далі – структурно-функційних особливостей консортивних систем, де макрофіти виступають детермінантами.

Число тварин, трофічно пов'язаних з 314 відомими макрофітами континентальних вод, обчислюється 565 видами та підвидами, що відносяться до 259 родів і 85 родин. На комах припадає близько 80 % від всіх видів тварин, що використовують в їжу вищі водні рослини. Перевага комах над всіма разом

узятими іншими тваринами, визначає їх основною складовою споживачів вищої водної рослинності. Серед комах найбільше число видів, споживаючих вищі водні рослини, доводиться на *Diptera* і *Coleoptera*, потім – *Lepidoptera*, *Homoptera* і *Trichoptera*.

Серед ракоподібних спостерігається чітка різниця у числі рослиноїдних видів між *Entomostraca* і *Malacostraca*.

Entomostraca представлені двома рядами *Phyllopoda* і *Ostracoda*, де в кожному всього по одному рослиноїдному виду. Серед *Malacostraca* – 19 видів. Крім того, відомі 4 види, про які є загальні вказівки щодо споживання ними вищих рослин. Це два бокоплавів – *Echinogammarus berilloni*, *Gammarus zaddachi* та два види десятиногих.

Риби за числом рослиноїдних видів стоять на наступному місці після комах, але далеко поступаються їм у цьому відношенні. З 47 видів риб-фітофагів переважна частина зосереджена в одному ряді – *Cypriniformes* і навіть в одній родині *Cyprinidae*.

Про амфібії, що харчуються водними рослинами, відомості украй невизначені. Відомі 7 видів птахів, для яких є загальні вказівки на поїдання ними водних рослин. Число рослиноїдних видів ссавців – 5.

Для всіх видів роду *Potamogeton* нараховані 124 види фітофагів (89 безхребетних і 35 хребетних). Для видів рдесників, притаманних гирловій частині р. Дністер, співвідношення наступні: *P. natans* – 51 вид, *P. lucens* – 35, *P. perfoliatus* – 34, *P. pectinatus* – 19, *P. crispus* – 10.

З деякими широко поширеними звичайними представниками *Nymphaeaceae* пов'язане також значне число тварин-споживачів. Найбільше число видів – з *Nymphaea candida* (5 видів).

Для родини *Hydrocharitaceae* загалом зареєстровано 80 видів (64 безхребетних і 16 хребетних).

У родині *Haloragaceae* – 6 видів кормових *Myriophyllum*, якими харчуються 53 види (38 безхребетних і 15 хребетних).

Серед *Lemnaceae* виявлено 5 видів кормових рослин і пов'язаних з ними 46 видами тварин (32 безхребетних і 14 хребетних). Найбільше число їх у *L. minor* – 24 та *L. trisulca* – 11 видів.

В родині *Ceratophyllaceae* для двох його представників визначено 42 види гідрофітофагів (22 безхребетних і 20 хребетних), з них для *Ceratophyllum demersum* – 30.

Загалом можна відзначити, що в 11 родин з 16 (цілком занурених і занурених з плаваючим листям) є види рослин з широким і обмеженим спектром фітофагів. До останніх належать *Ranunculaceae*, *Elatinaceae*, *Trapaeeae*, *Callitrichaceae*, *Menyanthaceae*. До їх частки належать лише поодинокі види фітофагів.

Серед *Superaceae* відомо 42 види кормових рослини, з якими трофічно пов'язані 116 видів тварин (92 безхребетних і 24 хребетних). Це число розподіляється між окремими видами рослин дуже нерівномірно.

У *Gramineae* на 30 видів кормових рослин виявлено 182 види тварин-споживачів (160 безхребетних і 22 хребетних), причому нерівномірність їх розподілу по окремих видах рослин виражена ще різкіше, ніж в попередній родині. Тільки на *Phragmites communis* зосереджено 85 видів тварин. Це число є найвищим серед всіх 312 зареєстрованих кормових рослин.

На 6 видів *Typhaceae* зареєстроване 70 видів тварин (60 безхребетних і 10 хребетних). При цьому 56 видів зосереджено на *Typha latifolia*, 16 – на *T. angustifolia*.

Для *Alismataceae* відмічено 67 видів тварин-споживачів (53 безхребетних та 14 хребетних). З них на *Alisma plantago-aquatica* – 34 види, на *Sagittaria sagittifolia* – 25, на *S. latifolia* – 8 видів.

Для *Sparganiaceae* на 6 видів *Sparganium* відмічено 65 видів (42 безхребетних і 23 хребетних).

З *Umbelliferae* пов'язане менше число фітофагів – 18 видів тварин (14 безхребетних і 4 хребетних), з них 8 – на *Cicuta virosa*.

З спорових лише на хвощ *Equisetum fluviatile* – 6 видів, а на *E. palustre* – 2 види.

З погляду трофічної спеціалізації розглядаються угруповання облігатних, факультативних фітофагів і поліфагів.

До групи облігатних відносяться всі види *Nematoda*, *Homoptera* та *Lepidoptera*, *Thysanoptera*, *Heteroptera*. До цієї групи також входять 98 % видів водяних *Coleoptera*. Дуже значне число облігатних рослиноїдних видів серед *Diptera* – 81 %. Факультативні фітофаги за числом видів складають 18 %. Це види *Trichoptera*, *Phyllophora*, *Ostracoda*, *Isopoda*, *Plecoptera*, *Insectivora*.

Типовими поліфагами, у складі їжі яких присутній листовий алохтоний матеріал, детрит можна назвати, наприклад, *Asellus aquaticus*, не менше 15 видів *Trichoptera*, які разом з вищими водяними рослинами поїдають кору дерев і чагарників.

У багатьох фітофагів при живленні макрофітами незмінно виявляється трофічна вибірковість. Показовим прикладом може бути *Limnaea stagnalis* – один з найзвичайніших молюсків прісних вод [38].

Число вищих рослин, спожитих цим ставковиком, обчислюється не менше ніж 40 видами, що відносяться до 20 родин. З них віддається перевага *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *L. trisulca*. На другому місці стоять *Stratiotes aloides*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Alisma plantago-aquatica*.

Серед *Coleoptera* прикладом вибіркового відношення можна привести *Galerucella nymphaeae*. Набір кормових рослин цього жука і його личинки

містить 21 вид вищих рослин, що відносяться до різних родин і до різних екологічних груп. Але жук і його личинка явно віддають перевагу німфейним.

Дуже слабо виражена вибірковість у личинок *Phryganea grandis* з *Trichoptera*. Ця фріганеїда є всеїдним видом, який споживає разом з вищими рослинами і тваринну їжу. З рослин личинки *Ph. grandis* віддають явну перевагу *Ceratophyllum demersum*, на другому місці – *Potamogeton lucens*.

Серед *Lepidoptera* поліфітофагія найбільш поширена серед гусені тих видів метеликів, які відрізняються якнайкращою адаптацією до життя у воді. Вони харчуються підводними та надводними органами макрофітів. Це багато представників *Pyrallididae*, головним чином з *Hydrocampinae*. Всі без винятку багатояїдні фітофаги цієї підродини виявляють ясну харчову вибірковість.

Гусінь *Nymphula nymphaeata* споживає 19 видів рослин, що відносяться до 10 родин, але явна перевага віддається *Nymphaea candida*, *Potamogeton lucens* та *P. natans*. У гусені *Paraponux stratiotata* налічується 7 видів кормових рослин, що відносяться до 6 родин, з них переважними є *Stratiotes aloides* та *Potamogeton lucens*. У набір кормових рослин гусені *Acentropus niveus* входять 9 видів, що відносяться до 7 родин, але найбільш охоче з'їдаються *Potamogeton perfoliatus*. Серед *Diptera* вираженим поліфагом є *Hydrellia cruralis* (*Ephydriidae*). Ця муха та її личинка споживають 13 видів вищих рослин, з них 11 відносяться до роду *Potamogeton*. Перевага ж віддається 6 видам рдесників, що мають плаваюче листя.

Серед ссавців необхідно відзначити живлення нутрії. Нутрія поїдає не менше 54 видів водяних рослин, що відносяться до 22 родин різних екологічних угруповань. Так, охоче поїдаються рогози, а найменш охоче споживаються кушир, уруть (*Myriophyllum spicatum*), настурція (*Nasturtium officinale*), особливо ж погано та лише зрідка споживається частуха (*Alisma plantago-aquatica*). У ондатри зареєстровано 51 кормову рослину, що відноситься до 26 родин. З них вона віддає перевагу надрічковому хвощу, молодим пагонам і кореневищу очерету, рогозам та очеретам, листям і стеблам осик. Подібну виразну вибірковість виявляє також водяний щур. З приведених вище прикладів можна бачити, що широта набору кормових рослин у поліфітофагів йде за рахунок рослин, що мають для даного виду другорядне значення.

1.7.4 Трофічні зв'язки з макрофітами фітофагів окремих таксономічних груп

Трофічні зв'язки нематод. Всього відомо близько 30 видів нематод, пов'язаних з макрофітами. Вони виступають мінерами листя, стебел, коріння. Виявлені *Heterodera* та галові *Meloidogyne*.

Ними уражаються як водяні, так і наземні рослини. Це поліфітофаги з дуже широким спектром кормових рослин.

Трофічні зв'язки черевоногих молюсків (*Mollusca*, *Gastropoda*). Трофічний спектр черевоногих молюсків гирлової ділянки р. Дністер, можна оцінити за роботою Е.А. Цихон-Луканіної [39]. Живі та відмерлі вищі водяні рослини, водорості, рослинний алохтоний матеріал, бактерії, цвілеві гриби, живих і мертвих тварин споживає *Lymnea stagnalis*. Число видів кормових макрофітів досягає 40, які належать до 20 родин. Відмічені на *Sagittaria sagittifolia*, *Potamogeton crispus*, *P. perfoliatus*, *Lemna trisulca*, *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*, *Stratiotes aloides*, *Hydrocharis morsus-ranae*.

Radix ovata, як і більшість інших *Gastropoda*, – форма всеїдна, споживаюча рослинну і тваринну їжу. Найдетальніше з якісної та кількісної сторін живлення досліджено на *Ceratophyllum demersum*, *Lemna minor*.

Добові раціони по цих рослинах, у відсотках від ваги тіла, становлять: 10,7-7,5 % – *Ceratophyllum demersum*, 7,2 % – *Lemna minor*, що в 2-3 рази перевищує енергетичні потреби тварини. *Alisma* (стебла), *Stratiotes*, *Nuphar*, *Polygonum* та *Potamogeton* споживалися в кількості, що задовольняла енергетичні потреби молюска без надлишку.

Для *R. auricularia* головною їжею є водорості одноклітинні та нитчасті, охоче поїдається детрит.

Aplexa hypnorum – форма всеїдна, особливо охоче споживає печіночник *Riccia fluitans*.

Coretus corneus – молюск всеїдний, але з режимом переважно сапрофаговим. Мул, водорості та рослинні залишки складають його головну їжу, тільки при їх відсутності він споживає живі рослини.

Planorbis planorbis у досить великій кількості споживає *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton perfoliatus*. Добовий раціон по цих рослинах становить 5-9 % від ваги тіла. Ігнорується *Hydrocharis morsus-ranae*, *Polygonum amphibium*, *Sparganium erectum*.

Viviparus contectus (*Viviparidae*) – форма змішаного живлення, що споживає як рослинну, так і тваринну їжу. Відмічений на *Stratiotes aloides*, *Potamogeton perfoliatus*.

Уникає *Alisma plantago-aquatica*, *Ceratophyllum demersum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Nuphar lutea*, *Polygonum amphibium* та *Sparganium erectum*.

Bithynia tentaculata (*Hydrobiidae*) споживає детрит, діатомові та зелені одноклітинні й нитчасті водорості, а також тканини вищих рослин. З макрофітів вважає за краще *Alisma plantago-aquatica*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton perfoliatus*, *Hottonia palustris*. Відкидалися *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Nuphar lutea*, *Polygonum amphibium*, *Sparganium erectum*.

Melanopsis dufouri – основною їжею служать *Alisma plantago-aquatica*, *Hippuris vulgaris*, *Hottonia palustris*, *Najas marina*, *Potamogeton crispus*, *P. lucens*, *P. perfoliatus*, *P. pusillus*. Ігнорується або споживається лише у відмерлому стані *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Lysimachia vulgaris*, *Nymphaea alba*, *Nymphoides peltata*, *Polygonum amphibium*.

Серед молюсків немає жодного виду, який був би спеціалізованим споживачем макрофітів. Всі вони споживають, окрім живих вищих рослин, водорості, відмерлий алохтоний рослинний матеріал, детрит, а більшість з них, також, тканини тварин (головним чином мертвих).

У всіх молюсків спостерігається ясне виборче відношення до різних видів рослин. Улюбленими рослинами для більшості є рдесники, ряски, частуха (стебла), далі тілоріз, болотяна незабудка.

Майже всіма молюсками ігноруються *Elodea canadensis*, *Sparganium erectum* та *Hydrocharis morsus-ranae*, *Ceratophyllum demersum*, *Hottonia palustris* й деякі інші рослини.

Трофічні зв'язки *Crustacea*. Серед нижчих ракоподібних (*Entomostraca*) живлення макрофітами відмічено у дуже обмеженого числа видів – черепашкових ракоподібних (остракод), а саме: *Cypris pubera*, *Dolerocypris fasciata* та *Herpetocypris cheuvreuxii*.

Остракоди зіскоблюють м'які тканини листа, залишаючи незайманими тільки жилки. Серед *Malacostraca* живлення тканинами вищих водяних рослин поширене в набагато більшій мірі. Воно відмічене видів з рядів *Isopoda*, *Amphipoda* та *Decapoda*.

З *Isopoda* тільки для водяного вісліюка (*Asellus*) відмічене живлення *Lemna minor*, *L. trisulca*. Цей вид віддає перевагу водоростям і листовому опаду. Тваринне живлення у водяного вісліюка не відмічене.

Gammarus pulex є в основному рослиноїдним і тваринна їжа (трупини) не грає істотної ролі в його живленні. Перевагу віддає *Ceratophyllum demersum*. Водорості, особливо діатомеї, мають в живленні *G. pulex* другорядне значення.

Gammarus lacustris – євритопний вид. Харчовий спектр його виявився надзвичайно різноманітним і складався з різних одноклітинних і нитчастих водоростей, харових, ряски, уруті, куширів, споживаних як в живому, так і відмерлому вигляді. Крім того, в харчовий спектр *G. lacustris* входять і найрізноманітніші тварини, як живі, так і їх трупини (губки, коловертки, гілковусі і веслоногі ракоподібні, личинки різних комах, черв'яки й ін.).

Astacus astacus – основою живлення дорослих осіб є тваринна їжа, рослинна їжа відіграє значну роль тільки в ранньому віці, в решту часу – є лише доповненням до їжі тваринної.

У *A. leptodactylus* тваринна їжа становить в середньому близько 9 %, а більш ніж 90 % – на рослинну їжу. Харчуються в основному стеблами очерету, підгризаючи їх в самій нижній підводній частині.

Трофічні зв'язки *Insecta*. З видів ногохвісток (*Collembola*), які тримаються на воді або біля самої води. Точні відомості про харчування їх водними квітковими рослинами є для *Sminthurides aquaticus* [40]. За даними М.Б. Скотланда цей вид є факультативним мешканцем *Lemna minor* [41]. Ряска для нього є джерелом їжі та субстратом для відкладання яєць.

Одноденки (*Ephemeroptera*), за роботою С.С. Іванової, що присвячена живленню *Ephemeroptera*, вищі водяні рослини споживаються *Cloeon dipterum*, *Ephemerella ignita*, *Heptagenia sulphurea* [42].

Найбільше значення вищі рослини мають в живленні личинок *E. ignita*. Личинки виявляють добре виражену харчову вибірковість: вони збираються у більшій кількості на *Potamogeton lucens*, ніж на *Ceratophyllum demersum*, але максимальна кількість їх зосереджується на листовому опаді.

Менше значення мають вищі водяні рослини в живленні личинок *Cloeon dipterum*, які харчуються, головним чином, епіфітними діатомеями. Личинки старшого віку разом з діатомеями, нитчастими водоростями й опалим листям дерев, споживають пагони *Potamogeton*. Личинки *I. sulphurea* також є споживачами перифітону й алохтоного листового матеріалу.

Волохокрилі (*Plecoptera*) – в більшості є хижаками, але ряд личинок споживає рослинну їжу. Рослини відіграють істотну роль в їжі личинок. Для личинок *Amphinemura cinerea* та *Protonemura meyeri* кормовими рослинами є *Glyceria fluitans* і алохтоний рослинний опад.

У напівжорсткокрилих (*Heteroptera*) рослиноїдні види є винятком. Відомі 4 види, які харчуються вищими водяними рослинами. З них три види (*Aelia acuminata*, *Eurygaster testudinarius* та *Eusarcoris inconspicuus*) – типові гігрофіли. Личинки *Ischnorynchus resedae* харчуються наземними рослинами та разом з ними листям і насінням *Typha latifolia*.

Жорсткокрилі (*Coleoptera*) – дуже велика група, але детальна інформація про живлення водяних жуків відсутня. Окремі відомості про живлення цих комах та їхніх личинок зустрічаються в дослідженнях, присвячених різним сторонам екології жуків, а також у визначниках, зведеннях й ін. [43].

Це стосується тих видів, які трофічно пов'язані з водяними рослинами та є облігатними фітофагами або поліфагами. Всього є відомості про живлення вищими водяними рослинами для 117 видів *Coleoptera*, які відносяться до 45 родів і п'яти родин.

Найбільш представлені серед рослиноїдних жуків дві родини: *Chrysomelidae* – 65 видів і *Curculionidae* – 47 видів.

Багато видів родини плавунців (*Dytiscidae*) є мешканцями зони водяних заростей. Проте відомо про виключно хиже живлення цих жуків не тільки в личинковій, але й в дорослій стадіях.

Водолюби (*Hydrophilidae*), як і плавунці, є звичайними мешканцями макрофітних асоціацій. Точні відомості є тільки про живлення *Hydrous piceus* – великого водолюба.

Двокрилі (*Diptera*) налічують 148 видів, личинки яких безпосередньо пов'язані з живими водяними рослинами. Найбагатше представлені три родини: *Chironomidae* – 71 вид, *Agromyzidae* – 26 видів, *Ephydriidae* – 22 види, *Itonididae* – 7 видів, *Tipulidae* – 4 види. Останні 12 родин представлено 1-3 видами кожне [44,45].

Враховані види хірономід у переважній більшості випадків є фітофагами, але деякі з них споживають також іншу їжу (планктон, детрит й ін.). Серед *Chironominae* виявлено 161 вид, личинки яких трофічно пов'язані з вищими рослинами.

Ряд *Trichoptera* більш пов'язаний з водяним середовищем, ніж з повітряним [46-48]. Серед личинок *Trichoptera* є значна група видів і цілі родини з рослинним або змішаним типом живлення – 41 вид з родин *Leptoceridae* – 16, *Limnophilidae* – 14, *Phryganeidae* – 6, *Polycentropidae* – 3, *Psychomyiidae* – 1 і аж до *Hydropsychidae* – 1 вид.

У наборі кормових рослин *Trichoptera* присутні 18 видів занурених, 14 – з плаваючим листям, 9 – напівзанурених. При цьому слід зазначити, що всі личинки харчуються тільки частками рослин, які знаходяться у воді.

Личинки *Trichoptera* при масовій появі здатні значно впливати на фізіологічний стан кормових рослин. При цьому у деяких видів на споруду будиночків йде значно більше рослинного матеріалу, ніж на живлення. В цьому відношенні личинки *Trichoptera* схожі з деякими видами водяної гусені.

Серед *Lepidoptera* (метелики) відомі 9 родин з видами, гусінь яких харчуються водяними рослинами. Це *Pyrallidae*, *Cossidae*, *Nepticulidae*, *Tortricidae*, *Momphidae*, *Eupistidae*, *Orthoteliidae*, *Noctuidae*, *Olethreutidae*. Гусені всіх цих видів є облігатними фітофагами. Серед гусені, пов'язаної з водним середовищем, в стоячих водоймах помірної зони є тільки єдине виключення – *Senta maritima* з *Noctuidae*, гусінь якої є нічним хижаком.

Тільки надводними частинами харчуються *Arsilqne albovenosa*, що мешкає на осоках, злаках, прибережних чагарниках, на рогозах (*Typha latifolia* та *T. angustifolia*), листя яких вона скелетує. *Nonagria subflava* харчується листям *T. latifolia* та стеблами *Juncus sp.* *Coenobia rufa*, ігноруючи стебла *Juncus articulatus*. Крупна гусінь *Erastria argentula* та *E. uncula* поїдає листя та стебла *Carex* і *Cyperus*. *Herminia cribrumalis* і *Leucania comma*, що мешкають на рослинності заболочених луків, поїдають листя та стебла *Phragmites*. Проте, серед *Noctuidae* є група видів, гусінь яких харчується підводними частинами рослин – молодими пагонами, стеблами, корінням. Ці види придбали здатність в нормі мешкати під водою. Зберігаючи дихання атмосферним повітрям, вони періодично піднімаються до поверхні води для оновлення запасу повітря, або

запозичують його з повітряних порожнин рослин, наприклад, гусінь метелика *Arzama obliqua*.

Серед кормових рослин водяної гусені *Noctuidae* майже виняткове значення мають напівзанурені *Typha*, *Phragmites*, *Scirpus*, *Glyceria*, *Sparganium*. Ними харчуються 34 з 35 видів гусені. Крім того, серед кормових рослин *Noctuidae* є німфейні. Проте ними харчується гусінь лише одного виду – *Bellura melanopyga*. Ця гусінь робить міни в черешках і плаваючому листі *Nuphar* і *Nymphaea*.

В родинях *Cossidae*, *Nepticulidae*, *Eupistidae*, *Orthoteliidae* та *Tortricidae*, які повністю охоплюють 11 видів лускокрилих, пов'язаних з водним середовищем, трофічні відносини гусені з водними рослинами схожі з такими у *Noctuidae*. Кормовими рослинами для них є *Typha*, *Scirpus*, *Phragmites*, *Caltha*, *Cyperus*, *Sparganium*, *Glyceria* й інші напівзанурені рослини.

Як і у *Noctuidae*, тут має місце гусінь, яка харчується надводними та підводними частинами рослин залежно від пристосованості до водного середовища.

З шести видів *Tortricidae*, гусені чотирьох видів – *Archips obsoletana*, *Bactra majorina*, *B. robustana*, *Cacoecia rosaceana*, харчуються тільки надводними частинами напівзанурених рослин, а два види – *Bactra furfurana* та *B. lanceolana*, мінують підводні частини стебел *Juncus* і *Cyperus*.

Серед 24 видів *Pyralididae*, пов'язаних з водними рослинами, є лише поодинокі види метеликів, гусінь яких харчуються тільки надводними частинами рослин.

Найповніше пристосування до водного способу життя виявляють представники підродини *Hydrocampinae*. Основне значення в живленні *Hydrocampinae* мають *Potamogetonaceae*, *Nymphaeaceae*, *Lemnaceae*.

У більшості видів *Lepidoptera*, гусінь яких пов'язана з напівзануреною рослинністю, головну роль в живленні відіграють очерет і рогіз. Дія гусені на кормові рослини може бути вельми значною.

1.8 Стан нерестовищ пониззя річки Дністер і Дністровського лиману

Ще на початку ХХ ст. пониззя р. Дністер, лим. Дністровський і прилегла озерно-плавнева система були єдиним природним комплексом – саморегульованою екосистемою, яка була місцем відтворення, нагулу й зимівлі цінних видів риби і безхребетних.

Унікальність умов цього комплексу забезпечувала його високу продуктивність і біорізноманіття.

Початок корінних змін в екосистемі Нижнього Дністра, покляло будівництво в 1954-1955 рр. вдсх Дубоссарського, що призвело до зміни гідроекологічного режиму, майже повної втрати нерестовищ прохідних риб, корінної зміни біології й умов нересту напівпрохідних риб – основних об'єктів промислу [49]. Погіршили ситуацію обвалування берегів на всьому протязі річки – від м. Дубоссари до її пониззя. Якщо до 1954 р. площа основних нерестовищ туводной іхтіофауни складала близько 270 км², то після зарегулювання стоку й обвалування берегів вона скоротилася до 30-40 км².

В результаті будівництва повносистемних ставкових господарств в районі с. Яськи (Облрибкомбінат), с. Червона Коса (РАКП «Червоний рибак»), с. Маяки (РАКП «Придністровець»), с. Сухолуж'я (РАКП «Зоря») і в Карагвольській затоці (недобудоване до нині, покинуте ставкове господарство концерну «Чорне море») в період з 60-х по 80-і рр. ХХ ст. вилучено близько 3,2 тис. га плавнів і заплавлених земель, які раніше були нерестовищами цінних аборигенних видів риб.

Під час будівництва вдсх Дубоссарського та наповнення його чаші, відбулося різке зменшення меженної (мінімальної) витрати води р. Дністер нижче греблі водосховища, яке продовжувалося впродовж 11 подальших років. За період експлуатації Дубоссарської ГЕС (з 1955 по 1967 рр.) загальна водність річки не перевищувала 50-70 % від середніх показників будь-якої п'ятирічки, починаючи з 1940 р. У подальші роки меженні витрати води р. Дністер так і не досягли значень попереднього періоду. Вони були близькими до значення двох мінімальних за водністю періодів – 1949-1950 та 1953-1954 рр.

Подальшому погіршенню екологічного стану сприяло будівництво Новодністровської ГЕС в 1981 р. Якщо в 1965-1971 рр. середньорічний стік річки становив 12 км³, то в 1982-2000 рр. – 6,5 -10,4 км³, а річний водообмін лиману знизився з 19 до 14 кратного, що сприяло наростанню ефтрофікації екосистеми [1].

Вилучення частини стоку, що відбувалося в маловодний період, а також вирівнювання витрат води в річці, призвели до обсихання окремих плавневих ділянок і часткової зміни біоценозів.

Впродовж останнього десятиріччя в Дністровському лим. спостерігається прогресуюче збільшення біомаси фітопланктону, що пов'язано з антропогенним ефтрофуванням, яке викликає зміни сапробіологічного стану. На сьогодні показники біомаси фітопланктону, в окремих районах лиману сягають 20,0 г/дм³ і більше, хоча в 50-і роки ХХ ст. (до зарегулювання стоку вдсх Дубоссарським) цей показник становив 47-564 мг/дм³, а в 1970-1980 рр. (до будівництва вдсх Новодністровського) – 130,5-9325,0 мг/дм³.

Негативний вплив на екосистему та біопродуктивність лиманово-гирлового комплексу р. Дністер надає не тільки загальне скорочення середньорічного об'єму стоку, але й зміни в режимі рівнів води річки. Багаторічні спостереження за екосистемою гирлової ділянки р. Дністер показали, що оптимальний режим рівнів води для ефективного природного нересту риб повинен забезпечувати та відбуватися у такій послідовності:

- а) заповнення плавневої зони до початку розмноження;
- б) підтримку достатнього рівня води в період дозрівання і нересту риби, вилуплення личинок та їх зростання й розвитку;
- в) плавне зниження рівня води в період після нересту, що дозволяє молоді без втрат скотитися в річку і Дністровський лиман.

Після будівництва вдсх Новодністровського такий режим не витримується, що призвело до багатократного зниження ефективності використання нерестовищ [50]. На сьогодні, площа нерестовищ Дністровського лиманово-гирлового комплексу не перевищує 30-35 км², а з урахуванням змін режиму рівнів води р. Дністер у весняний період і стан озерно-плавневої системи (заростання озер, відсутність єриків, що пов'язують їх з річкою й ін.), для нересту придатні лише від 18 до 32 км² нерестовищ.

Після того, як гребля Дубоссарської ГЕС в 1954 р. відрізала верхню та середню ділянки р. Дністер, які мають гірський характер, піщані та галечникові ґрунти збереглися тільки на невеликих ділянках нижнього б'єфу ГЕС. В основному, пониззя р. Дністер є рівнинною частиною, дно якої покрите мулистими відкладеннями. В результаті, безповоротно втрачені нерестовища осетра та білуги, а також значна частина нерестовищ севрюги й оселедця, що знаходяться вище за течією.

До одного з цінних об'єктів промислу в Дністровському лим. належав також рибець, його частка в уловах в окремі роки досягала 75,5 %. На нерест рибець підіймався по Дністру до м. Галич [51]. Гребля Дубоссарської ГЕС перервала шлях нерестової міграції риби, а значне зменшення нерестових площ в нижньому б'єфі призвело до подальшого зниження чисельності цього виду в уловах. Популяція багатьох видів напівпрохідних риби розділилися на дві частини – нижнього і верхнього б'єфу.

Причому для літофільних риби нижнього б'єфу умови відтворення значно погіршали, що в результаті призвело до зміни структури популяції, термінів нересту, зниженню плодючості, темпу зростання та їх чисельності [49].

Погіршенню умов відтворення і зниженню чисельності туводних риби сприяла також втрата, в результаті обвалування, заплави низов'їв річки, що заливалася водою у період весняного водопілля [52].

Значний внесок в дестабілізацію екосистеми лим. Дністровського і низовий р. Дністер внесло будівництво в 1970 р. судноплавного каналу від Цареградського гирла до порту в м. Білгород-Дністровському. В результаті цього об'єм морської води, який щорічно надходить до лиману, збільшився з 3,7 до 4,0-4,5 км³, що призвело до загального осолонення та скорочення опрісненої зони лиману. Це сприяло загальному зниженню продуктивності водойми, скороченню ареалу нагулу промислових видів риби і річкового рака.

В екосистемі Дністровського лиманово-гирлового комплексу останніми роками відбулися істотні зміни. Погіршала якість води р. Дністер, знизилася загальна біологічна продуктивність екосистеми, зменшилась видова різноманітність іхтіофауни та запаси основних промислових видів риби, відбувається замулювання заплавлених озер.

Біоценози гирлової частини р. Дністер знаходяться на межі деградації, що у свою чергу негативно впливає на біологічні ресурси та рибопродуктивність лим. Дністровського. Основні причини такого стану – зменшення водообміну в системі «русло-заплава-лиман» в результаті надзвичайного високого регулювання стоку р. Дністер, велике неврегульоване господарське навантаження на екосистему басейну річки, втрата значної частини нерестовищ туводних, напівпрохідних і прохідних риб, нераціональний промисел і відсутність ефективних методів його регулювання. Тому необхідні пошук оптимальних умов експлуатації та підтримки рівноважного стану екосистеми, розробка відповідних заходів, направлених на поліпшення умов відтворення водних живих ресурсів, а також збереження їх біологічної різноманітності.

Найбільш важливими залишаються проблеми поліпшення екологічного стану лиманно-гирлового комплексу р. Дністер. В першу чергу, запобігання забрудненню його акваторій господарськими, промисловими і сільськогосподарськими стоками, а також оптимізація водообміну в системі «русло-заплава-лиман» гирлової зони в нерестовий період. Гідравлічний режим цієї ділянки р. Дністер і рибопродуктивність всього лиманово-гирлового комплексу головним чином визначаються попусками води з розташованих вище за течією річки водосховищ (Новодністровського та Дубосарського).

При витратах води у вершині гирлової ділянки більше $530 \text{ м}^3/\text{с}$ через озера і протоки забезпечується водообмін плавневих масивів розташованих в гирловій зоні р. Дністер, відбувається інтенсивне очищення води, створюються сприятливі умови для нересту риби.

При витратах води менше $530 \text{ м}^3/\text{с}$ – водообмін зменшується, йде заростання та замулювання заплавлених водойм, знижується інтенсивність природного самоочищення озерно-плавневої системи, яка в цьому випадку сама забруднює воду продуктами розкладання біологічних організмів при недостатньому водообміні. Для забезпечення ефективного нересту, подальшого ската молоді в річку та лиман попуск повинен бути розтягнутий за часом не менше ніж на 60-80 діб з поступовим плавним зниженням рівня води [50].

В 2010 р. наповнення водою плавневої системи пониззя р. Дністер почалось у другій половині квітня і до початку заборонного періоду на рр. Дністер, Шв. та Гл. Турунчук рівень води був вище на 60-80 см середньорічного. У цей період спостерігався заходження на плавневі нерестовища ляща, тарані, срібного карася.

Як показали багаторічні спостереження нерест сазана в пониззях р. Дністер і лим. Дністровському починається при температурі $14,8-15,8 \text{ }^\circ\text{C}$ і закінчується при $- 20,7-22,0 \text{ }^\circ\text{C}$ (табл. 1.17.), нерест ляща починається при температурі $11,2-12,9 \text{ }^\circ\text{C}$ і закінчується при $- 19,4-19,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (табл. 1.18), нерест тарані починається при температурі $10,1-12,7 \text{ }^\circ\text{C}$ і закінчується при $- 14,7-15,8 \text{ }^\circ\text{C}$ (табл. 1.19), нерест судака починається при температурі $11,2-12,6 \text{ }^\circ\text{C}$ і закінчується при $- 18,0-18,7 \text{ }^\circ\text{C}$ (табл. 1.20), нерест карася починається при температурі $14,7-15,8 \text{ }^\circ\text{C}$ і закінчується при $- 20,6-22,0 \text{ }^\circ\text{C}$ (табл. 1.21).

Таблиця 1.17 – Строки нересту сазана в пониццях р. Дністер і лим. Дністровському за період з 1999 по 2008 рр.

№ п/п	Рік	Початок нересту, дата	Температура води, °С	Масовий нерест, дата	Закінчення нересту, дата	Температура води, °С
1	1999	30.04	15,0	10.05	25.07	20,9
2	2000	03.05	15,1	13.05	29.07	20,8
3	2001	02.05	14,8	12.05	30.07	22,0
4	2002	04.05	15,1	16.06	28.07	21,9
5	2003	02.05	15,4	10.05	25.07	21,0
6	2004	02.05	15,2	11.05	28.07	20,9
7	2005	06.05	14,9	13.05	29.07	21,1
8	2006	04.05	15,8	17.05	26.07	20,7
9	2007	01.05	14,7	12.05	23.07	21,2
10	2008	02.05	15,4	14.05	27.07	21,4

Таблиця 1.18 – Строки нересту ляща в пониццях р. Дністер і лим. Дністровському за період з 1999 по 2008 рр.

№ п/п	Рік	Початок нересту, дата	Температура води, °С	Масовий нерест, дата	Закінчення нересту, дата	Температура води, °С
1	1999	18.04	11,2	02.05	20.05	19,4
2	2000	17.04	11,8	06.05	22.05	19,6
3	2001	15.04	11,2	03.05	19.05	19,3
4	2002	20.04	19,8	02.05	21.05	19,4
5	2003	18.04	12,0	04.05	19.05	19,5
6	2004	14.04	11,7	01.05	20.05	19,6
7	2005	17.04	12,9	05.05	23.05	19,7
8	2006	20.04	12,9	03.05	21.05	19,9
9	2007	13.04	10,8	03.05	19.05	19,4
10	2008	17.04	12,7	02.05	21.05	19,8

Таблиця 1.19 – Строки нересту тарані в пониззях р. Дністер і лим. Дністровському за період з 1999 по 2008 рр.

№ п/п	Рік	Початок нересту, дата	Температура води, °С	Масовий нерест, дата	Закінчення нересту, дата	Температура води, °С
1	1999	13.04	10,8	29.04	02.05	15,2
2	2000	10.04	10,1	23.04	30.04	15,0
3	2001	12.04	10,9	25.04	03.05	14,9
4	2002	11.04	10,5	21.04	01.05	14,9
5	2003	14.04	10,3	28.04	04.05	15,7
6	2004	12.04	10,6	22.04	02.05	15,3
7	2005	15.04	11,0	20.04	30.04	14,9
8	2006	13.04	10,0	24.04	02.05	15,8
9	2007	10.04	10,2	25.04	01.05	14,7
10	2008	17.04	12,7	30.04	04.05	15,6

Таблиця 1.20 – Строки нересту судака в пониззях р. Дністер і лим. Дністровському за період з 1999 по 2008 рр.

№ п/п	Рік	Початок нересту, дата	Температура води, °С	Масовий нерест, дата	Закінчення нересту, дата	Температура води, °С
1	1999	17.04	11,2	30.04	10.05	18,3
2	2000	19.04	12,1	28.04	10.05	18,5
3	2001	17.04	11,5	02.05	11.05	18,0
4	2002	19.04	12,6	01.05	08.05	18,4
5	2003	18.04	12,0	03.05	11.05	18,3
6	2004	18.04	11,7	02.05	10.05	18,2
7	2005	18.04	11,5	03.05	13.05	18,5
8	2006	20.04	12,9	04.05	10.05	18,7
9	2007	18.04	11,2	30.04	12.05	18,3
10	2008	16.04	12,5	01.05	12.05	18,2

Таблиця 1.21 – Строки нересту карася в пониззях р. Дністер і лим. Дністровському за період з 1999 по 2008 рр.

№ п/п	Рік	Початок нересту, дата	Температура води, °С	Масовий нерест, дата	Закінчення нересту, дата	Температура води, °С
1	1999	30.04	15,0	10.05	25.07	20,9
2	2000	01.05	14,9	12.05	29.07	20,8
3	2001	02.05	14,8	11.05	30.07	22,0
4	2002	02.05	14,9	15.05	26.07	21,4
5	2003	04.05	14,8	13.05	28.07	20,6
6	2004	04.05	15,0	11.05	27.07	21,0
7	2005	02.05	15,2	11.05	28.07	20,9
8	2006	04.05	15,8	17.05	26.07	20,7
9	2007	01.05	14,7	12.05	23.07	21,2
10	2008	02.05	15,4	14.05	27.07	21,4

Прохолодна погода у квітні 2010 р. затримала проходження нересту риб. До середини квітня віднерестилася значна частина плідників судака, частково тараня, лящ. Похолодання, яке почалося у перших числах травня, затримало нерест срібного карася і сазана. Масовий нерест сазана і срібного карася спостерігався у другій декаді травня 2010 р. у верхів'ї лим. Дністровського та міжріччі Дністра і Гл. Турунчука. Рівень води у плавневих нерестовищах гирлової ділянки р. Дністер в цей час знизився та продовжував знижуватися до кінця місяця (табл. 1.22).

Таблиця 1.22 – Рівень води, см, у плавневих нерестовищах верхів'я лим. Дністровського та міжріччі Дністра і Гл. Турунчука в 2010 р. (за даними Нижньодністровської інспекції Держрибохорони)

Рівень води, см	Місяці					
	I	II	III	IV	V	VI
Середній за I декаду	91	111	114	122	115	143
Середній за II декаду	110	127	118	120	122	148
Середній за III декаду	111	127	120	116	130	146
Середній за місяць	111	121	117	119	126	145

В 2010 р. з вдсх Новодністровського, з 10 квітня по 10 травня було проведено екологічно-репродукційний попуск для обводнення плавневих нерестовищ в пониззі р. Дністер. Такі терміни біологічно обґрунтовані для створення сприятливих умов нересту риби в пониззі р. Дністер. Але обсяги скиду води в 2010 р., за встановленим регламентом, не відповідали інтересам рибного господарства Одеського регіону. Низькі обсяги скиду води, забезпечили обводнення нерестовищ лише на 10-15 %. Зменшення витрат скиду води, яке відбувалося з 25 квітня, суттєво погіршило і без того вкрай складні умови нересту. Затяжна, холодна весна поточного року затримала дозрівання плідників риби, тому їх нерест прийшовся на першу декаду травня (табл. 1.23), коли безпідставно зменшились витрати скиду води з 400 до 300 м³/с.

Не обґрунтовано в 2010 р. підтримувався рівень води у верхньому б'єфі вдсх Дубоссарського, що додатково погіршало ситуацію.

Таким чином, ефективності проведення екологічного попуску води в 2010 р. вкрай не задовільна.

При обстеженні плавневих нерестовищ, випадків масового осушення ікри, загибелі личинки та плідників риби не відмічалось.

Таблиця 1.24 – Строки нересту основних промислових видів риби на нерестовищах в пониззях р. Дністер і лим. Дністровському в 2010 р.

Вид	Початок нересту, дата	Температура води, °С	Наявність масового нересту, дата	Температура води, °С	Закінчення нересту, дата	Температура води, °С
Тараня	15.04	14,2	24.04	16,3	08.05	17,6
Судак	15.04	14,2	22.04	15,9	08.05	17,6
Лящ	17.04	14,6	30.04	16,7	15.05	18,1
Срібний карась	24.04	16,3	15.05	18,1	-	-
Короп	24.04	16,3	15.05	18,1	-	-

Вся риба, яка віднерестилась, та частина молоді, що окріпла, зійшли з нерестовищ у рр. Дністер, Шв. та Гл. Турунчук і лим. Дністровському. Наприкінці травня й у червні 2010 р., в ранці та вечорі в прибережних зонах лиману (в заростях очерету) відмічався нерест сазана і срібного карася.

Виходячи з проведених спостережень, вважаємо, що умови для проходження нересту на плавневих нерестовищах пониззя р. Дністер і лим. Дністровському навесні 2010 р. були вкрай незадовільні, що може бути причиною формування низьковрожайних поколінь основних промислових риби Нижньодністровського лиманно-гирлового комплексу.

2 ЗВ'ЯЗОК ВОДНО-СОЛЬОВОГО РЕЖИМУ НИЖНЬОГО ДНІСТРА З ВІТРОВИМИ ЗГІННО-НАГІННИМИ ПРОЦЕСАМИ

Екологічний стан всього гирлового біоценозу р. Дністер залежить головним чином від режиму рівнів і витрат води. Останній же в першу чергу визначаються тією частиною сформованого на басейні стоку, яка досягає гирлової області після вилучень на господарські потреби. При надмірному вилученні води виникає дефіцит біологічно необхідного об'єму стоку, що може спричинити екологічну катастрофу та деградацію всього природного гирлового комплексу.

Так, наприклад, маловодість в традиційно багатоводні місяці (норма стоку за IV-VII місяці рівна $440 \text{ м}^3/\text{с}$), коли середні місячні витрати води в квітні-червні були в 1986 р. 177, 172, 173, $159 \text{ м}^3/\text{с}$, а в 1987 р. – 143, 161, 348, $138 \text{ м}^3/\text{с}$ (у червні був створений штучний паводок, який в деякій мірі згладив катастрофічну ситуацію) була в значній мірі обумовлена непомірним вилученням стоку Дністра на заповненні втрат з Дністровського водосховища, бо місткість його за 1983-85 рр. була повністю затоплена (рис. 1.2).

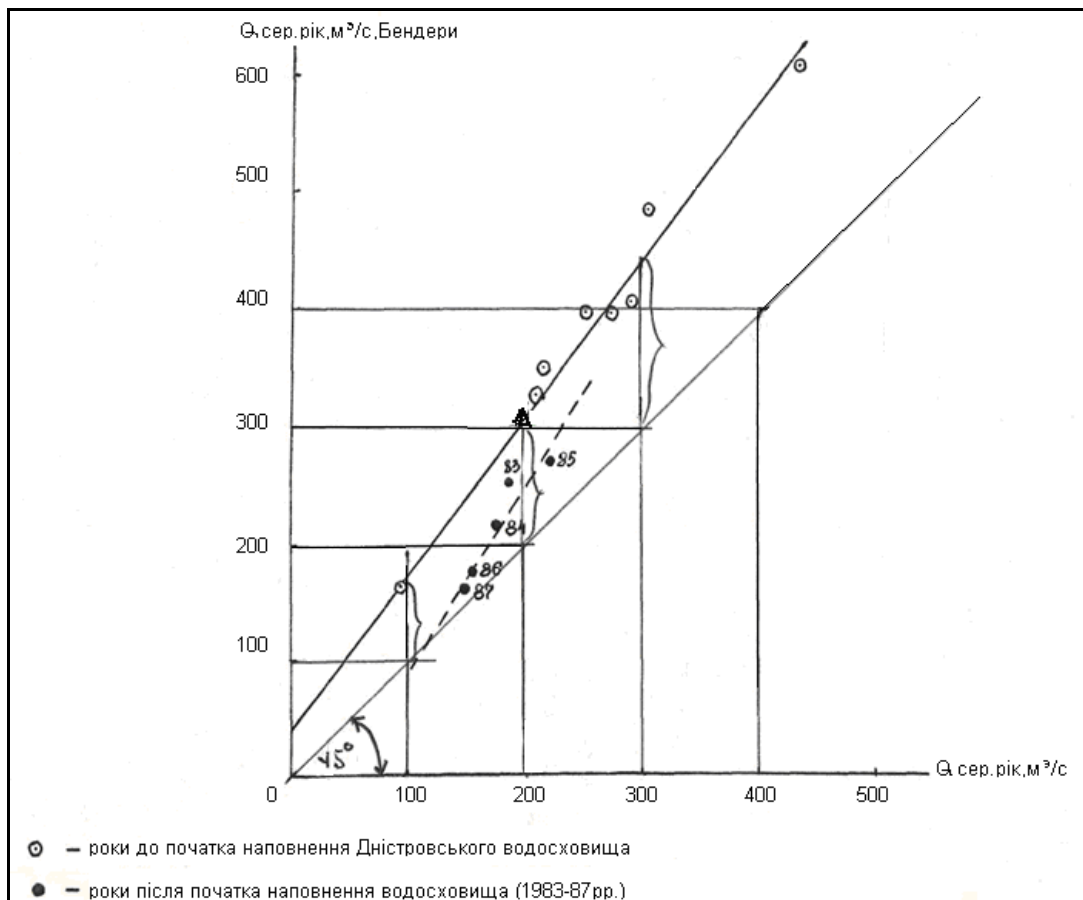


Рисунок. 2.1 – Графік зв'язку середньорічних витрат води р. Дністер на водпостах Бендери і Залещики [22]

Стік в Бендерах перевищував стік в Маяках приблизно на 0,6 в 1986 р. і на 0,4 в 1987 р. Вказану різницю можна пояснити постійно діючим водозабором на зрошування і водопостачання. Безповоротний водозабір з р. Дністер на ділянці нижче м. Бендери складав 220 млн. м³, а по водозаборах Дністровського управління зрошувальних систем – 135 млн. м³ і на водопостачання близько 220 млн. м³. Ці дані цілком пояснюють різницю в об'ємі річного стоку між с. Маяки і м. Бендери, одержану в 1985 і 87 роках в 0,4-0,6 разів.

Отже, виходячи з вищенаведеного аналізу зміни водності Нижнього Дністра з урахуванням безповоротного водозабору можна укласти, що в 1986 і 1987 роках майже весь об'єм поверхневого і підземного стоку на ділянці Залещики-Маяки, тобто з величезної водозбірної площі, рівної 47400 км², був втрачений повністю.

Слід підкреслити, що в екологічному аспекті найчутливішим до всякого порушення природних гідрологічних умов є період квітень-липень, час щонайвищої біологічної активності всього тваринного і рослинного світу плавневої системи. Тому водність річки, об'єм і якість води поступаючої в плавневу систему у вказаний період, є основним чинником, що визначає життєдіяльність всього гирлового біоценоза. У природних умовах, до зарегулювання річки Новоднестровським водосховищем, водність річки за місяці квітень-липень складала в середньому 440 м³/с в об'ємі це 4637952 тис.м³ води, або 46% річного стоку, причому на квітень доводилося 15.4%, на травень, червень і липень – 10.6%, 9.8%, 10.2% відповідно.

За сторічний час спостережень були окремі роки, в які водність за період квітень-липень були критичною, внаслідок чого спостерігалось багато негативних явищ. Опит місцевих старожилів дозволяє одержати деякі відомості про режим плавнів, нересту, заморах, рибогосподарському використуванні Дністра в маловодні роки (1946, 1950, 1959) і порівняти їх водність з водністю Дністра нижче Дністровського водосховища за 1983-1987 рр.

2.1 Зв'язок водно-сольового режиму річки та плавневих водойм

У пониззях Дністра наявність вельми широкої заплави та значної території плавнів, зв'язаних з лиманом, обумовлює дуже значне розпластування паводків. Амплітуда рівнів води у вказаному районі складає всього 232 см. Максимальний історичний рівень води в с. Маяки рівний 1,04 м БС, а історичний мінімум рівня по цьому ж пункту рівний – мінус 1,28 м БС [22].

Власне плавні представляють загалом рівну (з грудкуватим мікрорельєфом) з незначним ухилом у бік лиману поверхню, з переважаючими відмітками дна від мінус 0,3 до мінус 0,5 м БС.

Дуже важливим елементом водного режиму пониззя Дністра є висота стояння рівнів води в біологічно активний період, який доводиться умовно на квітень-липень місяці. Життєдіяльність всього плавневого комплексу визначається площею і глибиною затоплення, а отже висотою і тривалістю стояння річкових рівнів різної висоти. Вибір екологічно оптимального режиму попусків з одного боку повинен визначатися водністю, затопленням плавніше, мінералізацією води в різних їх поєднаннях, з іншої ж теми потребами, які представляє до їх режиму весь біоценоз для свого нормального функціонування.

Рівні пониззя Дністра визначаються: 1) витратами стоку води з басейну, формуючими середнє стійке базисне положення рівня річкових вод і пов'язаних з ним рівнів плавнів і лиману; 2) відхиленнями згінно-нагінних рівнів від базисних.

Для пояснення динаміки і взаємозв'язку рівнів водойми гирлової області Дністра приводимо профіль дна і водної поверхні (рис. 1.15). На профілі виразно видно, що дно Дністровського лиману є надзвичайно і широкий високолежачий поріг між морем і річкою, що визначає характер водообміну і солеобміну між морем і річкою. До споруди Білгород-Дністровського морського порту і прокладки підводного каналу з глибинами, здатними пропускати морські судна, дно лиману було порогом завдовжки 36 км від моря у Цареградського гирла до гирла р. Дністер. У той час випадки перевалювання морської води в пониззя Дністра по дну лиману були рідкісними явищами. Після прокладки глибоководного каналу завдовжки Дністровського лиману можливість перевалювання морської води в пониззя Дністра значно зросла: мінералізація води в самому лимані збільшилася в 3-4 рази, а в р. Дністер в створі с. Маяки в 2 рази і знаходиться на критичному рівні (втім таке зростання солоності стимулюється і зростанням мінералізації стічних вод).

Заплавні водойми Нижнього Дністра взаємозв'язані майже безперервним водообміном з руслом річки. Гідродинамічні процеси в гирловій області визначають взаємозв'язок гідрологічних, гідрохімічних і гідробіологічних характеристик водойм, річки, лиману та плавнів. Крім цього на процеси в гирловій області впливає водно-сольовий режим Чорного моря.

Водообмін в гирловій області визначається, в основному, трьома природними чинниками: 1) стоком води з басейну; 2) вітровими згонами та нагонами води; 3) рівнем моря в його північно-західній частині.

Вплив річкового стоку є очевидним в періоди паводків та водопілля. Витрати та рівні р. Дністер перевищують свої критичні значення, при яких річкові води починають наповнювати плавні, спочатку – по штучних ериках та природних пониженнях прируслового валу, а потім – суцільним потоком через прирусловий вал. На спаді паводків та водопілля, після зворотного переходу через критичний рівень, акумульована в плавнях вода частково повертається до

р. Дністер, а частково, за рахунок рельєфу поверхні плавнів, перетікає в лиман. Особливо інтенсивно це відбувається при одночасному спаді рівня лиману та стоку Дністра.

Другим вагомим чинником водообміну і формування властивостей водних мас гирлової області є вітрові згони та нагони води. Південно-східні вітри (або ті, що мають переважаючу південно-східну складову) викликають нагін морської води до Царьградського гирла Дністровського лиману, через яке ця вода потрапляє в судноплавний канал і далі в лиман, розповсюджуючись по його акваторії тим далі, чим сильніше і триваліше нагінний вітер. Одночасно виникає і вітровий нагін за рахунок безпосередньої дії вітру на водну поверхню лиману. Вітрова течія, як показали спостереження [22], розвиваються головним чином уздовж подовжньої вісі лиману. Потім, від вісі лиману до берегових чагарників, виникає поперечні течії, за рахунок яких вода заповнює плавні.

Нагін та підйом рівня в гирлі р. Дністер створює підпір, за рахунок якого виникає швидкий рух хвилі нагону вверх по руслу річки. Поверхнева течія річкової води слабшає, а потім швидко змінюється зворотним рухом лиманної води, при цьому стік продовжується в придонній частині русла, але при особливо високих нагонах – припиняється [22]. Підпір в гирлі Дністра викликає підвищення рівня води річки, а потім – підвищення рівня води в плавнях, де він також починає зростати.

Таким чином, плавні в процесі нагону заповнюються як з боку лиману, так і з боку русла річки, тобто різними водними масами, які потім частково перемішуються.

При згінах води цей процес розвивається в зворотній послідовності. Сильні згіни, при невисоких початкових рівнях, можуть викликати висушування плавнів.

Найбільший вплив на сольовий режим заплавних водойм надає, крім так званих «хімічних паводків», що поступають з річковим стоком, зворотні течії води, які виникають після згонів. Розрахунок території їх розповсюдження зроблено в роботі [22]. Формування таких течій в лимані відбувається наступним чином: в ході сильних згонів значна кількість лиманної води (порівняно прісної) витікає в море, де вона перемішується з морськими водами. У лимані ж утворюється прируслова воронка депресії, що має крутий зворотний ухил дзеркала на своєму передньому фронті. Після припинення вітрового згону лиманної води, воронка швидко заповнюється морською водою. Це формує значну нерівномірність властивостей «нової» лиманної води та мінливість цих властивостей в часі. Клин солоної морської води, до появи судноплавного морського каналу між морем і портом Білгород-Дністровським, проникав не більш ніж на 10-15 км в лиман від моря [22]. В наслідок появи цього каналу, після згону води, зворотні течії значно посилюються – навіть в с. Маяки спостерігаються значні зростання мінералізації води. Крім цього,

осолонцювання лиману вже відбувається не тільки осьовими, але й поперечними вітрами, які «виносять» солону воду з судноплавного каналу.

Коливання зганяння-наганянь рівня Дністра визначаються в першу чергу витратами (стоком) води в руслі річки. Приплив води з водозбору Дністра утворює «базисний» або «стічний» гідрограф витрат і рівнів, який в межень має майже постійні ординати. Стік водопілля та паводків в нижній частині Дністра має значну тривалість (найчастіше декілька декад) і плавний хід. Дії вітрів зганяння-наганянь утворюють на стічному гідрографі порівняно короткочасні піки другого порядку, позитивні або негативні, різної висоти і тривалості (рис. 2.2).

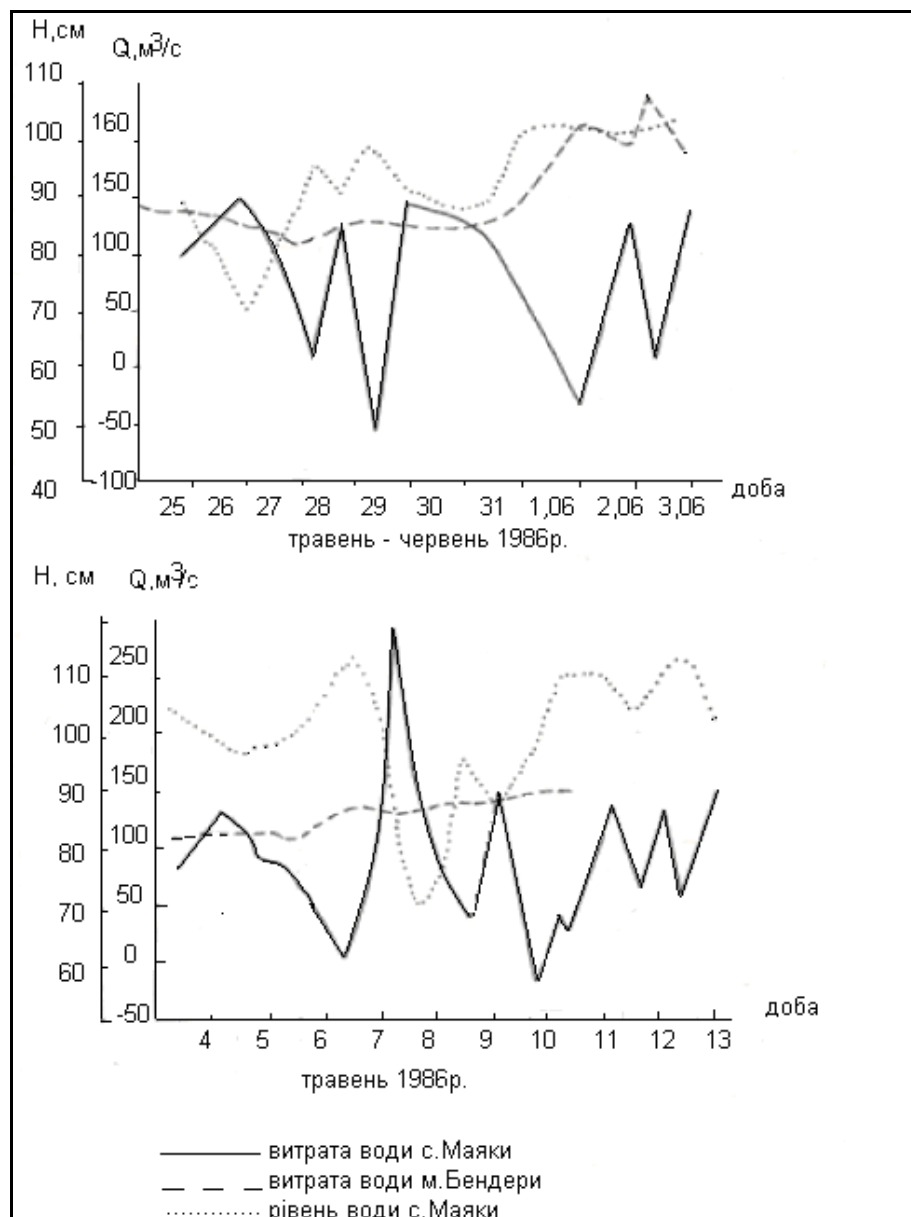


Рисунок 2.2 – Мінливість рівнів води р. Дністер в с. Маяки та витрат води в м. Бендери [22]

На рис. 2.2 видно, що згінно-нагінні денівеляції можуть бути як внутрішньодобовими, маючи тривалість декілька годин (наприклад, за рахунок бризів), так і охоплювати ряд діб (наприклад, при проходженні атмосферних фронтів). Амплітуда згінно-нагінних денівеляцій в руслі р. Дністер тим менша, чим вища висота базисних рівнів води і при високих рівнях в періоди водопілля чи паводків є незначною.

При базисних рівнях, що не сильно відрізняються від критичних нагонів або згонів досить значні та обумовлюють надходження річкових вод в плавні з подальшим її відтоком назад в річку. Ще частішим є водообмін (при будь-яких рівнях) між лиманом і плавнями.

Описаний водообмін має надзвичайно велике значення. Це ілюструє порівняння хімічного складу річкових і лиманових вод, що поступають на плавні при паводках або наганяннях і вод віддаються плавнями при зганяннях. З плавнів витікають води значно очищені, менш мінералізовані, що у ряді випадків збагатять киснем, з меншою кількістю шкідливих компонентів. Таким чином, плавневі очеретяні чагарники ефективно очищають воду, виконують функцію могутніх очисних пристроїв.

Це визначає величезну цінність плавнів. У даному плані водообмін плавневих вод з річковими є особливо важливою умовою оптимального для людини функціонування всього гирлового природного комплексу Дністра.

Площа плавнів вельми значна, тільки прилиманна їх частина нижче Біляївки займає близько 100 км². У минулому дуже високі риби запаси басейну Дністра, особливо його гирловій області, забезпечувалися плавневими нерестовищами.

Останнім часом виникли нові антропогенні дії на режим рідинного і хімічного стоку Дністра, річки, що надзвичайно несприятливо відобразилися на стані, і плавніше, на умовах відтворення риби і якості річкової води. Так, зарегулювання стоку р. Дністер Дністровським водосховищем порушило режим наповнення і спорожнення плавнів, необхідний для нересту і відтворення риби. Затримання стоку у водосховищах у весняний період для підвищення натиску і вироблення електроенергії привело до скорочення стічних рівнів води в річці до значень нижче критичного. Це приводить до обезводнення плавнів в нерестовий період. Зганяння-наганяння денівеляції при таких рівнях стає вельми значними (вони можуть досягати 1,20-1,25 м). Наганяння затопляє плавні і риба виходить на нерестовища, якщо ж потім настає значне зганяння, завжди круте, стрімке, то плавні повністю або місцями втрачають воду, внаслідок чого гинути не тільки ікра і мальки, але і виробники. Подібні умови спостерігалися 1986 року, повторювалися і в 1987 році (рис. 2.3), але в 1988 році були значно пом'якшені попуском води, хоча і що дещо запізнився. Таким чином, останніми роками водообмін зганяння-наганяння виявив і свої несприятливі сторони.

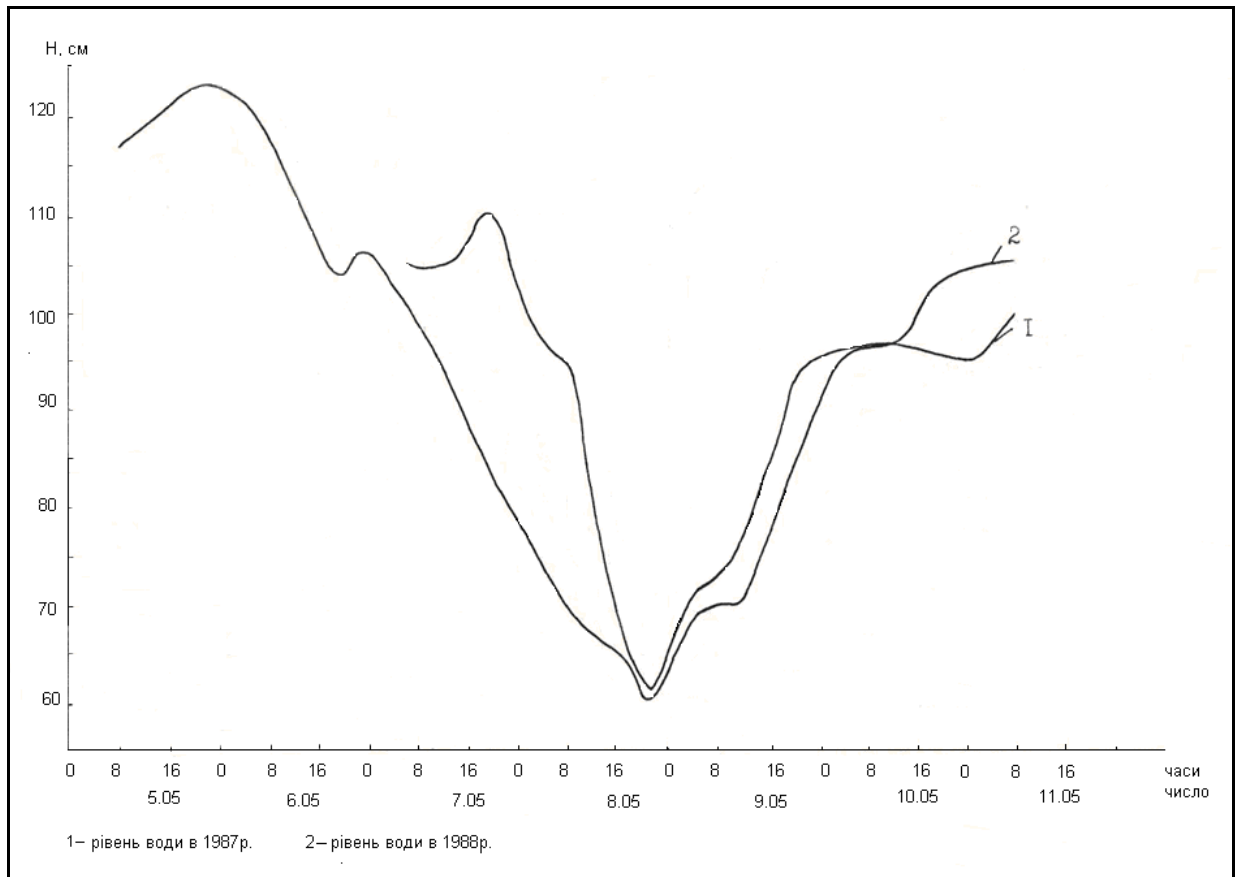


Рисунок 2.3 – Мінливість рівнів води на в/п. с. Маяки за періоди 5-11 травня 1987 р. (1) та 1988 р. (2) [22]

В той же час в значній мірі під впливом відомчої відбувається вилучення (одамбування) плавніше під сільськогосподарські землі і ставки рибоводів, як правило, малоефективні, порушуючи необхідний водообмін, шляхи міграції риб, термічний і кисневий режим як самих одамбованих ділянок, так і прилеглих до них плавневих територій.

Іншим несприятливим антропогенним чинником впливання як на рибні запаси, так і на якість дністровської води, стало забруднення річки за рахунок залпових скидань шкідливих речовин промисловими і сільськогосподарськими об'єктами. На річці приблизно удвічі зросла мінералізація, а періодично спостерігаються хімічні паводки різного походження, які важко відображаються на рибних запасах і водопостачанні м. Одеси і інших населених пунктів. Особливо згубні скидання отруйних стоків при низьких рівнях, тим більше в умовах льодового режиму, при природному збідненні річкових вод киснем.

Як видно зі всього викладеного, функціонування Дністровських плавнів, їх рибні багатства, забезпечення питною водою Одеси і інших населених пунктів, можливість використання гирлової області для задоволення

рекреаційних режимів рівнів по акваторіях цієї області, а також із заходами щодо охорони Дністра від надходження шкідливих стоків. Особливе значення має ту обставину, що зарегулювання Дністровського лиману водосховищами дозволяє створити штучний режим стоку в нижньому б'єфі, в гирловій області. Потрібен такий режим попусків, який в поєднанні з циркуляціями зганяння-наганянь, сформував би оптимальний режим рівнів в річці, на плавнях і в лимані. Режим, що забезпечує збереження і розвиток природних багатств гирлової області Одеси, максимально можливе водоспоживання на зрошення і найбільше допустиме вироблення електроенергії.

2.2 Базисні рівні та їх зв'язок з витратами води

Зміни базисного рівня, пов'язані із зміною стоку та через значну розпластаність паводків, характеризуються вельми плавним ходом, поступовістю підйомів і спадів. Денівеляції ж, викликані вітровими згонами та нагонами виражаються в різких частих, короточасних (іноді внутрішньодобових) коливаннях рівня, дуже значних по висоті. Відсутність тісного однозначного зв'язку між рівнями води і водності річки дуже ускладнює розрахунок стоку в пониззі Дністра (с. Маяки) за кривою витрат $Q = f(H)$. Проте в значних інтервалах часу додатні та від'ємні вітрові денівеляції компенсуються, а середня за весь розрахунковий відрізок часу витрата стає більш менш однозначною функцією середнього рівня. Зокрема виразно видно зв'язок середньорічних рівнів води в створі с. Маяки з середньорічними витратами води в створі м. Бендери (рис. 2.4).

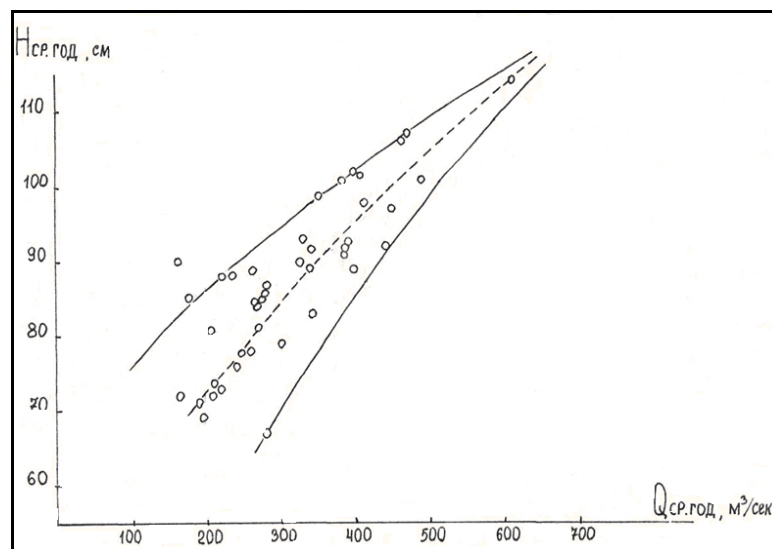


Рисунок 2.4 – Залежність середньорічних рівнів води р. Дністер в с. Маяки від середньорічних витрат води р. Дністер в м. Бендери [22] (мовою оригіналу)

На рис. 2.5 видно, що при малій водності збільшується розкид точок і, навпаки, в роки підвищеної водності простежується тісний зв'язок між середньорічними рівнями води в створі с. Маяки і водністю річки в створі Бендер (збільшенням інтервалу усереднювання розкид точок на графіку декілька скорочується).

На миттєвий стан вирівняного режиму при низькій водності і малих ухилах великий вплив надає вітер, який порушує звичний зв'язок між рівнями води в річці і її водністю. У нижній частині кривої залежності $Q = f(H)$ тобто у міру зменшення витрати річки, спостерігається все більший розкид крапок, тобто зростаючий вплив на рівні вітрового режиму. Як показує аналіз, вгору від кривої $Q = f(H)$ розташовуються крапки при переважанні північних і північно-західних напрямів вітру (нагонів). Нижче за криву лежать крапки при переважанні північних і північно-західних напрямів (згонів).

Середній багаторічний рівень води р. Дністер в с. Маяки рівний 87 см над нулем графіка поста (або мінус 0,18 м БС), а переважаючі відмітки дна плавнів близько мінус 0,5 м БС. Функціонування всієї плавневої системи з його флорою і фауною, вся життєдіяльність цієї системи залежить в першу чергу від водного режиму р. Дністер і Дністровського лиману.

Маловодні роки, коли рівень води в річці і лимані тримається на низьких відмітках, плавневі ділянки стають мілководними, а в окремі місяці (I, II, X) зовсім оголяються. У решту місяців року шар води на плавнях основному не перевищує 10-20. У таких випадках різко скорочуються нерестові і нагульовальні ресурси плавніші. У роки з високим стоянням рівнів води, як наприклад в 1980 р., коли плавні повністю заливалися водою шаром від 0,3 м до 0,9 м, умови для нересту і нагулу риби були сприятливими.

У середній по водності 1984 р. з ходом рівнів близьким середньому багаторічному вся плавнева система покривалася шаром води від 0,18 до 0,5 м. Такі умови можна вважати оптимальними для життєдіяльності водоймища.

Отже, найважливішим і постійно діючим чинником нормальної життєдіяльності всього плавневого комплексу є режим рівнів води Дністровського лиману і плавнів, а також величина стоку р. Дністер, що є єдиною прибутковою частиною водного балансу і визначає середні (базисні) рівні води.

Слід зазначити, що численні озера гирлової області поступове замулюються і в даний час такі відомі плавневі озера як Волошки, Тудорово, Пісарське, Криве, Кругле, Вільга, Олександрівське (М. Турунчук), Сафраново, Манайлово й ін. Завислі наноси, що осідають по обох берегах річки і її рукавів при виході води на заплаву в період паводків, утворили наносні прируслові вали, тягнуться по обох берегах річки і перевищуючі відмітки прилеглих заплавних ділянок на 0,2-0,3 м. Ці вали в даний час при швидкому спаді часто утрудняють вік риби, що віднерестилася, в річку. Враховуючи, що роком

найхарактернішим по вирівняному режиму є середній по водності, нижче робиться аналіз розподілу рівнів води усередині цього року.

Багаторічні дані спостережень, усереднені в крупних інтервалах часу (рік, сезон, місяць) здатні дати уявлення про нормальні або базисні витрати та рівні річки. На рис. 2.5 показані гідрографи рівнів за багаторічний період (норма), а також за багатководний 1980 р. та маловодний 1946 р.

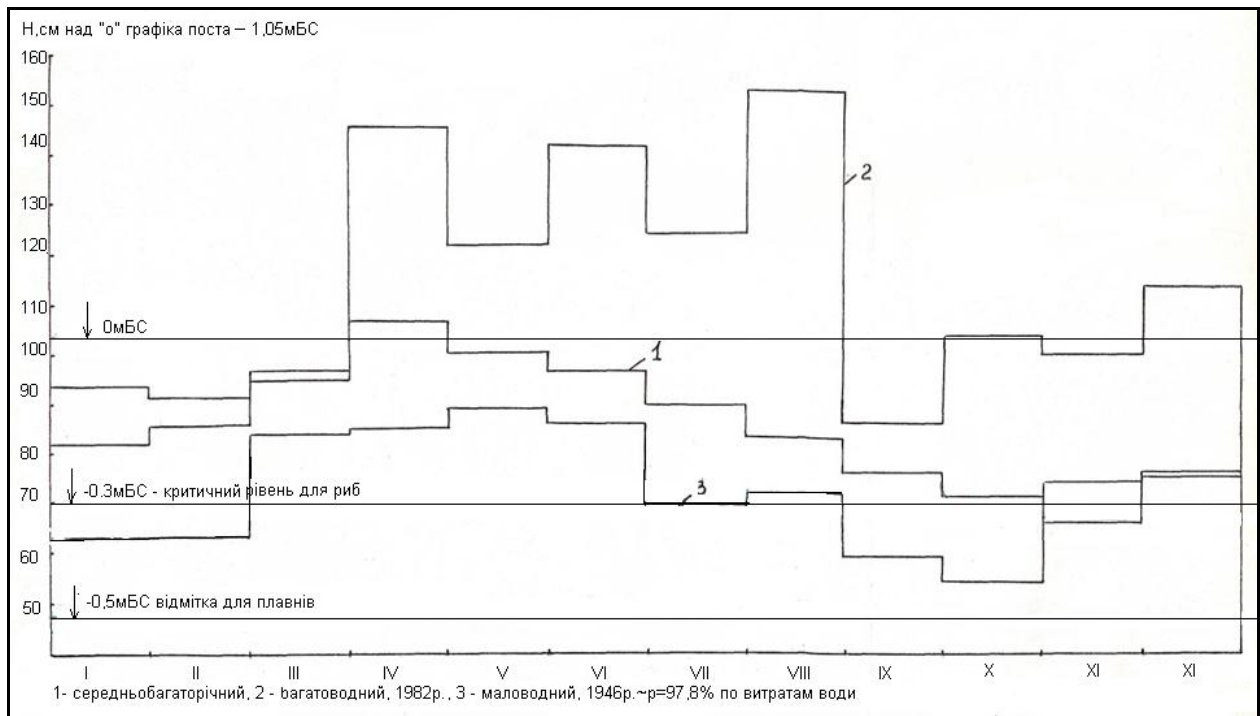


Рисунок 2.5 – Середньомісячні рівні води р. Дністер – с. Маяки (за характерні роки) [22]

Характерною особливістю рівневого режиму пониззя Дністра є незначна його амплітуда (всього 232 см). Як пояснювалося вище, характер режиму в пониззях Дністра залежить не тільки від водності, але і від згінно-нагінних денівеляцій, а отже від режиму вітрів над акваторією Дністровського лиману. Оскільки на розвиток цих процесів в лимані впливає підпір з боку моря, то на рівні річки впливають і вітри над північно-західною частиною Чорного моря. У створі водпоста Маяки з указаних причин не спостерігається тісного однозначного зв'язку між миттєвими рівнями і витратами води, що, як зазначено вище, ускладнює підрахунок стоку в створі р. Дністр – с. Маяки. Хоча через змінний характер згінно-нагінних денівеляцій тіснота зв'язків між рівнями і витратами усередненими у великих (місячних, сезонних, річних) інтервалах часу значно поліпшується, але все таки зв'язок Q від H побудована навіть в річних інтервалах часу звичайно неоднозначний, оскільки в різні роки

(а тим більше сезони або місяці) вітрові денівеляції можуть мати індивідуальні особливості, різний розвиток. При цьому із зростанням витрат, із збільшенням потужності стічної течії зменшується висоти згонів і нагонів, унаслідок чого залежність Q від H стає все більш тісною.

2.3 Вплив вітрових згінно-нагінних процесів на водний режим в гирловій області Дністра та надходження води з русла в плавні

Для пониззя Дністра характерним є різке коливання рівнів води не тільки усередині сезону, місяця, але і усередині діб за рахунок вітрових згінно-нагінних процесів (рис. 2.6).

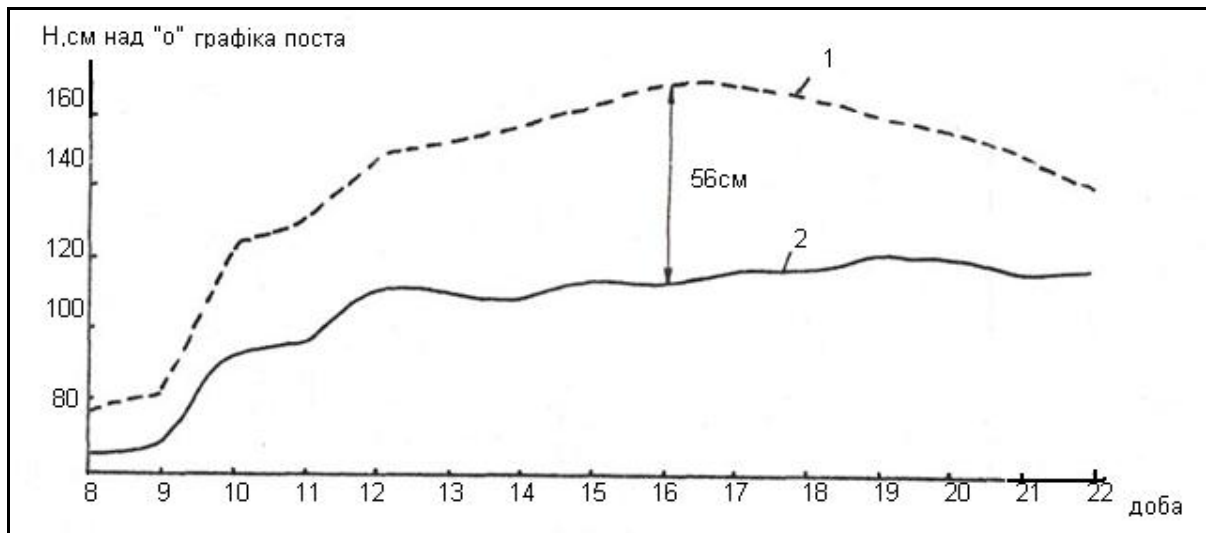


Рисунок 2.6 – Хід рівнів води паводку 1962 р. на р. Дністер – с. Маяки, відмітка «0» графіка – мінус 1,05 м БС (1), та в гирлі, відмітка «0» графіка – мінус 1,0 м БС (2) [22]

На рис. 2.7 графічно зображена залежність числа випадків і величини внутрішньодобової амплітуди від водності річки без урахування сили і напрямку вітру. Зганяння і наганяння спостерігаються дуже часто. За панування вітрів північних і північно-західних напрямів рівні води в морі, лимані і річці починають різко падати, а з припиненням вітру зганяння – падіння рівня припиняється і починається зростання до колишнього рівня з поворотними течіями.

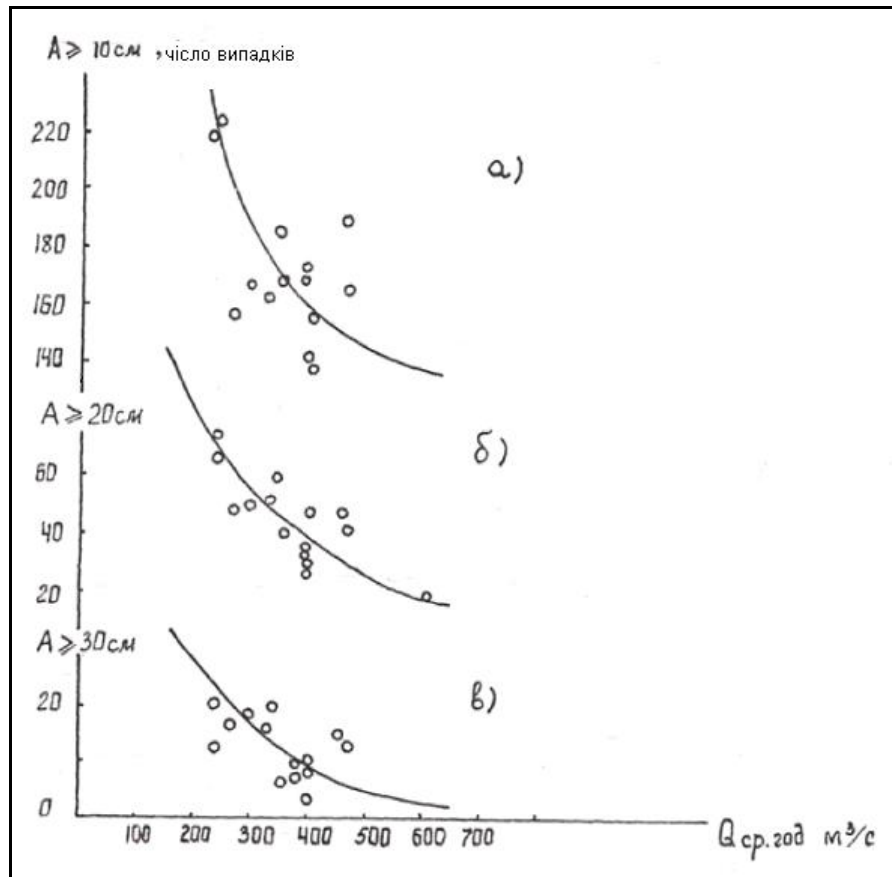


Рисунок 2.7 – Залежність числа випадків вітрових згонів та нагонів з різною внутрішньодобовою амплітудою рівнів від середньорічних витрат по водпосту р. Дністер – м. Бендери [22] (мовою оригіналу)

При вітрах південних і південно-східних і східних напрямів рівні води починають різко підвищуватися, а з припиненнями цих вітрів рівні падають до первинних. Такий безперервний процес коливань рівнів води створює свого роду «дихання плавневої системи», що характеризується інтенсивним водообміном між плавнями, лиманом і річкою, що приводить до поліпшення якості води. Одержувані регулярно записи таких коливань рівнів води на стрічках самописців, дають можливість визначити хід рівнів води усередині кожних діб. Більше число згонів-нагонів, наприклад, утворених бризами, завершується протягом доби або, якщо і протікає протягом 2-3 діб, але значну фазу розвитку своєї амплітуди приходиться протягом календарних діб. Тому внутрішньодобова амплітуда рівнів може служити хорошим індексом висоти зганянь і наганянь, хоча в середньому і поступається останньою по величині.

Для оцінки згінно-нагінних явищ використані безперервні записи рівнів води на системі водпостів р. Дністер – с. Маяки, р. Дністер – гирло (відстань від створу Маяки – 15 км), р. Глибокий Турунчук – гирло. За цими даними встановлено, що при величині витрати води в р. Дністер менше $100\text{-}130 \text{ м}^3/\text{с}$

залежно від швидкості і напрямку вітру відбувається дуже інтенсивна зміна (падіння або підвищення) рівнів води. Виявилося, що інтенсивність падіння або підвищення рівнів знаходиться в тісній залежності від величини витрати води в річці, від швидкості і напрямку пануючих над північно-західною частиною Чорного моря вітрів. У природних умовах в місяці найбільшої біологічної активності, тобто VI-VII при малій водності річки в 1986 і 1987 роках спостерігалися випадки масової загибелі риби на нерестових площах. Причина загибелі риби була у тому, що в 1986 і 1987 роках в квітні-липні місяцях було штучно створене виняткове маловоддя, ухил річки був близький до нуля і деколи мінявся на зворотний. У таких умовах спостерігалось інтенсивне зростання рівнів води при вітрі наганяння, різке його падіння при вітрі зганяння. Риба, спровокована підйомом рівнів води виходила на нерестові площі і не встигала повернутися в річку або лиман через незвичайне для цього часу різке падіння рівнів і гинула. За ці два роки природним рибним запасам нанесена надзвичайно велика утрата.

Між рівнями нагонів в річці та на плавнях існує дуже тісний зв'язок у вигляді лінійної залежності [22]

$$H_n = 26,4 + 0,7 \cdot H_p, \quad (2.1)$$

де H_p – максимальне значення рівня води в р. Дністер на в/п. в с. Маяки, при його підйомі за рахунок вітрового підпору, см (над «0» графіка в/п.);

H_n – максимальне значення рівня води в плавнях Нижнього Дністра, при його підйомі за рахунок вітрового підпору, см (над «0» графіка в/п. в с. Маяки).

Ця залежність близька до функціональної.

Вважаючи в (2.1) $H_p = H_n = H_{кр}$, де $H_{кр}$ – критичний рівень води в Дністрі, при якому починається ефективне надходження води з річки на плавні, одержуємо $H_{кр} = 88$ см [1]. Приріст шару води на плавнях в результаті підйому річкового рівня над критичною відміткою до величини H_p складає

$$H_n = H_p - 88. \quad (2.2)$$

При найбільшому заповненні плавнів внаслідок нагону водне дзеркало має такий ухил від річки до центру плавнів I_1 :

$$I_1 = (H_p - H_n)/L_1 \quad (2.3)$$

де L_1 – відстань від річки до центру плавнів.

Далі до лиману поверхня рівня води повинна набувати увігнутого характеру при середньому ухилі I_2 , меншому ухилу I_1 :

$$I_2 = 0,5 \cdot I_1. \quad (2.4)$$

Об'єм води (V), поступаючий на плавні за час нагону, вважаючи, що приріст ΔH є приблизно середнім на площі розповсюдження хвиль нагону, можна оцінити по наближеній формулі

$$V = (H_p - 88) \cdot F_3, \quad (2.5)$$

де F_3 – розрахункова площа затоплення, при високих нагонах наближається до загальної площі плавнів.

Таким чином, об'єм заповнення плавнів збільшується із зростанням H_p , яке пов'язане і із збільшенням рівня в лимані. З початком спаду рівнів в річці, дуже швидко зменшуються рівні і на плавнях, як це видно з рис. 2.8.

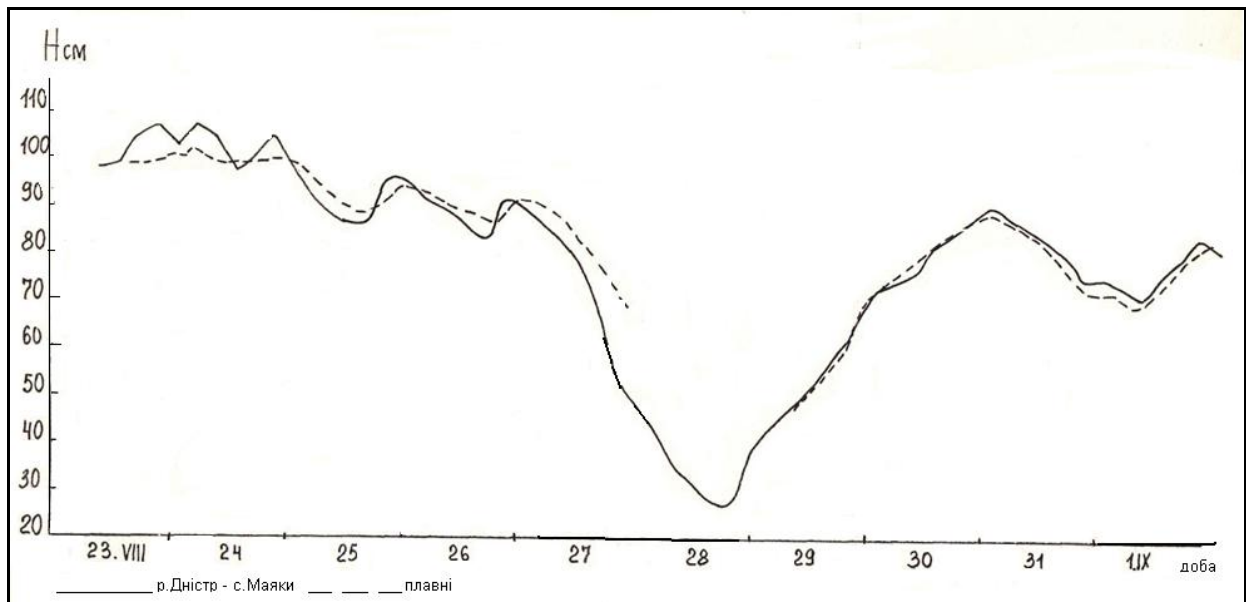


Рисунок 2.8 – Суміщений графік ходу рівнів води р. Дністер на водомірних постах с. Маяки та Плавні з 23-31 серпня по 1 вересня 1988 р. (за даними В.М. Гонтаренко) [22]

Частина акумульованого плавнями об'єму повертається назад в річку, а частина розвантажується в лиман, рівні якого в середньому на 15-20 см нижчі, ніж на Маякському посту. Розвантаження плавнів в річку на початку спаду рівнів очевидно йде інтенсивніше, ніж скидання у бік лиману. Але поворотне стікання в річку швидше скорочується. При рівні $H_p = 88$ см повернення води до Дністра майже припиняється, обмежуючись після цього тільки дуже повільним розвантаженням через рідкісні заглиблені ерики. У подальшому спорожненні плавнів головну роль виконує вже скидання в лиман. При $H_p < 88$ см різниця в рівнях річки і плавнів стає неістотною.

Далі приведені суміщені графіки ходу рівнів у Маяках, гирлі Дністра, Білгород-Дністровському (центр лиману) і Царьградському гирлі, на межі лиману з морем (рис. 2.9-2.17).

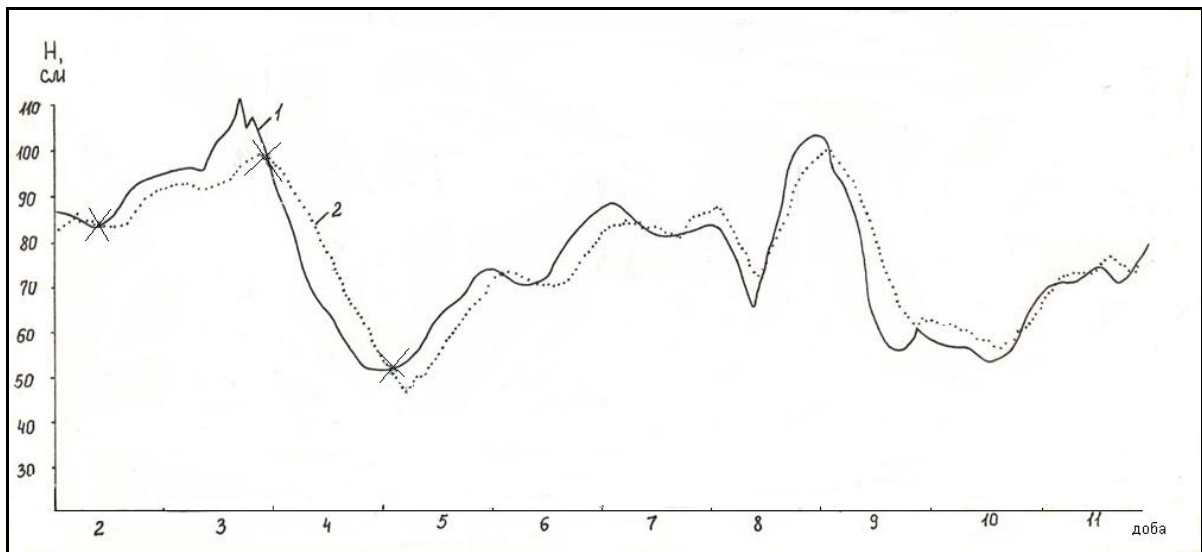


Рисунок 2.9 – Сумісний хід рівнів води за даними водомірних постів с. Маяки (1) і Плавні (2) за 1-11 вересня 1988 р. (за даними В.М. Гонтаренко) [22]

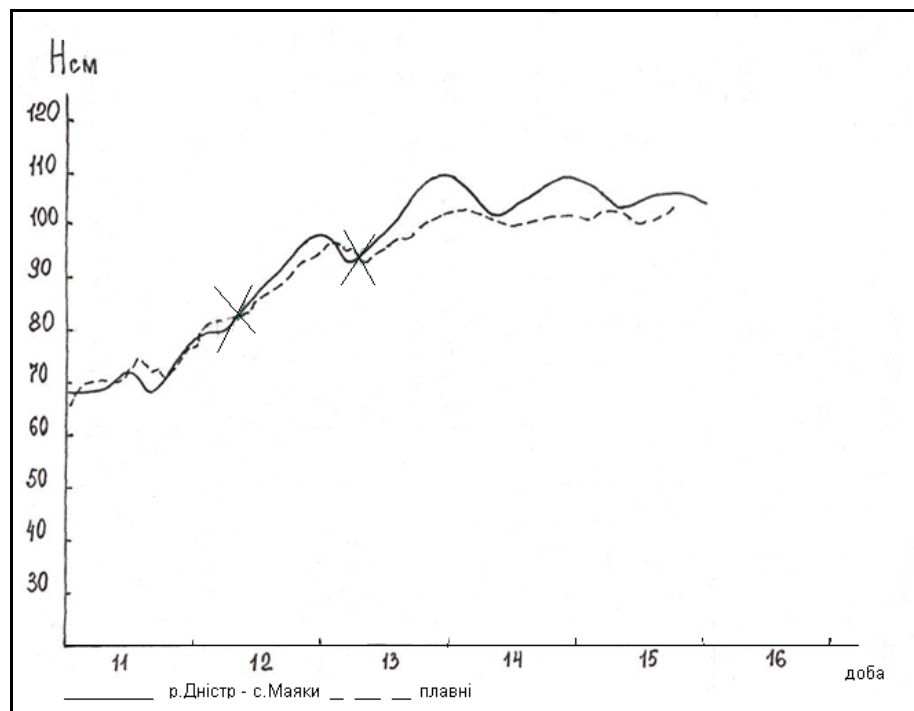


Рисунок 2.10 – Сумісний графік ходу рівнів води р. Дністер на водомірних постах с. Маяки та Плавні за 11-16 вересня 1988 р. (за даними В.М. Гонтаренко) [22]

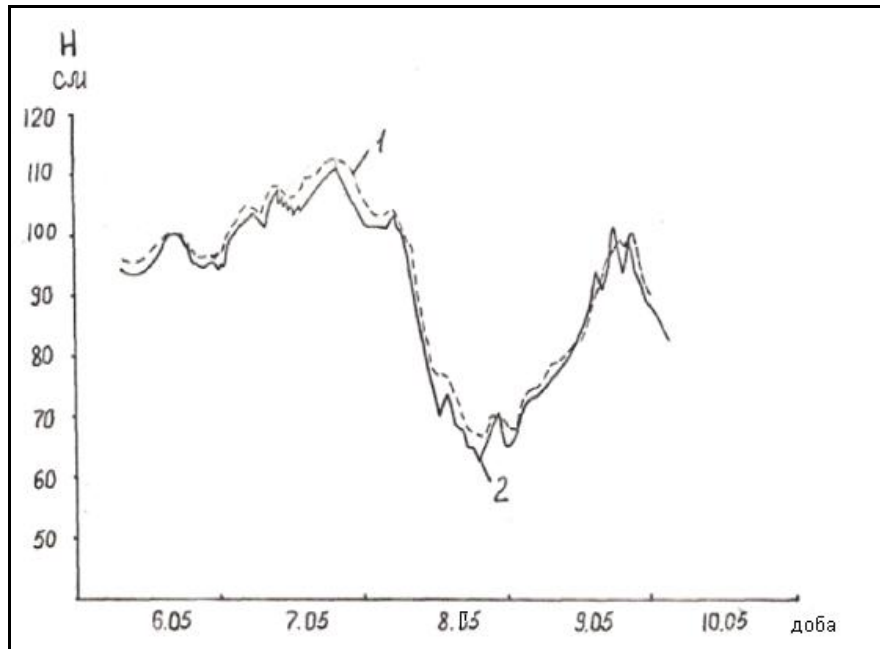


Рисунок 2.11 – Мінливість щогодинних рівнів води р. Дністер – с. Маяки (1) та р. Гл. Турунчук – гирло (2) (за даними В.М. Гонтаренко) [22]

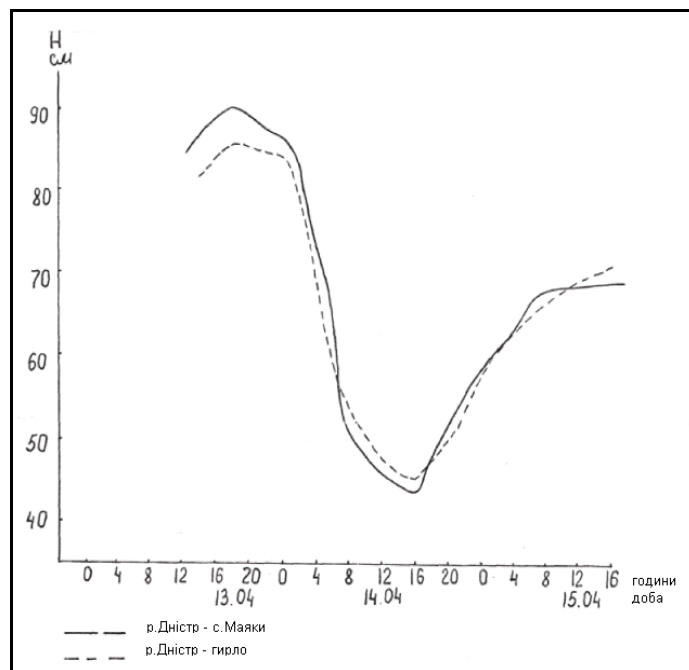


Рисунок 2.12 – Мінливість рівнів води р. Дністер в межень при згінному вітрі за 13-15 квітня 1974 р. (за даними В.М. Гонтаренко) [22]

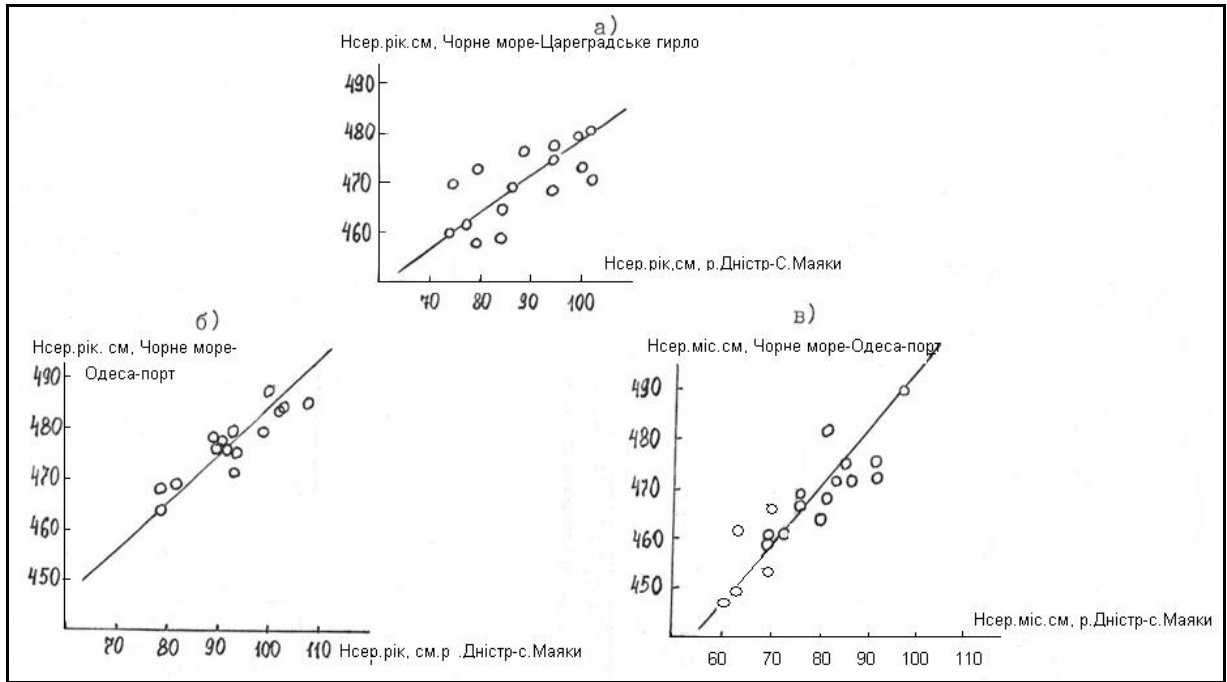


Рисунок 2.13 – Зв'язок середньорічних (а), (б) і межених середньомісячних (в) рівнів води Чорного моря та р. Дністер – с. Маяки [22]

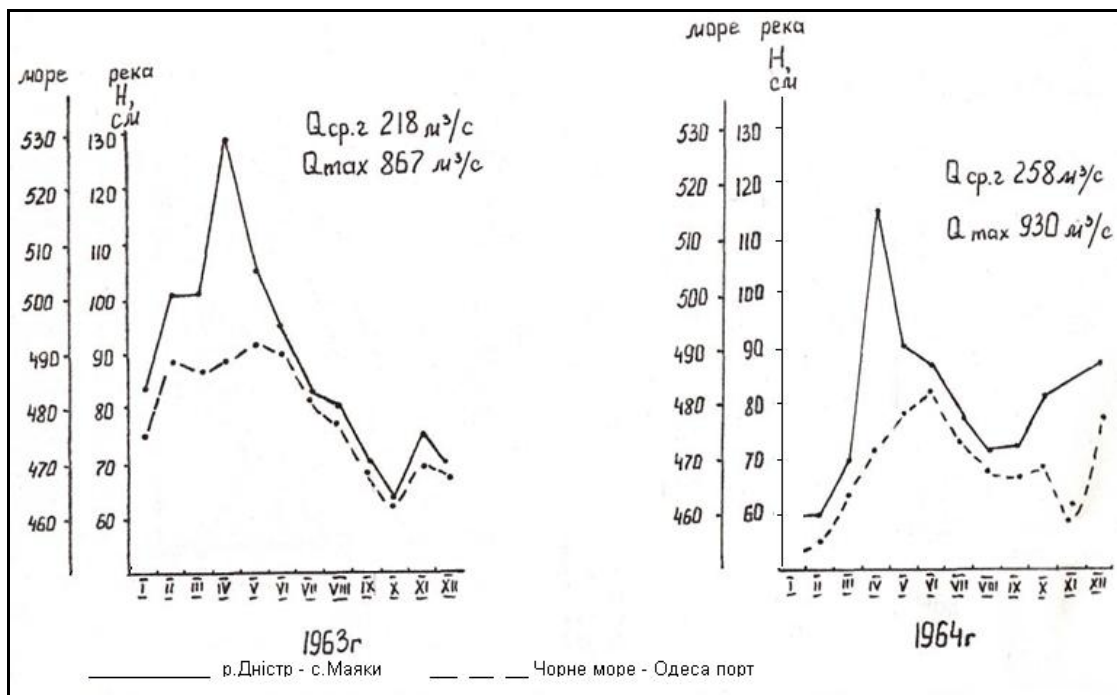


Рисунок 2.14 – Сумісний хід середньомісячних рівнів води р. Дністер – с. Маяки та Чорного моря – порт Одеса (за даними В.М. Гонтаренко) [22] (мовою оригіналу)

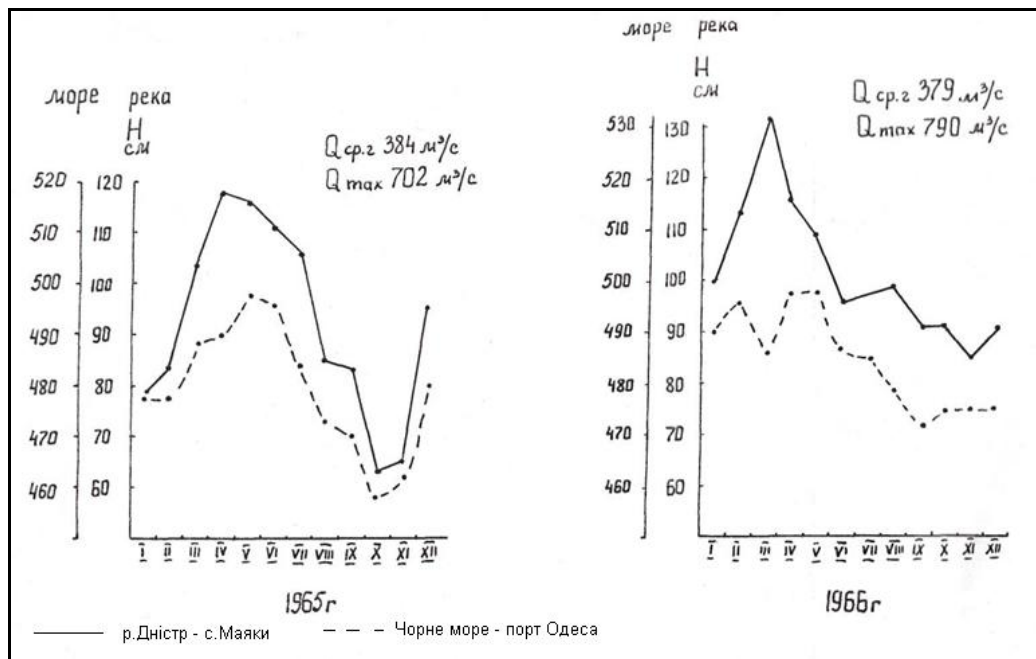


Рисунок 2.15 – Сумісний хід середньомісячних рівнів води р. Дністер – с. Маяки та Чорного моря – порт Одеса (за даними В.М. Гонтаренко) [22] (мовою оригіналу)

Видно, що рівні в Маяках, гирлі Дністра (верхів'я лиману) практично синхронні, маючи тільки невелике зсовування в часі при малій амплітуді в Маяках. Зв'язок рівнів в Дністрі і в центрі лиману (Білгород-Дністровський) хоча і добре виражено, але декілька менш тісний. Зв'язок же між рівнями Дністра і Царьградського гирла недостатній для конкретного розрахунку. Синхронність коливань рівня в цих пунктах хоча загалом і помітна, але хвилі підйому і спаду рівня не завжди аналогічні формою, мають значно варіюючі амплітуди, різке запізнювання. Часто навіть важко виділити відповідні рівні – піки згонів та нагонів мають локальний характер. Більш того, рівні в Маяках дещо краще корелюються з рівнями моря в Одеській затоці (порт Одеса), ніж з рівнями Цьреградського гирла.

Взагалі такі зв'язки частково мають непрямий характер, як обумовлені загальною причиною – полем вітрів над північно-західною частиною морити і над лиманом. Через переважання широтної циркуляції хід вітрів над гирлом Дністра в районі Одеси часто може бути більш аналогічним, ніж над гирлом Дністра і в 40-50 км на південь – в гирлах Дністра. Крім того в лимані можуть виникати локальні шквальні вітри, що не розповсюджуються на всю його територію; хвилі наганянь, що утворилися в південній частині лиману, зазнають різні деформації за рахунок змін напряму вітру, поперечних наганянь і інших причин. Але безперечна і пряма залежність рівнів Дністра від рівнів північно-західної частини Чорного моря.

Пониззя річки Дністер при малій водності знаходяться в тісній залежності від рівня моря в його північно-західній частині. В період повені об'єм паводочного стоку обов'язково призводить до підйому рівнів води в морі. Слід також підкреслити, що середні місячні рівні у вказаних пунктах моря і річки мають цілком синхронний хід – локальні різноспрямовані дії взаємно компенсуються. Для оцінки впливу водності Дністра на рівневий режим в річці, лимані і в плавнях і на водообмін корисно освітити також зміну ухилів водної поверхні залежно від водності і динамічних процесів.

На рис. 2.16 зображений хід рівнів води в період повені (при базисній витраті $938 \text{ м}^3/\text{с}$) по двох водпостах, обладнаним самописцями: р. Дністер – гирло і р. Дністер – с. Маяки. Відстань між цими постами 15 км і при повені падіння між ними досягає значної величини.

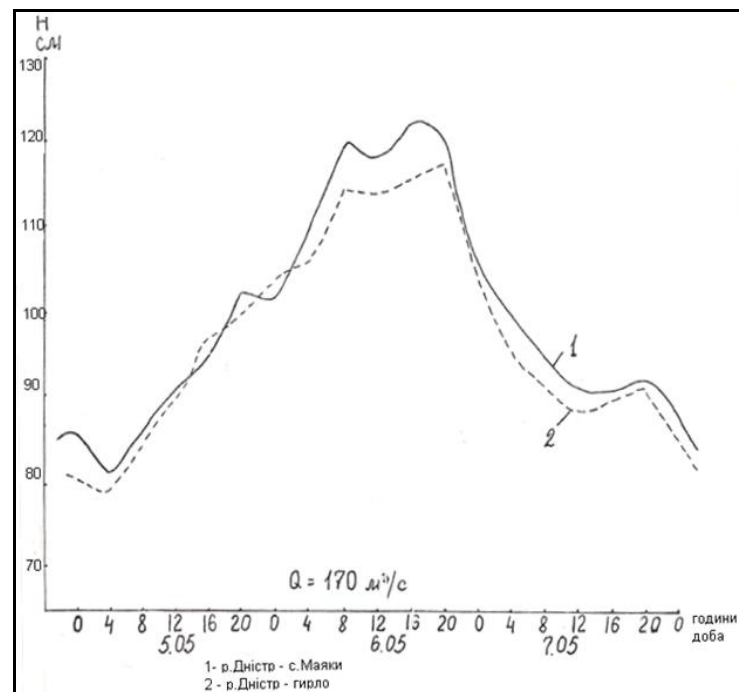


Рисунок 2.16 – Сумісний графік хода рівнів води за 5-7 травня 1974 р.

Але ось при малій водності, наприклад при базисній витраті $160-170 \text{ м}^3/\text{с}$ ухили практично рівні нулю, спостерігаються і зворотні. У такі періоди річка, плавні і лиман є єдиною майже горизонтальною водною поверхнею легко змінну вітровим режимом. При навіть не сильному вітрі нагоні відбувається інтенсивне підвищення рівнів води, а при згоні – різке падіння. І в першому, і в другому випадках можуть спостерігатися і зворотні ухили, що обумовлює можливий рух води вгору по річці.

На рис. 2.17 показано хід рівнів води Дністра в с. Маяки та в Чорному морі на водпосту Одеса-порт при нагонному вітрі.

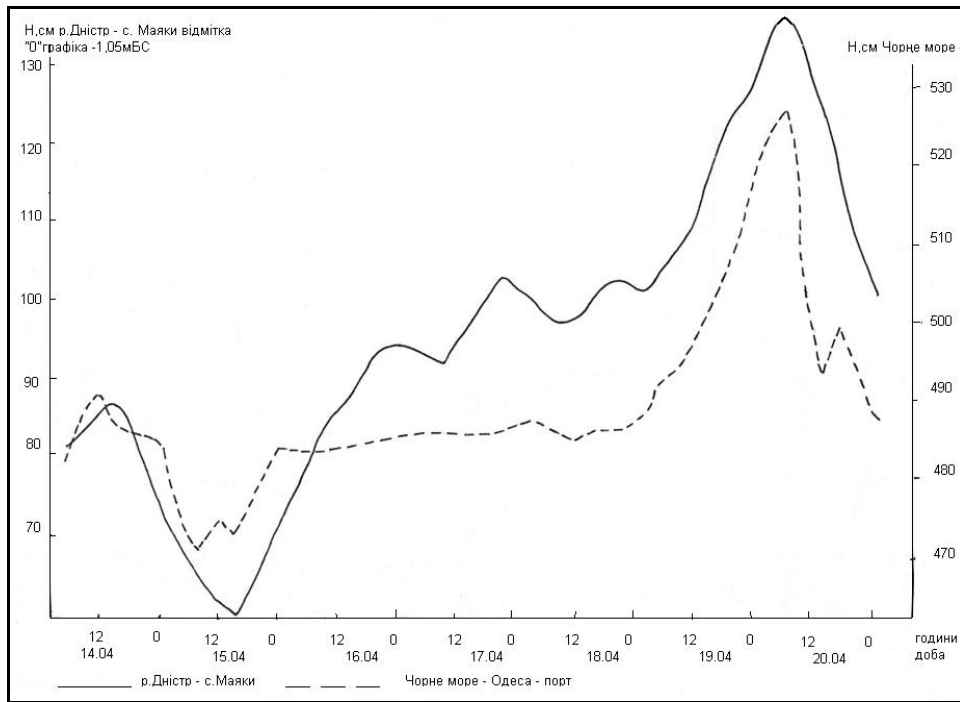


Рисунок 2.17 – Мінливість рівнів води в період нагону за 14-20 квітня 1987 р.

Як правило, рівні на обох постах ростуть синхронно з вищими значеннями по абсолютній величині в річці, а при згонному вітрі (рис. 2.18) – також спостерігаються синхронність в ході рівнів, але при цьому абсолютні значення рівнів води в морі вищі, ніж рівні в річці.

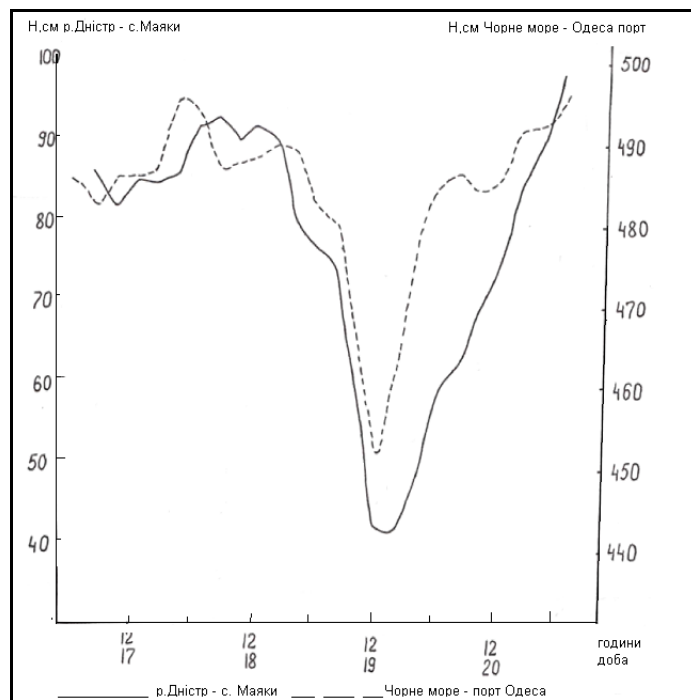


Рисунок 2.18 – Мінливість рівнів води в період згону за 17-20 квітня 1987 р.

У ці періоди і можуть початися процеси протитечії морських вод в лиман і в пониззя р. Дністер. У цих випадках можливий дрейф солоної води у вершину лиману і в р. Дністер.

Водообмін в гирловій області пов'язаний з перебігом води в лимані. На акваторії лиману спостерігаються стічні вітрові та компенсаційні течії, а переважання якого-небудь виду течій залежить від притоки з річки і вітрових умов. При великих витратах річки переважають стічні деформовані вітровими діями. Компенсаційна течія настає після сильного згонного вітру (особливо при невеликій водності річки).

2.6 Сольовий режим Нижнього Дністра

У попередніх розділах розглядалися чинники, що впливають на зміну водного (а тим самим сольового) балансу гирлової області Дністра (лиман, плавні та пониззя річки). З урахуванням конфігурації профілю подовжнього перерізу лиману від моря до гирлової ділянки Дністра, до того, коли був проритий канал від Чорного моря до м. Білгород-Дністровський, перевалювання морської води в гирлову ділянку Дністра практично виключалася. До будівництва цього каналу в пониззі Дністра загальна мінералізація води не перевищувала $0,4 \text{ г/дм}^3$, але тепер вона може досягати в окремі періоди $1,2 \text{ г/дм}^3$. Це створило вже загрозу водопостачанню Одеси, хоча Беляєвській водозабір розташовується вище за течією – 5 км і мінералізація води там зазвичай менше ніж в Маяках.

У створі с. Маяки діють насосні станції зрошувальних систем, забезпечуючі зрошування понад 60000 га південних чорноземів. Таке збільшення мінералізації поливної води дуже небезпечно для ґрунту. Південні чорноземи в природному стані володіють деякою солонуватістю. При існуючих нормах полива 4 тис. м^3 на 1 га і при такій мінералізації на гектар виноситься з водою додатково 4 тис. кг солей. А це непомірне сольове навантаження на ґрунт може привести, та і фактично дуже часто приводить до засолу ґрунтів. Отже дотримання режиму жорстокої економії води при зрошуванні в сучасних умовах в пониззях річки є обов'язковим і життєво необхідним.

У даній роботі основою характеристики хімічного складу води прийнята загальна мінералізація води р. Дністер і Дністровського лиману. Такий підхід прийнятний і тому, що структура мінералізації (солоності) вод гирлової ділянки Нижнього Дністра достатньо стійка (рис. 2.19).

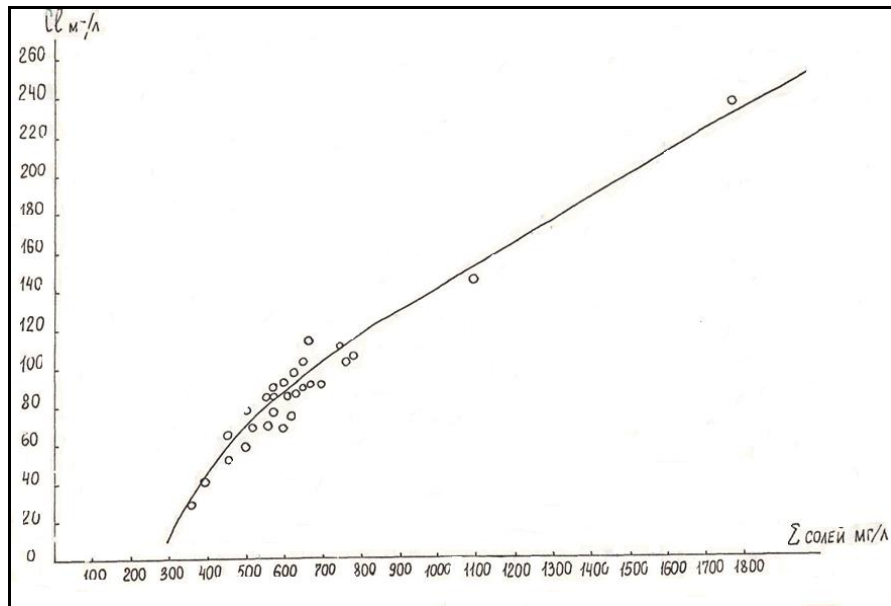


Рисунок 2.19 – Співвідношення вмісту Cl , $мг/дм^3$, з сумою солей, $мг/дм^3$, р. Дністер – с. Маяки [22] (мовою оригіналу)

Визначення мінералізації здійснювалося солеміром «ВСЕГИНГЕО» в створі основного водпоста та гідроствора на одній швидкісній вертикалі, в двох точках: поверхня та дно. Солемір дозволяє визначати мінералізацію води з помилкою не більше 20 %.

Мінералізація води в гирловій області Дністра в межах впливу вітрових згінно-нагінних процесів, схильна до значних коливань. Так, наприклад, в 1987 р. мінералізація води в р. Дністер змінювалася від 0,26 до 0,52 $г/дм^3$ (за декаду) при максимумі 1,2 $г/дм^3$. У 1988 р. пік мінералізації спостерігався в березні, мінімум – 0,18 $г/дм^3$, 13.08.1988 р., а амплітуда солоності коливається від 0,65 $г/дм^3$ до 0,35 $г/дм^3$, при максимумі 0,65 $г/дм^3$ (в середньому за декаду) та мінімумі – 0,33 $г/дм^3$ (рис. 2.20-2.21).

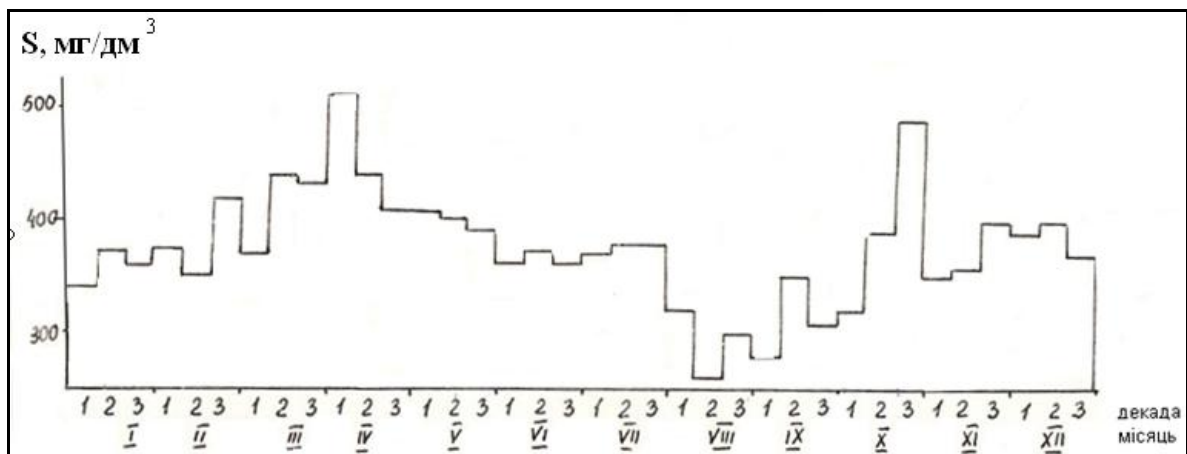


Рисунок 2.20 – Мінералізація води (середня декадна), $мг/дм^3$, р. Дністер в с. Маяки, 1987 р. [22]

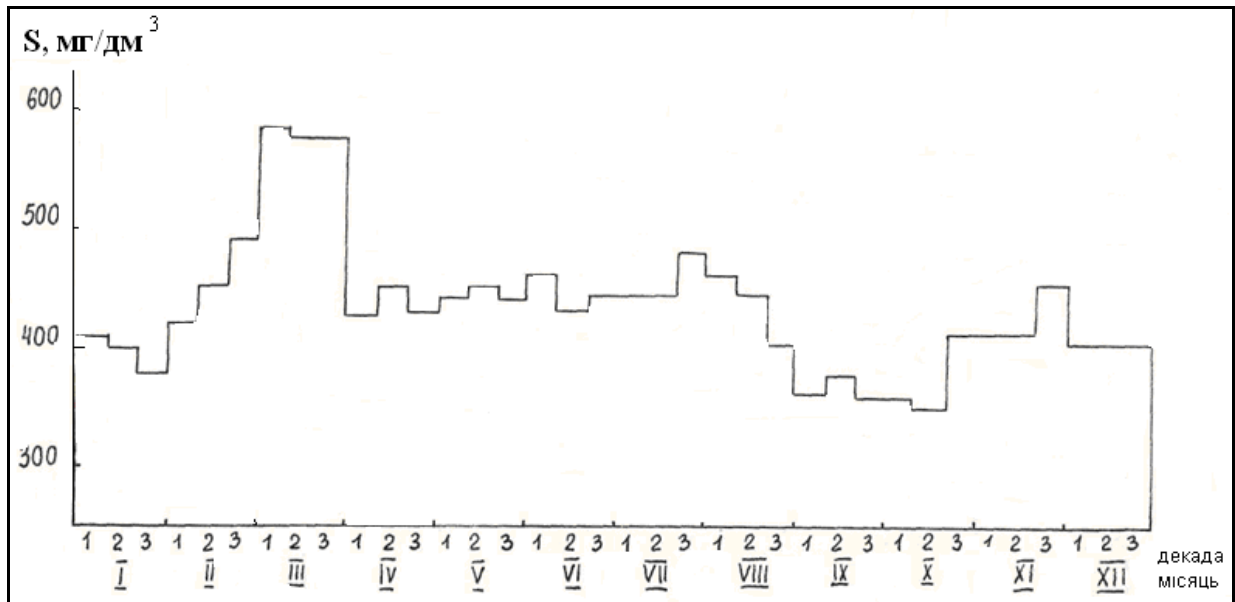


Рисунок 2.21 – Мінералізація води (середня декадна), мг/дм³, р. Дністер в с. Маяки за 1988 р. [22]

Механізм проникнення морської води в гирлові ділянки річок після прокладки глибоководного каналу до м. Білгород-Дністровського на перший погляд досить простий. Для цього необхідні дві умови – сильний і тривалий вітровий згін (або нагін) та мала водність річки. В деяких роботах припускається [22], що при витратах води в р. Дністер нижче 160-170 м³/с можуть виникати противотоки та поява високомінералізованих вод в гирлових ділянках рр. Дністер і Глибокий Турунчук. У першому випадку підпор, створений морською водою і перепад рівнів на ділянці «море-лиман» може сприяти руху морської води через Царьградське гирло з витратами до 2000 м³/с. Лиманові води при цьому зміщуються до гирла, і якщо вітри стійкі та тривалі, морська вода підпирає річкові води, а потім, переважно в придонних шарах, може зміщуватися проти течії Дністра. У другому випадку при згінних вітрах, лиманові води під впливом вітру спрямовуються від берегової лінії углиб моря, в гирлових ділянках рр. Дністер та Глибокий Турунчук різко падають рівні води, плавні звільняються від води. Потім, з припиненням згінного вітру, різке підвищення рівня води в морі створює перепад рівнів на ділянці «море-лиман», морські води спрямовуються углиб лиману та вірогідно можуть досягати аж с. Маяки. Саме ці зворотні течії вносять найбільшу кількість солей в Дністровський лиман та русло-плавневу екосистему Нижнього Дністра.

Більш детально ця проблема викладена в розділі 6.

3 НАУКОВА-МЕТОДИЧНА БАЗА ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ВОДООБМІНУ В ГИРЛОВИХ ДІЛЯНКАХ РІЧОК ТА ПЛАВНЕВИХ ОЗЕРАХ

Об'єм, режим надходження та відтоку води з водойми, склад джерел надходження води визначають кількісні та якісні показники мінливості стоку й екологічного стану. Вони є найважливішими абіотичними компонентами водних екосистем. Зовнішній водообмін багато в чому визначає динаміку усередині водоймища, а значить, безпосередньо позначається на характері та інтенсивності внутрішніх хімічних і біологічних процесів водойм. Тому при будь-яких екологічних оцінках і прогнозах, пов'язаних з вивченням умов формування якості вод і біопродуктивності водойм, а також при аналізі абіотичних компонентів екосистем насамперед слід звертати увагу на значення і співвідношення складових водного балансу водоймищ і інтенсивність їх зовнішнього водообміну.

Особливо значущими стають ці характеристики для водних об'єктів сповільненого стоку (озера, водосховища, лимани, тощо), де вони часто знаходяться в такому критичному діапазоні значень, що навіть невеликі їх зміни обумовлюють значну перебудову не тільки абіотичних, але і біотичних компонентів водних екосистем. Вивчення водного балансу і зовнішнього водообміну в рамках еколого-гідрологічних досліджень водойм пов'язане з обліком екологічно значущих елементів водного балансу та з вибором найбільш оптимальних показників для оцінки дії зовнішнього водообміну на функціонування екосистеми заплавної водойми.

Гирла річок – кінцеві ланки мережі гідрографії, які дуже чуйно реагують на зміну будь-якого з елементів річкового гідрологічного режиму. Це твердження стало настільки очевидним, що доказом йому можуть служити сучасний стан і динаміка практично всіх гирлових областей річок. Не є виключенням з цього правила гирлова ділянка р. Дністер. Регулювання стоку та його зменшення в результаті безповоротного водоспоживання на водозбірному басейні річки помітно модифікували гідрологічний режим гирлової ділянки Дністра, що призвело до істотних змін її екологічного стану.

Характерна особливість природного водного режиму гирлової ділянки Дністра – це періодичне проходження дощових паводків. Обумовлені ними коливання водності та рівня води мають надзвичайно важливе екологічне значення. Унаслідок такого несталого режиму здійснюється «промивання» плавнів, заплавної водойми, проток і рукавів гирлової ділянки Дністра.

Введення в експлуатацію Дністровського водосховища призвело до істотної стабілізації рівневого та водного режимів на великій ділянці (675 км) середньої та нижньої частинах річки. Це помітно ослабило водообмінні процеси в плавнях та плавневих водоймах гирла. Деякою компенсацією негативного впливу зарегулювання стоку Дністра служать щорічні спеціальні екологічні попуски з Дністровського водосховища.

3.1 Методика розрахунку зовнішнього водообміну плавневих водойм за В.М Тімченком

Найбільш характерний для більшості плавневих водойм механізм зовнішнього водообміну – знакозмінне переміщення води через протоки, що сполучають дані водойми з русловою мережею при коливаннях рівня.

Вираз для визначення коефіцієнту зовнішнього водообміну (K_{BO}) має вигляд [4,7,53]

$$K_{BO} = W_{np}/V, \quad (3.1)$$

де W_{np} – об'єм припливу у водойму за розрахункову одиницю часу, м³;
 V – середній за цей час об'єм води у водоймі, м³.

Приплив води може бути розрахований за такою формулою

$$W_{np} = F_{oz} \cdot \Delta H_{oz}, \quad (3.2)$$

де F_{oz} – площа водойми, м²;

ΔH_{oz} – зміна рівня води у водоймі за розрахункову одиницю часу, м.

Якщо мова йде про добовий приплив, то

$$W_{np} = 0,24 \cdot F_{oz} \cdot \Delta H_{oz}, \quad (3.3)$$

де ΔH_{oz} – середня добова інтенсивність зростання рівня води, см/год.

Таким чином, добовий коефіцієнт водообміну (саме він найчастіше використовується в різного роду гідроекологічних дослідженнях) можна представити в загальному вигляді:

$$K_{BO} = 0,24 \cdot F_{oz} \cdot \Delta H_{oz} / V = 0,24 \cdot \Delta H_{oz} / h, \quad (3.4)$$

де h – середня за розрахунковий період глибина водойми, м.

У цьому виразі враховано, що $V = F_{oz} \cdot h$, і прийнято допущення, що площа водоймища при зміні рівня суттєво не змінюється.

У будь-якій водоймі гирлової ділянки Дністра зміни рівня води (ΔH_{oz}) пов'язані із змінами рівня води у руслі (ΔH_p) таким чином [7,53]

$$\Delta H_{oz} = k_{oz} \cdot \Delta H_p, \quad (3.5)$$

де ΔH_p – зміна рівня води в тому місці, де бере початок головна протока, що забезпечує заплавне озеро річковою водою, см/год;

k_{oz} – емпіричний коефіцієнт доступності, який залежить від загального опору гідрографічної мережі між озером та основним руслом [7,53].

Цей зв'язок апроксимується наступним рівнянням [7]

$$k_{oz} = 0,055 \cdot F_{обц}^{-0,205}. \quad (3.6)$$

Тут $F_{обц}$ – загальний модуль опору, який для заданої протоки визначається формулою [4,7,53]

$$F_{обц} = l \cdot n^2 / (b^2 \cdot h_{np}^{3,33}), \quad (3.7)$$

де l , b , h_{np} , n – відповідно довжина, ширина, глибина та коефіцієнт шорсткості протоки.

Для випадків, коли плавнева водойма сполучена з основним руслом однією протокою, приведені вище вирази набирають наступного вигляду [7]

$$k_{oz} = 0,055 \cdot [l \cdot n^2 / (b^2 \cdot h_{np}^{3,33})]^{-0,205}, \quad (3.8)$$

$$\Delta H_{oz} = 0,055 \cdot [l \cdot n^2 / (b^2 \cdot h_{np}^{3,33})]^{-0,205} \cdot \Delta H_p, \quad (3.9)$$

$$K_{BO} = 0,0132 \cdot [l \cdot n^2 / (b^2 \cdot h_{np}^{3,33})]^{-0,205} \cdot \Delta H_p / h. \quad (3.10)$$

Якщо у водойму річкова вода поступає по декількох протоках, коефіцієнт зовнішнього водообміну за добу визначається за виразом

$$K_{BO} = 0,0132 \frac{1}{h} \left(\sum_i^m \frac{1}{F_{обц,i}} \right)^{0,41} \Delta H_L, \quad (3.11)$$

де $F_{обц,i}$ – модуль опору i -ої протоки,

m – загальна кількість проток.

Для визначення інтенсивності коливання рівня води в основному руслі (ΔH_p) гирлової ділянки р. Дністер були застосовані результати спостережень за рівнями води на водомірному посту ОДЕКУ в с. Маяки [3].

3.2 Методика розрахунку водовідновлення плавневих водойм

Коефіцієнт і період водообміну не завжди достатньо інформативні для характеристики водообмінних процесів, особливо в плавневих водоймах. У випадках коли надходження води з руслової мережі та відтік до неї з озера відбувається по одних і тих же протоках, то у відтоку бере участь визначена, а часто переважаюча кількість води, що поступила перед цим у водойму з русла річки. Коефіцієнт водовідновлення в тому розумінні, в якому він використовується для водойми-змішувача, за даних обставин теж не показовий, бо важко представити, щоб в заплавної водоймі, переважно зайнятій водною рослинністю, відбувалося миттєве змішування озерною і річковою водних мас.

Розглянемо найбільш просту схему водовідновлення заплавної водойми протягом одного циклу наповнення-спрацювання, коли зв'язок з річковою системою здійснюється через одну протоку.

Уявимо, що перед початком надходження річкової води у водойму, в ній міститься об'єм води V_0 з концентрацією якої-небудь консервативної речовини, рівною C_0 (рис. 3.1, а).

За проміжок часу, поки в річковій системі піднімається рівень води (в тому числі за рахунок нагону), у водойму поступає об'єм річкової води W_{np} в якій контрольована речовина міститься в концентрації C_{np} (рис. 3.1, б). При наповненні межа між «старою» і «ноюю» водою завдяки перемішуванню, частіше турбулентного, розмивається, формуючи область (об'єм) змішування $V_{см}$ з концентрацією інгредієнта $C_{см}$ (середня зважена між C_0 та C_{np}).

На фазі спаду рівня, тобто в період відтоку води з водойми, об'єм змішуваних вод продовжує якийсь час збільшуватися, а потім частина його починає покидати водойму. В кінці фази спаду у водоймі залишається половина об'єму змішаних вод, решту простору озера займає «стара» вода (рис. 3.1, в).

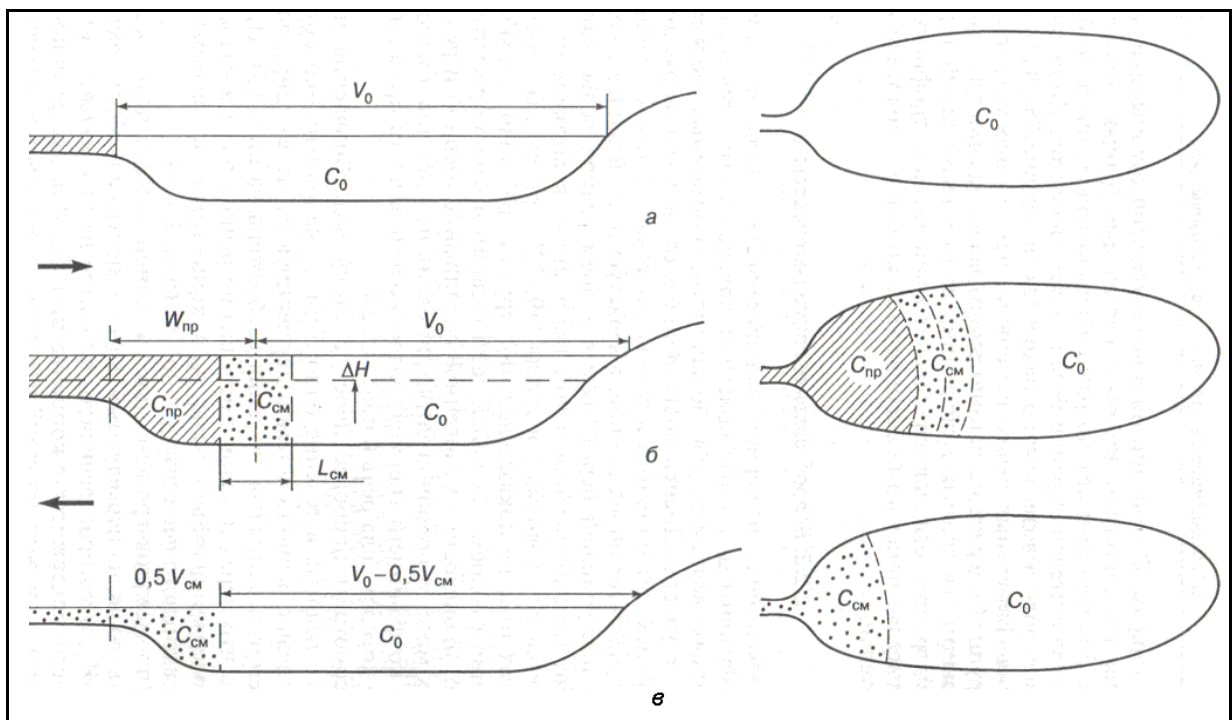


Рис. 3.1 – Схема водовідновлення плавневої водойми [7]

Оскільки до кінця циклу наповнення-стоку у водоймі залишається початковий об'єм води V_0 , то загальну концентрацію інгредієнта у водоймі до цього моменту можна представити сумою

$$C_k V_0 = C_0 (V_0 - 0,5 W_{см}) + 0,5 C_{см}. \quad (3.12)$$

В результаті нескладних перетворень маємо

$$\frac{C_{\text{к}} - C_0}{C_{\text{пр}} - C_0} = \frac{0,25V_{\text{см}}}{V_0}, \quad (3.13)$$

де ліва частина є коефіцієнт водовідновлення B' .

Об'єм зони, в якій за цикл відбувається змішування «старою» і «новою» води ($W_{\text{см}}$), обчислюється за рівнянням

$$W_{\text{см}} = b l_{\text{см}} (h_0 + 0,5\Delta H_{\text{оз}}), \quad (3.14)$$

де b – середня ширина водойми в зоні перемішування меж між «старою» і «новою» водами, м;

h_0 – середня глибина водойми перед початком циклу наповнення, м;

$\Delta H_{\text{оз}}$ – підйом рівня води у водоймі при наповненні, м;

$l_{\text{см}}$ – ширина зони змішування вод, м.

Параметри b і h_0 встановлюються відповідно до морфометричних характеристик водоймища. Величина підйому рівня $\Delta H_{\text{оз}}$ може бути розрахована за рівнянням (3.9).

Ширина зони змішування $l_{\text{см}}$ залежить від інтенсивності та тривалості процесу перемішування і може бути визначена за наступним рівнянням

$$l_{\text{см}} = \sqrt{NtK_L}, \quad (3.15)$$

де t – розрахунковий період, який дорівнює тривалості циклу наповнення-спрацювання.

З урахуванням (3.15) рівняння (3.14) можна представити у вигляді

$$B' = \frac{0,35\sqrt{tK_L} b (h_0 + 0,5\Delta H_{\text{оз}})}{V_0}. \quad (3.16)$$

Якщо врахувати, що $blh_0 = V_0$ та $b\Delta H_{\text{оз}}l = W_{\text{пр}}$ (l – довжина водойми), то коефіцієнт водовідновлення за цикл підйому рівня визначається формулою

$$B' = \frac{0,35\sqrt{tK_L}}{l} \left(1 + \frac{0,5W_{\text{пр}}}{V_0} \right). \quad (3.17)$$

У випадках, коли водообмін плавневої водойми з основною річковою мережею відбувається через декілька проток, коефіцієнт водовідновлення допустимо визначати за формулою [7]

$$B' = 0,35\sqrt{tK_L} \left(1 + 0,5 \frac{W_{\text{пр}}}{V_0} \right) \sum_{i=1}^m \frac{1}{l_i}, \quad (3.18)$$

де l_i – відстань від гирла кожної i -ої протоки до протилежного берега, км;
 m – кількість проток.

Коефіцієнт турбулентної дифузії K_L характеризує інтенсивність процесу механічного перенесення або перемішування. Його вплив визначається безліччю чинників [4,7].

Важливе значення для плавневих водойм мають ступінь і характер заростання їх водяною рослинністю, особливо при введення в розрахунок певного значення коефіцієнта турбулентної дифузії, який може коливатися від 0,28 до 398,0 [7].

Багато гідробіологічних характеристик плавневих водойм тісно пов'язані з інтенсивністю процесів водовідновлення. Так, у водоймах з різним водовідновленням формуються різні фітопланктонні комплекси та домінують водорості різних відділів. Зокрема, в групі озер з активним добовим водовідновленням ($B' \geq 0,0125$) видовий склад і чисельність водоростей (0,4-1,2 млн. кл/дм³) незначні. Великою різноманітністю та чисельністю фітопланктону (10-20 млн. кл/дм³) відрізняються плавневі водойми, в яких за добу оновлюються 1,0-1,2 % об'єму води. Найбільш висока чисельність фітопланктону (30-180 млн. кл/дм³) спостерігається у водоймах, де B' становить 0,0025-0,01. У водоймах, де за добу оновлюється менше 0,25 % водної маси, з'являються ознаки дистрофікації. Фітопланктон в них збіднений видовим складом, малою чисельністю (3-7 млн. кл/дм³) і незначною біомасою (1-5 г/м³).

Коефіцієнт водовідновлення як характеристика одного з абіотичних компонентів екосистем плавневих водойм – динаміки їх вод, може бути використаний при розробці кількісних методів оцінки та прогнозу якості вод і біопродуктивності водойм. Рослинність водойм поглинає біогенні елементи, важкі метали й інші забруднювальні речовини, що поступають з річковою водою, вилучаючи їх з кругообігу речовин у водних екосистемах в найбільш екологічно уразливий вегетаційний період.

Інтенсивність такого самоочищення вод можна визначити в результаті безпосереднього вивчення поглинаючої здатності різних видів водних рослин та їхніх співтовариств, тобто при ретельному та трудомісткому дослідженні кожної водойми з урахуванням широкого діапазону початкових гідрометеорологічних і біологічних умов. Менш трудомісткий спосіб, заснований на вивченні балансу потрібної речовини у водоймі. Проте на практиці він не застосовується в зв'язку зі складнощами обліку процесу перемішування вод.

Якщо виходити з того очевидного факту, що концентрація якої-небудь неконсервативної речовини у водоймі визначається двома протилежними по спрямованості процесами – потраплянням з річкової мережі та поглинанням (в основному рослинністю), то аналітично один з моментів такої взаємодії можна представити рівнянням

$$C_{0,i+1} = C_{\kappa,i} - \Delta C_{b,i}, \quad (3.19)$$

де $C_{\kappa,i}$ – середня по водоймі концентрація речовини до кінця i -го циклу підвищення рівня води, обумовлена виключно надходженням його ззовні і перемішуванням;

$\Delta C_{\bar{o},i}$ – приріст середньої концентрації за i -ий цикл, що відбувається унаслідок біохімічних процесів;

$C_{0,i+1}$ – початкова концентрація на початку наступного циклу водообміну з річкою.

Якщо врахувати вираз (3.20), який виводиться з рівняння (3.13),

$$C_{\kappa,i} = C_{0,i} + B'(C_{np} - C_{0,i}), \quad (3.20)$$

то рівняння (3.19) буде мати вигляд

$$C_{0,i+1} = C_{0,i} + B'(C_{np} - C_{0,i}) - \Delta C_{\bar{o},i}. \quad (3.21)$$

Вирішивши його відносно $\Delta C_{\bar{o},i}$, отримуємо величину зміни концентрації, обумовлену біохімічними процесами, в основному поглинаючою здатністю водної рослинності водойми:

$$\Delta C_{\bar{o},i} = C_{0,i} - C_{0,i+1} + B'(C_{np} - C_{0,i}). \quad (3.22)$$

Це загальний вид залежності між динамічним (коефіцієнтом водовідновлення) і біохімічним ($\Delta C_{\bar{o},i}$) процесами формування концентрації певної домішки у водоймі. Звичайна взаємодія даних процесів постійно або, принаймні, прагне до певної стабілізації.

Тобто, якщо в системі «річка-водойма» не відбувається різких змін водного або гідрохімічного режимів, то концентрація до початку кожного з циклів повинна виходити на один і той же або майже той же рівень, тобто $C_{0,i} = C_{0,i+1} = \dots = C_{0,n}$.

У такому випадку стає правомочним наступний вираз

$$\Delta C_{\bar{o},i} = B'(C_{np} - C_{0,i}). \quad (3.23)$$

З вищевикладеного виходить, що коефіцієнт водовідновлення – важливий аргумент при кількісній оцінці та регулюванні очисного потенціалу гідрофітоценозів плавневих водойм гирлової ділянки Дністра.

4 ОЦІНКА РУСЛО-ПЛАВНЕВОГО ВОДООБМІНУ НИЖНЬОГО ДНІСТРА В РІЗНІ ЗА ВОДНІСТЮ РОКИ

В цьому розділі визначені гідравліко-морфометричні характеристики водообміну в екосистемі «русло-плавні-лиман» гирлової ділянки Нижнього Дністра підчас дощового паводку влітку 2008 р. та оцінено водообмін плавневої водойми оз.-ст. М. Турунчук (за адаптованим для цієї водойми методом В.М. Тімченка [7]) для характерних за водністю років (маловодного – 2009 р. та багатоводного – 2008 р.).

4.1 Гідравліко-морфометричні характеристики оз.-ст. М. Турунчук

Озеро-стариця Мертвий (Старий, Гнилий) Турунчук розташоване в гирловій частині Дністра (рис. 4.1) та з'єднується з ним ериками Олександрівським (діючим), Фестивальним (періодично діючим), Старим (недіючим), Верхнім (недіючим) та Лиманним (періодично діючим).

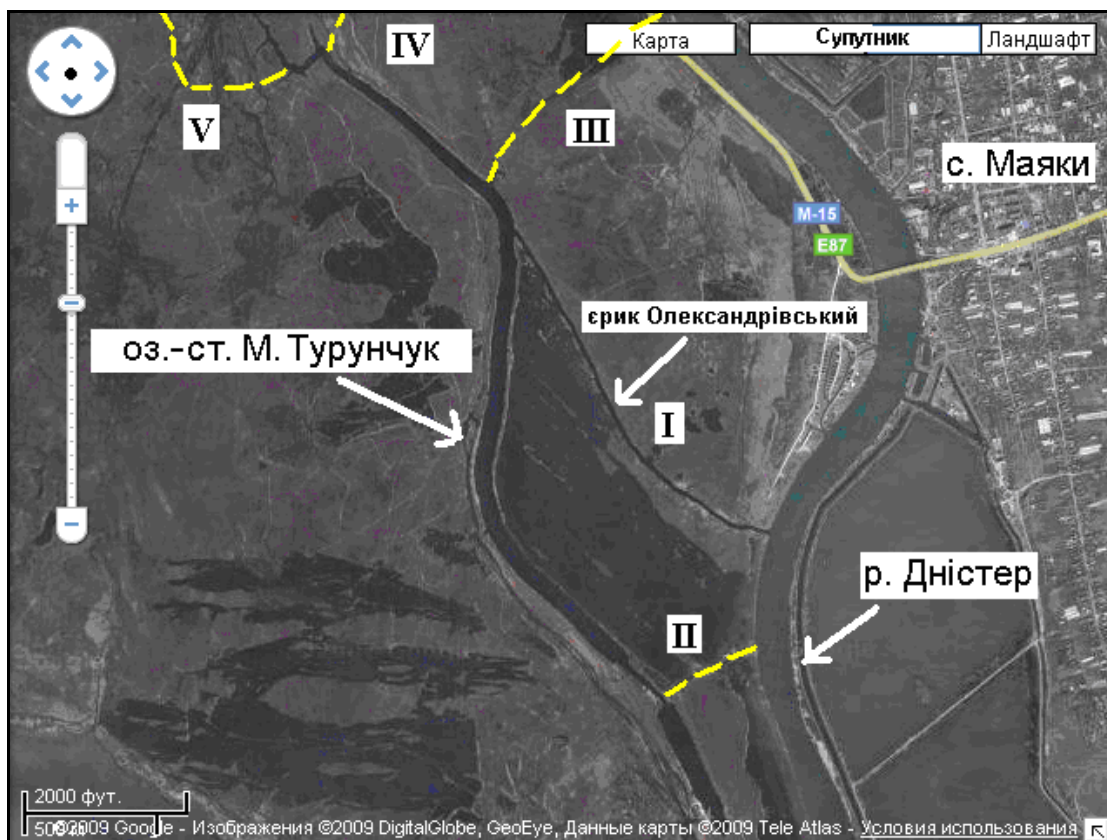


Рисунок 4.1 – Космічний знімок оз. Мертвий Турунчук (штриховими лініями позначені не діючі ерики): I-V – позначення ериків (у тексті) [54]

У середині ХХ ст. ця водойма мала високу біологічну продуктивність, особливо рибну – судак, карась, лящ, щука та багато іншої, тому у 70-х роках воно було віддамбовано з метою рибогосподарського використання. Однак це призвело тільки до погіршення екологічної ситуації, а рибна продуктивність озера стала набагато нижчою.

На сьогодні більшість ериків, що з'єднували верхню та нижню частини цієї водойми з руслом Дністра та Дністровським лиманом або не діють, або діють періодично після високих паводків (позначені на рис. 4.1 штриховими лініями): Верхній (IV) – відходив від Дністра в 1 км вище каналу ГНС Маякської ЗС, та Старий (III) – відходив від Дністра в 1 км нижче ГНС Маякської ЗС, перекриті дамбою автомагістралі «Рені-Одеса-Ростов», а Фестивальний (II) та Лиманний (V) – замулилися, заросли очеретом та іншою рослинністю, діють періодично (після високих паводків). Морфометричні характеристики цих ериків наведено в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 – Морфометричні характеристики ериків оз.-ст. М. Турунчук

Позначення на рис. 3.1	Назва ерику	Довжина, м	Ширина, м	Глибина, м	Коефіцієнт шорсткості
I	Олександрівський	1500	15,0	1,60	0,050
II	Фестивальний	420	5,00	0,50	0,050
III	Старий	840	<u>10,0</u>	<u>0,50</u>	0,050
IV	Верхній	1600	<u>10,0</u>	<u>0,50</u>	0,050
V	Лиманний	<u>8000</u>	<u>10,0</u>	<u>1,50</u>	0,050

В табл. 4.1 назви ериків на топографічних картах відсутня, тому вони названі зі слів місцевого населення с. Маяки, а значення, які підкреслені, отримані за картографічними матеріалами.

На сьогодні водообмін озера з Дністром здійснюється тільки через один ер. Олександрівський (I) – штучно проритий у 2000 р. канал. Більшу частину року надходження води до озера через цей ерик відбувається головним чином за рахунок згінно-нагінних явищ.

З метою подальших досліджень водообміну, були встановлені зв'язки морфометричних характеристик цього ерику з водним режимом річки з використанням даних промірів глибин в ерику виконані ОДЕКУ за період з 2003 по 2011 рр. та водомірних спостережень на водомірному посту ОДЕКУ в с. Маяки (табл. 4.2).

Слід зауважити, що ширина та довжина ерику при різних рівнях води майже не змінюються: ширина незначно коливається біля величини 15,0 м, а довжина – 1500 м (табл. 4.1). Тому, графік зв'язку було побудовано тільки між рівнями води на Дністрі та середньою глибиною ерика (рис. 4.2).

Таблиця 4.2 – Середні глибини єр. Олександрівського та рівні води на в/п. в с. Маяки за період з 2003 по 2009 рр.

№ п/п	Дата	Середня глибина єр. Олександрівського, $h_{сер}, м$	Рівень води на в/п Маяки, $H_M, м БС$
1	14.08.03	1,14	-0,32
2	13.08.04	1,51	-0,08
3	06.07.06	1,64	0,01
4	28.06.07	1,12	-0,34
5	24.06.08	1,65	0,07
6	15.08.08	2,55	0,76
7	22.06.09	1,57	-0,07

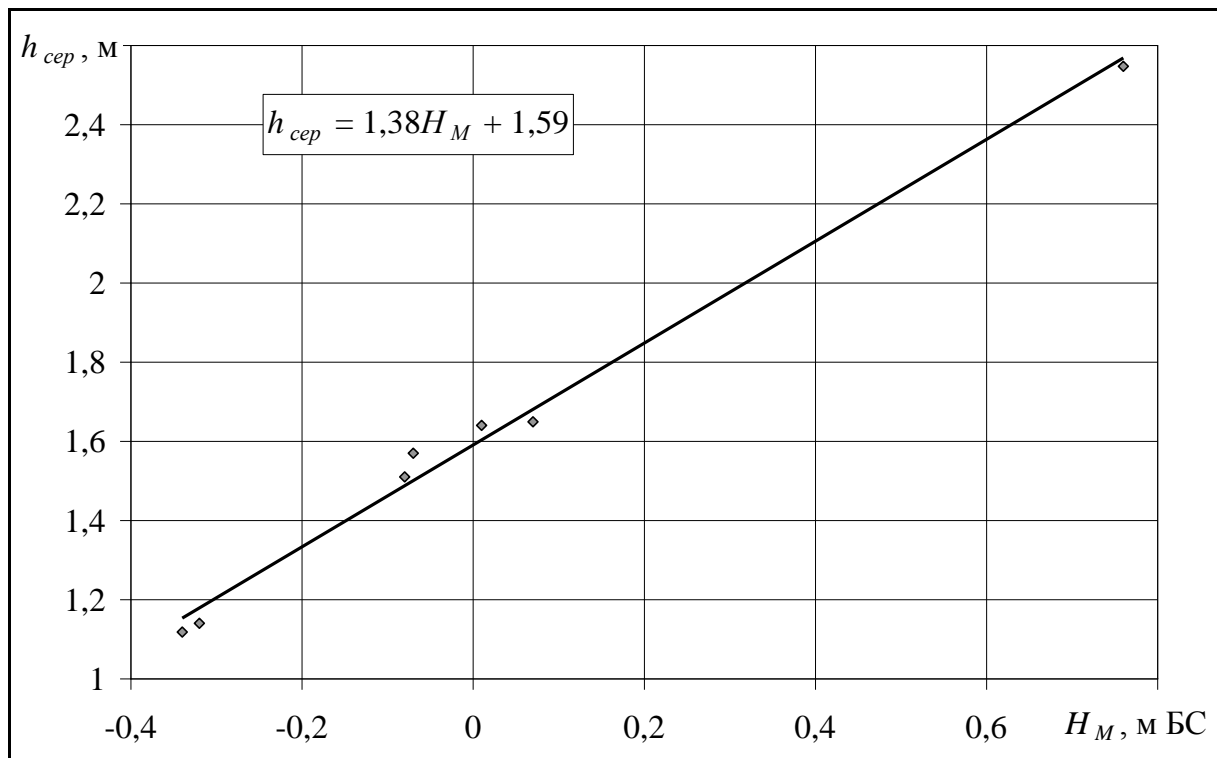


Рисунок 4.2 – Залежність $h_{сер} = f(H_M)$ для єр. Олександрівського

Залежність між рівнем води в Дністрі та середньою за довжиною єрика глибиною апроксимується таким лінійним рівнянням:

$$h_{сер} = 1,38 \cdot H_M + 1,59, \quad (4.1)$$

де $h_{сер}$ – середня глибина, єр. Олександрівського, м;
 H_M – рівень води на водопосту в с. Маяки, м БС.

Підставивши праву частину рівняння (4.1) в рівняння (3.6) отримали рівняння для обчислення гідравлічного опору ер. Олександрівського ($F_{обц}$) при різних рівнях води в р. Дністер на водомірному посту ОДЕКУ в с. Маяки:

$$F_{обц} = \frac{L \cdot n^2}{B^2 \cdot h_{сер}^{3,33}} = 0,017 \cdot (1,38 \cdot H_M + 1,59)^{-3,33}, \quad (4.2)$$

де L – довжина ер. Олександрівського, м ($L \approx 1500$ м);

B – середня ширина ерику, м ($B \approx 15$ м);

n – коефіцієнт шорсткості ($n \approx 0,050$);

$h_{сер}$ – середня глибина ерику, м, що обчислюється за рівнянням (4.1);

H_M – рівень води на водпосту в с. Маяки, м БС.

До основних морфометричних характеристик водойм, які необхідні для обчислення водообміну оз.-ст. М. Турунчук відносяться: площа водного дзеркала (F , км²), об'єми води (V , км³) та середні глибини (h , м), при різних рівнях води на водомірному посту (H_M , м БС).

Середня площа водного дзеркала оз.-ст. М. Турунчук становить близько 80000 м², але при максимальних рівнях води сягає 145000 м². Середня глибина водойми становить 0,80 м, а довжина від вершини до нижньої частини – 3100 м. Ширина водойми в різних місцях коливається від 30 до 90 м – середня ширина верхньої частини (до місця впадіння ер. Олександрівського) становить 50 м, середньої частини (від місця впадіння ер. Олександрівського до місця повороту водойми в сторону Дністра) дорівнює 85 м, а нижньої – 90 м. Середня ж ширина – становить 75 м.

Для того щоб обчислити необхідні морфометричні характеристики треба побудувати план озера в ізобатах. Побудова плану озера в ізобатах (рис. 4.3) побудовано при відмітці рівня води мінус 0,25 м БС. Для його побудови були використані результати батиметричної зйомки, виконаної ОДЕКУ 10 серпня 2009 р., а також карт масштабу 1:500000 та 1:100000 [55]. На побудованому плані (рис. 4.3) римськими літерами відмічені місця впадіння в озеро ериків (відповідно до табл. 4.1), а X , м та Y , м – прямокутні координати в системі координат WGS-84.

Для визначення площі, об'ємів та середніх глибин озера при будь-яких рівнях води в ньому будуються криві залежностей між рівнем води в лимані та його площами $F = f(H)$, об'ємами $V = f(H)$ та глибинами $h = f(H)$.

Площі водної поверхні F та об'єми води V в оз.-ст. М. Турунчук визначалася з використанням плану озера в ізобатах (рис. 4.3).

Середні глибини водойми при різних рівнях його наповнення визначалися за виразом

$$h_{сер} = W/F. \quad (4.3)$$

Координати цих кривих, а саме, рівні води та відповідні до них площі, об'єми та глибини, наведено в табл. 4.3. З використанням цих даних побудовані криві $F = f(H)$, $V = f(H)$ та $h = f(H)$, які наведено відповідно на рис. 4.4-4.6.

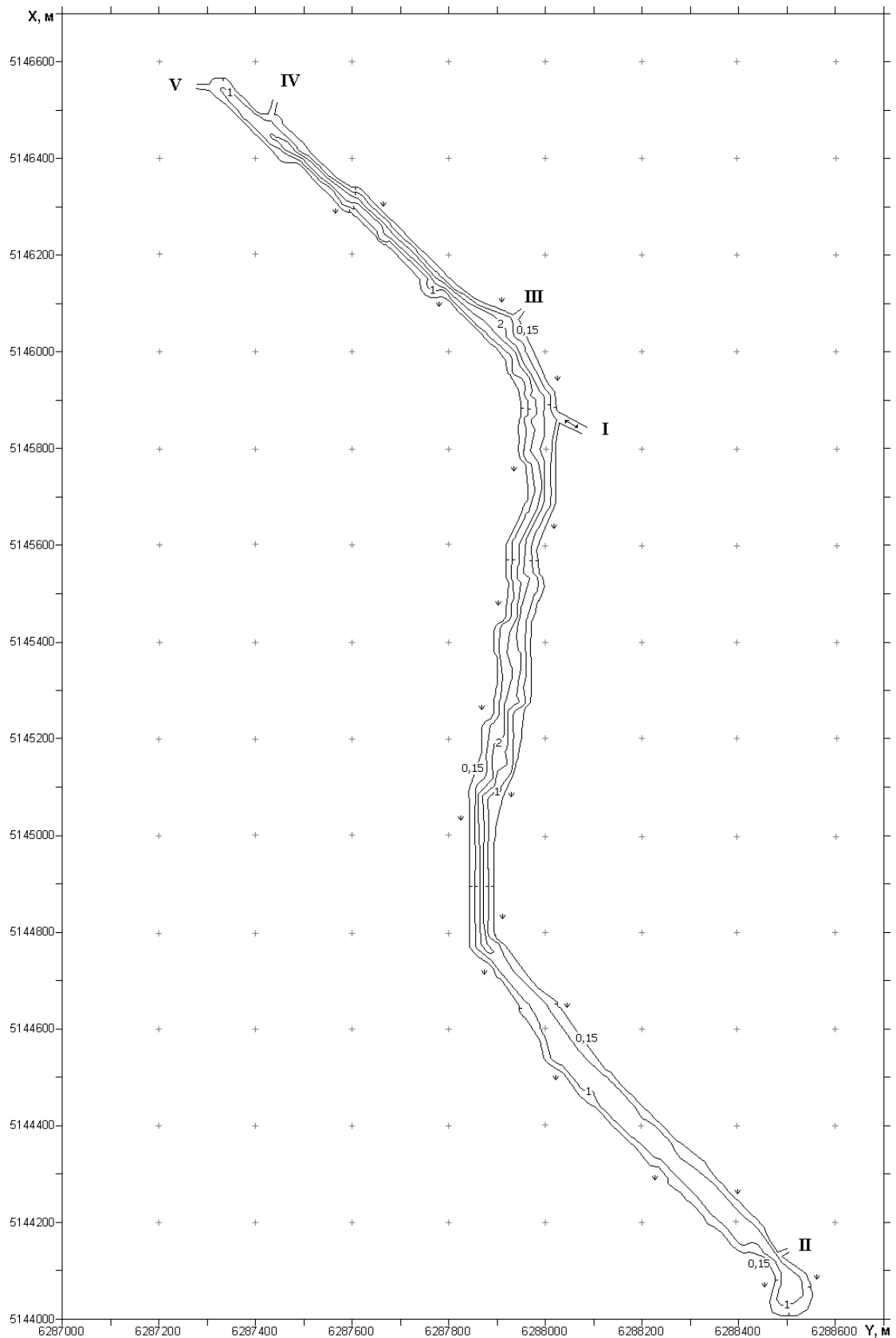


Рисунок 4.3 – План оз.-ст. М. Турунчук в ізобатах
(відмітка поверхні води становить мінус 0,25 м БС):
I, II, III, IV, V – позначення ериків, пояснення яких у тексті;
X та Y – прямокутні координати в системі координат WGS-84, м

Таблиця 4.3 – Координати кривої площ водної поверхні $F = f(H)$, кривої об'ємів води $W = f(H)$ та кривої середніх глибин $h_{сер} = f(H)$ оз.-ст. М. Турунчук (за даними батиметричної зйомки від 10 серпня 2009 р.)

№ п/п	Відмітка рівня води, H ,		Площа водного дзеркала, F , тис. м ²	Об'єм води, W , тис. м ³	Середня глибина, $h_{сер}$, м
	см БС	см ум.			
1 (макс.)	76	376	175	177	1,01
2	-25	275	171	147	0,86
3	-50	250	160	131	0,82
4	-75	225	133	94,0	0,71
5	-125	175	82,1	40,3	0,49
6	-150	150	59,1	22,6	0,38
7	-175	125	37,4	10,7	0,29
8	-200	100	18,5	3,70	0,20
9	-225	75	6,53	0,67	0,10
10	-250	50	0,49	0,02	0,04
11	-266	34	0	0	0

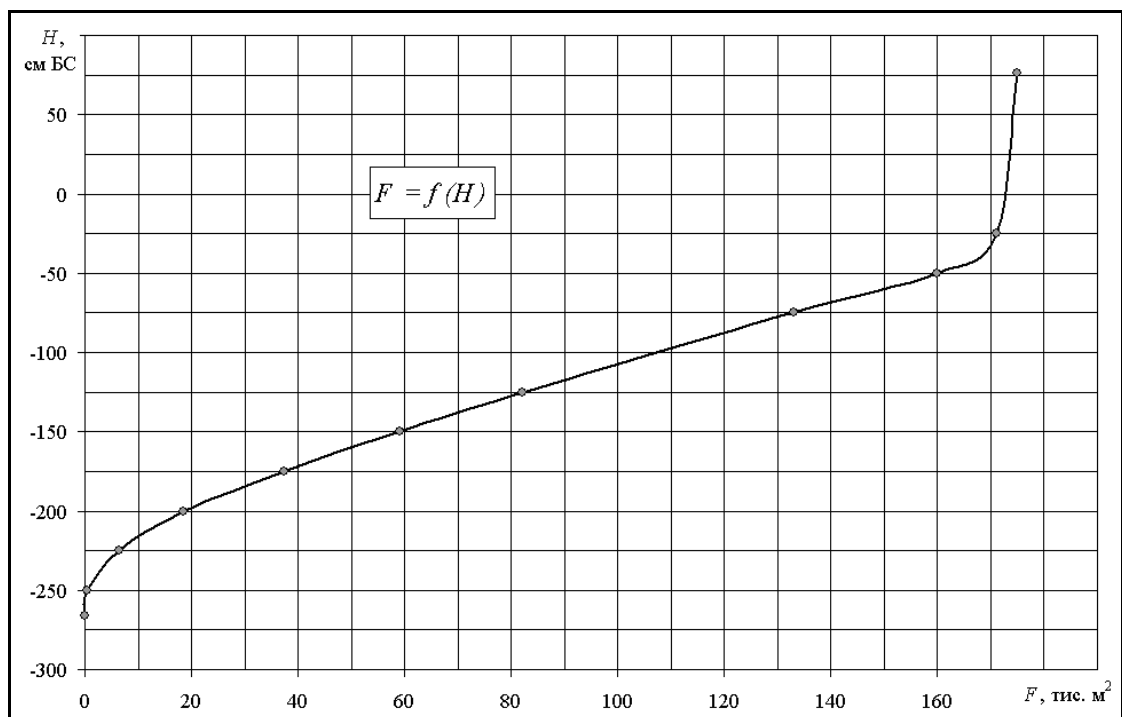


Рисунок 4.4 – Крива площ водної поверхні $F = f(H)$ оз.-ст. М. Турунчук

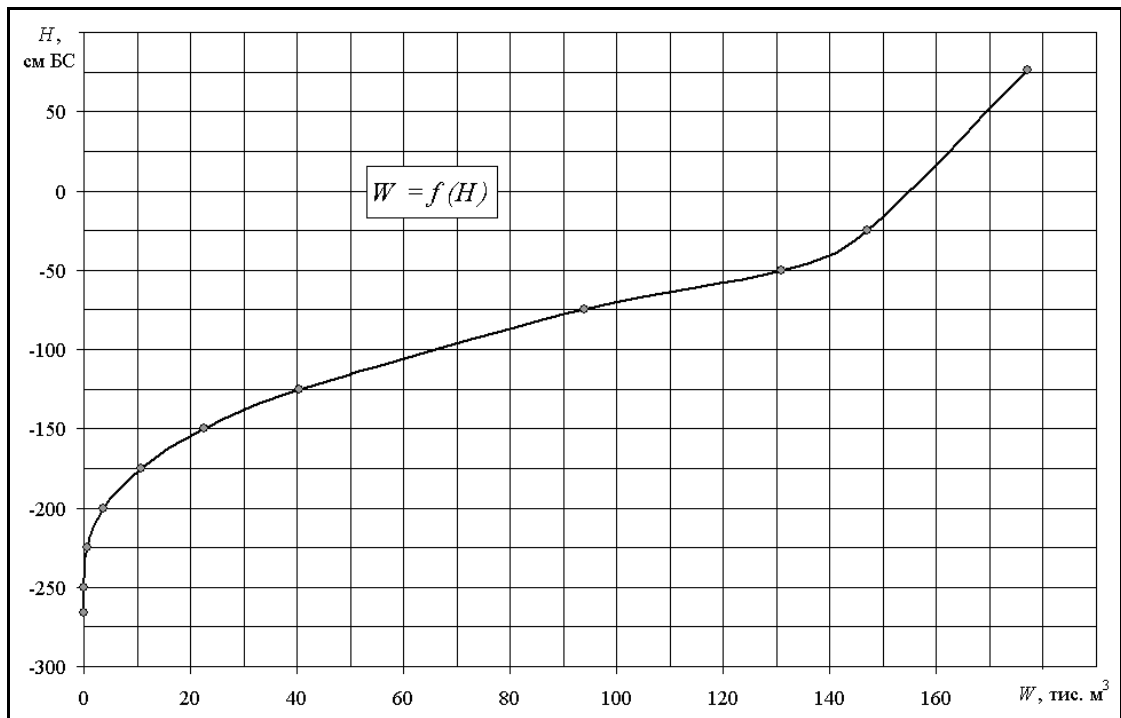


Рисунок 4.5 – Крива об'ємів води $W = f(H)$ оз.-ст. М. Турунчук

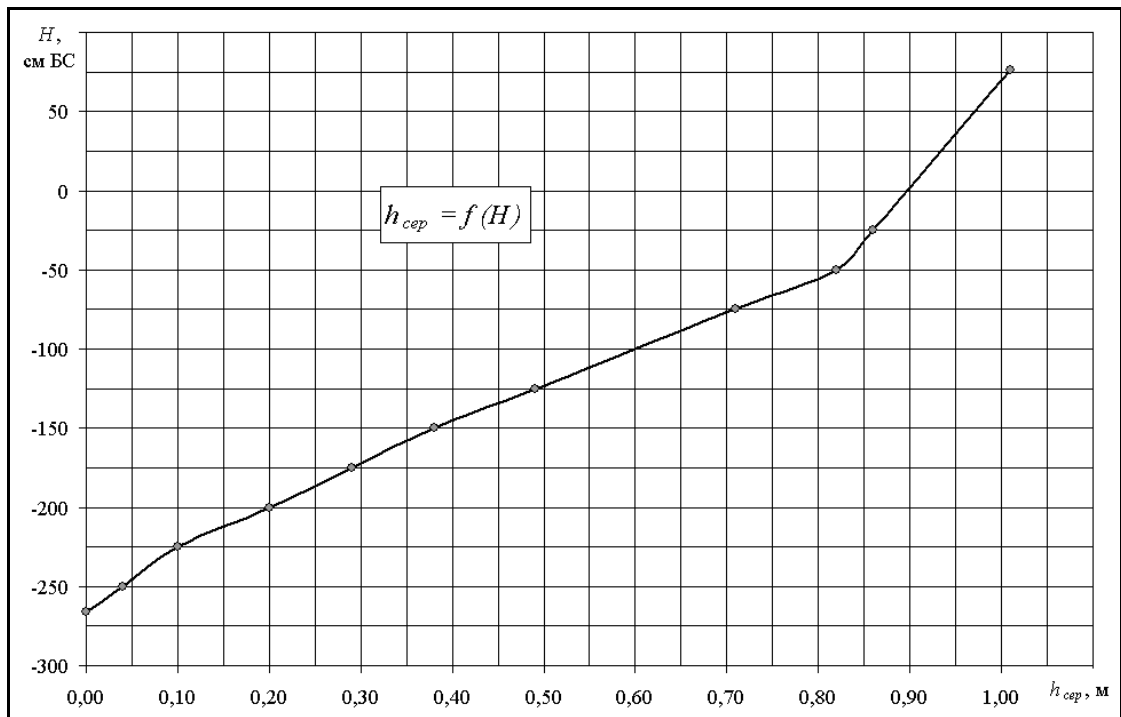


Рисунок 4.6 – Крива середніх глибин $h_{\text{сеп}} = f(H)$ оз.-ст. М. Турунчук

4.2 Оцінка добового водообміну оз.-ст. М. Турунчук

Для оцінки добового водообміну оз.-ст. М. Турунчук, з русловою системою р. Дністер, використані коефіцієнти зовнішнього водообміну ($K_{ЗВ}$), які визначалися за даними про добові об'єми припливу-стоку води (W_{np-cm} , м³) та середньодобові об'єми води у водоймі (W , м³):

$$K_{ЗВ} = W_{np-cm} / W_{MT}, \quad (4.4)$$

де W_{np-cm} – добові об'єми припливу-стоку води, м³;

W_{MT} – середньодобові об'єми води в оз.-ст. М. Турунчук, м³.

Добовий об'єм припливу-стоку води (W_{np-cm} , м³) визначався за наступним рівнянням

$$W_{np-cm} = F_{MT} \cdot \Delta H_{MT}, \quad (4.5)$$

де F_{MT} – середньодобова площа водного дзеркала оз. М. Турунчук, м²;

ΔH_{MT} – приріст-зменшення рівня води в озері за розрахункову добу, м.

У зв'язку з тим, що приплив-стік води в оз.-ст. М. Турунчук на сьогодні відбувається тільки через штучний єр. Олександрівський, приріст-зменшення рівня води в озері (ΔH_{MT} , м) за розрахункову добу обчислювався за рівнянням В.М. Тімченко [7] з використанням емпіричного коефіцієнту доступності ($k_{оз}$) та даних про приріст-зменшення рівня води (ΔH_p , м) в руслі Дністра (в місці сполучення ерику та річки):

$$\Delta H_{MT} = k_{оз} \cdot \Delta H_p, \quad (4.6)$$

де ΔH_p – приріст-зменшення рівня води в руслі Дністра, в місці сполучення єр. Олександрівського та річки, м;

$k_{оз}$ – коефіцієнт доступності [7].

Значення приросту-зменшення рівня води в руслі Дністра (ΔH_p , м), в місці сполучення єр. Олександрівського та річки, розраховувалося за даними водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки (ΔH_m , м), який знаходиться в 0,7 км вище місця сполучення ерику та річки. З урахуванням того, що ухили водної поверхні на цій ділянці річки становлять в різні період водності 1-4 ‰, тобто перепад рівнів на 1 км довжини річки становить лише 1-4 мм, а це в межах точності вимірювання рівня води (1 см) на в/п. в с. Маяки.

Емпіричний коефіцієнт доступності ($k_{оз}$) розраховувався за рівнянням (3.6) з пп. 3.1, яке запропоновано В.М. Тімченком при розрахунках водообміну аналогічних плавневих водойм р. Дніпро [7].

Гідравлічний опір єр. Олександрівського ($F_{обц}$) визначався за рівнянням (3.7), яке наведено пп. 3.1.

Середні за розрахункову добу площі водної поверхні оз.-ст. М. Турунчук (F_{MT} , м²) та об'єми води (W_{MT} , м³) визначалися в залежності від рівня води в

(H_{MT} , см БС) за допомогою кривої площ водної поверхні $F = f(H)$ (рис. 4.4) та кривої об'ємів води $W = f(H)$ (рис. 4.5).

Однак, стаціонарні спостереження за рівнем води в оз.-ст. М. Турунчук не виконуються. В зв'язку з цим, розрахунок відміток води в озері виконувався за способом наведеним нижче. Підчас проведення батиметричної зйомки 10 серпня 2009 р. було достовірно встановлено, що відмітка поверхні води у водоймі дорівнювала відмітці поверхні води в руслі р. Дністер та становила, за даними на водпосту в с. Маяки, мінус 0,25 м БС, про що свідчила відсутність руху води як в порослому рослинністю ер. Фестивальному, так і, головним чином вільному від рослинності, ер. Олександрівському.

Далі шляхом послідовного додавання-віднімання величини добового приросту-зменшення рівня води в озері (ΔH_{MT} , м), визначеної за допомогою рівняння (4.6), до відмітки мінус 0,25 м БС, були визначенні відмітки поверхні води у водоймі на наступні від 10 серпня дні 2009 р. Таким же способом, але у зворотному напрямку, визначенні рівні води на попередні від 10 серпня дні 2009 р. та для всіх діб 2008 р.

За результатами розрахунку добових коефіцієнтів водообміну оз.-ст. М. Турунчук для багатоводного – 2008 р., та маловодного – 2009 р. побудовані комплексні графіки середньодобових рівнів води на водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки (H_M , см), середньодобових об'ємів води (W_{MT} , тис. м³) та коефіцієнтів добового водообміну ($K_{ЗВ}$) оз.-ст. М. Турунчук (рис. 4.7 та 4.8).

Також, окремо для багатоводного – 2008 р., та маловодного 2009 р., побудовані графіки зв'язку між добовими приростами-зменшеннями рівня води на водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки (ΔH_M , м) та добовими коефіцієнтами водообміну ($K_{ЗВ}$) оз. М. Турунчук (рис. 4.9 та 4.10).

При аналізі комплексних графіків можна бачити, що річний хід добових коефіцієнтів водообміну характеризується суттєвими коливаннями відносно нульового значення – коли водообмін не відбувається. Крім того, на хід та зміну величин коефіцієнтів водообміну оз. М. Турунчук значний вплив має не хід рівнів води, а вітрові умови в гирловій ділянці Дністра (незалежно від водності річки). Так, наприклад, підчас паводку в липні-серпні 2008 р. значне збільшення рівня води майже не вплинуло на знак коефіцієнтів водообміну, за тим тільки винятком, що амплітуда цих коливань, відносно нульового значення, зменшилася приблизно в 3 рази.

Підтвердженням цього також є графіки зв'язку добових приростів-зменшень рівня води на в/п. Маяки, ΔH_M , з добовими коефіцієнтами водообміну, $K_{ЗВ}$, оз. М. Турунчук. Побудовані окремо за даними багатоводного 2008 р. та маловодного 2009 р. вони апроксимуються однаковими лінійними залежностями, рівняння яких наведені вище ліній зв'язку на самих графіках, тобто ці прирости-зменшення рівня води формуються не загальним стоком води в річці, а головним чином вітровим згоном та нагоном води.

Знайдений зв'язок дозволяє для оз.-ст. М. Турунчук, за даними про водомірні спостереження на в/п. Маяки, обчислювати добові значення коефіцієнтів водообміну та визначити (і навіть прогнозувати) загальний екологічний стан цієї плавневої водойми.

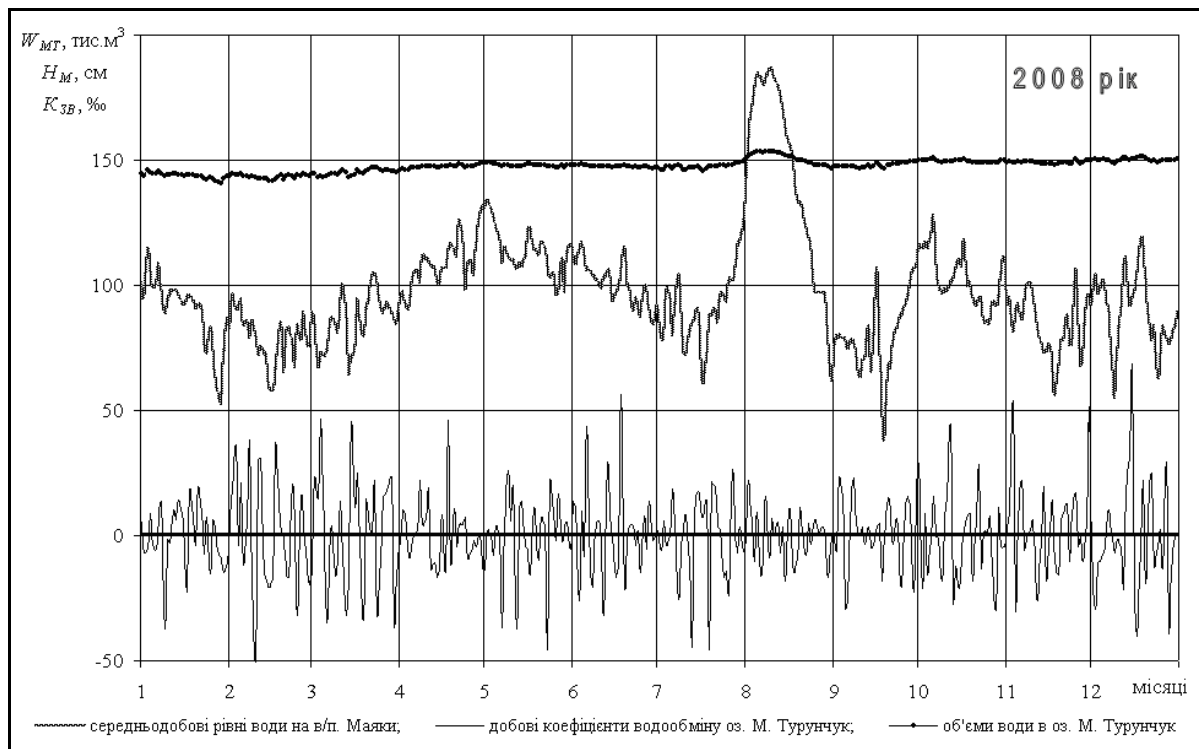


Рисунок 4.7 – Комплексний графік середньодобових рівнів води р. Дністер в с. Маяки, H_M , середньодобових об'ємів води, W_{MT} , та коефіцієнтів добового водообміну, $K_{ЗВ}$, оз.-ст. М. Турунчук за багатоводний 2008 р.

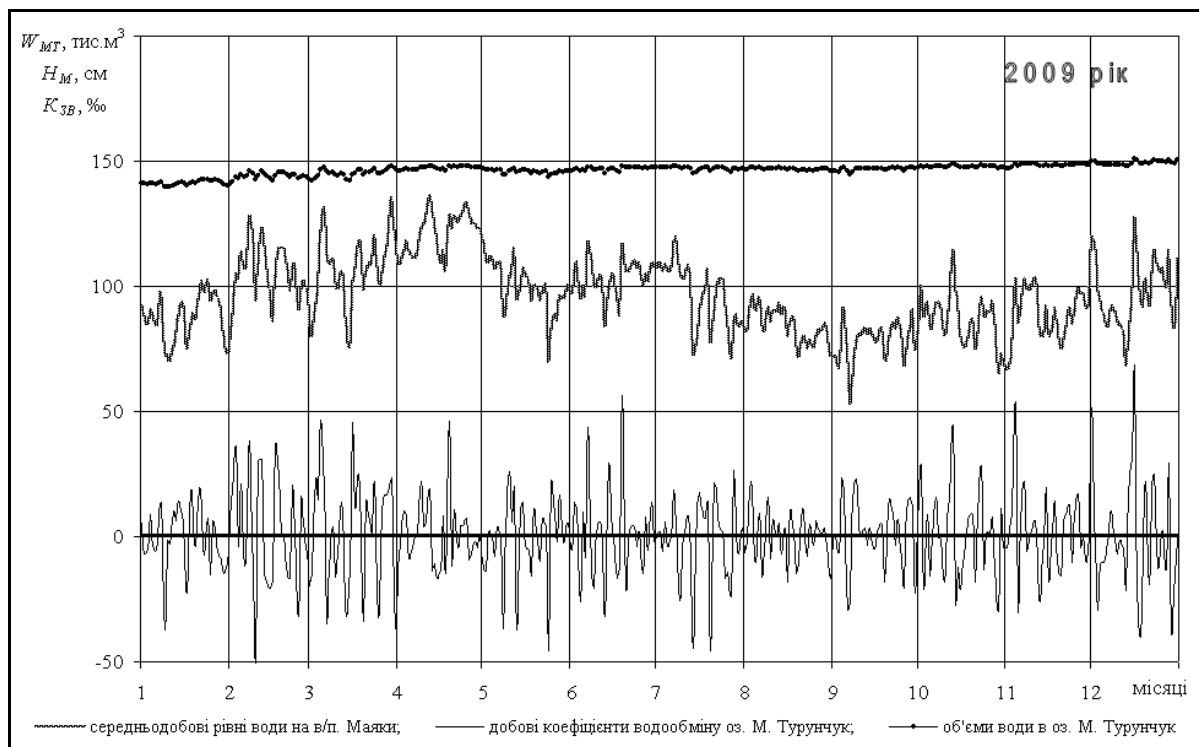


Рисунок 4.8 – Комплексний графік середньодобових рівнів води р. Дністер в с. Маяки, H_M , середньодобових об'ємів води, W_{MT} , та коефіцієнтів добового водообміну, $K_{ЗВ}$, оз.-ст. М. Турунчук за маловодний 2009 р.

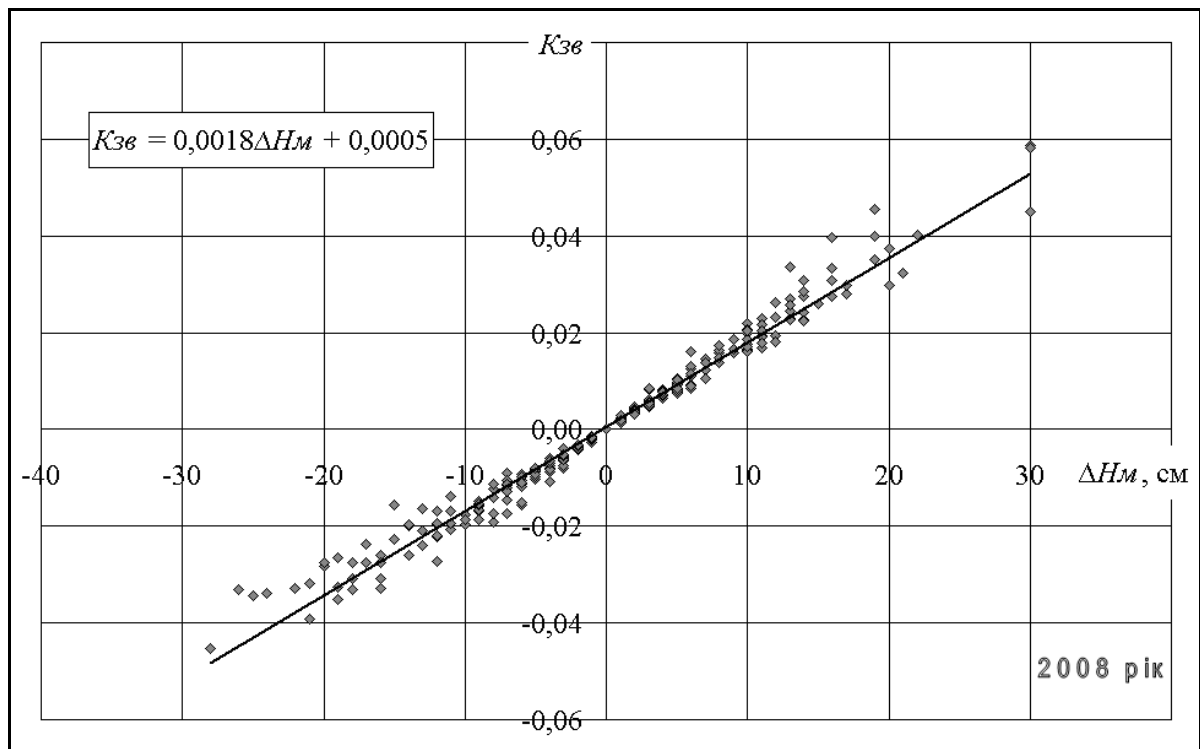


Рисунок 4.9 – Зв'язок добових приростів-зменшень рівня води р. Дністер в с. Маяки, ΔH_M , з добовими коефіцієнтами водообміну, $K_{ЗВ}$, оз.-ст. М. Турунчук під час багатоводного 2008 р.

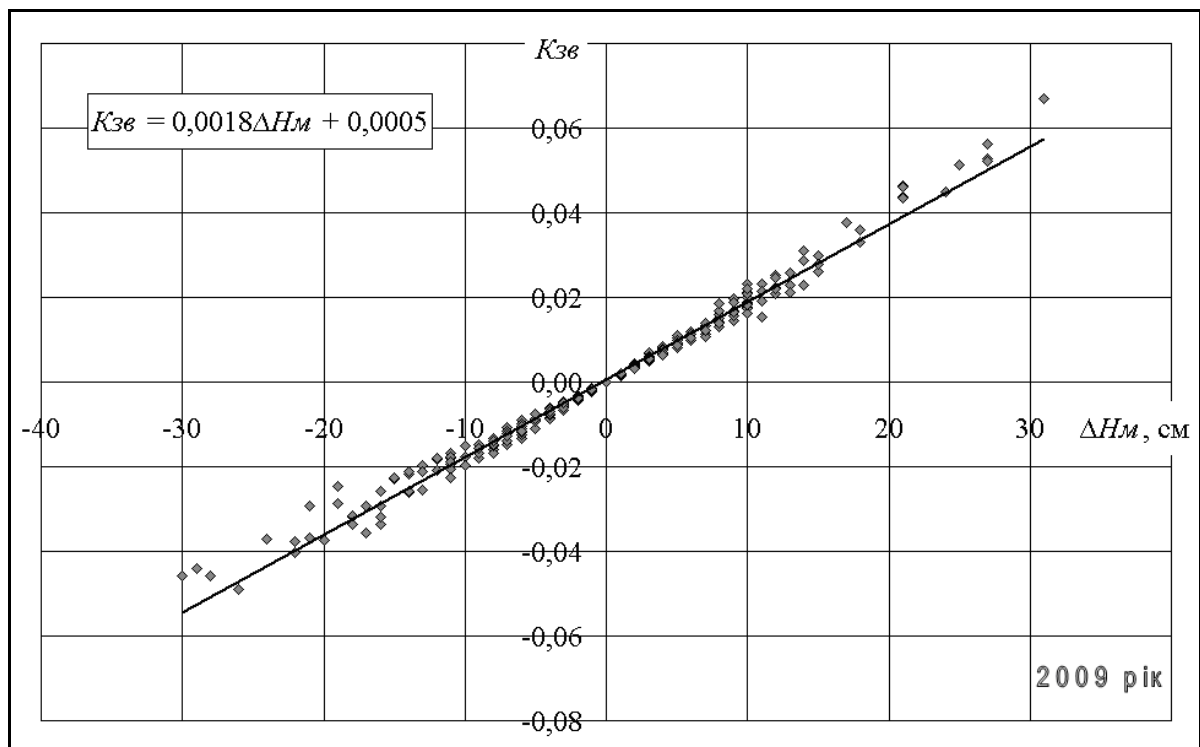


Рисунок 4.10 – Зв'язок добових приростів-зменшень рівня води р. Дністер в с. Маяки, ΔH_M , з добовими коефіцієнтами водообміну, $K_{ЗВ}$, оз.-ст. М. Турунчук під час маловодного 2009 р.

Такий знак-перемінні хід добових $K_{ЗВ}$ можна пояснити також тим, що водообмін озера відбувається головним чином через одну протоку. Тільки в період дуже високих рівнів води в Дністрі, коли вода з русла річки перетікала в плавневі масиви (в серпні 2008 р.), навіть при зменшенні величин $K_{ЗВ}$, спостерігалось збільшення об'ємів води в озері, яка туди надходила не тільки з єр. Олександрівського, але й з плавневого масиву, в якому знаходиться ця водойма (ділянка № 3 – рис. 4.11, пп. 4.3.1). Також при таких високих рівнях води починає діяти єр. Лиманний у вершині озера, але при зниженні рівня, його вплив на водообмін озера незначний.

Аналіз ходу середньодобових об'ємів води в озері свідчить проте, що змінюються вони не значно, знаходячись в межах від 140 до 150 тис. м³, тільки підчас високого паводку в липні-серпні 2008 р. об'єм води в озері перевищив позначку в 150 тис. м³, однак вже на початку третьої декади серпня знову знизився майже до 140 тис. м³. Це пояснюється постійною зміною припливу води в озеро (в період вітрових нагонів), стоком води з нього (по завершенню нагонів та при вітрового згону води). Аналіз одного з таких періодів (згону-нагону) припливу-відтоку води наведено нижче.

Так, з 11 березня 2009 р. у другій половині дня, почався південний вітровий нагін (швидкість вітру 1-5 м/с), тому з 11 по 12 березня рівень води на в/п. Маяки піднявся з 99 см до 106 см. В зв'язку з тим, що 12 березня вже спостерігався штиль, рівень води з 12 по 13 березня зменшився до 102 см. Але з 13 по 14 березня спостерігався сильний згінний вітер (5-10 м/с), за рахунок якого рівень води за добу впав до 84 см. З 14 по 15 березня вітер посилювався до 10-15 м/с (не змінюючи напрямку), тому рівень води знизився аж до 76 см. Проте, ввечері 15 березня вітер припинився (згін також) і рівень води 16 березня вже становив 100 см, тобто дорівнював рівню до згону.

Під час такого згону «стара» вода з озера через єр. Олександрівський виходить, а потім – по їх завершенню згону, в озеро приходить той же самий об'єм води, але вже «нової». Нажаль така заміна води не охоплює всю акваторію озера, тому дуже часто у верхніх та нижніх частинах водойми спостерігається евтрофікація, дефіцит розчиненого у воді кисню, замори риби, загибель інших гідробіонтів і т.п. явища.

4.3 Оцінка гідравліко-морфометричних характеристик водообміну Нижнього Дністра в системі «русло-плавні-лиман» підчас паводку 2008 року

Внаслідок значних атмосферних опадів у західній частині України, за період з 25 по 27 липня 2008 р. у верхів'ях р. Дністер відбулося різке підвищення рівня води. В зв'язку з цим, об'єм скидів з Дністровського водосховища зріс з 1100 м³/с до 3800 м³/с. Це призвело до значного підвищення рівня води в нижній ділянці р. Дністер (в середньому з 31 липня по 4 серпня 2008 р. збільшувалися щодоби на 20-40 см).

4.3.1 Гідравліко-морфометричні характеристики перетоку води через автодорогу «Рені-Одеса-Ростов» підчас паводку в липні-серпні 2008 року

З 1 серпня 2008 р. (130 см) на 53 км автодороги «Рені-Одеса-Ростов» вода почала перетікати в плавневий масив між дамбою дороги та верхів'ями Дністровського лиману (рис. 4.11, ділянка № 3).

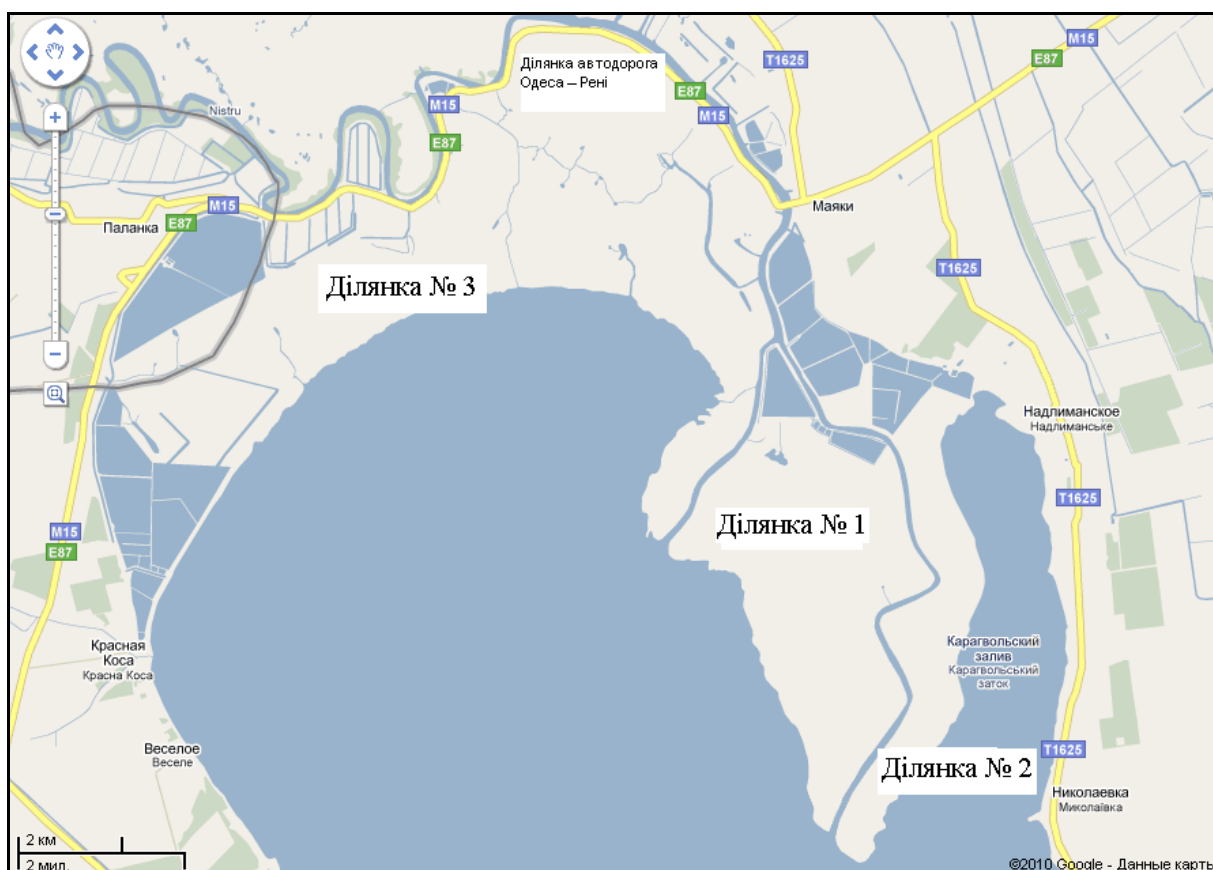


Рисунок 4.11 – Схема розподілу ділянок Нижнього Дністра для обчислення водообміну в системі «русло-плавні-лиман» підчас літнього паводку в 2008 р.

Рух автомобілів на дорозі було призупинено аж до 20 серпня 2008 р. Через п'ять діб, 5-6 серпня 2008 р., вода переливалася через автодорогу на 48-54 км, шириною 6 км, шаром 20-25 см. Швидкість течії води через дорогу в середньому становив 0,30 м/с. Паводок почався та завершився рівнем води 96 см (за даними водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки). Початок паводку – 25 липня 2008 р., а завершення – 28 серпня 2008 р. З 16 серпня 2008 р. перелив води через автодорогу «Одеса-Рені» з Дністра у Дністровські плавні (ділянка № 1, рис. 4.11) припинився. Рівні води в р. Дністер та р. Шв. Турунчук почали (дуже повільно) знижуватися з 10 серпня 2008 р.

Максимальне значення рівня води в р. Дністер за даними водомірного поста Одеського державного екологічного університету (с. Маяки) зафіксовано

на 19 годину 9 серпня 2008 р. (187 см), рівні води не змінювались на протязі 21 години – до 15 години 10 серпня. Від 10 серпня (187 см) до 1 вересня (74 см) 2008 року рівень води знизився на 113 см. Після проходження піку паводку 10 серпня (187 см) до кінця серпня знизився на 66 см.

У порівнянні з попередніми роками (2000-2007 рр.) цей літній паводок був найбільш тривалим. Він продовжувався 36 діб (з 23 липня по 28 серпня), почався і закінчився рівнем води 96 см (в/п. Маяки). Протягом липня-серпня у 2000-2007 рр. рівні води на в/п. Маяки були нижчими, ніж у 2008 р. Найнижчий рівень зафіксовано у 2007 р., який становив 43 см (2 серпня), а найвищий – у 2001 р., коли спостерігався рівень води 133 см (9 серпня). Витрата води в р. Дністер, виміряна майже підчас піку паводка в створі водпоста в с. Маяки, склала 1100 м³/с. Крім того, вода, з р. Дністер в плавневий масив та далі у верхів'я Дністровського лиману, також рухалася канал на території Республіки Молдова, середня витрата води в якому за період паводку склала 500 м³/с.

Мутність води в р. Дністер вимірювалася в створі ГНС Маякської ЗС 27 липня (на 9.00 годину – 9,8 мг/дм³, на 15.00 годину – 15,6 9,8 мг/дм³, на 24.00 годину – 18,9 9,8 мг/дм³) та 28 липня (на 3.00 годину – 21,7 9,8 мг/дм³, на 6.00 годину – 24,7 мг/дм³). За даними про якість води всі показники не перевищували встановлених норм, за винятком завислих речовин, які перевищували ГДК в 7 разів, та хімічного споживання кисню – в 2 рази).

4.3.2 Оцінка водообміну в системі «русло-плавні-лиман» підчас паводку в липні-серпні 2008 року

Розрахунок водообміну в плавневому масиві Нижнього Дністра виконувався окремо для трьох ділянок (рис. 4.11):

– ділянка № 1, острів між руслом р. Дністер (від місця розділення русла на два рукава 2 км нижче моста в с. Маяки) та руслом р. Гл. Турунчук (аж до впадіння в Дністровський лиман);

– ділянка № 2, між руслом р. Дністер (від місця розділення русла на два рукава 2 км нижче моста в с. Маяки аж до впадіння в Дністровський лиман) та Карагвольською затокою Дністровського лиману;

– ділянка № 3, між автодорогою «Рені-Одеса-Ростов», руслом р. Дністер (від моста через річку в с. Маяки до розділення русла на два рукава 2 км нижче) та руслом р. Гл. Турунчук (аж до впадіння в Дністровський лиман).

Крім цього, слід зазначити, що розрахунок водообміну плавневої ділянки № 3 виконувався окремо для перерізу р. Дністер від моста в с. Маяки до р. Гл. Турунчук і далі аж до лиману (переріз 3.1), для перерізу автомагістралі, де відбувався перетік води (переріз 3.2), для каналу на території Молдови (витрата води 500 м³/с). Морфометричні характеристики цих ділянок, які необхідні для визначення водообміну, наведені в табл. 4.4.

Кількість діб, коли був перетік води через дорогу «Рені-Одеса-Ростов» становить 20 діб – з 1 серпня по 21 серпня, це визначалося з урахуванням рівня, при якому починається-закінчується цей перетік (близько 130 см).

Таблиця 4.4 – Морфометричні характеристики ділянок Нижнього Дністра для розрахунку водообміну в системі «русло-плавні-лиман» підчас паводку в липні-серпні 2008 року

№ ділянки	Площа ділянок водообміну, F , м ²	Середня глибина ділянок, h , м
1	41500000	0,50
2	16000000	0,30
3	72000000	0,50

Середній шар води за цей період на дорозі прийнятий 0,25 м, а швидкість руху води через дорогу – 0,30 м/с, середня ширина – 5500 м. Тому коефіцієнти водообміну обчислювалися за час 20 діб.

Результати розрахунку коефіцієнтів водообміну для ділянок плавневого масиву Нижнього Дністра (між автодорогою «Рені-Одеса-Ростов» та Дністровським лиманом) наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.2 – Коефіцієнти водообміну та гідравліко-морфометричні характеристики плавневих ділянок Нижнього Дністра (між автодорогою «Рені-Одеса-Ростов» та Дністровським лиманом) за період з 1 по 21 серпня 2008 р.

№ ділянки	Площі плавневих ділянок, F , 10 ⁶ м ²	Середня глибина ділянок, h , м	Об'єми плавневих ділянок, $W_{пл}$, 10 ⁶ м ³	Об'єми припливу води, $W_{пр}$, 10 ⁶ м ³	Коефіцієнти водообміну за паводок, $K_{ЗВ-пав}$	Коефіцієнти водообміну за рік, $K_{ЗВ-рік}$
1	41,5	0,50	20,75	320	15,42	0,84
2	16,0	0,30	4,80	115	23,96	1,31
3	72,0	0,50	36,00	2290	63,61	3,48
Взагалі	129,5	0,48	61,55	2725	44,27	2,42

Аналіз табл. 4.2 дозволяє зробити висновок, що найбільш інтенсивно водообмін проходив на ділянці № 3, який становив за період паводку майже 64 разів. Це пов'язано з надходженням води до цієї плавневої ділянки в трьох місцях, яка до того ж надходила майже рівномірно по всій довжині ділянки.

На ділянці № 2 значення коефіцієнту водообміну було більш ніж в 2 рази менше ніж на першій ділянці, але також було досить значним – майже 24 рази за паводок. На ділянці №1 цей водообмін був найменшим – 15,4 разів, що пов'язано зі значним об'ємом води, яка знаходиться в плавнях.

Взагалі, вода плавневої ділянки Нижнього Дністра між автодорогою «Рені-Одеса-Ростов» та Дністровським лиманом за період паводка замінилася в середньому 44 рази. Якщо ж з використанням цих даних розрахувати річний коефіцієнт водообміну, то він становитиме тільки 2,42.

5 СТРУКТУРА МАКРОФІТНОЇ СПІЛЬНОТИ, ГІДРОБІОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ТА ТРОФОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ДНІСТЕР

За результатами гідроекологічних досліджень гирлової ділянки р. Дністер ОДЕКУ зареєстровано 60 видів макрофітів (Додаток А). Проте, цей перелік не можна вважати повним. Після спеціальних флористичних досліджень він може бути більш ширшим.

Відносно викладення переліку видів доречно відмітити, що Міжнародний кодекс ботанічної номенклатури регламентує викладення будь-якого флористичного зведення за визнаною таксономічною системою [56].

Надсучасною системою є кладистична класифікація за APG II [57]. Однак, більшість східноєвропейських авторів додержуються системи А.Л. Тахтаджяна з деякими модифікаціями відносно викладення системи флористичних зведень коLOBережно-водної рослинності. В даній НДР список відмічених макрофітів наведено в системі, яка прийнята в флористичних оглядах для територій СНД [56-65].

5.1 Таксономічний склад та видова парціальна активність макрофітів гирлової ділянки р. Дністер і плавневих утворень

На основі виявленого таксономічного складу макрофітів гирлової ділянки р. Дністер і плавневих утворень оцінюється якісне флористичне різноманіття, а оцінка ступеню присутності кожного виду освітлює кількісний бік присутності кожного з виявлених видів за критерієм їх парціальної активності (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Парціальна активність макрофітів у гідроекологічних виділах гирлової області р. Дністер за даними 2010 р.

Види макрофітів, належність до життєвої форми	Гр	Водні об'єкти			
		оз. Біле	б.с.р.Д.	єр.О.	ст.М.Т.
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
Еугідрофіти занурені некорінені					
<i>Lemna trisulca</i> L.	ЕТ	76,7	3,33	43,33	66,67
<i>Stratiotes aloides</i> (ю.в.ф.)	ЕТ	23,33	6,67	23,33	46,67
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	МЕТ	40,00	73,33	43,33	36,67

Продовження таблиці 5.1

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Ceratophyllum submersum L.</i>	МЕТ	76,67	30,00	36,67	100,00
<i>Trapa natans L.</i>	МТ	3,33	0,00	16,67	13,00
Еугідрофіти занурені вкорінені					
<i>Sparganium neglectum Beeby</i> (ю.в.ф.)	МТ	0,00	0,00	26,67	6,67
<i>Sparganium emersum Rhem.</i>	МЕТ	3,33	0,00	10,00	0,00
<i>Potamogeton pectinatus L.</i>	МЕТ	6,67	36,67	46,67	23,33
<i>Potamogeton compressus L.</i>	МЕТ	20,00	0,00	10,00	26,67
<i>Potamogeton crispus L.</i>	МТ	0,00	30,00	10,00	0,00
<i>Potamogeton perfoliatus L.</i>	МЕТ	0,00	40,00	16,67	0,00
<i>Ranunculus aquatilis L.</i>	МЕТ	0,00	23,33	3,33	0,00
<i>Myriophyllum verticillatum L.</i>	ЕТ	0,00	0,00	10,00	10,00
Плейстогідрофіти не вкорінені					
<i>Salvinia natans (L.) All.</i>	МТ	16,67	30,00	50,00	50,00
<i>Hydrocharis morsus-ranae L.</i>	ЕТ	16,67	6,67	23,33	36,67
<i>Spirodela polyrhiza (L.)</i>	МЕТ	0,00	0,00	10,00	0,00
<i>Lemna minor L.</i>	МЕТ	46,67	16,67	63,33	86,67
<i>Trapa natans L.</i>	-	-	-	-	-
Плейстофіти вкорінені					
<i>Persicaria amphibia (L.)</i> (ю.в.ф.)	МЕТ	10,00	3,33	13,33	23,33
<i>Nuphar lutea (L.) Smith</i>	МЕТ	23,33	0,00	16,67	23,33
<i>Nymphaea candida</i>	МЕТ	23,33	0,00	6,67	0,00
<i>Persicaria hydropiper (L.) Spach.</i>	МЕТ	0,00	10,00	16,67	16,67
Ааерогідрофіти					
<i>Persicaria amphibia (L.)</i> (н.в.ф.)	ЕТ	6,67	3,33	3,33	13,33
<i>Equisetum fluviatile L.</i>	МТ	0,00	10,00	0,00	0,00
<i>Alisma planlago-aquatica L.</i>	ЕТ	0,00	6,67	0,00	0,00
<i>Sagittaria sagittifolia L.</i> (н.в.ф.)	ЕТ	16,67	10,00	50,00	13,33
<i>Butomus umbellatus L.</i>	ЕТ	16,67	10,00	16,67	10,00
<i>Bolboschoenus maritimus (L.)</i>	ГГа	0,00	0,00	0,00	6,67
<i>Eleocharis patustris (L.) R. Br.</i>	ЕТ	16,67	3,33	30,00	10,00
<i>Carex acuta L.</i>	ЕТ	0,00	3,33	16,67	40,00
<i>Carex rostrata Stokes</i>	ЕТ	0,00	10,00	10,00	30,00
<i>Typha latifolia L.</i>	МЕТ	6,67	23,33	6,67	6,67
<i>Typha angustifolia L.</i>	ЕТ	0,00	0,00	0,00	3,33
<i>Glyceria maxima (Hartm.)</i>	ЕТ	0,00	10,00	6,67	0,00
<i>Acorus calamus L.</i>	ГГа	0,00	0,00	3,33	0,00

Продовження таблиці 5.1

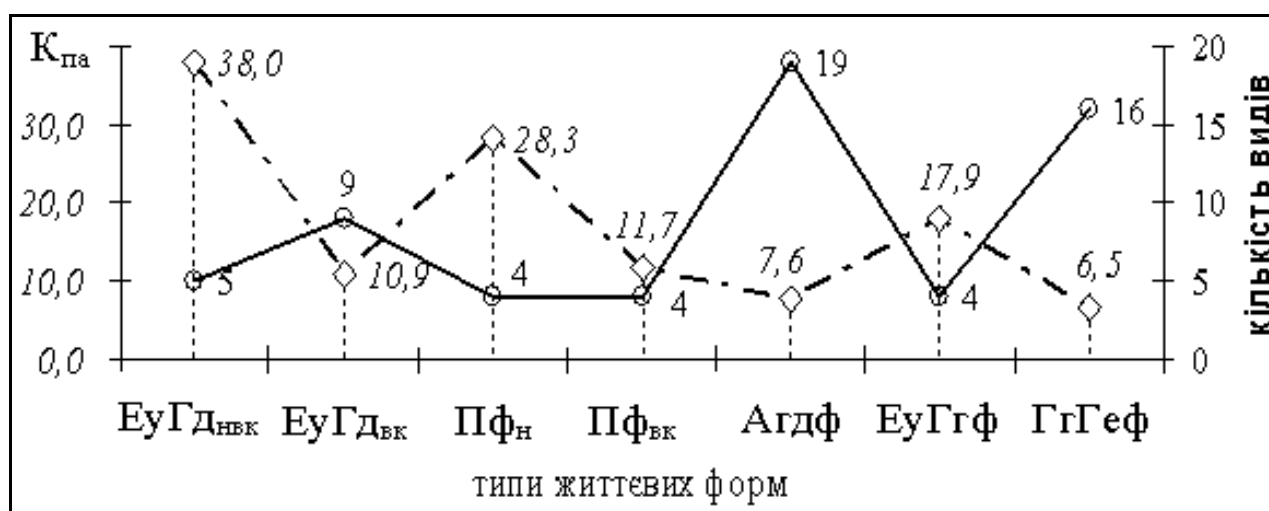
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
<i>Rorippa amphibia</i> Bess.	ЕТ	10,00	0,00	0,00	0,00
<i>Sium latifolium</i> L.	ЕТ	0,00	0,00	0,00	6,67
<i>Beckmannia eruciformis</i> (L.)	ЕТ	6,67	3,33	3,33	13,33
<i>Phragmites australis</i> (Cav.)	МТ	0,00	10,00	0,00	0,00
<i>Poa palustris</i> L.	ЕТ	0,00	6,67	0,00	0,00
<i>Catabrosa aquatica</i> Beauv	ЕТ	16,67	10,00	50,00	13,33
Еугірофіти					
<i>Beckmannia eruciformis</i> (L.)	ЕТ	10,00	0,00	10,00	16,67
<i>Phragmites australis</i> (Cav.)	ЕТ	50,00	50,00	50,00	50,00
<i>Poa palustris</i> L.	МЕТ	0,00	30,00	6,67	3,33
<i>Catabrosa aquatica</i> (L.)	МТ	0,00	10,00	0,00	0,00
Гірогелофіти					
<i>Cardamine dentata</i> Schult	МТ	0,00	0,00	3,33	13,33
<i>Iris pseudocorus</i> L.	МТ	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cicuta virosa</i> L.	МЕТ	0,00	6,67	0,00	0,00
<i>Euphorbia palustris</i> L.	МТ	0,00	50,00	50,00	13,33
<i>Scirpus lacustris</i> L.	ЕТ	3,33	0,00	16,67	10,00
<i>Cyperus fuscus</i> L.	ЕТ	0,00	0,00	0,00	6,67
<i>Triglochin palustre</i> L.	МТ	0,00	0,00	30,00	10,00
<i>Caltha palustris</i> L.	ЕТ	10,00	0,00	16,67	40,00
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	ЕТ	0,00	6,67	10,00	30,00
<i>Rorippa austriaca</i> Bess	МЕТ	0,00	3,33	6,67	6,67
<i>Comarum palustre</i> L.	МТ	0,00	6,67	0,00	3,33
<i>Angelica palustris</i> Hoffm.	МЕТ	0,00	0,00	6,67	0,00
<i>Calla palustris</i> L.	МТ	0,00	0,00	3,33	0,00
<i>Juncus ambiguus</i> Guss.	МЕТ	0,00	3,33	0,00	0,00
<i>Rumex ucranicus</i> Fisch. ex Spr.	ЕТ	0,00	10,00	0,00	6,67
<i>Potentilla anserina</i> L.	ЕТ	0,00	16,67	3,33	13,33

За даними табл. 5.1 визначаються найвагоміші структурні елементи макрофітної спільноти Дністровського лиманно-гирлового геоботанічного підрайону (гирлової області р. Дністер): структура макрофітів за життєвими формами з визначенням загальної парціальної активності кожної з них в межах гирлової області; динаміка частоти видів за гідротопічним градієнтом (дозволяє оцінити тяжіння видів до певних гідротопічних умов); співвідношення видів за частотою (парціальним навантаженням) і трофоекологічної належності з

визначенням трофності водойм як ключових критеріїв для оцінки гідроекологічного стану оз.-ст. М. Турунчук.

Серед макрофітів гирлової області р. Дністер (табл. 5.1) встановлені такі життєві форми – еугідрофіти занурені некорінені, еугідрофіти вкорінені з повітряними генеративними органами, плейстогідрофіти некорінені, плейстофіти вкорінені, аерогідрофіти, еугідрофіти, гідрогелофіти.

На рис. 5.1 наведено загальне співвідношення життєвих форм макрофітів гирлової області р. Дністер за коефіцієнтом парціальної активності ($K_{па}$) за даними 2010 р.



ЕуГД_{нвк} – еугідрофіти занурені не вкорінені; ЕуГД_{вк} – еугідрофіти вкорінені з повітряними генеративними органами; Пф_н – плейстогідрофіти не вкорінені; Пф_{вк} – плейстофіти вкорінені; Агдф – аерогідрофіти; ЕуГгф – еугідрофіти; ГгГеф – гідрогелофіти

Рисунок 5.1 – Загальне співвідношення життєвих форм макрофітів гирлової ділянки р. Дністер за парціальною активністю $K_{па}$ (за даними 2010 р.)

На рис. 5.1 видно, що найбільшу питому вагу мають гідрогелофіти й аерогідрофіти. У проміжному стані знаходяться еугідрофіти вкорінені. Однакову ступінь присутності мають еугідрофіти некорінені, плейстофіти некорінені, еугідрофіти.

Аерогідрофіти представлені найбільшою кількістю видів, таких як *Polygonum amphibium* L. – гірчак земноводний (наземна форма), *Equisetum fluviatile* L. (*E. limosum* L., *E. heleocharis* L.) – хвощ надрічковий, *Sagittaria sagittifolia* L. – стрілолист, *Butomus umbellatus* L. – сусак парасольковий,

Bolboschoenus maritimus (L.) Pall. – бульбокомиш приморський, *Carex acuta* L. (*C. gracilis* Curt.) – осика гостра.

Типовими фаціями для них є мілководдя. З точки зору парціальної активності серед них максимальні величини мають *Eleocharis patustris*, *Typha latifolia* й ін., що присутні в кожному з гідротопічних виділів. Деякі види (*Alisma planlago-aquatica* L, *Bolboschoenus maritimus* (L.), *Typha angustifolia* L. й ін) присутні спорадично лише в окремих гідротопах з невеликим значенням парціальної активності.

До гідрогелофітів (наземно-водних) відносяться *Cardamine dentata* Schult., *Cicuta virosa* L., *Euphorbia palustris* L, *Triglochin palustre* L., *Rorippa austriaca* (Crantz) Bess. й ін. Для цих видів типове місцеіснування – це берегові уриси та зони підтоплення. Тобто, очікуваним є найбільше їх видове різноманіття у береговій смузі р. Дністер, але, як видно з табл. 5.1, цей тип життєвої форми у більшості присутній у плавневих утвореннях, де він опановує сплавини очерету. При цьому кількість видів і парціальна вага гідрогелофітів, наприклад, в межах ер. Олександрівського та оз.-ст. М. Турунчука, більша ніж вздовж берега р. Дністер.

Ця обставина пояснюється надзвичайним рекреаційним навантаженням на берегову смугу, яка, наприклад, витоπτується рибалками-аматорами, тощо. Також привертає увагу те, що ряд видів гідрогелофітів (*Triglochin palustre* L., *Scirpus lacustris* L., *Caltha palustris* L.) з'являються лише на сплавинах і мілководдях (оз.-ст. М. Турунчук), що може свідчити про тенденцію до висихання водойми.

Вкорінених еугідрофітів представляють *Sparganium neglectum* Beeby, *Potamogeton pectinatus* L., *Potamogeton compressus* L. (*P. zosterifolius* Schum.), тощо. При питомій вазі 14,28 %, види вкорінених еугідрофітів мають досить незначний рівень парціальної активності. Лише один вид – *Potamogeton pectinatus* L., зустрічається повсюдно.

Частка видів, таких як: *Potamogeton crispus* L., *Ranunculus aquatilis* L., *Sparganium neglectum* Beeby, відмічена лише в окремих гідротопах з незначними показниками парціальної ваги.

Група еугідрофітів не вкорінених представлена видами, такими як: *Lemna trisulca* L., *Ceratophyllum submersum* L., які також відносяться до істинно-водних макрофітів, але не здатних протистояти течії. Проте, для них характерна широка розповсюдженість у всіх гідротопічних виділах.

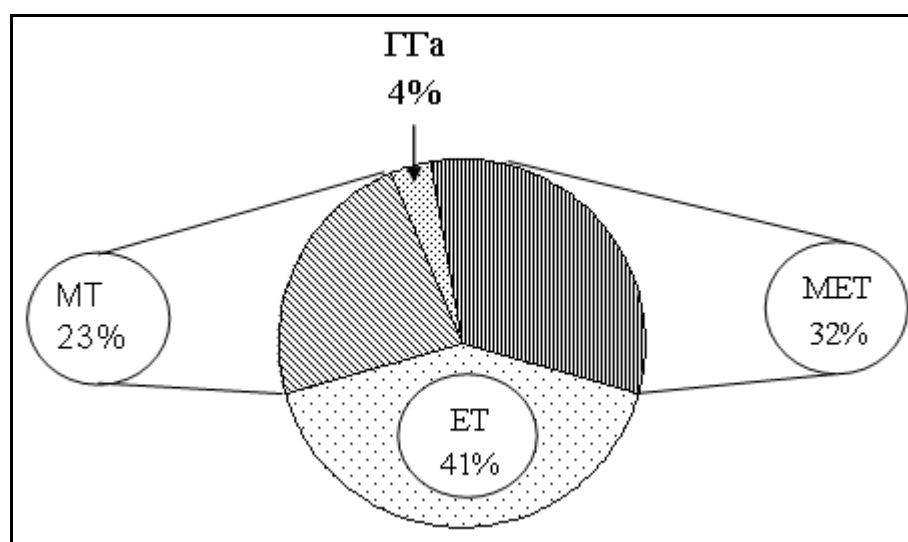
Плейстофіти вкорінені та не вкорінені – типова життєва форма акваторій плавневих утворень.

До вкорінених відносяться такі як глечики, не вкорінених – ряски, сальвінія й ін.

5.2 Трофоекологічна структура макрофітів гирлової області р. Дністер

Загальна трофоекологічна структура визначається співвідношенням видових угруповань з певною трофоекологічною належністю.

В межах гирлової області р. Дністер відмічені види (рис. 5.2), які можуть бути охарактеризовані мезотрофами (*Cardamine dentata* Schult, *Iris pseudocorus* L., *Catabrosa aquatica* (L.), *Phragmites australis* Cav., *Equisetum fluviatile* L. й ін.), мезоевтрофами (*Typha latifolia* L., *Lemna minor* L., *Cicuta virosa* L., *Rorippa austriaca* Bess., *Angelica palustris* Hoffm й ін.), евтрофами (*Butomus umbellatus* L., *Carex acuta* L., *Caltha palustris* L., *Cyperus fuscus* L., *Scirpus lacustris* L. й ін), гіпогалофітами (*Bolboschoenus maritimus*, *Acorus calamus* L.).



ГГа – гіпогалофіт; МТ – мезотроф; МЕТ – мезоевтроф; ЕТ – евтроф

Рисунок 5.2 – Співвідношення трофоекологічних груп макрофітів гирлової ділянки р. Дністер

На рис. 5.2 видно, що ядро складають евтрофи та мезоевтрофи, яким дещо поступається за питомою вагою група мезотрофів.

Визначена трофоекологічна структура макрофітів відображає сумарне значення трофності передгирлової області р. Дністер і свідчить про загальне тяжіння водного об'єкту до евтрофування.

Для оз. Біле домінуючою складовою макрофітів є група евтрофів, яка налічує 54 % від загального видового складу (рис. 5.3).

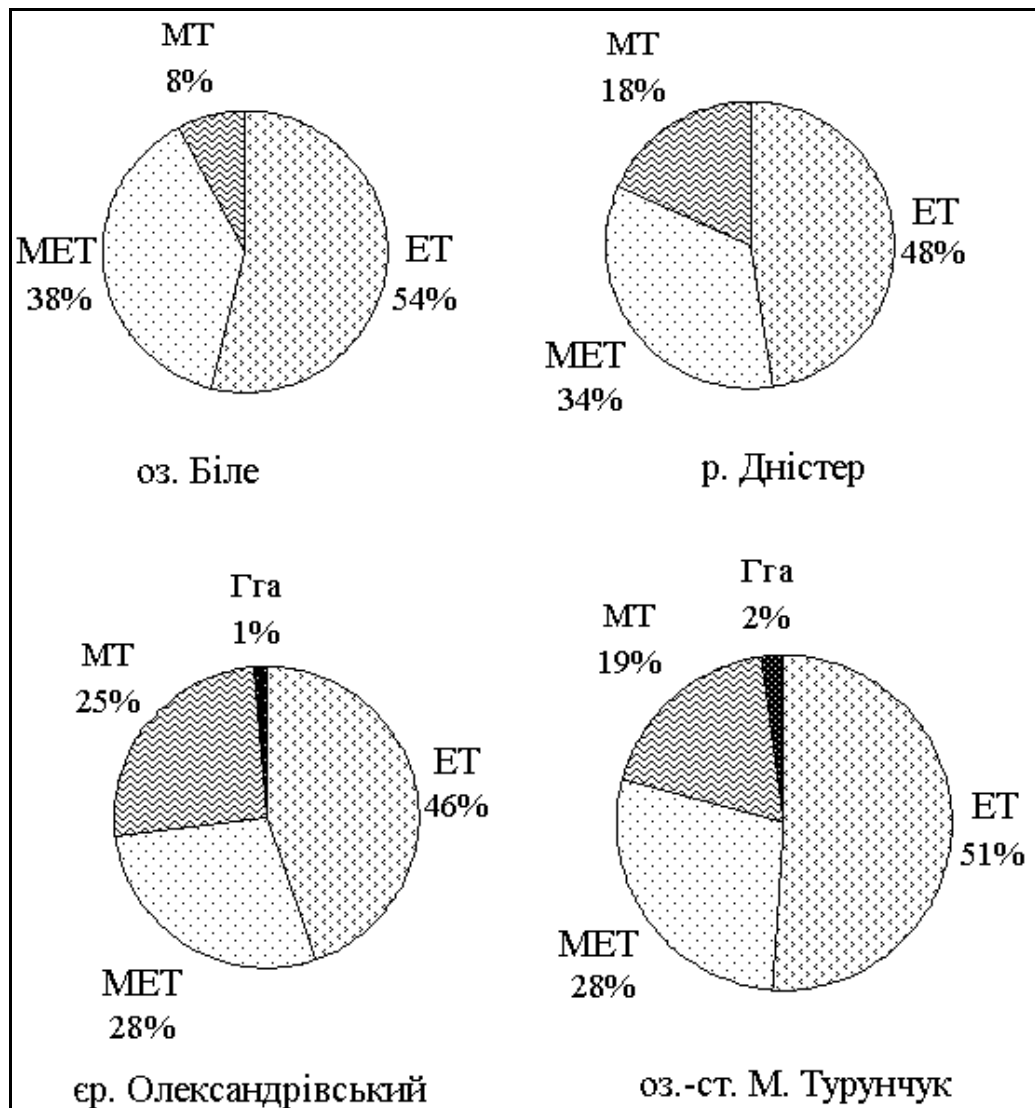


Рисунок 5.3 – Співвідношення трофоекологічних угруповань макрофітів у гідроекологічних виділах гирлової області р. Дністер

Це види, такі як: *Stratiotes aloides*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Persicaria amphibia*, *Butomus umbellatus*, *Rorippa amphibia* й ін. Деякі поступаються за кількістю мезоевтрофи, такі як: *Typha latifolia*, *Persicaria amphibia*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*. У незначній кількості присутній мезотрофний елемент, представлений *Trapa natans* та *Salvinia natans*.

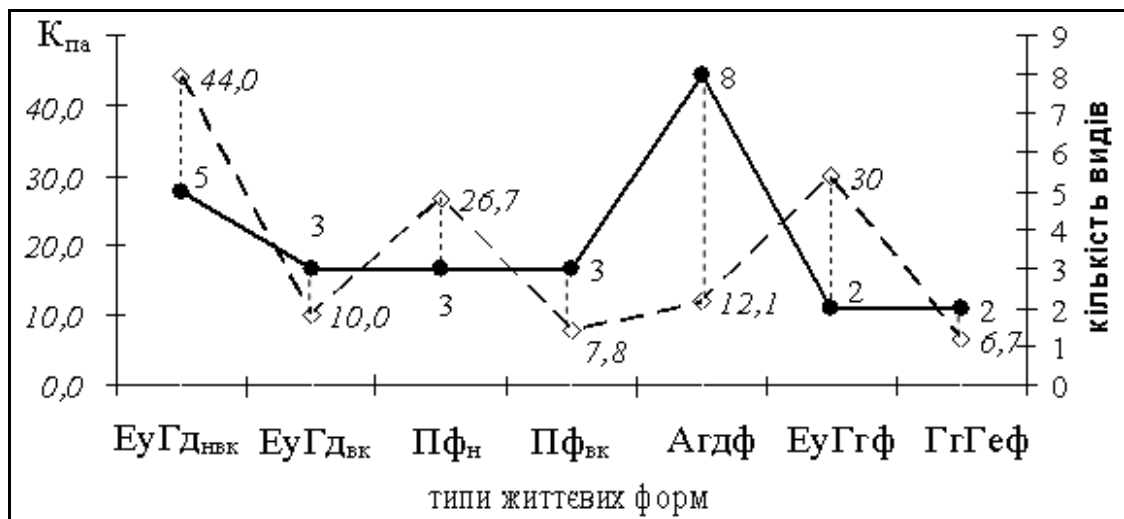
Для ділянки берегової смуги р. Дністер характерною є деяка вирівняність у співвідношенні трофоекологічних груп. На рис. 5.3 видно, що на фоні 48 % евтрофів (*Stratiotes aloides*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Persicaria amphibia* й ін.) виявлено 18 % та 34 % мезоевтрофних видів (*Salvinia natans*, *Potamogeton crispus*, *Phragmites australis* й ін.).

Єр. Олександрівський характеризується сумарною перевагою мезоевтрофів (*Typha latifolia*, *Persicaria amphibia*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton compressus*, *Potamogeton pectinatus* й ін.) при достатньо великій присутності евтрофного елемента (*Lemna trisulca*, *Stratiotes aloides*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hydrocharis morsus-ranae*).

Оз.-ст. М. Турунчук за складом макрофітів має всі ознаки евтрофної водойми. За кількістю видів тут домінують евтрофи, такі як: *Lemna trisulca*, *Ceratophyllum demersum*, *Ceratophyllum submersum*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hydrocharis morsus-ranae*. Між тим, досить велика присутність мезоевтрофів (*Salvinia natans*, *Persicaria amphibia*, *Persicaria hydropiper*, *Poa palustris* й ін.), що вказує на наявність мезотрофних зон.

Трофоекологічна структура макрофітів за своєю показовістю відображає лише загальні тенденції евтрофікації. Для отримання кількісних характеристик практичного значення необхідно визначитись з такими динамічними параметрами, що показують напрямки сукцесій (кількісна присутність життєвих форм у кореляції з трофоекологічними характеристиками).

З точки зору різноманіття типів життєвих форм у гідроекологічних виділах за категоріями їх присутності, макрофіти представлені неоднозначно (рис. 5.4).



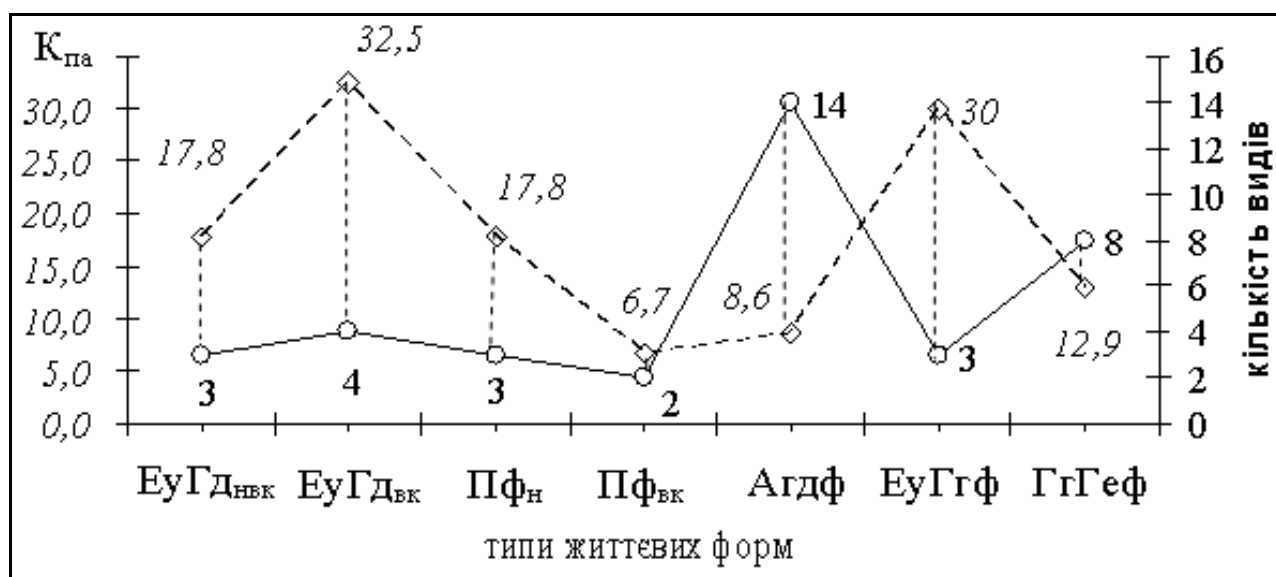
ЕуГд_{нвк} – еугідрофіти занурені не вкорінені; ЕуГд_{вк} – еугідрофіти вкорінені з повітряними генеративними органами; Пф_н – плейстогідрофіти не вкорінені; Пф_{вк} – плейстофіти вкорінені; Агдф – аерогідрофіти; ЕуГгф – еугігрофіти; ГгГеф – гігрогелофіти

Рисунок 5.4 – Структура спільноти макрофітів оз. Біле за парціальною активністю життєвих форм $K_{па}$

На рис. 5.4 видно, що у макрофітній спільноті оз. Біле за кількістю видів домінують аерогідрофіти та невкорінені еугідрофіти. Інші типи життєвих форм представлені 2-3 видами. Це опорядковано свідчить про гідрологічний стан водойми з тенденцією до обміління. З іншого боку за корелятивними відношеннями трофологічних груп з категорією присутності можна уявити рівень евтрофікації цього плавневого утворення. Так, порівняння за присутністю евтрофів, мезоевтрофів і мезотрофів показує, що більшість видів серед евтрофів відноситься до категорії рідкісних і лише *Phragmites australis* має категорію частого.

Серед мезоевтрофів також переважають види категорії рідкісних і дуже рідкісних, але декілька видів за категорією присутності мають великі значення. Наприклад, *Ceratophyllum demersum* та *Lemna minor* – категорія (Ч), *Ceratophyllum submersum* – (П). Мезотрофи явно знаходяться в стані депресії. Таким чином, трофоекологічний стан оз. Біле можна охарактеризувати як мезоевтрофний з виразною тенденцією до евтрофності.

Для берегової смуги р. Дністер характерним в структурі життєвих форм є перевага гелофітів (рис. 5.5).

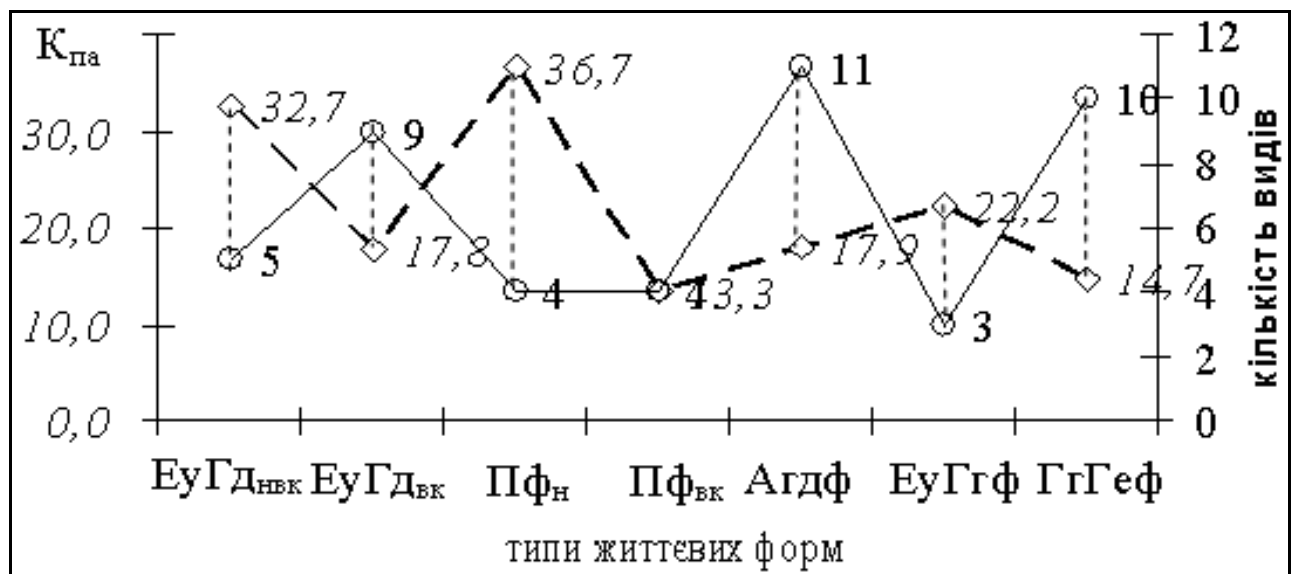


ЕуГ_{д_{нвк}} – еугідрофіти занурені не вкорінені; ЕуГ_{д_{вк}} – еугідрофіти вкорінені з повітряними генеративними органами; Пф_н – плейстогідрофіти не вкорінені; Пф_{вк} – плейстофіти вкорінені; Агдф – аерогідрофіти; ЕуГ_{гф} – еугідрофіти; ГгГеф – гірогелофіти

Рисунок 5.5 – Загальна структура спільноти макрофітів берегової смуги р. Дністер за парціальною активністю життєвих форм $K_{па}$

На рис. 5.5 видно, що за кількістю видів тут переважають евтрофи, але всі ці види відносяться до категорії рідкісних і дуже рідкісних. Лише евритоппний *Phragmites australis* має значення постійного. На другому місці за кількістю видів стоять мезоевтрофи. Але за категоріями присутності ця група явно домінуюча. Якщо серед евтрофів і мезотрофів майже в нормі є категорія рідкісні та дуже рідкісні, то серед мезоевтрофів більшість видів мають значення постійних (*Ceratophyllum demersum*) і частих (*Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Typha latifolia* й ін.). Ці данні дають основу для висновку щодо стану колобережної смуги як мезоевтрофної.

За співвідношенням життєвих форм ер. Олександрівський характеризується кількісною перевагою прикріплених форм (рис. 5.6).



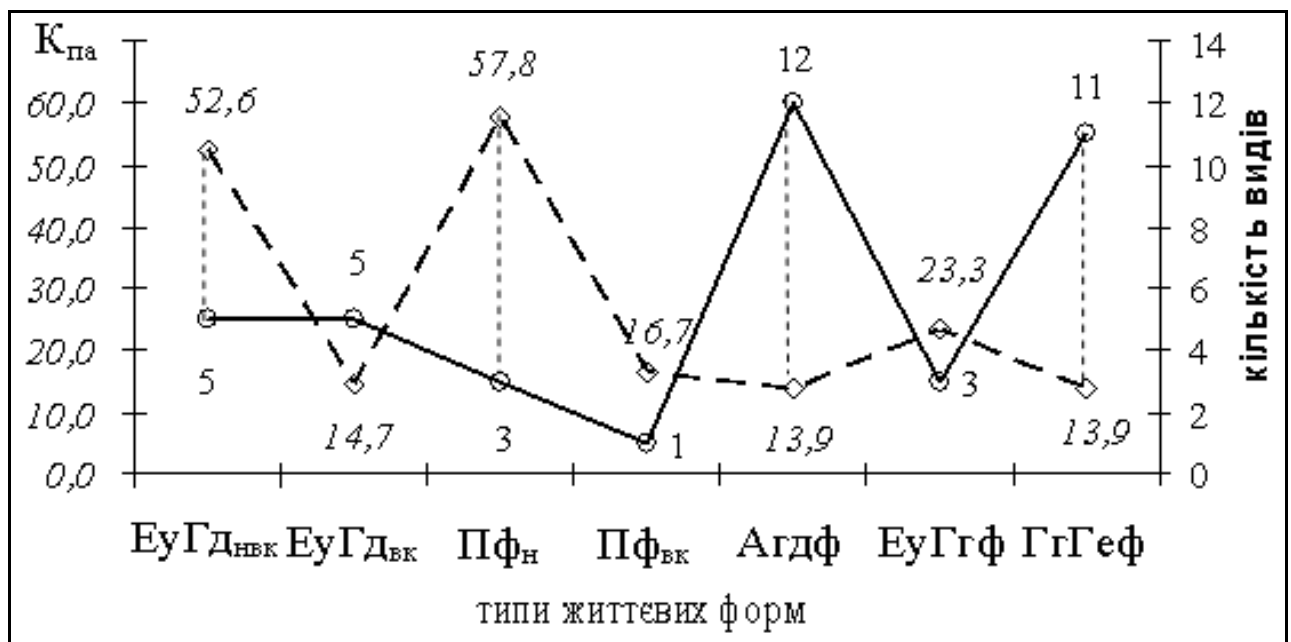
ЕуГд_{нвк} – еугідрофіти занурені не вкорінені; ЕуГд_{вк} – еугідрофіти вкорінені з повітряними генеративними органами; Пф_н – плейстогідрофіти не вкорінені; Пф_{вк} – плейстофіти вкорінені; Агдф – аерогідрофіти; ЕуГгф – еугідрофіти; ГгГеф – гідрогелофіти

Рисунок 5.6 – Структура спільноти макрофітів ер. Олександрівського за парціальною активністю життєвих форм $K_{па}$

На рис. 5.6 можна бачити, що за співвідношенням життєвих форм в ер. Олександрівському переважають еугідрофіти вкорінені, аерогідрофіти, гідрогелофіти. За трофоекологічною ознакою переважають евтрофи. Але узагальнені показники категорії присутності вказують на неоднорідну евтрофікацію даного гідроекологічного виділу.

Так, серед видів кожної трофоекологічної групи присутній показник (П). Наприклад, серед евтрофів – це *Sagittaria sagittifolia*, *Catabrosa aquatica*, *Phragmites australis*, серед мезоевтрофів – *Lemna minor*, серед мезотрофів – *Euphorbia palustris*. Тобто, рівень евтрофікації в ер. Олександрівському коливається в широких межах, що свідчить про екологічну динамічність виділу.

У фітоценотичній організації оз.-ст. М. Турунчук за видовим складом домінують трав'янисті гідрофіти та високотравні гелофіти, яким притаманна берегова смуга з мілинами й надводне колобережне середовище, а справжні гідрофіти мають відносно невелику за кількістю видів частку (рис. 5.7).



ЕуГД_{нвк} – еугідрофіти занурені не вкорінені; ЕуГД_{вк} – еугідрофіти вкорінені з повітряними генеративними органами; Пф_н – плейстогідрофіти не вкорінені; Пф_{вк} – плейстофіти вкорінені; Агдф – аерогідрофіти; ЕуГгф – еугідрофіти; ГгГеф – гідрогелофіти

Рисунок 5.7 – Структура спільноти макрофітів оз.-ст. М. Турунчук за парціальною активністю життєвих форм $K_{па}$

За видовим екологічним стандартом, макрофіти розповсюджені згідно батиметричним горизонтам. Так, вздовж профілю з глибинами до 0,5 м зосереджені високотравні гелофіти *Persicaria amphibium*, *Butomus umbellatus*, *Carex acuta*, *Butomus umbellatus* й ін.

На межі глибин 0,5-0,7 м зосереджені плейстофіти вкорінені – *Nuphar lutea*, *Persicaria hydropiper*, *Persicaria amphibia*. На очеретяних сплавинах та у

мілких затоках сконцентровані гігрозомезофіти, такі як: *Cardamine dentata*, *Scirpus lacustris*, *Caltha palustris*, *Ranunculus sceleratus*. Вільно плаваючі незакріплені (*Lemna trisuica*, *Lemna minor*) зосереджені по периметру акваторії.

Ступінь евтрофікації визначається за присутністю видів з певною трофоекологічною належністю та категорією присутності (постійні, константні). На евтрофікацію вказують *Lemna trisulca* та *Phragmites australis*. Про наявність мезотрофних гідротопів свідчить *Salvinia natans*, а на мезоевтрофність – *Ceratophyllum submersum*.

5.3 Ценотична структура макрофітної спільноти ер. Олександрівського та оз.-ст. М. Турунчук

З табл. 5.1 видно, що за критерієм частоти макрофіти ер. Олександрівського диференціюються наступним чином:

а) категорія рідкісних (Р) – *Equisetum fluviatile* L., *Cicuta virosa* L., *Peucedanum palustre* (L.), *Sium latifolium* L., *Myosotis palustris* (L.), *Cardamine dentata* Schul, *Lycopus europaeus*, *Lysimachia nummularia*, *Alisma plantago-aquatica* й ін.;

б) категорія частих (Ч) – *Bidens cernua* L., *Stellaria media* (L.), *Empetrum nigrum* L., *Myriophyllum spicatum* L., *Caltha palustris* L., *Ranunculus lingua* L., *Ranunculus auricomus* L., *Stratiotes aloides* L., *Lemna minor* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) й ін.;

в) категорія постійних (П) – *Butomus umbellatus* L., *Elodea canadensis* Michx., *Potamogeton pectinatus* L. й ін.;

г) категорія константних (К) – *Falaginella uliginosa* (L.), *Eleocharis palustris* (L.), *Scirpus lacustris*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna trisulca* L., *Salvinia natans* Hoffm, *Phragmites australis* й ін.

На рис. 5.8 видно, що для ер. Олександрівського властивий нестійкий стан спільноти макрофітів з точки зору сталості співвідношень за частотою. При нормі, характерної для сталих спільнот, категорія рідкісних повинна складати 70-90 %, а константних – не більше 5 %.

Гігрофітний тип життєвої форми представлено мезо-оліготрофними трав'янистими рослинами – *Cicuta virosa* L., *Angelica sylvestris* L., *Cirsium palustre* L., *Bidens cernua* L., *Myosotis palustris* L., *Myosotis caespitosa* K. F. Schultz, *Cardamine amara* L. й ін. Схема розподілу цього типу життєвої форми наведена на рис. 5.9, де видно, що більша частина видів сконцентрована на ділянці станцій №№ 12-15 (рис. 5.10) з проективним покриттям 15-45 %.



Р – категорія рідкісних; Ч – категорія частих;
 П – категорія постійних; К – категорія константних

Рисунок 5.8 – Структура видового складу макрофітів ґр. Олександрівського за частотою

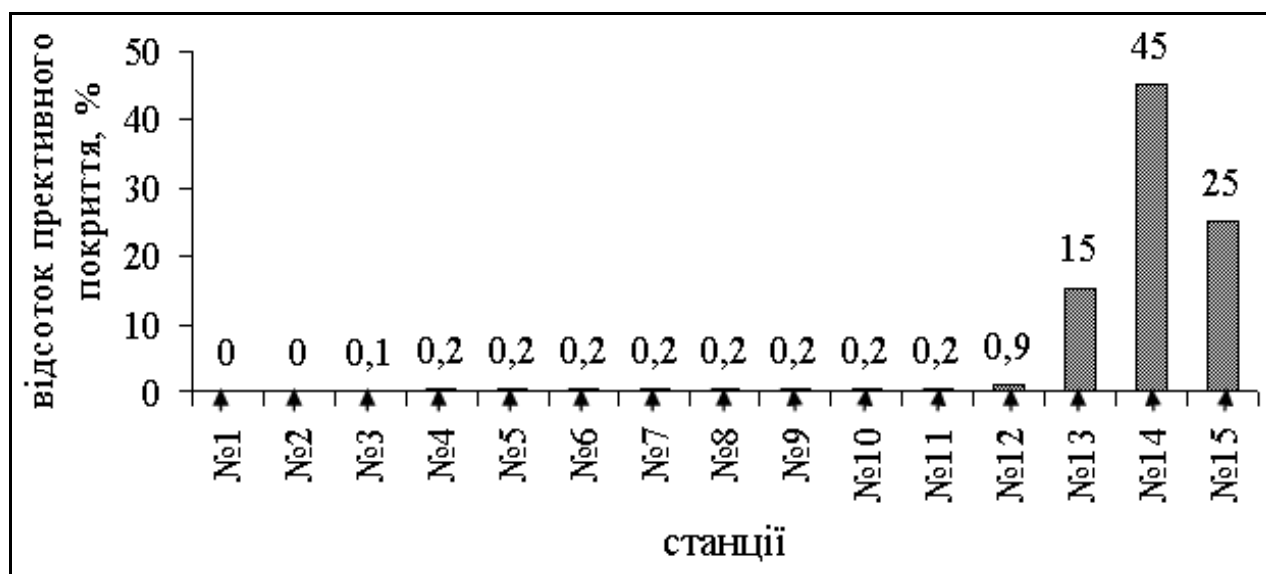


Рисунок 5.9 – Середньостатистичне значення проєктивного покриття гігрофітів вздовж продольного профілю ґр. Олександрівського

Найбільша питома вага припадає на частку станції № 14 (рис. 5.10), яка має головною відмінністю ознаки заплавного лісу. Але на значному протязі ерику від станції № 1 до станції № 11, рівень проєктивного покриття гігрофітів зберігається від 0 до 0,2%. Тут гігрофіти в окремих місцях освоюють лише невеликі площі багаторічних сплавин.

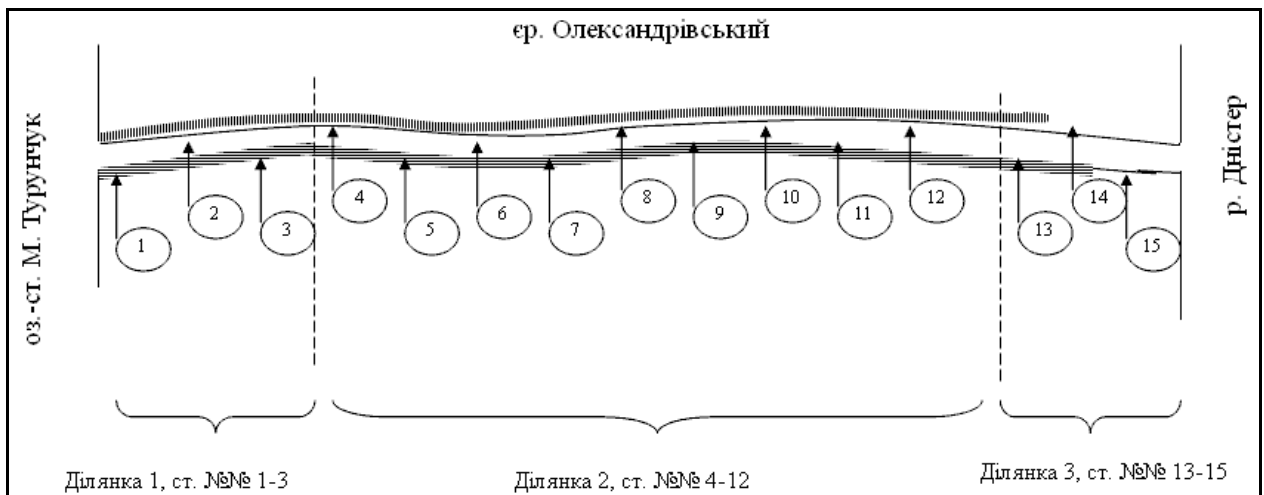


Рисунок 5.10 – Схема розташування ділянок і станцій гідробіологічних досліджень на ер. Олександрівський

Що стосується станції № 12 (рис. 5.10), де рівень гігрофітів 0,9 % проективного покриття, то тут проявляється крайовий ефект за рахунок флористичного тиску з боку берегової гігрофітної флори (станції № 13-15). У цілому, для ер. Олександрівського гігрофітний елемент не можна вважати вагомим у формуванні екосистемного осередку. За гідротопічних умов цю функцію слід очікувати від гелофітів і гідрофітів.

Гелофіти представлені видами низькотравних і високотравних форм. З табл. 5.2 видно, що частота таких гелофітів як: хвощ болотяний (*Equisetum palustre* L.), хвощ річковий (*Equisetum fluviatile* L.), водяна сосонка (*Hippuris vulgaris* L.), горець земноводний (*Persicaria amphibium*), калюжниця болотяна (*Caltha palustris*), сусак парасольковий (*Butomus umbellatus*), очерет озерний (*Scirpus lacustris*), осика роздута (*Carex rostrata*) мають істотні ценотичні величини, здатні впливати на екологічні умови гідротопу. Рідкісні види, такі як хвощ болотний (*Equisetum palustre* L.), хвощ річковий (*Equisetum fluviatile* L.), водяна сосонка (*Hippuris vulgaris* L.), митник болотяний (*Pedicularis palustris* L.), складають більшість.

Поряд з частотою, осередковий вплив визначається також рівнем проективного покриття. Між тим, значення частоти та величини проективного покриття не завжди пропорційні. Зіставляючи параметри частоти та проективне покриття за шкалою Любарського – більша частина видів, незалежно від частоти або категорії розповсюдження, має незначну ценотичну вагу [66,67]. Так, у відповідності зі шкалою Любарського, гелофіти з класом покриття рівним 1 становлять 68 % видового складу цієї життєвої форми. Види 2-го класу, з великими ценотичними значенням, займають лише 23 %.

Таблиця 5.2 – Характеристика гелофітів єр. Олександрівського за усередненими показниками проєктивного покриття, частоти та категорій розповсюдження

Таксони	Клас покриття	Частота	Категорія розповсюдження
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Хвощ болотяний – <i>Equisetum palustre</i> L.	1	20,00	Р
Хвощ річковий – <i>Equisetum fluviatile</i> L.	1	6,67	Р
Поручавник широколистяний – <i>Sium latifolium</i> L.	2	6,67	Р
Фалагинела топяна – <i>Falaginella uliginosa</i> (L.)	1	80,00	К
Водяная сосенка – <i>Hippuris vulgaris</i> L.	2	13,33	Р
Зюзник європейський – <i>Lycopus europaeus</i> L.	1	20,00	Р
Пухирчатка звичайна – <i>Utricularia vulgaris</i> L.	1	53,33	П
Шабельник болотяний – <i>Comarum palustre</i> L.	1	7,40	Р
Митник болотяний – <i>Pedicularis palustris</i> L.	2	3,20	Р
Горець земноводний – <i>Polygonum amphibium</i> L.	1	73,33	П
Калужниця болотяна – <i>Caltha palustris</i> L.	1	26,67	Ч
Водяний лютик – <i>Batrachium aquatile</i>	1	26,67	Ч
Частуха – <i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	1	20,00	Р
Білокрильник болотяний – <i>Calla palustris</i> L.	1	9,20	Р
Сусак парасольковий – <i>Butomus umbellatus</i> L.	3	53,33	П
Болотниця звичайна – <i>Eleocharis palustris</i> (L.)	1	100	К
Очерет озерний – <i>Scirpus lacustris</i> L.	2	80,00	К
Осока гостра – <i>Carex rostrata</i> Stokes	2	46,67	П
Гліцерія водяна – <i>Glyceria fluitans</i> R. Br.	1	73,33	П
Їжакоголівник скучений – <i>Sparganium glomeratum</i> (Laest.) L. Neum.	1	20,00	Р
Рогіз широколистяний – <i>Typha latifolia</i> L.	3	100	К
Ірис водяний – <i>Iris pseudacorus</i> L.	1	26,67	Ч
Очерет південний – <i>Phragmites australis</i> (Cav.)	5	100	К

Відповідно до визначення ценотичної значущості цього класу як «співучасть», такі види як: *Sium latifolium* L., *Hippuris vulgaris* L., *Carex rostrata* Stokes., вже відносяться до осередкових і можуть виступати детермінантами спільнот.

У формації макрофітів в цілому, і гелофітів зокрема, провідне місце займає очерет південний, який за всіма параметрами має найвищі значення. Цей вид, при частоті 100 % і класі 5, явно відповідає вимогам домінуючого. Крім цього, треба звернути увагу на присутність рогозу, який виступає кондомінантом. Тобто, ці два види можна віднести до осередкових не тільки за відношенням до групи гелофітов, але й до марофітної спільноти у цілому.

За отриманими даними є можливим привести характеристику гелофітів за рівнями домінування у відповідності до шкали Траса [66,67].

За цією градацією мікрогредні домінанти становлять 39 % і представлені *Equisetum palustre L.*, *Equisetum fluviatile L.*, *Sium latifolium L.*, *Hippuris vulgaris L.*, *Comarum palustre L.*, *Pedicularis palustris L.*

Мезогредні домінанти складають 14,3 % (*Calta palustris L.*, *Batrachium aquatile* й ін). До макро- і мегагредних домінантів поздовжнього профілю ерика можна віднести лише два види – очерет південний і рогіз.

Гідрофіти, відмічені для поздовжнього профілю ер. Олександрівського, містять групи підводних вкорінених, підводних з плаваючим листям і плаваючими на поверхні (еугідрофіти занурені некорінені, еугідрофіти занурені вкорінені, плейстогідрофіти некорінені, плейстофіти вкорінені). За відношенням до загального числа всіх виявлених видів макрофітів вони складають лише 21 %. Їх структура за частотою відрізняється великою питомою вагою видів категорії «частих» – 47 %, та «константних» – 35,3 %.

За критерієм домінування структура гідрофітів складається з мікрогредних домінантів (*Nymphaea candida J. Presl*), мезогредних домінантів (*Myriophyllum spicatum L.*, *Stratiotes aloides*, *Potamogeton crispus L.*, *Salvinia natans Hoffm.*, *Lemna minor L.*, *Spirodela polyrrhiza (L.)*, *Trapa natans L.*).

5.4 Якість води та трофність оз.-ст. М. Турунчук за ценотичною організацією макрофітів

Відповідно до мети роботи, розглядаються такі характеристики макрофітної спільноти оз.-ст. М. Турунчук: склад макрофітів за життєвими формами, характер розподілу видів, популяційні та ценотичні характеристики, сапробіологічна структура, трофність.

5.4.1 Структура і розподіл життєвих форм макрофітів оз.-ст. М. Турунчук

Структура макрофітів за життєвими формами відображає загальну картину гідрологічних умов. При цьому домінуючий тип життєвої форми вказує на характер водообміну, якість води та трофність водойми.

Виявлені в різні періоди види макрофітів за вищеописаною екобіоморфологічною класифікацією відносяться до трьох типів життєвих форм – справжні гідрофіти (еугідрофіти), гелофіти (аерогідрофіти) та коловодні гідрофіти (гідрогелофіти).

Справжні гідрофіти представлені трьома групами – еугідрофіти занурені не вкорінені, еугідрофіти занурені вкорінені, плейстофіти не вкорінені, плейстофіти вкорінені.

Еугідрофіти занурені не вкорінені – роголист занурений (*Ceratophyllum demersum* L.), роголист світло-зелений (*Ceratophyllum submersum* L.), тілоріз алоєвидний (*Stratiotes aloides*), ряска трійчаста (*Lemna trisulca* L.).

Еугідрофіти занурені вкорінені – їжоголовник (*Sparganium neglectum* Beeby L.), уруть (*Myriophyllum verticillatum* L.), рдест гребінчастий (*Potamogeton pectinatus* L.), рдест сплющений (*Potamogeton compressus*).

Плейстофіти вкорінені – глечик жовтий (*Nuphar lutea* (L.) Smith), перець водяний (*Persicaria hydropiper* (L.) Spach.), горець земноводний (*Persicaria amphibia* L.).

Плейстофіти не вкорінені – ряска мала (*Lemna minor* L.), багатокоріник звичайний (*Spirodela polyrrhiza* L.), водяний горіх або чилім (*Trapa natans* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) A l l.), водокрас жаб'ячий (*Hydrocharis morsus-ranae* L.).

Гелофіти або аерогідрофіти – це група, яка особливо наочно показує ступінь водності плавневих утворень. При тенденції до обміління види цієї групи займають акваторію, переходячи від водної форми до наземної з розвиненими надводними органами. Це види, такі як: *Persicaria amphibia* (L.) (н.ф.), *Sagittaria sagittifolia* L., *Butomus umbellatus* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.), *Eleocharis palustris* (L.) R. Br., *Carex acuta* L., *Carex rostrata*, *Stokes Typha latifolia* L., *Typha angustifolia* L., *Sium latifolium* L., *Beckmannia eruciformis* (L.), *Host. Catabrosa aquatica* Beauv.

При обмілінні інтенсивно займають підтоплені зони водно-болотні та коловодні еугідрофіти й гідрогелофіти. Еугідрофітів представляють *Beckmannia eruciformis* (L.), *Phragmites australis* (Cav.), *Poa palustris* L.

Гідрогелофіти – це *Euphorbia palustris* L., *Scirpus lacustris* L., *Cyperus fuscus* L., *Triglochin palustre* L., *Caltha palustris* L., *Ranunculus sceleratus* L., *Rorippa austriaca* Bess, *Comarum palustre* L., *Rumex ucranicus* Fisch. ex Spr, *Potentilla anserina* L.

З точки зору парціальної активності кожного з типів життєвої форми (рис. 5.11), відмічається загальна тенденція зменшення кількості видів гідрофітів категорій еугідрофітів і плейстофітів, але гідрофіти зберігають відносно превалювання за парціальною активністю.

Аерогідрофіти та гідрогелофіти, навпаки, нарощують свою присутність за кількістю видів, але з відносно малими значеннями парціальної активності.

Тобто, за видовим складом домінують трав'янисті гідрофіти та високотравні гелофіти, яким більше притаманна берегова смуга з мілинами та виражене надводне колобережне середовище. Відносно малу питому вагу мають макрофіти занурені, які за особливостями вертикального профілю оз.-ст. М. Турунчук (мала питома вага надводної берегової смуги вільної від сагітального очерету) мають низькі значення.

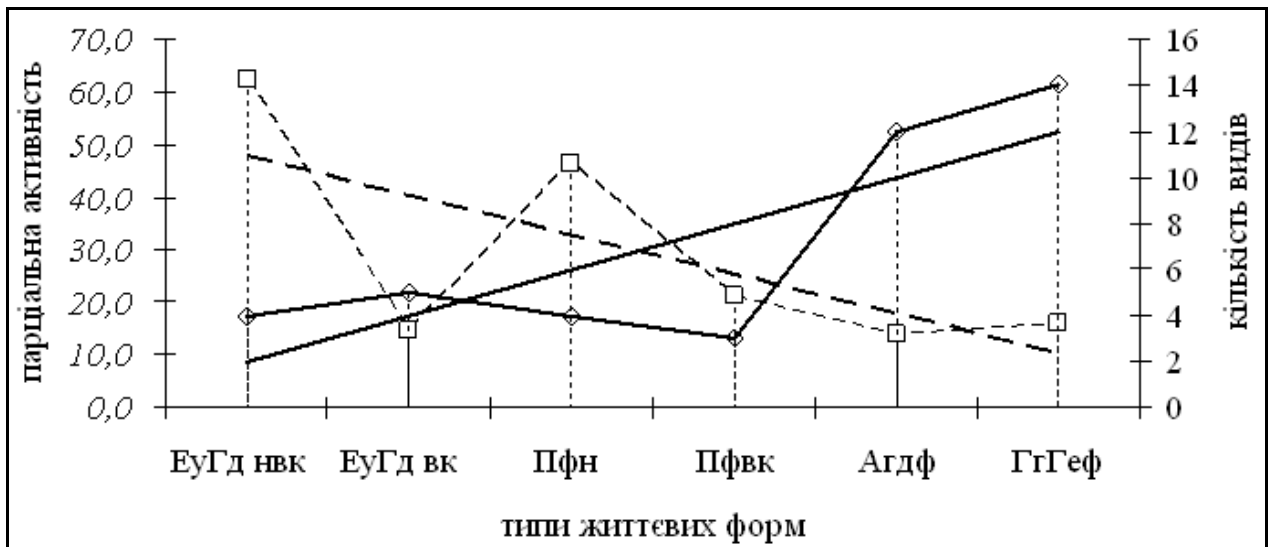


Рисунок 5.11 – Структура спільноти макрофітів оз.-ст. М. Турунчук за парціальною активністю життєвих форм

Характер горизонтального розподілу життєвих форм макрофітів, обумовлений наявними гідротопічними умовами оз.-ст. М. Турунчук, де справжній берег зберігається окремими ділянками уздовж проток до Дністровського лиману. Решту частини займає акваторія відкритої води та колобережні мілководдя глибиною 20-50 см уздовж стіни сагітального очерету. Цілком закономірно, що за екологічними властивостями макрофіти розповсюджені згідно батиметричних профілів. Так, вздовж профілю з глибинами до 0,5 м зосереджені високотравні гелофіти – горець земноводний (*Persicaria amphibium* (L.) S. f. Gray), водяний жовтець (*Batrachium aquatile* (L.) Dumort), сусак зонтичний (*Butomus umbellatus* L.), очерет озерний (*Scirpus lacustris* L.), осика жовта (*Carex flava* L.), осика гостра (*Carex acuta* L.), маник водяний (*Glyceria aquatica*), рогіз широколистий (*Typha latifolia*), хвощ болотяний (*Equisetum palustre* L.), шабельник болотяний (*Comarum palustre* L.), митник болотяний (*Pedicularis palustris* L.). Ця категорія приурочена до колобережного периметру водойми.

На межі глибин 0,5-0,7 м зосереджені вкорінені плейстофіти – глечик жовтий (*Nuphar lutea* (L.) Smith), стрілолист звичайний (*Sagittaria sagittifolia* L.), тілоріз алоєвідний (*Stratiotes aloides* L.), рдест блискучий (*Potamogeton lucens* L.), рдест плаваючий (*Potamogeton natans* L.), рдест пронизенолистий (*Potamogeton perfoliatus*), водяний горіх або чилім (*Trapa natans* L.).

На очеретяних сплавинах й у мілководних затоках зосереджені гігромезофіти – віх отруйний (*Cicuta virosa* L.), дудник лісовий (*Angelica sylvestris* L.), будяк болотяний (*Cirsium palustre* (L.) Scop), незабудка дерниста (*Myosotis caespitosa* F. Schultz), серцевник гіркий (*Cardamine amara* L.), вахта трилиста (*Menyanthes trifoliata* L.), жовтець золотистий (*Ranunculus auricomus* L.), жовтець отруйний (*Ranunculus sceleratus* L.), підмареник болотяний (*Galium palustre* L.).

Вільно плаваючі незакріплені – ряска трійчаста (*Lemna trisuica*), ряска мала (*Lemna minor* L.), багатокоріник звичайний (*Spirodela polyrrhiza* L.), які зосереджені по периметру оз.-ст. М. Турунчук між іншими макрофітами, що в значній мірі пов'язано з вітровими течіями.

5.4.2 Ценотична характеристика макрофітів оз.-ст. М. Турунчук

Вищеозначені риси розподілу життєвих форм макрофітів відображають загальнобіологічні якісні властивості. Між тим, лише якісних ознак недостатньо для осмислення існуючої ценотичної структури гідрофлори екосистемного рівня.

Для того, щоб визначити потрібні параметри ценотичної організації потрібно встановити видову структуру макрофітів за показниками частоти (або $K_{па}$) та розподілу домінуючих асоціації як осередків, що формують зони сапробності та впливають на трофність водного об'єкту [68-70]. Для цього частоту трансформуємо до $K_{па}$ вздовж трансект I-III (рис. 5.12) для впорядкування уяви про характер розповсюдження за критерієм присутності (константні, постійні, часті й ін.).

Параметри розподілу макрофітів в акваторії оз.-ст. М. Турунчук наведені в табл. 5.3.

Транссекта I відповідає лівому береговому краю. Тут визначено види макрофітів категорій дуже рідкісних (ДР), рідкісних (Р), частих (Ч), постійних (П), константних (К).

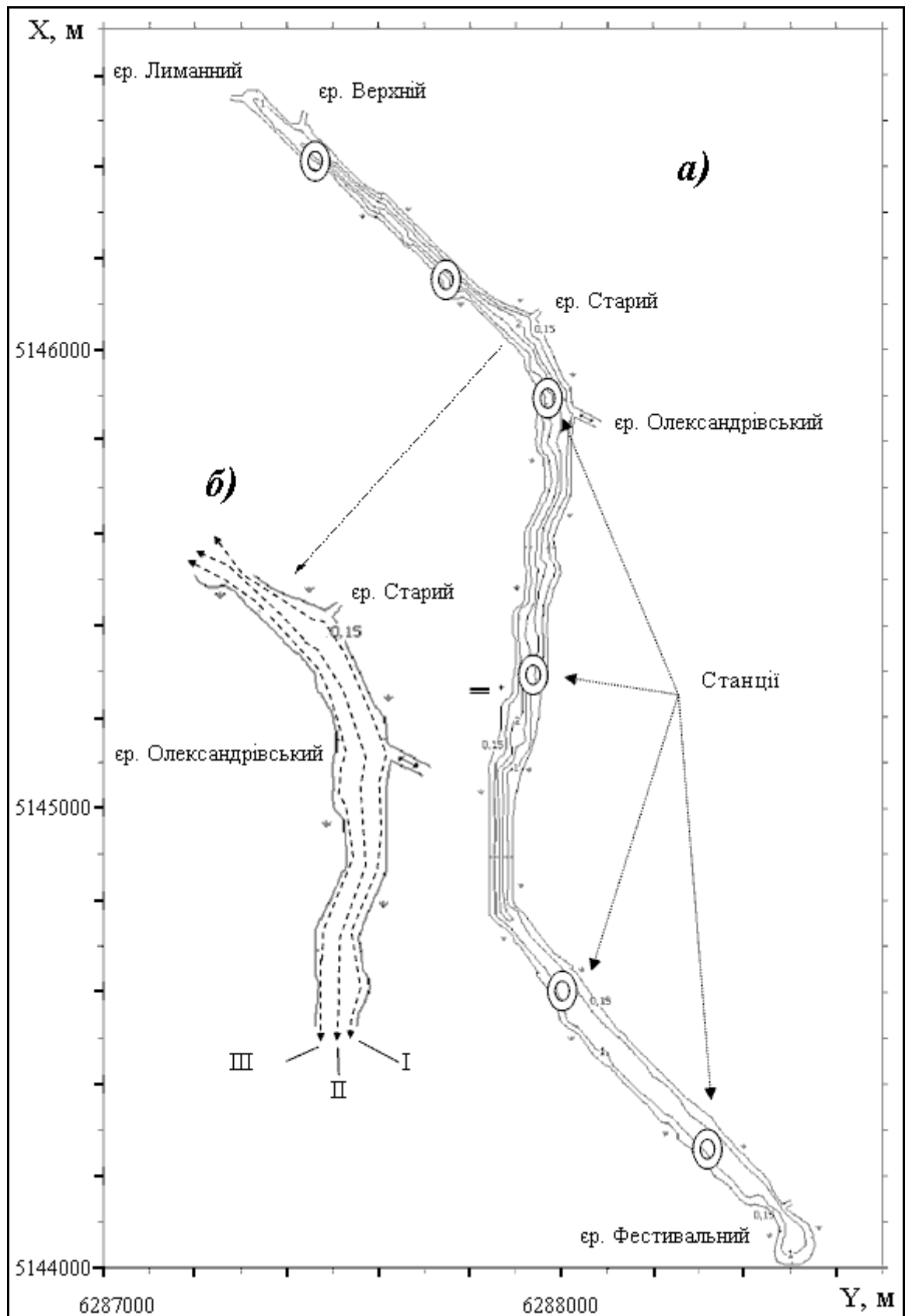


Рисунок 5.12 – Схема розташування повздовжніх облікових трансект (I-III) на оз.-ст. М. Турунчук: а) – картосхема водойми за парціальною активністю життєвих форм; б) – збільшений фрагмент

Категорію рідкісних (Р) видів представляють *Ceratophyllum demersum L.*, *Hydrocharis morsus-ranae L.*, *Sagittaria sagittifolia L.*, *Spirodela polyrrhiza (L.)*, *Persicaria amphibium (L.)*, *Butomus umbellatus L.*, *Glyceria aquatica*, *Pedicularis palustris L.*, *Menyanthes trifoliata L.*, *Caltha palustris L.*

Категорію дуже рідкісних (ДР) – *Potamogeton lucens L.*, *Potamogeton natans (L.)*, *Potamogeton perfoliatus*, *Trapa natans (L.)*, *Batrachium aquatile (L.)*, *Equisetum palustre L.*, *Comarum palustre L.*, *Cardamine amara L.*

Категорія частих (Ч) складена *Nuphar lutea (L.)*, *Stratiotes aloides L.*, *Scirpus lacustris L.*, *Typha latifolia*.

Категорії постійних (П) та константних (К) містять по одному виду – відповідно, ряска мала (*Lemna minor L.*) та ряска трійчаста (*Lemna trisuica*).

Таблиця 5.3 – Розповсюдження макрофітів оз.-ст. М. Турунчук за проективним покриттям P_p та коефіцієнтом парціальної активності $K_{па}$

Макрофіти	Облікові трансекти					
	I		II		III	
	P_p , бал	$K_{па}$	P_p , бал	$K_{па}$	P_p , бал	$K_{па}$
1	2	3	4	5	6	7
<i>Ceratophyllum demersum L.</i>	3	Р	5	К	3	Ч
<i>Nuphar lutea (L.) Smith.</i>	4	Ч	2	ДР	4	П
<i>Hydrocharis morsus-ranae L.</i>	2	Р	-	-	3	Ч
<i>Sagittaria sagittifolia L.</i>	2	Р	-	-	3	Р
<i>Stratiotes aloides L.</i>	4	Ч	-	-	4	Ч
<i>Potamogeton lucens L.</i>	3	ДР	-	-	-	-
<i>Potamogeton natans L.</i>	2	ДР	-	-	-	-
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	2	ДР	-	-	-	-
<i>Trapa natans L.</i>	2	ДР	-	-	-	-
<i>Lemna trisuica L.</i>	5	К	4	Ч	5	К
<i>Lemna minor L.</i>	5	П	3	Р	4	Ч
<i>Spirodela polyrrhiza (L.)</i>	2	Р	-	-	3	ДР
<i>Persicaria amphibium (L.)</i>	3	Р	-	-	2	ДР
<i>Batrachium aquatile L.</i>	2	ДР	-	-	-	-
<i>Calla palustris L.</i>	-	-	-	-	2	ДР
<i>Butomus umbellatus L.</i>	3	Р	-	-	3	Р
<i>Scirpus lacustris L.</i>	4	Ч	-	-	4	Ч
<i>Carex flava L.</i>	-	-	-	-	3	Р

Продовження таблиці 5.3

1	2	3	4	5	6	7
<i>Carex acuta</i> L.	-	-	-	-	2	ДР
<i>Glyceria aquatica</i>	2	Р	-	-	3	Р
<i>Typha latifolia</i>	3	Ч	-	-	4	Ч
<i>Equisetum palustre</i> L.	2	ДР	-	-	2	ДР
<i>Utricularia vulgaris</i> L.	-	-	-	-	2	ДР
<i>Comarum palustre</i> L.	2	ДР	-	-	3	Р
<i>Pedicularis palustris</i> L.	3	Р	-	-	4	Ч
Коловодні гігрофіти трав'янисті						
<i>Cicuta virosa</i> L.	-	-	-	-	2	ДР
<i>Angelica sylvestris</i> L.	-	-	-	-	1	ДР
<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	-	-	-	-	1	ДР
<i>Myosotis caespitosa</i> L. F. Schultz.	-	-	-	-	3	ДР
<i>Cardamine amara</i> L.	2	ДР	-	-	2	Р
<i>Scutellaria galericulata</i> L.	-	-	-	-	2	ДР
<i>Menyanthes trifoliata</i> L.	3	Р	-	-	4	Р
<i>Caltha palustris</i> L.	3	Р	-	-	3	Р
<i>Ranunculus auricomus</i> L.	-	-	-	-	2	ДР
<i>Ranunculus sceleratus</i> L.	-	-	-	-	2	ДР
<i>Galium palustre</i> L.	-	-	-	-	1	ДР

З рис. 5.13 видно, що найбільшу питому вагу за числом видів мають дуже рідкісні і рідкісні види. Серед них є такі як роголист і такі як рдести, хвощі та серцевник гіркий. Звертаючи увагу на те, яку життєву форму вони представляють, стає зрозумілим їх статус вздовж першої трансекти. Наприклад, роголист відноситься до категорії занурених гідрофітів, для якого колобережна смуга не є типовим місцем існування. Тому він тут випадковий. З іншого боку рдести потребують певної якості води та значних глибин, тому вони зустрічаються лише в окремих місцях з інтенсивним водообміном біля гирла ер. Олександрівського.

Щодо таких гелофітів як хвощі, то їх статус рідкісних також пояснюється обмеженістю підходящих умов для існування. Вони обирають сплавини та пересихаючі мілководдя та займають дуже малу частку у гідротопічному устрої оз.-ст. М. Турунчука. Звертає на себе увагу наявність видів категорій постійних і навіть константних. До них відносяться вільно плаваючі ряскові. Їх високі коефіцієнти присутності в окремих місцях обумовлені лише вітровими течіями в акваторії водойми. Тобто, ці види не можуть бути фоновими.

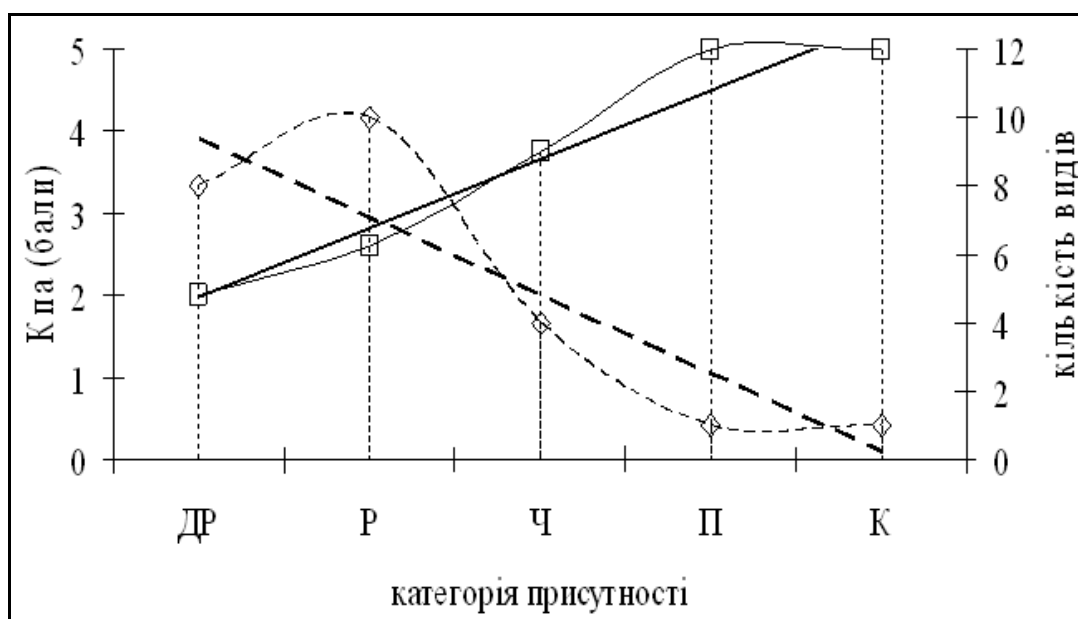


Рисунок 5.13 – Ценотична організація макрофітів оз.-ст. М. Турунчук вздовж трансекти І

До фонових в першій трансекті можна віднести види визначені як часті. Це вкорінені плейстофіти – глечик жовтий і тілоріз.

Ця закономірність зберігається для трансекти ІІ, яка є правобережжям водойми з береговими підвищеннями. Таким чином, макрофітна флора третьої трансекти складена з тих же життєвих форм, що і перша, але з відмінностями якісного та кількісного характеру. Перш за все тут відмічено найбільше видове різноманіття – 31 вид різних категорій присутності.

Дуже рідкісних (ДР) представляють – *Spirodela polyrrhiza* L., *Persicaria amphibium* L., *Calla palustris* L., *Carex acuta* L., *Equisetum palustre* L., *Utricularia vulgaris* L., *Cicuta virosa* L., *Angelica sylvestris* L., *Cirsium palustre* (L.) Scop., *Myosotis caespitosa* F. Schultz, *Scutellaria galericulata* L., *Ranunculus auricomus* L., *Ranunculus sceleratus* L., *Galium palustre* L.

Категорію рідкісних (Р) представляють – *Sagittaria sagittifolia* L., *Butomus umbellatus* L., *Carex flava* L., *Glyceria aquatica*, *Comarum palustre* L., *Cardamine amara* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Caltha palustris* L.

Категорію частих (Ч) видів складають – роголист занурений (*Ceratophyllum demersum* L.), водокрас жаб'ячий (*Hydrocharis morsus-ranae* L.), тілоріз алоєвідний (*Stratiotes aloides* L.), очерет озерний (*Scirpus lacustris* L.), рогіз широколистий (*Typha latifolia*), митник болотяний (*Pedicularis palustris* L.). Категорії постійних (П) і константних (К) представлені по одному виду.

З точки зору загальної ценотичної організації трансекта ІІ майже не відрізняється від трансекти І. З рис. 5.13 видно загальні тенденції у складі

макрофітів за присутністю, співвідношенням видів та параметрами їх проективного покриття.

Макрофіти трансекти II представлені всього 4-ма видами – роголист занурений (*Ceratophyllum demersum* L.), глечик жовтий (*Nuphar lutea* (L.) Smith), ряска трійчаста (*Lemna trisuica*), ряска мала (*Lemna minor* L.). Два види рясок мають індиферентну приуроченість, роголист занурений (*Ceratophyllum demersum* L.) належить до еугідрофітів занурених прикріплених, а глечик жовтий (*Nuphar lutea* (L.) – до плейстофітів прикріплених.

Ценотична організація макрофітів оз.-ст. М. Турунчук за трансектою III наведена рис. 5.14.

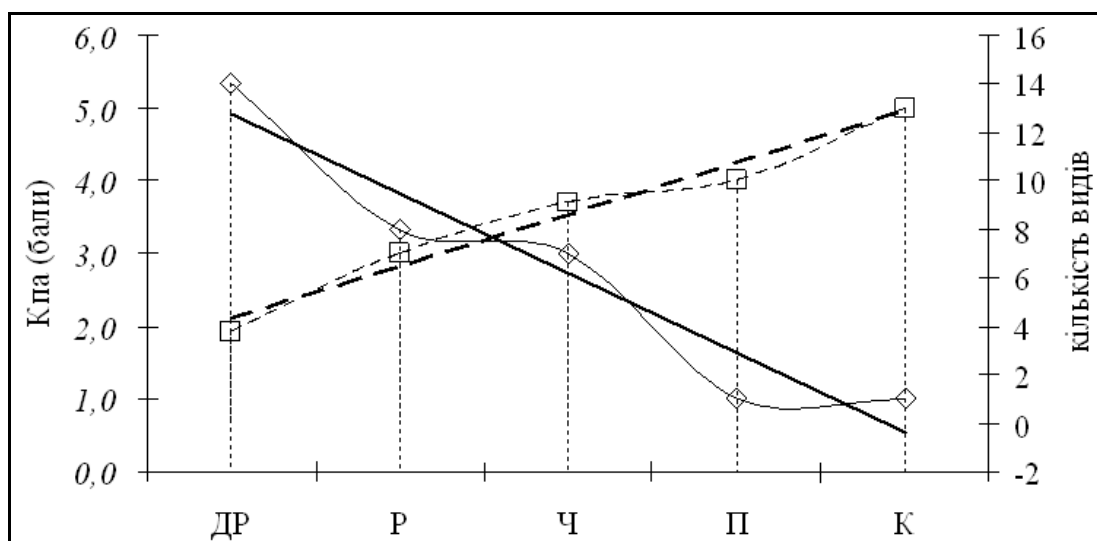


Рисунок 5.14 – Ценотична організація макрофітів оз.-ст. М. Турунчук вздовж трансекти III

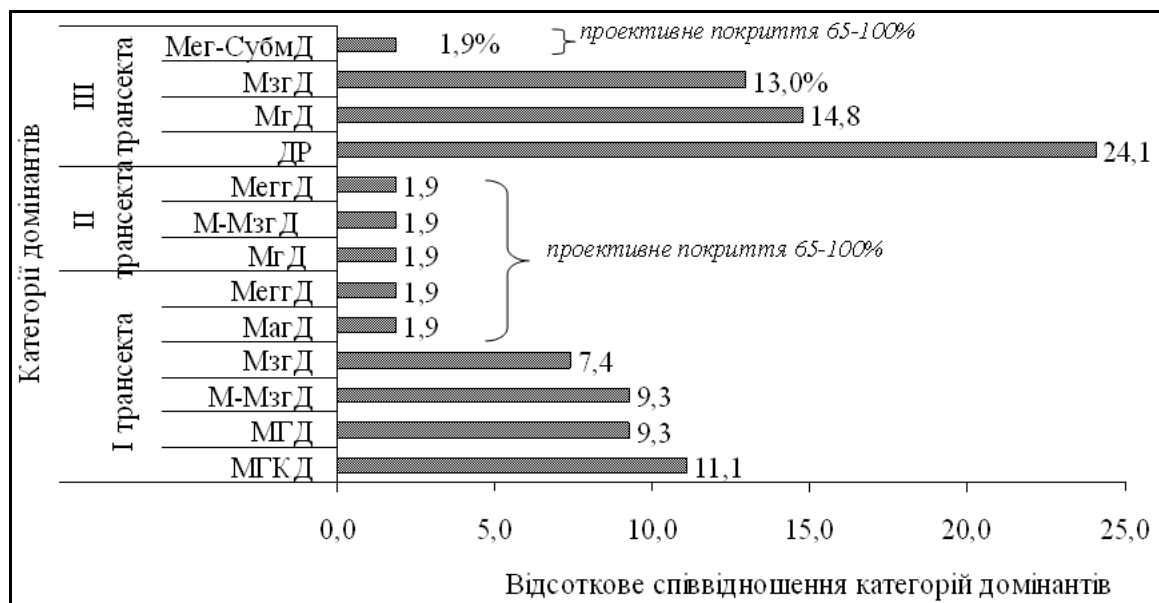
За категоріями домінування структура макрофітів трансект виглядає наступним чином:

а) трансекту I складають агрегації мікрогрегідних кондомінантів (*Potamogeton natans* L., *Potamogeton perfoliatus*, *Trapa natans* L., *Batrachium aquatile* (L.), *Comarum palustre* L., *Cardamine amara* L.), мікрогрегідні домінанти (*Hydrocharis morsus-ranae* L., *Sagittaria sagittifolia* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.), *Glyceria aquatica*, *Pedicularis palustris* L.), мікро-мезогрегидні домінанти (*Ceratophyllum demersum* L., *Potamogeton lucens* L., *Butomus umbellatus* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Calta palustris* L), мезогрегідні домінанти (*Nuphar lutea* (L.) Smith., *Stratiotes aloides* L., *Scirpus lacustris* L., *Typha latifolia*), макрогрегідні (*Lemna minor* L.), мегагрегідні (*Lemna trisuica*);

б) трансекту II – мікрогрегідний доміант (глечик жовтий – *Nuphar lutea* (L.) Smith), мікро-мезогрегід (ряска мала – *Lemna minor* L.), мегагрегід (роголист занурений – *Ceratophyllum demersum* L.);

в) трансекту III складають види, що відповідають категорії «присутність» (*Spirodela polyrrhiza* L., *Persicaria amphibia* L., *Carex acuta* L., *Equisetum palustre* L., *Utricularia vulgaris* L., *Cicuta virosa* L., *Angelica sylvestris* L., *Cirsium palustre* Scop, *Myosotis caespitosa* F. Schultz, *Scutellaria galericulata* L., *Ranunculus auricomus* L., *Ranunculus sceleratus* L., *Galium palustre* L.), мікрогрегідні доміаннти (*Sagittaria sagittifolia* L., *Butomus umbellatus* L., *Carex flava* L., *Glyceria aquatica*, *Comarum palustre* L., *Cardamine amara* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Caltha palustris* L.), мезогрегідні доміаннти (*Ceratophyllum demersum* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Stratiotes aloides* L., *Lemna minor* L., *Scirpus lacustris* L., *Typha latifolia*, *Pedicularis palustris* L.), мега-субмакрогрегідні (*Nuphar lutea* (L.) Smith).

Загалом (рис. 5.14) агрегації макрофітів складаються з мікрогрегідних кондоміантів, мезогрегідних, субмакрогрегідних, мікро- мезогрегідних, макрогрегідних, мегагрегідних доміантів, мега-субмакрогрегідних доміантів (відповідні параметри категорій описані вище).



МГКД – мікрогрегідні кондоміаннти; МГД – мікрогрегідні доміаннти;
 М-МзгД – мікро- мезогрегідні доміаннти; МзгД – мезогрегідні доміаннти;
 МагД – макрогрегідні доміаннти; МеґгД – мегагрегідні доміаннти;
 Меґ-СубмД – мега-субмакрогрегідні доміаннти

Рисунок 5.15 – Структура макрофітів оз.ст. М. Турунчук за категорійністю доміантів

Як видно з рис. 5.15, де показано відсоткове співвідношення агрегативних домінантів різної категорійності, саму малу питому вагу за кількістю видів мають макро- і мегагрегиди. Але за проєктивним покриттям і високим $K_{па}$ вони і є істинними домінантами, які мають найбільшу едифікаторну здатність – найбільшу силу впливу на інші компоненти ценозу, яка визначається поняттям гіпер- та субедифікаторів.

Так, для трансекти I, дійову едифікаторну здатність мають не стільки макрогрегидний *Lemna minor* L. та мегагрегидний *Lemna trisuica*, як мезогрегидні домінанти *Nuphar lutea* (L.) Smith., *Stratiotes aloides* L., *Scirpus lacustris* L., *Typha latifolia*. Тобто, спільнота горизонту трансекти I за ценотичною типологією є полідомінантною, де агрегації утворюються декількома содомінантами.

Для трансекти II характерна кондомінантна структура, утворена мегагрегидом *Ceratophyllum demersum* L. з кондомінантом *Nuphar lutea* (L.) Smith.

Транссекта III характеризується солодомінантною агрегацією мега-субмакрогрегидного *Nuphar lutea* з вкрапленнями мезогрегидних *Ceratophyllum demersum* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Stratiotes aloides* L., *Lemna minor* L., *Scirpus lacustris* L., *Typha latifolia*.

На основі цих даних і концепції щодо макрофітів, як детермінантів утворюючих гідрохімічне середовище, у наступному розділі розглядається зональний устрій оз.-ст. М. Турунчук за сапробністю.

5.4.3 Сапробіологічний і трофічний статус оз.-ст. М. Турунчук за ценотичною структурою макрофітів

Вихідними даними для визначення сапробіологічного фону вод є визначені ценотичні параметри макрофітів та індивідуальні значення сапробності детермінантів трансект (табл. 5.4). Якість води та зони сапробності оцінюються за даним розподілу макрофітів у акваторії оз.-ст. М. Турунчук, їх ценотичним і сапробіологічним статутом.

З рис. 5.16 видно, що води М. Турунчука вздовж трансект I-III помітно відрізняються за характером сапробності.

За даними табл. 5.5 видно, що переважна більшість видів гідрофітів, гелофітів і гігрофітів відносяться до мезотрофів, лише декілька видів мають інші значення, що в усередненому значенні відповідає визначенню оз.-ст. М. Турунчука як мезотрофної водойми. Але беручи до уваги такий показник як проєктивне покриття, тобто питому вагу окремих детермінантів, отримуємо дійсне визначення трофічного статусу водойми.

Таблиця 5.4 – Індикаційні показники макрофітів за V. Sladecsek [68-70]

Індикаторні макрофіти	Індикаційні значення		
	s	S	визначення зони
<i>I</i>	2	3	4
<i>Ceratophyllum demersum L.</i>	3	2,90	α -мезосапробність
<i>Myriophyllum spicatum L.</i>	2	1,70	β -мезосапробність
<i>Sagittaria sagittifolia L.</i>	1	1,40	α -олігосапробність
<i>Stratiotes aloides L.</i>	2	1,90	β -мезосапробність
<i>Potamogeton pectinatus L.</i>	1	1,40	α -олігосапробність
<i>Potamogeton crispis</i>	2	1,80	β -мезосапробність
<i>Nuphar lutea (L.) Smith.</i>	2	1,70	β -мезосапробність
<i>Nymphaea candida J. Presl</i>	1	1,40	α -олігосапробність
<i>Trapa natans L.</i>	2	1,90	β -мезосапробність
<i>Hydrocharis morsus-ranae L.</i>	2	1,80	β -мезосапробність
Ряска тридольна	3	1,80	β -мезосапробність
<i>Salvinia natans Hoffm.</i>	2	1,10	α -олігосапробність
Ряска маленька	2	2,25	β -мезосапробність
<i>Persicaria amphibium</i>	1	1,20	α -олігосапробність
<i>Butomus umbellatus L.</i>	2	-	α -олігосапробність
<i>Typha latifolia L.</i>	1	1,20	α -олігосапробність
<i>Scirpus lacustris L.</i>	2	1,70	β -мезосапробність

Як було відмічено вище, макрофітна агрегація транссекти I утворена мезогрегідними *Nuphar lutea (L.) Smith.*, *Stratiotes aloides L.*, *Scirpus lacustris L.*, *Typha latifolia*. Вся сукупність цих видів належить до мезотрофів. Тобто, транссекта I – це повністю мезотрофна зона.

Макрофітна агрегація транссекти II складається з мегагрегідного мегатрофу *Ceratophyllum demersum* (65-100 %) і вкраплень мезогрегідного *Nuphar lutea*. За цим співвідношенням достовірним є визначення транссекти II евтрофною зоною.

Транссекта III, навпаки, має мегагрегідним осередковим детермінантом мезотрофного *Nuphar lutea* з вкрапленнями мегатрофу *Ceratophyllum demersum* і мезотрофів *Hydrocharis morsus-ranae L.*, *Stratiotes aloides L.*, *Lemna minor L.*, *Scirpus lacustris L.*, *Typha latifolia*. Тобто, за ознакою домінування мезотрофів – це явно мезотрофна зона.

Таким чином, оз.-ст. М. Турунчук має дві зони евтрофікації – мезотрофну та евтрофну з β -мезосапробними, α -олігосапробними та α -мезосапробними водами.

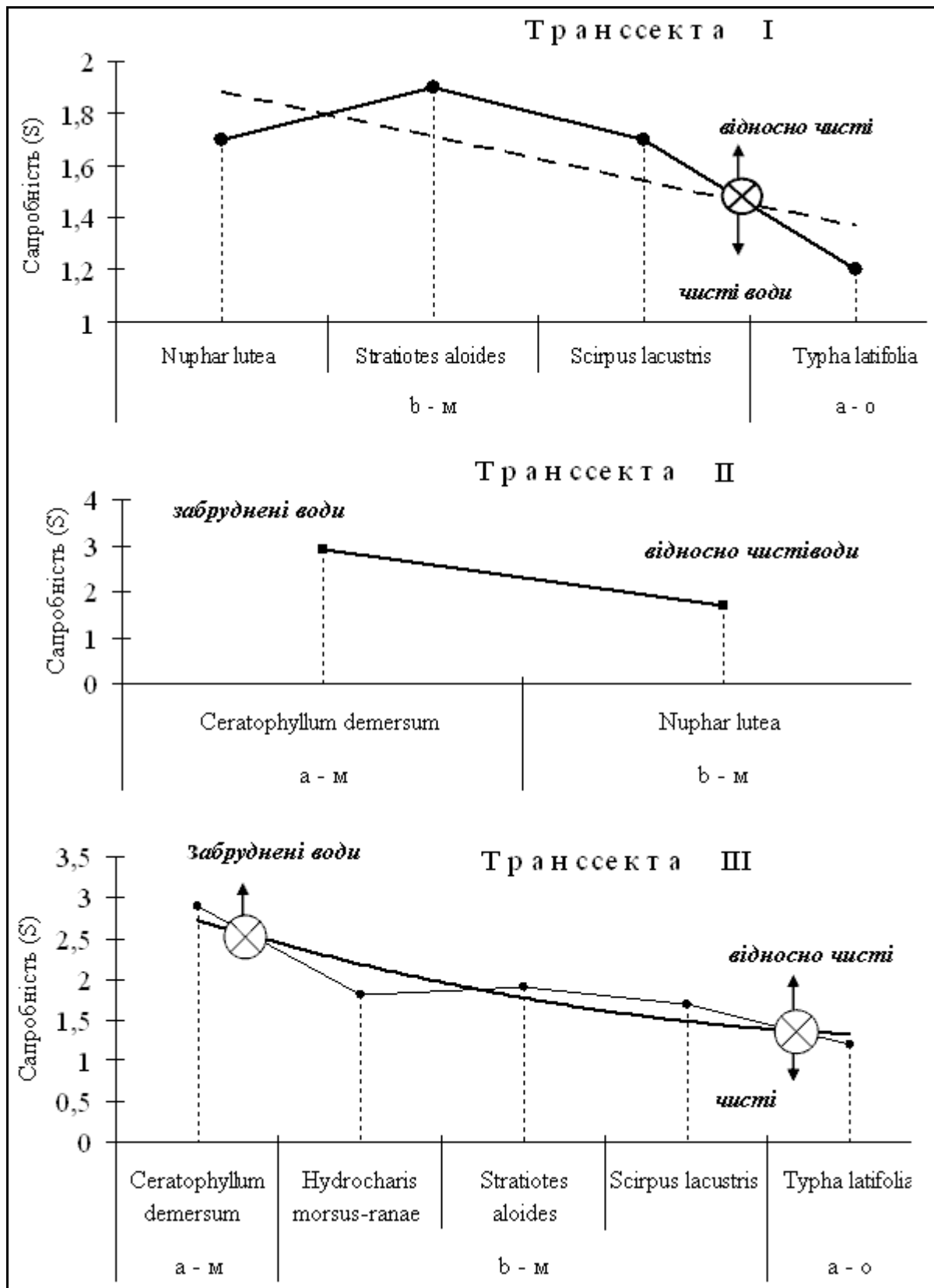


Рисунок 5.16 – Характеристика сапробності (S) вод оз.-ст. М. Турунчук вздовж трансект I, II, III за складом детермінантних макрофітів

Таблиця 5.5 – Відношення макрофітів оз.-ст. М. Турунчук до трофності водойми [68-70]

Макрофіти	Відношення до трофності
<i>1</i>	<i>2</i>
Роголист занурений – <i>Ceratophyllum demersum L.</i>	мезотроф
Глечик жовтий – <i>Nuphar lutea (L.) Smith</i>	мезотроф
Водокрас жаб'ячий – <i>Hydrocharis morsus-ranae L.</i>	мезотроф
Стрілолист звичайний – <i>Sagittaria sagittifolia L.</i>	мезотроф
Тілоріз алоевідний – <i>Stratiotes aloides L.</i>	мезотроф
Рдест блискучий – <i>Potamogeton lucens L.</i>	оліготроф
Рдест плаваючий – <i>Potamogeton natans L.</i>	оліготроф
Рдест пронзеннолістний – <i>Potamogeton perfoliatus</i>	мезотроф
Водяний горіх (чилім) – <i>Trapa natans L.</i>	оліготроф
Ряска трійчаста – <i>Lemna trisuica</i>	мезотроф
Ряска мала – <i>Lemna minor L.</i>	мезотроф
Багатокорінник звичайний – <i>Spirodela polyrrhiza (L.)</i>	оліготроф
Горець земноводний – <i>Persicaria amphibium (L.)</i>	мезотроф
Водний жовтець – <i>Batrachium aquatile (L.)</i>	мезотроф
Білокрильник болотяний – <i>Calla palustris L.</i>	мезотроф
Сусак зонтичний – <i>Butomus umbellatus L.</i>	мезотроф
Очерет озерний – <i>Scirpus lacustris L.</i>	мезотроф

Трансекта I має два типи вод – чисті (α -олігосапробні) та відносно чисті (β -мезосапробні). Але питома вага едіфікаторів β -мезосапробності значно вище ніж α -олігосапробності. Тобто, треба вважати ці води β -мезосапробними. Олігосапробність, в цьому випадку, перманентно може підтримуватись таким чинником як самоочищення з припливом вод з русла р. Дністер через ерики Олександрівський і Фестивальний.

Трансекта II також характеризується двома типами вод, але з тією відмінністю, що ці води помірно забруднені (відносно чисті) – β -мезосапробні та забруднені – α -мезосапробні. Тому в цьому випадку треба звернути увагу на співвідношення детермінантів якості води.

Так, *Ceratophyllum demersum*, за вищевикладеними даними, виступає мегагрейдним домінантом, а *Nuphar lutea* присутній в якості кондомінанту. Тобто, ці води треба визнати забрудненими α - мезосапробними.

Транссекта III в складі має α -олігосапробні, β -мезосапробні та α -мезосапробні, але осередок якості вод за питомою вагою детермінантів тут складає β -мезосапробність.

5.4.4 Узагальнення сапробіологічних, гідробіологічних характеристик і трофоекологічного стану водних об'єктів гирлової ділянки

За біологічними властивостями макрофіти передгирлової області р. Дністер мають колосальну продуктивність. Лише тільки очерет (*Phragmites communis*), рогіз широколистий (*Typha latifolia*), латаття чистобіле (*Nymphaea candida*), глечик жовтий (*Nuphar lutea*), рдест (*Potamogeton lucens*), кушир темно-зелений (*Ceratophyllum demersum*) в сумі на 1 га здатні продукувати 596 т сирі маси або 248 т – у сухої.

Встановлено, що число тварин, трофічно пов'язаних з макрофітами, обчислюється 565 видами. Переважна більшість видів тварин, що використовують в їжу макрофіти, припадає на комах. Риби за числом видів, які споживають вищі рослини, стоять на наступному місці за комахами, але разом з тим далеко поступаються їм у цьому відношенні. Всього налічується 47 видів риб-фітофагів (головним чином серед корошових – *Cypriniformes*).

Серед коловодних птахів рослиноїдні види складають 48 %. Серед ссавців необхідно відзначити живлення нутрії, яка споживає не менше 54 видів водних рослин, що відносяться до 22 родин різних екологічних угруповань. Перевага віддається рогозам, а найменш охоче споживаються кушир, уруть (*Myriophyllum spicatum*), настурція (*Nasturtium officinale*).

Для ондатри зареєстровано 51 кормову рослину, що відноситься до 26 родин. З них вона віддає перевагу надрічковому хвощу, молодим пагонам і кореневищу очерету, рогозам і очерету, а також листям і стеблам осик. Подібну виразну вибірковість виявляє водяний щур.

Отже, за трофічними зв'язками, макрофіти є вагомим чинником збереження біорізноманіття у передгирловій частини р. Дністер.

За отриманими даними з таксономічного складу і парціальної активності макрофітної спільноти передгирлової області р. Дністер встановлено, що найбільшу питому вагу мають гідрогелофіти та аерогідрофіти. У проміжному стані знаходяться еугідрофіти вкорінені та однаково ступінь присутності мають еугідрофіти невикорінені, плейстофіти невикорінені, еугідрофіти.

Найбільша кількість видів зареєстрована серед аерогідрофітів (повітряно-водних) на мілководдях або сплавінах очерету.

Гірогелофіти (наземно-водні) мають типовими місцезнаходженнями берегові урізи та зони підтоплення, але в сучасних умовах опановують такі екологічні ніші, як сплавіни очерету. Це пояснюється надмірним рекреаційним навантаженням на берегову смугу, витоптується рибалками-аматорами, тому кількість і фітомаса цих видів більша в гідротопах єр. Олександрівський та оз.-ст. М. Турунчук, ніж вздовж берега р. Дністер.

Вкорінені еугідрофіти (занурені істинно-водні прикріплені) мають відносно малу питому вагу за кількістю видів і за рівнем парціальної активності. Серед видів цієї життєвої форми лише один вид – *Potamogeton pectinatus*, розповсюджений повсюдно, інші відмічаються лише в окремих гідротопах з незначними показниками парціальної ваги. Доречно відмітити, що види цієї групи притаманні чистим водам. Тобто, лімітуючим фактором для них є якість води. З цього витікає, що причиною обмеженого видового різноманіття, розповсюдження та відносно незначної питомої ваги вкоріненних еугідрофітів є тенденція до забруднення вод.

Для еугідрофітів некоріненних характерна широка розповсюдженість у всіх гідротопічних виділах.

Плейстофіти вкорінені та некорінені – типові життєві форми акваторій плавневих утворень. Вони складають фон цих гідротопів.

Трофоекологічна структура, визначена через оцінку співвідношень видових угруповань з певною трофоекологічною належністю, показова з точки зору оцінки трофності водних об'єктів. В межах гирлової області р. Дністер відмічені видові угруповання, які можуть бути охарактеризовані мезотрофними, евтрофними з поодинокими видами гіпогалофітів. Співвідношення цих трофоекологічних структурних складових свідчить про загальне тяжіння водного об'єкту до евтрофування.

На підставі особливостей структурних трофоекологічних угруповань окремих гідротопічних виділів (оз. Біле, берегова смуга р. Дністер, єр. Олександрівський, оз.-ст. М. Турунчук) визначились тенденції евтрофування цих водойм.

Встановлено, що домінуючою складовою макрофітів оз. Біле є група евтрофів (58 % від загального видового складу): *Stratiotes aloides*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Persicaria amphibia*, *Butomus umbellatus*, *Rorippa amphibia* й ін. Дещо поступаються за кількістю видів мезоевтрофи (38 %), а саме: *Typha latifolia*, *Persicaria amphibia*, *Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*. У незначній кількості (8 %) присутній мезотрофний елемент, представлений *Trapa natans* та *Salvinia natans*. З цих співвідношень витікає те, що для оз. Біле характерна інтенсивна евтрофікація з тенденцією до заболочування водойми.

Для берегової смуги р. Дністер характерна деяка вирівненість у співвідношенні трофоекологічних груп. Так, на фоні 48 % евтрофів (*Stratiotes aloides*, *Hydrocharis morsus-rana*, *Persicaria amphibia* й ін.), виявлено 52 % видів, притаманних мезотрофним водоймам (*Salvinia natans*, *Potamogeton crispus*, *Phragmites australis* й ін.). Превалювання мезотрофів з достатньо великою питомою вагою евтрофів свідчить про нестійкий трофічний стан колобережних гідротопів р. Дністер. Головна причина виникнення цього явища вбачається у виникненні вздовж берега застійних зон в період межені.

Єр. Олександрівський характеризується сумарною перевагою мезотрофних (28 %) і мезоевтрофних (25 %) видів (*Typha latifolia*, *Persicaria amphibia*, *Nuphar lutea*, *Potamogeton compressus*, *Potamogeton pectinatus* й ін.), при достатньо великій присутності евтрофного елемента (46 %) – *Lemna trisulca*, *Stratiotes aloides*, *Myriophyllum verticillatum*, *Hydrocharis morsus-ranae*. Таке співвідношення пояснюється динамікою напрямку напрямку течій у ерику між р. Дністер та оз.-ст. М. Турунчук.

Оз.-ст. М. Турунчук за складом макрофітів має всі ознаки евтрофної водойми. За кількістю видів тут домінують евтрофи (51 %) такі, як: *Lemna trisulca*, *Ceratophyllum demersum* й ін. Між тим сумарна присутність мезоевтрофів також досить велика – 47 % (*Salvinia natans*, *Persicaria amphibia*, *Persicaria hydropiper*, *Poa palustris* й ін.). За визначеною трофоекологічною структурою можна скласти висновок про загальну тенденцію до евтрофікації водойми з наявністю достатньо великої частки мезотрофних ділянок, притаманних зонам достатнього водообміну.

Доречно відмітити таку спільну рису для єр. Олександрівського та оз.-ст. М. Турунчука, як присутність у цих водоймах галофільного елемента (*Bolboschoenus maritimus*), що може пояснюватись проникненням через з'єднувальні ерики ослонених лиманних вод при вітрових нагонах.

С точки зору різноманіття типів життєвих форм за категоріями їх присутності макрофіти представлені неоднозначно. У макрофітній спільноті оз. Біле за кількістю видів превалюють аерогідрофіти та вкорінені еугідрофіти, що опорядковано свідчить про тенденцію до обміління водойми. За корелятивними відношеннями трофологічних груп з категорією присутності оцінено рівень евтрофікації цього плавневого утворення. Так, евтрофи *Ceratophyllum demersum* та *Lemna minor* – категорія «часті», а *Ceratophyllum submersum* – «постійний». Мезотрофи явно знаходяться в стані депресії. Таким чином, трофоекологічний стан о. Біле можна охарактеризувати як евтрофний.

Для берегової ділянки р. Дністер характерним в структурі життєвих форм є перевага гелофітів. За кількістю видів тут переважають евтрофи, але всі ці види відносяться до категорії рідкісних і дуже рідкісних. Лише евритоппий *Phragmites australis* має значення постійного. На другому місці за кількістю видів стоять мезоевтрофи. Але за категоріями присутності ця група явно

домінуюча. Якщо серед евтрофів і мезотрофів майже в нормі є категорія рідкісні та дуже рідкісні, то серед мезоевтрофів більшість видів мають значення постійних і частих. Це дає основу для висновку щодо статусу колобережної смуги як мезоевтрофної.

Єр. Олександрівський за співвідношенням життєвих форм характеризується кількісною перевагою прикріплених форм. За трофоекологічною ознакою переважають евтрофи. Але узагальнені показники категорії присутності вказують на неоднорідну евтрофікацію цього гідроекологічного виділу. Так, серед видів кожної трофоекологічної групи присутній показник постійності. Наприклад, серед евтрофів – це у *Sagittaria sagittifolia*, *Catabrosa aquatica*, *Phragmites australis*, серед мезоевтрофів – у *Lemna minor*, серед мезотрофів – у *Euphorbia palustris*. Тобто, рівень евтрофікації у єр. Олександрівського коливається в широких межах, що свідчить про екологічну динамічність виділу.

У фітоценотичної організації оз.-ст. М. Турунчук за видовим екологічним стандартом макрофіти розповсюджені згідно батиметричним горизонтам.

Так, вздовж профілю з глибинами до 0,5 м зосереджені високотравні гелофіти такі, як: *Persicaria amphibia*, *Butomus umbellatus*, *Carex acuta*, *Butomus umbellatus* й ін. На межі глибин 0,5-0,7 м зосереджені плейстофіти вкорінені – *Nuphar lutea*, *Persicaria hydropiper*, *Persicaria amphibia*. На очеретяних сплавинах та у мілких затоках зосереджені гігромезофіти такі, як: *Cardamine dentata*, *Scirpus lacustris*, *Caltha palustris*, *Ranunculus sceleratus* й ін. Вільно плаваючі незакріплені (наприклад, *Lemna trisuica*, *Lemna minor*) зосереджені вздовж периметру акваторії.

За ценотичною організацією макрофітів оз.-ст. М. Турунчук відмічається загальна тенденція зменшення кількості видів справжніх гідрофітів, але вони зберігають відносне превалювання за парціальною активністю. Аерогідрофіти та гірогелофіти, навпаки, нарощують свою присутність за кількістю видів, але з відносно малими значеннями парціальної активності.

За показниками частоти (або $K_{\text{па}}$) та розподілу домінуючих асоціації, як осередків, що формують зони сапробності, визначились гідроекологічні особливості спільнот макрофітів певних батиметричних горизонтів.

Ліва колобережна сторона оз.-ст. М. Турунчук з глибинами до 0,5 м за ценотичною типологією макрофітів є полідомінантною, де агрегації утворюються декількома содомінантами.

Для лівобережної сторони з глибинами до 0,5 м характерна монодомінантна структура, утворена мегагрегидом *Ceratophyllum demersum* L. з кондомінантом *Nuphar lutea* (L.) Smith.

Пелагіаль з глибинами 0,5-1,7 м характеризується солодомінантною агрегацією мега-субмакрогрегидного *Nuphar lutea* з вкрапленнями

мезогрегідних *Ceratophyllum demersum* L., *Hydrocharis morsus-ranae* L., *Stratiotes aloides* L., *Lemna minor* L., *Scirpus lacustris* L., *Typha latifolia*.

На основі цих даних і концепції щодо макрофітів як детермінантів гідрохімічного середовища визначається зональний устрій оз.ст. М. Турунчук за сапробністю. Вихідними даними для визначення сапробіологічного фону є здобуті ценотичні параметри макрофітів та індивідуальні значення сапробності детермінантів батиметричних горизонтів. За оцінками ОДЕКУ лівобережна смуга з глибинами до 0,5 м характеризується двома типами вод – чистими (α -олігосапробними) та відносно чистими (β -мезосапробними) з перевагою едифікаторів β -мезосапробності. Тобто, треба вважати ці води β -мезосапробними. Олігосапробність, перманентно може підтримуватись такими чинниками, як незначне самоочищення з припливом вод р. Дністер через єрики Олександрівський і Фестивальний. Глибини більше 0,5 м характеризуються двома типами вод (β -мезосапробні та α -мезосапробні) з мегагрегідним домінантом *Ceratophyllum demersum*, що вказує на α -мезосапробність. Правобережжя з глибинами до 0,5 м має в складі α -олігосапробні, β -мезосапробні та α -мезосапробні зони. Осередок якості вод за питомою вагою детермінантів тут складає β -мезосапробність.

Таким чином, оз.-ст. М. Турунчук має дві основні зони евтрофікації – мезотрофну та евтрофну. При цьому присутні чисті β -мезосапробні (глибини <0,5 м в місцях вітрового та річкового водообміну) і забруднені α -мезосапробні (глибини >0,5 м – застійні горизонти) води. Наявність цих двох зон з різними сапробіотичними характеристиками свідчить про те, що біомеліоративна функція цієї водойми ще не втрачена, але водообмін недостатній для її повноти.

6 МОДЕЛЮВАННЯ ПРОНИКНЕННЯ ТРАНСФОРМОВАНИХ МОРСЬКИХ ВОД З ДНІСТРОВСЬКОГО ЛИМАНУ ДО ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ДНІСТЕР

Мета даного розділу полягає у визначенні за допомогою чисельної гідродинамічної моделі таких гідрометеорологічних умов, при яких можливе проникнення трансформованих морських вод з Дністровського лиману в гирлову область р. Дністер.

Для вирішення поставленої задачі використовувався спрощений варіант (без урахування термічного фактору) чисельної тривимірної нестационарної гідродинамічної моделі в постановці [78,79].

Характерна особливість моделі полягає в можливості її використання для розрахунків динаміки вод і розповсюдження домішки в водних об'єктах, окремі ділянки яких мають менший (підсітковий) розмір в одному з горизонтальних напрямів, ніж крок розрахункової сітки (наприклад, гирла річок, канали, тощо).

6.1 Опис математичної структури моделі

В основу моделі покладена система рівнянь гідродинаміки в наближенні Бусінеска, нестисливості і гідростатики, що включає рівняння: руху для горизонтальних складових вектора швидкості течій, гідростатичного наближення, нерозривності, стану (з урахуванням тільки мінливості солоності), збереження солей. Перш ніж перейти до розгляду рівнянь моделі введемо наступні позначення. Приватні похідні від деякої величини F будемо позначати її нижнім індексом, який записується у відповідності з наступними прикладами:

$$\partial F / \partial t = F_t; \quad \partial F / \partial x = F_x \quad \text{або} \quad \partial^2 F / \partial x \partial z = F_{xz}.$$

Безрозмірна вертикальна координата, що заміняє z , визначається як

$$\sigma = (z - h) / (h + d),$$

де h – відхилення рівня моря від його незбуреного (середнього) положення;

d – глибина моря при незбуреному рівні. На поверхні моря $\sigma = 0$, а на дні $\sigma = -1$.

Для визначення положення величини в просторі на розрахунковій сітці використаємо також нижній індекс, який має вигляд:

$$F(x, y, \sigma) = F_{m,n,l}.$$

Горизонтальний розмір розрахункової ячеї позначимо як ΔL , а вертикальний – як $\Delta \sigma$. Часовий крок для баротропної складової руху позначимо як Δt , а для барокліної ΔT , причому $\Delta t \leq \Delta T$.

Рівняння руху в наближенні Бусінеска в правій Декартовій системі координат записуються в такий спосіб:

$$u'_t + \beta_a \{ (uu)_{,x} + (uv)_{,y} + (uw)_{,z} \} = -\alpha_0 P'_{,x} + fv + (2A_h u'_{,x})_{,x} + (A_h [v'_{,x} + u'_{,y}])_{,y} + (A_v u'_{,z})_{,z}, \quad (6.1)$$

$$v'_t + \beta_a \{ (vu)_{,x} + (vv)_{,y} + (vw)_{,z} \} = -\alpha_0 P'_{,y} - fu + (2A_h v'_{,y})_{,y} + (A_h [u'_{,y} + v'_{,x}])_{,x} + (A_v v'_{,z})_{,z}, \quad (6.2)$$

де u, v, w – компоненти вектора швидкості течій \vec{v} у напрямках x, y й z , відповідно;

t – час;

P – тиск;

$\alpha_0 = 1,0$ л/кг – постійний питомий обсяг води;

ρ – густина води;

f – параметр Коріоліса;

A_h, A_v – коефіцієнти горизонтальної і вертикальної турбулентності, відповідно;

β_a – керуючий множник (має значення 0 або 1), який використовується для відключення членів адвективного прискорення.

Для третього рівняння руху приймається гідростатичне наближення:

$$P'_{,z} = -g\rho, \quad (6.3)$$

де $g = 9,81$ м²/с – прискорення вільного падіння.

Рівняння нерозривності, що виражає закон збереження маси, має вигляд, що відфільтровує звукові хвилі:

$$u'_{,x} + v'_{,y} + w'_{,z} = 0, \quad (6.4)$$

Рівняння стану є:

$$\rho = \rho_0 [1 + F_\rho(S)], \quad (6.5)$$

де ρ_0 – стала густина ($\alpha_0 = 1/\rho_0$);

S – солоність води, для якої записується рівняння збереження:

$$S'_t + (uS - D_h S'_x)_{,x} + (vS - D_h S'_y)_{,y} + (wS - D_v S'_z)_{,z} = 0, \quad (6.6)$$

де D_h й D_v – коефіцієнти горизонтальної й вертикальної турбулентної дифузії домішки, відповідно;

Можливість моделювання течій і переносу субстанції у річках, протоках або каналах, що мають підсіточний масштаб в одному з горизонтальних напрямків (ширина потоку менше кроку розрахункової сітки), досягається інтегруванням вихідної системи рівнянь поперек потоку (тобто в нормальному до потоку напрямку в горизонтальній площині).

Границі інтегрування визначають ширину потоку (річки, каналу). Інтегрування виконується відповідно до [80-82] у припущенні, що ширина потоку B не змінюється в часі й по глибині, а також, що швидкість потоку не змінюється в поперечному напрямку. Нова система рівнянь, використана в моделі, виходить в результаті об'єднання проінтегрованих поперек потоку й вихідних рівнянь таким чином, щоб при відсутності каналу (тривимірний потік) отримувати вихідну систему рівнянь, а при його наявності – осереднені поперек потоку рівняння (двовимірний потік):

$$u'_t + \beta_a \left\{ B_x^{-1} (B_x u u)_{,x} + (uv)_{,y} + (uw)_{,z} \right\} = -\alpha_0 P'_x + fv + B_x^{-1} (2B_x A_h u'_{,x})_{,x} + \\ + (1 - \beta_c) (A_h [v'_{,x} + u'_{,y}])_{,y} + (A_v u'_{,z})_{,z} - \beta_c C_{ws} B_x^{-1} u|u|, \quad (6.7)$$

$$v'_t + \beta_a \left\{ (uv)_{,x} + B_y^{-1} (B_y v v)_{,y} + (uw)_{,z} \right\} = -\alpha_0 P'_y - fu + B_y^{-1} (2B_y A_h v'_{,y})_{,y} + \\ + (1 - \beta_c) (A_h [u'_{,y} + v'_{,x}])_{,x} + (A_v v'_{,z})_{,z} - \beta_c C_{ws} B_y^{-1} v|v|, \quad (6.8)$$

$$B_x^{-1} (B_x u)_{,x} + B_y^{-1} (B_y v)_{,y} + w'_{,z} = 0, \quad (6.9)$$

$$S'_t + B_x^{-1} (B_x u S - B_x D_h S'_{,x})_{,x} + B_y^{-1} (B_y v S - B_y D_h S'_{,y})_{,y} + \\ + (wS - D_v S'_{,z})_{,z} = 0, \quad (6.10)$$

де V_x і V_y – безрозмірна, щодо розміру ячеї розрахункової сітки, ширина потоку в напрямках x й y , відповідно;

β_c – множник, рівний 0, якщо канал відсутній, і 1, у випадку наявності каналу;

C_{ws} – коефіцієнт бічного тертя об стінки каналу.

Рівняння (6.7) - (6.10) автоматично переходять у рівняння (6.1), (6.2), (6.4) і (6.6), якщо покласти $\beta_c = 0$ й $V_x = V_y = 1$. Рівняння гідростатики і стану не змінюються.

При числовій реалізації наведеної вище системи рівнянь доцільно перейти до криволінійної по вертикалі системі координат (σ - системі), що з одного боку, поліпшить обчислювальні властивості моделі, а з іншого – дозволить більш точно описати вертикальну динамічну й термохалінну структуру вод в області малих глибин. Для цього використовується випрямляюче перетворення дна виду:

$$\sigma = (z - h)/H; \quad H = \beta_h h + d, \quad (6.11)$$

де σ – нова координата, що змінюється від поверхні до дна в межах $[0, -1]$;

H – повна локальна глибина;

d – глибина при незбуреному рівні моря;

h – відхилення рівня моря від його незбуреного стану;

β_h – керуючий множник (рівний 0 або 1), який лінеаризує вплив повної глибини.

Перетворення виражень, записаних в x , y , z системі координат (позначимо їх як $[]$), у нову систему координат x , y , σ (використаємо позначення $()$), здійснюється в такий спосіб:

$$[]_z = H^{-1} ()_{\sigma}, \quad (6.12)$$

$$[]_x = ()_x - H^{-1} (h'_x + \sigma H'_x) ()_{\sigma}, \quad (6.13)$$

$$[]_y = ()_y - H^{-1} (h'_y + \sigma H'_y) ()_{\sigma}, \quad (6.14)$$

$$[]_t = ()_t - H^{-1} (1 + \sigma) h'_t ()_{\sigma}. \quad (6.15)$$

Щоб одержати рівняння для горизонтального градієнта тиску, необхідно проінтегрувати рівняння гідростатики по вертикалі. В σ - системі координат воно має такий вигляд:

$$P_{,\sigma} = -\rho g H, \quad (6.16)$$

звідси

$$P = g H \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma + P_a, \quad (6.17)$$

де P_a – атмосферний тиск. Застосовуючи (6.13) одержуємо:

$$\begin{aligned} P_{,x} &= P_{,x}|_{\sigma=\text{const}} - (1/H)(h_{,x} + \sigma H_{,x})P_{,\sigma} + P_{a,x} = \\ &g \left(H \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma \right)_{,x} - (1/H)(h_{,x} + \sigma H_{,x})(-\rho g H) + P_{a,x} = \\ &g \left(H \int_{\sigma}^0 \rho d\sigma \right)_{,x} + \rho g (h_{,x} + \sigma H_{,x}) + P_{a,x}. \end{aligned} \quad (6.18)$$

Зазначимо, що при $\rho = \rho_0$ маємо:

$$P_{,x} = \rho_0 g (-H_{,x} + h_{,x} + \sigma H_{,x}) = \rho_0 g h_{,x} + P_{a,x}. \quad (6.19)$$

Тому, замінюючи $\rho = \rho_0 + (\rho - \rho_0)$ в (6.18), одержуємо:

$$\alpha_0 P_{,x} = g h_{,x} + G_x + \alpha_0 P_{a,x}, \quad (6.20)$$

де

$$G_x = \alpha_0 \beta_p g \left\{ \left[H \int_{\sigma}^0 (\rho - \rho_0) d\sigma \right]_{,x} + (h_{,x} + \sigma H_{,x})(\rho - \rho_0) \right\} \quad (6.21)$$

і β_p – керуючий множник (приймаючий значення 0 або 1) для виключення впливу горизонтального градієнта густини.

Рівняння руху в x, y, σ - системі координат мають вигляд:

$$\begin{aligned} (Hu)_{,t} + \beta_a \left\{ B_x^{-1} (HB_x uu)_{,x} + (Huv)_{,y} + (u\tilde{w})_{,\sigma} \right\} &= -gHh_{,x} - \alpha_0 HP_{a,x} - \\ &HG_x + fHv + B_x^{-1} (2HB_x A_h u_{,x})_{,x} + (1 - \beta_c) (A_h H [v_{,x} + u_{,y}])_{,y} + \\ &H^{-1} (A_v u_{,\sigma})_{,\sigma} - \beta_c C_{ws} HB_x^{-1} u|u|, \end{aligned} \quad (6.22)$$

$$\begin{aligned}
(Hv)_t + \beta_a \left((Hvu)_x + B_y^{-1} (HB_y vv)_y + (v\tilde{w})_\sigma \right) = -gHh'_y - \alpha_0 HP_{a'y} - \\
HG_y - fHu + B_y^{-1} (2HB_y A_h v'_y)_y + (1 - \beta_c) (A_h H [u'_y + v'_x])_x + \\
H^{-1} (A_v v'_\sigma)_\sigma - \beta_c C_{ws} HB_y^{-1} v|v|, \quad (6.23)
\end{aligned}$$

де

$$\tilde{w} = H d\sigma/dt = w - (1 + \sigma)h'_t - u(h'_x + \sigma H'_x) - v(h'_y + \sigma H'_y) \quad (6.24)$$

і

$$G_y = \alpha_0 g \beta_p \left\{ \left[\begin{array}{c} 0 \\ H \int (\rho - \rho_0) d\sigma \\ \sigma \end{array} \right]_y + g(h'_y + \sigma H'_y)(\rho - \rho_0) \right\}. \quad (6.25)$$

Рівняння нерозривності:

$$h'_t + B_x^{-1} (HB_x u)_x + B_y^{-1} (HB_y v)_y + \tilde{w}'_\sigma = 0. \quad (6.26)$$

Рівняння збереження тепла і солей:

$$\begin{aligned}
(HS)_t + B_x^{-1} (B_x H [uS - D_h S'_x])_x + B_y^{-1} (B_y H [vS - D_h S'_y])_y + \\
(\tilde{w}S - H^{-1} D_v S'_\sigma)_\sigma = 0, \quad (6.27)
\end{aligned}$$

Метод розв'язання гідродинамічної задачі передбачає розщеплення повної швидкості течій на середню за глибиною швидкість (баротропна складова) і відхилення від неї на кожному розрахунковому рівні (бароклинна складова).

Це дозволяє використати при числовому вирішенні рівнянь динаміки різні часові кроки для баротропної та бароклинної складової горизонтальної швидкості течій, оскільки перша пов'язана з коливаннями рівня водойми при проходженні довгих гравітаційних хвиль і змінюється більш швидко, ніж друга.

Компоненти баротропної складової швидкості течій визначаються як

$$U = \int_{-1}^0 u d\sigma \quad \text{і} \quad V = \int_{-1}^0 v d\sigma, \quad (6.28)$$

а проінтегровані по вертикалі рівняння руху мають вигляд:

$$\begin{aligned} (HU)_{,t} + \beta_a \left\{ B_x^{-1} (HB_x \theta_{uu} UU)_{,x} + (H\theta_{uv} UV)_{,y} \right\} = -gHh'_{,x} - \alpha_0 HP_{a'x} - \\ HG_x^* + fHV + B_x^{-1} (2A_h HB_x U'_{,x})_{,x} + (1 - \beta_c) (A_h H [V'_{,x} + U'_{,y}])_{,y} + \\ \tau_{sx} - \tau_{bx} - \beta_c C_{ws} B_x^{-1} H \theta_{su} U|U|, \end{aligned} \quad (6.29)$$

$$\begin{aligned} (HV)_{,t} + \beta_a \left\{ (H\theta_{uv} UV)_{,x} + B_y^{-1} (HB_y \theta_{vv} VV)_{,y} \right\} = -gHh'_{,y} - \alpha_0 HP_{a'y} - \\ HG_y^* - fHU + B_y^{-1} (2A_h HB_y V'_{,y})_{,y} + (1 - \beta_c) (A_h H [V'_{,x} + U'_{,y}])_{,x} + \\ \tau_{sy} - \tau_{by} - \beta_c C_{ws} B_y^{-1} H \theta_{sv} V|V|, \end{aligned} \quad (6.30)$$

$$\begin{aligned} \text{де } G_x^* = \int_{-1}^0 G_x d\sigma \quad \text{й } G_y^* = \int_{-1}^0 G_y d\sigma; \quad \theta_{uu} = \int_{-1}^0 \frac{uu}{UU} d\sigma, \quad \theta_{uv} = \int_{-1}^0 \frac{uv}{UV} d\sigma, \\ \theta_{vv} = \int_{-1}^0 \frac{vv}{VV} d\sigma, \quad \theta_{su} = \int_{-1}^0 \left(\frac{u}{U} \right) \frac{u}{U} d\sigma, \quad \theta_{sv} = \int_{-1}^0 \left(\frac{v}{V} \right) \frac{v}{V} d\sigma. \end{aligned}$$

Рівняння нерозривності для баротропної складової:

$$h'_{,t} + B_x^{-1} (B_x HU)_{,x} + B_y^{-1} (B_y HV)_{,y} = 0, \quad (6.31)$$

Бароклініні компоненти вектора швидкості визначаються як відхилення від середньої по глибині швидкості:

$$u' = u - U \quad \text{і} \quad v' = v - V, \quad (6.32)$$

а рівняння для них одержують вирахуванням рівнянь для баротропної складової швидкості з рівнянь для повної швидкості:

$$\begin{aligned} (Hu')_{,x} + \beta_a \left\{ B_x^{-1} (B_x H [uu - \theta_{uu} UU])_{,x} + (H [uv - \theta_{uv} UV])_{,y} + (\tilde{w}u')_{,\sigma} \right\} = \\ HG_x^* - HG_x + fHv' + B_x^{-1} (2A_h HB_x u'_{,x})_{,x} + (1 - \beta_c) (A_h H [v'_{,x} + u'_{,y}])_{,y} + \\ H^{-1} (A_v u'_{,\sigma})_{,\sigma} - \tau_{sx} + \tau_{bx} - \beta_c C_{ws} HB_x^{-1} (u|u| - \theta_{su} U|U|), \end{aligned} \quad (6.33)$$

$$(Hv')_{,t} + \beta_a \left\{ (H [uv - \theta_{uv} UV])_{,x} + B_y^{-1} (B_y H [vv - \theta_{vv} VV])_{,y} + (\tilde{w}v')_{,\sigma} \right\} =$$

$$= \text{HG}_y^* - \text{HG}_y - f\text{Hu}' + \text{B}_y^{-1} \left(2\text{A}_h \text{HB}_y v'_{y'} \right)_{y'} + (1 - \beta_c) \left(\text{A}_h \text{H} \left[v'_{x'} + u'_{y'} \right] \right)_{x'} + \\ \text{H}^{-1} \left(\text{A}_v v'_{\sigma} \right)_{\sigma} - \tau_{sy} + \tau_{by} - \beta_c C_{ws} \text{HB}_y^{-1} (v|v| - \theta_{sv} V|V|), \quad (6.34)$$

Рівняння нерозривності для бароклінної складової:

$$\text{B}_x^{-1} (\text{B}_x \text{Hu}')_{x'} + \text{B}_y^{-1} (\text{B}_y \text{Hv}')_{y'} + \text{H}^{-1} (\tilde{w})_{\sigma} = 0. \quad (6.35)$$

Використані параметризації процесів. Прискорення Кориоліса f дорівнює

$$f = f_c + \left(f'_{x'} \right)_{x=x_c} (x - x_c) + \left(f'_{y'} \right)_{y=y_c} (y - y_c), \quad (6.36)$$

де f_c – вихідне значення параметра в точці з відомою широтою і довготою, що відповідає вузлу розрахункової сітки.

Рівняння стану має вигляд:

$$\rho = \rho_0 [1 + F_\rho(S)], \quad (6.37)$$

$$F_\rho = C_{S0} + C_{S1} \cdot S + C_{ST} \cdot S \cdot T, \quad (6.38)$$

де S – солоність (в ppt);

T – фонові незмінна температура води (в °C);

C_{S0}, C_{S1}, C_{ST} – коефіцієнти: 0,00007, 0,000802 ppt⁻¹, -0,000002 (ppt·°C)⁻¹, відповідно.

На вертикальний розподіл густини накладається умова, що він повинен бути принаймні нейтрально стійким, тобто

$$\rho'_{\sigma} \leq 0. \quad (6.39)$$

Використовуючи (6.37), розходження в густині між двома вертикальними шарами може бути знайдене з вираження:

$$\delta F_\rho = (F_\rho)_S \delta S, \quad (6.40)$$

де δS – розходження в солоності між шарами.

Вітрові напруги тертя на верхній границі (повітря-вода) записуються як

$$\tau_{sx} = (C_{aw1} + C_{aw2}W_{10})W_{10}W_x, \quad (6.41)$$

$$\tau_{sy} = (C_{aw1} + C_{aw2}W_{10})W_{10}W_y, \quad (6.42)$$

де W_x і W_y – складові вектора швидкості вітру на висоті 10 м над рівнем водойми по осях x і y , відповідно;

W_{10} – модуль швидкості вітру на висоті 10 м;

C_{aw1} і C_{aw2} – коефіцієнти тертя, 0,0008 м/с та 0,000065 м/с, відповідно.

Придонні напруги тертя на нижній границі (вода-дно):

$$\tau_{bx} = \Phi u_b \text{ і } \tau_{by} = \Phi v_b, \text{ де } \Phi = \left[C_{wb1} + C_{wb2}(u_b^2 + v_b^2)^{1/2} \right], \quad (6.43)$$

де u_b і v_b – складові вектора придонної швидкості течії;

C_{wb1} і C_{wb2} – коефіцієнти тертя з типовими значеннями 0,001 м/с та 0,0026 м/с, відповідно.

Вертикальна турбулентна в'язкість описується на основі напівемпіричної теорії турбулентності з використанням довжини шляху змішування. Миттева в'язкість визначається як функція довжини шляху змішування, локального вертикального зсуву швидкості і стійкості водного стовпчика, у такий спосіб:

$$A_v = A_{v0} + A_z \left[C_{R0}(1 + C_{R1}R_i)^{-C_{R2}} \right], \quad (6.44)$$

$$D_v = D_{v0} + A_z \left[C_{R3}(1 + C_{R4}R_i)^{-C_{R5}} \right], \quad (6.45)$$

де

$$A_z = [\kappa z(1 - z/H)]^2 (u'_z{}^2 + v'_z{}^2)^{1/2}; \quad (6.46)$$

$\kappa = 0.4$ – стала Кармана;

A_{v0} – гранична в'язкість;

D_{v0} – гранична дифузія;

$C_{R0}, C_{R1}, C_{R2}, C_{R3}, C_{R4}$ та C_{R5} – константи: 1,0; 10,0; 0,5; 1,0; 3,33 та 1,5, відповідно [83];

R_i – число Річардсона

$$R_i = -\rho'_z g / \left[\rho_0 (u'_z{}^2 + v'_z{}^2) \right]. \quad (6.47)$$

Коефіцієнти горизонтального турбулентного обміну розраховуються виходячи зі значення локального горизонтального зсуву баротропної складової швидкості течій й просторового кроку ΔL горизонтальної кінцеворізнної сітки [84]:

$$A_h = A_{h0} + C_{AH} \Delta L^2 \left[2(U'_{x'}{}^2 + V'_{y'}{}^2) + (U'_{y'} + V'_{x'})^2 \right]^{1/2}, \quad (6.48)$$

$$D_h = A_h, \quad (6.49)$$

де коефіцієнт $C_{AH} = 0,01$;

$A_{h0} = 1.0 \text{ м}^2/\text{с}$ – фонова величина.

Граничні та початкові умови. На відкритій границі розрахункової області задаються збурювання рівня води у водоймі обумовлені, наприклад, припливами, згінно-нагінними явищами, річковим стоком, тощо:

$$h = h_0(x, y, t), \quad (6.50 \text{ а})$$

або ставиться умова випромінювання, що описує вільне проходження через границю довгих гравітаційних хвиль:

$$h = h_0 + \vec{V}_n \sqrt{H/g}, \quad (6.50 \text{ б})$$

де h_0 – збурювання рівня на «рідкій» границі розрахункової області, що задаються на основі даних спостережень або розрахунків;

\vec{V}_n – проекція вектора течій, розрахованого в граничних точках області, на зовнішню нормаль \vec{n} до відкритої бічної границі.

Для солоності умови формулюються в такий спосіб: якщо потік входить у розрахункову область, то на межі з розрахунковою областю задаються фонові значення солоності (S^*), характерні для прилеглої частини акваторії; у іншому випадку, значення змінних, що моделюються, екстраполюються з розрахункової області за допомогою спрощеного рівняння адвекції:

$$\begin{aligned}
 S_o &= S^*, & \text{если } \bar{v}_n \leq 0 \\
 S_{o't} &= -\bar{v}_n S'_n, & \text{если } \bar{v}_n > 0
 \end{aligned}
 \tag{6.51}$$

де S_o – значення змінних що моделюються на «рідкій» границі. Причому, якщо потік спрямований усередину розрахункової області менш 6 годин, то використовується інтерполяційна схема:

$$(S_o) = F_i (S^*) + (1 - F_i)(S_o), \tag{6.52}$$

де F_i – відношення часового кроку для бароклинної складової швидкості (у годинах) до різниці між 6 годинами і тривалістю відрізка часу, протягом якого мав місце вхідний потік, $0 \leq F_i \leq 1$.

В точках впадання річок граничні умови формулюються по типу «відкритого каналу» або «водоспаду».

У першому випадку задаються витрати води Q_r , а також вертикальні профілі бароклинної швидкості і солоності (мінералізації) води:

$$U = Q_r / (B_x \Delta L H), V = Q_r / (B_y \Delta L H); \tag{6.53}$$

$$u' = u_{top} \cos(\pi z / H), v' = v_{top} \cos(\pi z / H); \tag{6.54}$$

$$S = S_{top} + (S_{top} - S_{bot}) [(1 - \cos(\pi z / H))], \tag{6.55}$$

де величини з індексом «top» відповідають поверхневому шару води, з індексом «bot» – придонному шару.

Завдання граничних умов по типу «водоспад» здійснюється в такий спосіб:

$$h'_t = \frac{Q_r}{B_x B_y \Delta L^2}; \tag{6.56}$$

$$(HS)'_t = 0, (HT)'_t = \frac{T_{top} Q_r}{B_x B_y \Delta L^2}. \tag{6.57}$$

На водній поверхні:

$$\tau_{sx} = A_v u'_{,z} \text{ і } \tau_{sy} = A_v v'_{,z}; D_v T_{,z} = \frac{Q_T}{\rho C_w}; D_v S_{,z} = 0, \quad (6.58)$$

а на дні:

$$\tau_{bx} = A_v u'_{,z} \text{ і } \tau_{by} = A_v v'_{,z}; D_v S_{,z} = 0; \quad (6.59)$$

де $\tau_{sx}; \tau_{sy}$ – компоненти вектора дотичного напруження тертя вітру;

$\tau_{bx}; \tau_{by}$ – компоненти вектора дотичного напруження придонного тертя;

Як початкові умови приймався стан спокою:

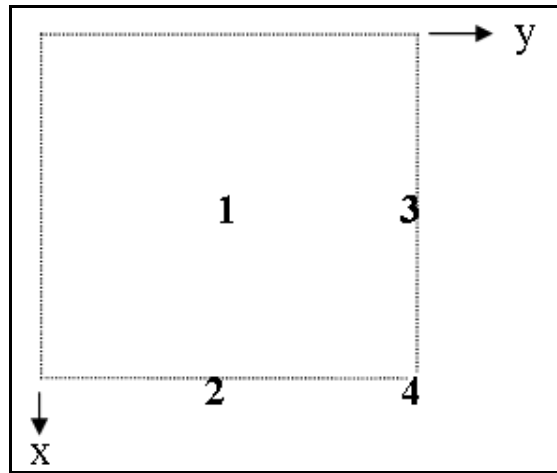
$$U = V = u' = v' = w = 0; A_h = A_{h0}, \quad A_v = A_{v0}, \quad D_v = D_{v0}. \quad (6.60)$$

Для підвищення обчислювальної стійкості, на «рідких» границях приймаються рівними нулю: прискорення Коріоліса, вітрові напруги тертя, горизонтальні градієнти атмосферного тиску й густини. При цьому використовується спеціальна мультиплікативна крайова функція, що приймає нульові значення в приграничних розрахункових ячеях, яка дорівнює 0,5 – в ячеях на видаленні одного кроку від граничних, та 1 – у всіх інших ячеях.

Нелінійні адвективні члени рівнянь руху також приймаються рівними нулю на відкритій водній границі.

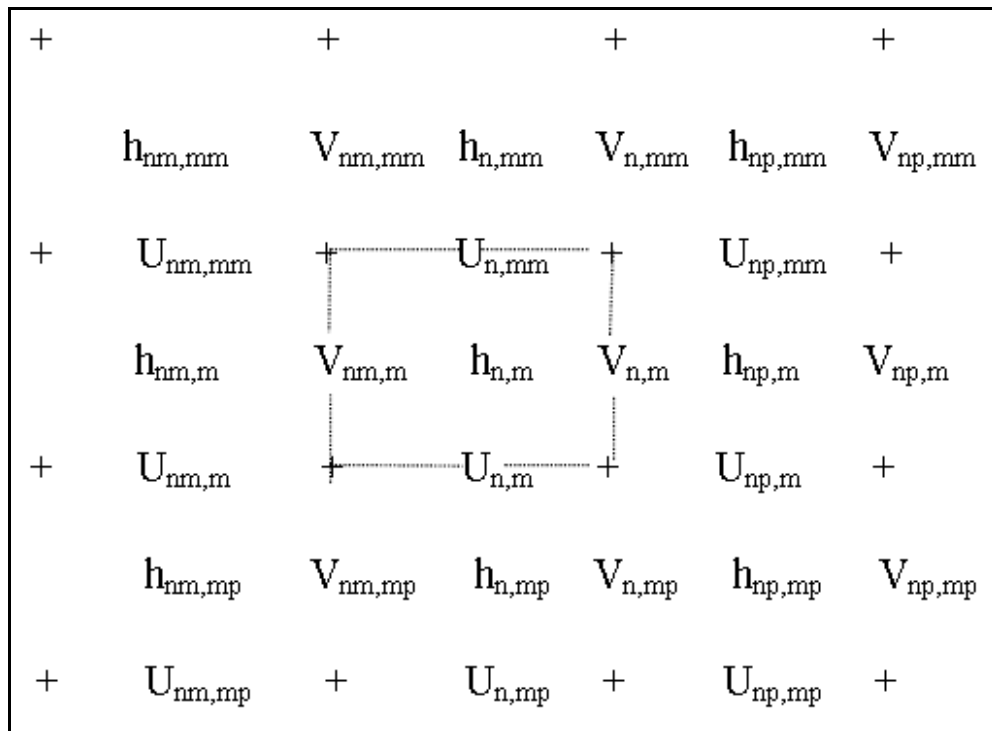
Особливості числової реалізації рівнянь моделі. Кінцеворізнісна апроксимація рівнянь (6.29) – (6.31) для баротропної моделі руху виконується з використанням двукрокового, тришарового за часом методу змінних напрямків Аббота [85]. Використовуються значення обчислювальних величин (h, U, V), що відповідають трьом моментам часу в межах Δt кроку для баротропної моди руху: початковому (t_0), обчислювальному ($t_0 + \Delta t$) і проміжному ($t_0 + \Delta t/2$). На першому кроці, спільним розв'язанням рівнянь нерозривності і руху в напрямку осі x визначають значення U на обчислювальному часовому рівні та h – на проміжному рівні. На другому кроці розв'язуються рівняння нерозривності та руху в напрямку осі y для знаходження значень V і h на обчислювальному часовому рівні ($t_0 + \Delta t$). Зазначений числовий метод розв'язання відноситься до розряду неявних.

Розташування змінних у межах елементарної ячеї розрахункової сітки наведено на рис. 6.1, а положення елементарної ячеї в межах сегмента розрахункової області – на рис. 6.2.



1 – змінні $h, H, \Phi, A_h, f, \tau_{sx}, \tau_{sy}$; 2 – змінні $U, X, F_{bx}, \theta_{uu}, \theta_{su}, B_x$;
 3 – змінні $V, Y, F_{by}, \theta_{vv}, \theta_{sv}, B_y$; 4 – змінна θ_{uv}

Рисунок 6.1 – Розташування змінних у межах елементарної ячеї розрахункової сітки в горизонтальній площині



— границя виділеної ячеї (n, m);

$mm = m-1, mp = n+1, nm = n-1, np = n+1$ – використані позначення

Рисунок 6.2 – Розташування змінних U, V та h у межах фрагмента сіткової області

Рівняння (6.33)-(6.35) для бароклинної моди руху вирішуються неявно прогоном за вертикальною координатою. Для цього члени, які містять час або похідну від швидкості за вертикальною координатою, а також член, що враховує бічне тертя, групуються в лівій частині рівняння. Наприклад, рівняння (6.33) має вигляд:

$$(Hu')_t + \beta_a \{(\tilde{w}u')_q\} - H^{-1}(A_v u'_{,q})_q + \beta_c C_{ws} HB_x^{-1} u' |u'+U| = R, \quad (6.61)$$

де R – частина рівняння, що залишилася.

Загальний підхід до рішення полягає в тім, що спочатку визначають u' і v' на всіх вертикальних рівнях елементарної розрахункової ячеї, а потім переходять до наступної ячеї і повторюють процес.

На рис. 6.3 наведено положення вузлів для обчислення u' , v' , \tilde{w} і A_v на вертикальному фрагменті розрахункової сітки.

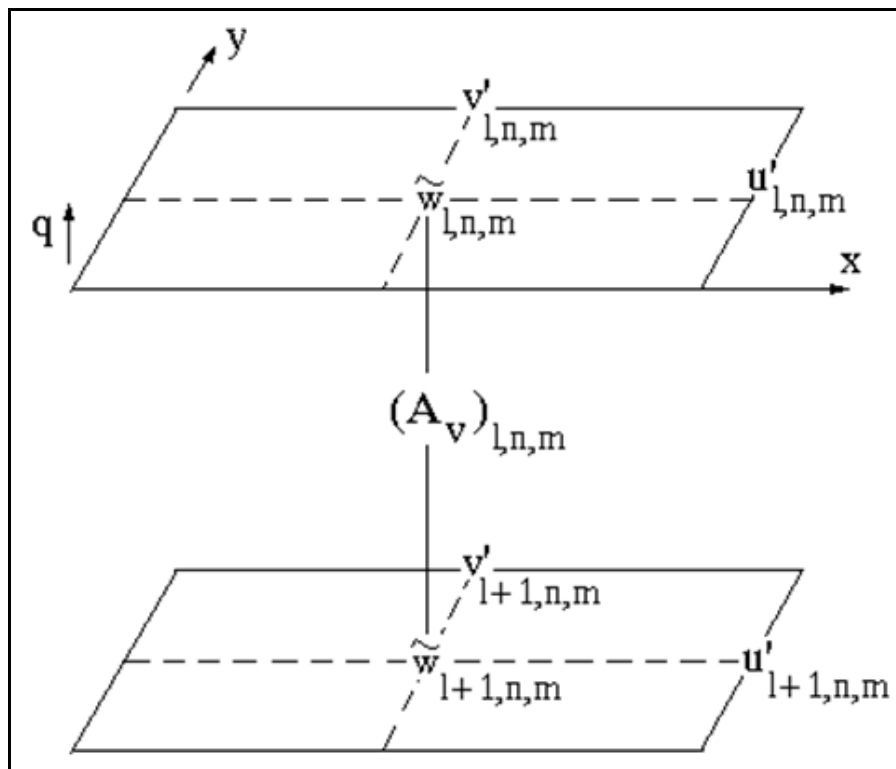


Рисунок 6.3 – Положення вузлів для обчислення u' , v' , \tilde{w} та A_v на тривимірній розрахунковій сітці

Оскільки методи числового розв'язання гідродинамічних рівнянь моделі є неявними, то ці рішення будуть стійкі при обчислюванні для більшості практичних випадків.

Кінцеворізнiсна апроксимацiя рiвнянь переносу солей у вихiдному варiантi моделi МЕССА виконана з використанням традицiйних (простою апроксимацiєю похiдних) алгоритмiв числового рiшення [78], якi є консервативними, але не мають властивостi транспортностi (монотоностi). При наявностi (у пригирлових областях) значних просторових градиєнтiв елементiв, що моделюються, на масштабах порiвняних з кроком розрахункової сiтки, це може призвести до появи негативних значень концентрацiй у процесi обчислень, що небажано при вирiшеннi практичних задач. Тому, вихiднi числовi схеми розв'язання рiвняння переносу типу (6.27) були модифiкованi в транспортивнi: FCT (Flux Corrected Transport) [86,87] – для горизонтального переносу, та TVD (Total Variation Diminishing) [86] – для вертикального.

Деталi числового розв'язання гiдродинамiчних рiвнянь моделi докладно описанi в [88].

Програмна реалiзацiя моделi, виконана мовою FORTRAN-90, дозволяє розраховувати як сумарнi течiї, так i видiляти окремо їх вiтрову, густинну i стокову складовi. Iз заданою часовою дискретностю в ходi розрахунку модель засвоює нову iнформацiю про швидкiсть i напрямок вiтру, витрати рiчок, солонiсть рiчкових вод, халинну стратифiкацiю i збурювання рiвня моря в точках вiдкритої водної границi. Miж дискретними значеннями, що вводяться, виконується лiнiйна iнтерполяцiя: для метеорологiчних i рiчкових параметрiв – у часi; для значень збурювання рiвня води, вертикального розподiлу солоностi води на вiдкритих границях – у просторi i часi.

6.2 Постановка задачi, умови модельних розрахункiв

Вочевидь, що вiрогiднiсть проникнення трансформованих морських вод з Днiстровського лиману в рукави гирлової дiлянки р. Днiстер зростає при поєднаннi малих величин витрат рiчки з сильними нагонними вiтрами, якi сприяють проникненню морських вод в лиман i далi до гирл рр. Днiстер та Глибокий Турунчук, а також зростанню рiвня води в лиманi на гирловому узмор'ї р. Днiстер. Тому в першiй серiї чисельних експериментiв з моделлю комбiнувалися вiтри рiзних напрямiв i сили з витратами р. Днiстер (в створi водомiрного поста ОДЕКУ в с. Маяки), якi зменшувались починаючи з 175 м³/с. Не враховувалися iнiцiйованi вiтром згiнно-нагiннi коливання рiвня моря на вiдкритiй морській границi розрахункової областi (Царьградське гирло).

При розрахунках, акваторiя лиману, разом з прилеглою гирловою дiлянкою Нижнього Днiстра, покривалася горизонтальною розрахунковою сiткою 35×91 вузлiв з кроком 500 м (рис. 6.4). Використовувалися 6 розрахункових рiвнiв по вертикалi в σ - системi координат.

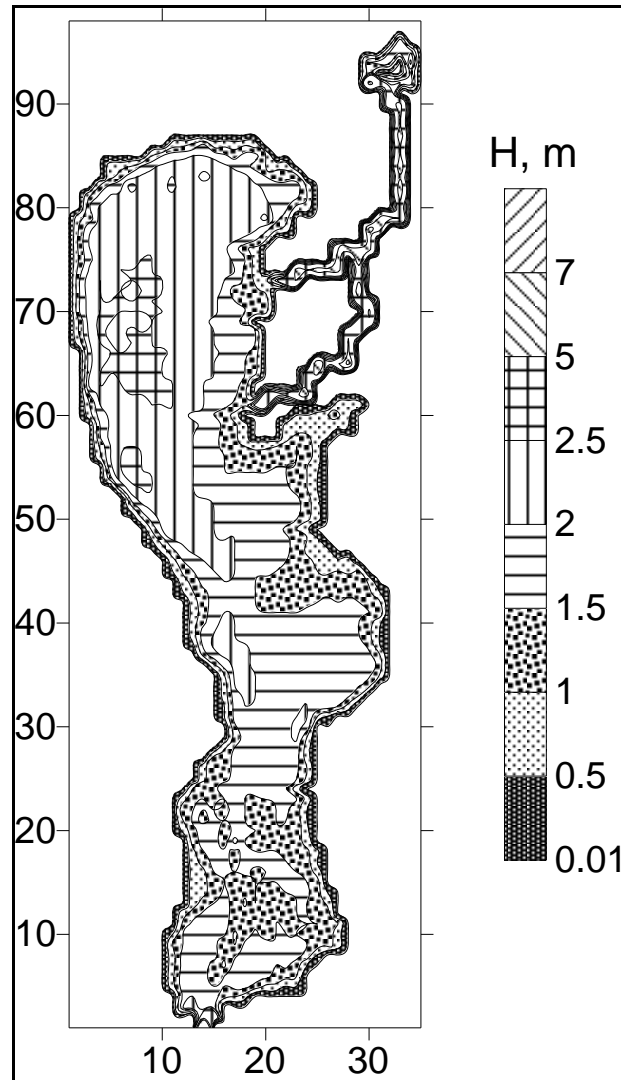


Рисунок 6.4 – Горизонтальна розрахункова сітка та батиметрична карта Дністровського лиману з прилеглою гирловою областю р. Дністер (на осях координат вказані номери вузлів розрахункової сітки з горизонтальним кроком 500 м)

У другій серії чисельних експериментів задавалися реальні вітрові умови та відповідні до них коливання рівня моря (за даними МГП «Царьградське гирло» і МГС «Білгород-Дністровський»), при середньодобових витратах води р. Дністер (в створі водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки), що зменшувались, починаючи з $175 \text{ м}^3/\text{с}$. З рядів строкових гідрометеорологічних спостережень за період 1990-2010 рр. були вибрані три місячні часові відрізки з найсприятливішими умовами для втоку трансформованих морських вод в гирла рр. Дністер і Глибокий Турунчук: сильні нагонні вітри із значним підвищенням рівня води як на морській границі лиману, так і в самому лимані, а саме: жовтень 1994 р., березень 2007 р. та вересень 2008 р.

6.3 Обговорення результатів розрахунків

Перша серія чисельних експериментів з моделлю показала, що найсильніші нагони води в Дністровському лимані мають місце при південних і південно-східних вітрах (рис. 6.5). При південно-східному вітрі, швидкість якого зростає протягом трьох діб з 5 до 25 м/с, перекіс рівня між південним і північним кінцями лиману сягає 170 см. Проте надходження трансформованих морських вод відбувається лише в гирло р. Глибокий Турунчук і починається тільки при завданні середньодобових витрат річки близько 100 м³/с (в створі водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки).

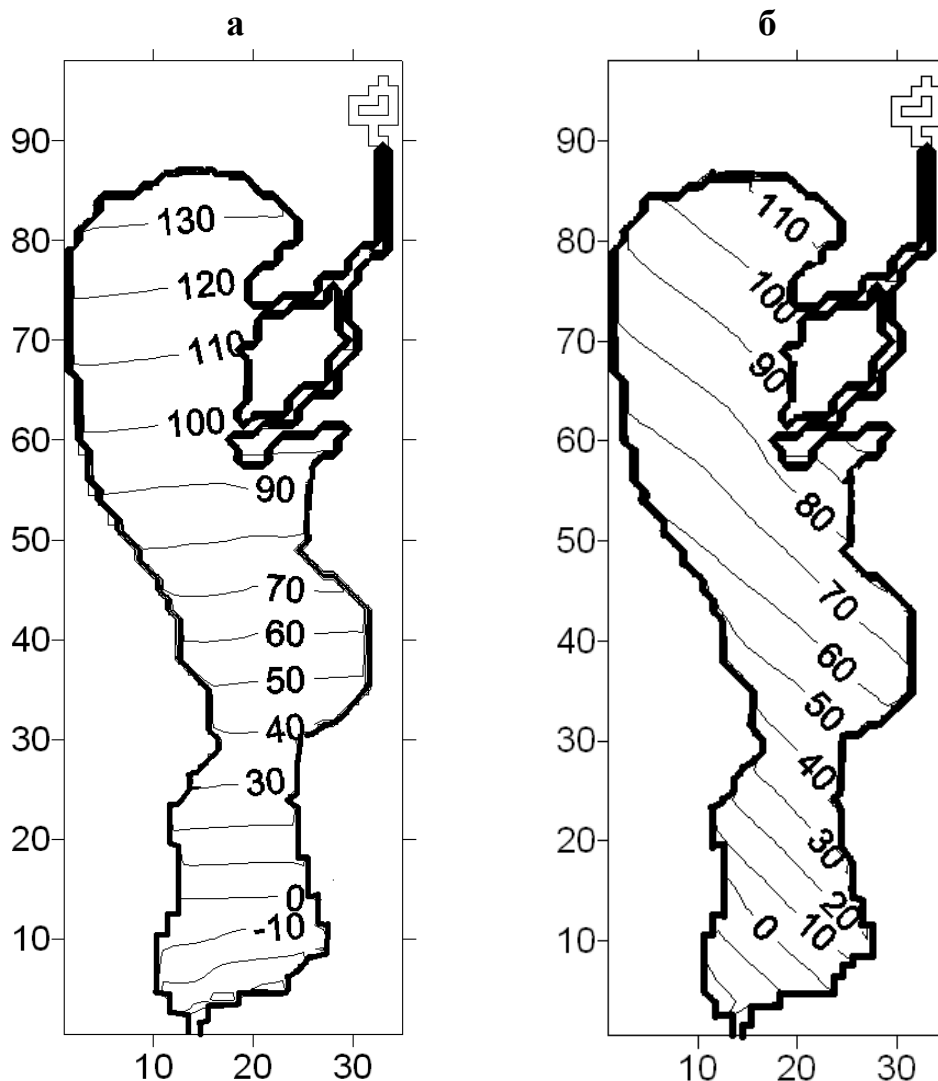


Рисунок 6.5 – Денівеляції рівня води в Дністровському лимані (см) при посиленні швидкості південно-східних (а) і південних (б) вітрів до 20-25 м/с

На рис. 6.6-6.7 показано як змінюється характер баротропної (середньої за глибиною) циркуляції вод в лимані та рукавах гирлової ділянки р. Дністер при посиленні нагонних південних і південно-східних вітрах, а також витратах води річки близько $75 \text{ м}^3/\text{с}$. Видно, що при зростанні швидкості вітру з 10 до 20 м/с, протягом другої доби напрям течії в руслі р. Глибокий Турунчук змінюється на протилежний – вода з лиману починає надходити до цього гирлового рукава р. Дністер. В старому руслі р. Дністер зберігається звична стічна течія, спрямована з гирлового рукава до лиману. При збереженні високих швидкостей вітру (20-25 м/с) в протягом третьої доби модельного часу відновлюється стічна течія з р. Глибокий Турунчук до лиману.

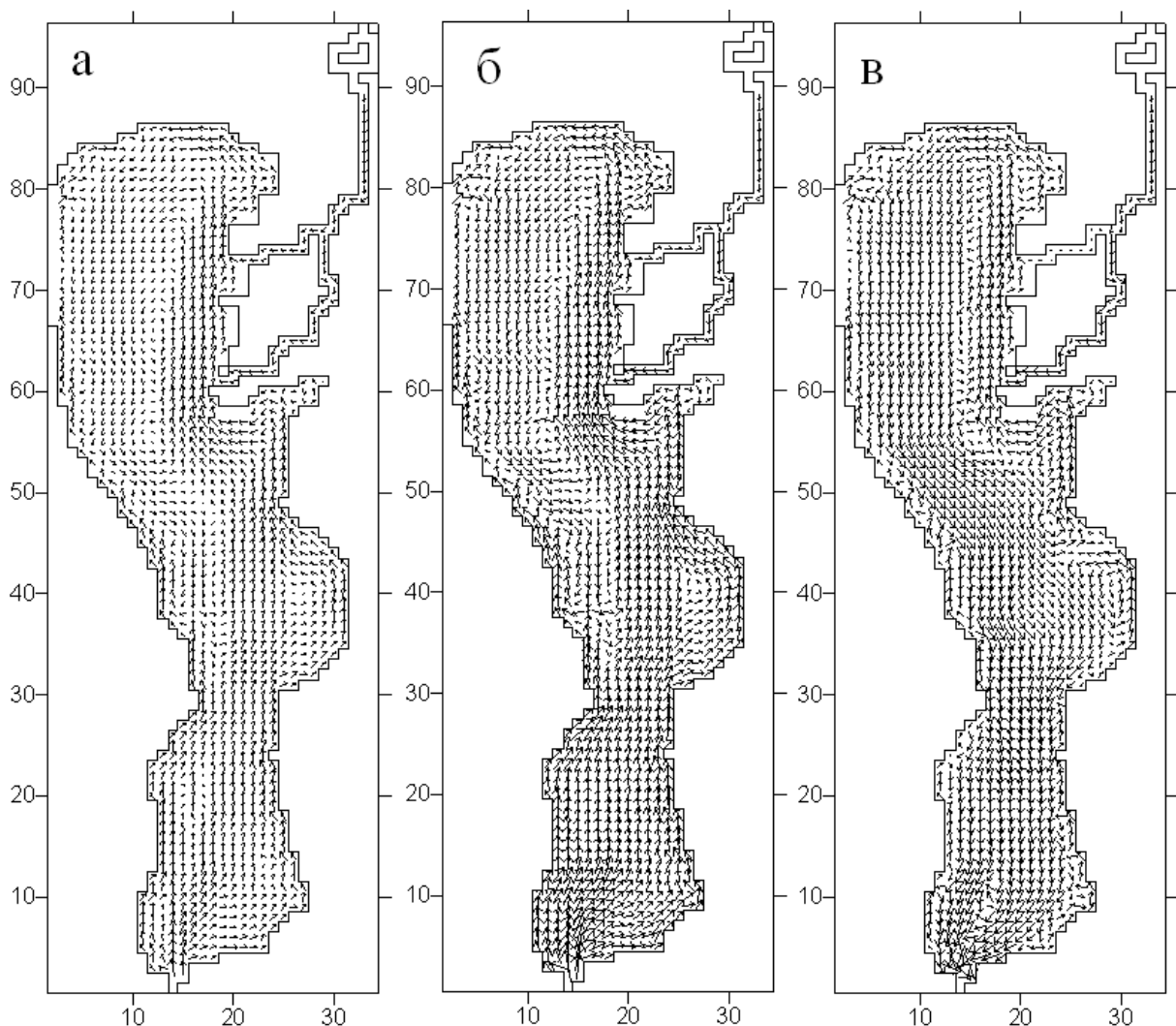


Рисунок 6.6 – Мінливість баротропної (середньої за глибиною) циркуляції вод при посиленні південно-східного вітру з 5 до 25 м/с та витратах р. Дністер (в створі водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки) $75 \text{ м}^3/\text{с}$: а) перша доба; б) друга доба; в) третя доба посилення швидкості вітру

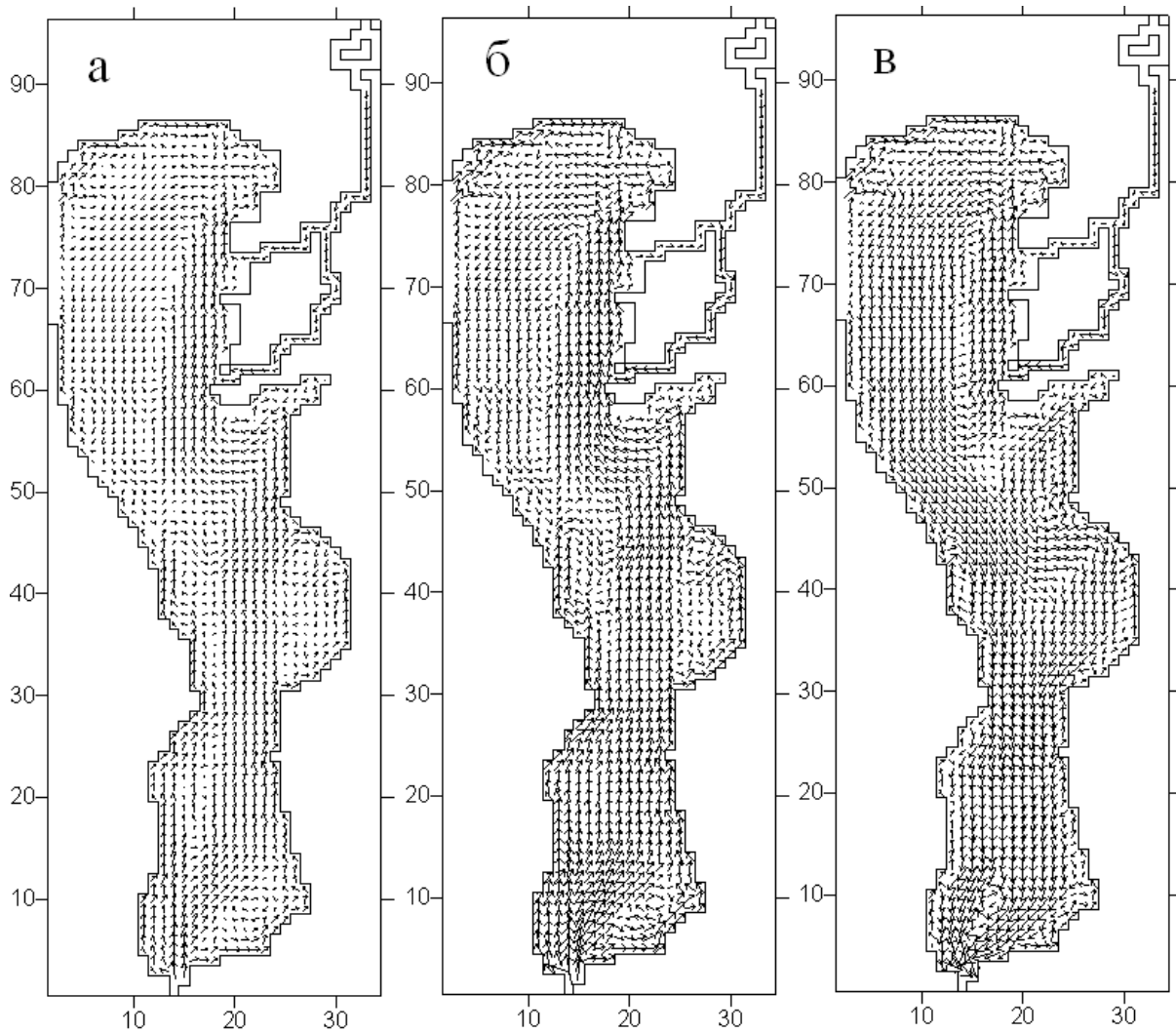


Рисунок 6.7 – Мінливість баротропної (середньої за глибиною) циркуляції вод при посиленні південного вітру з 5 до 25 м/с та витратах р. Дністер (в створі водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки) $75 \text{ м}^3/\text{с}$: а) перша доба; б) друга доба; в) третя доба посилення швидкості вітру

Описані особливості мінливості напряму водного потоку в гирлових рукавах р. Дністер пояснюються тим, що, як видно з рис. 6.5, при заданих нагонних вітрах рівень води в лимані поблизу гирла р. Глибокий Турунчук майже на 20 см перевищує рівень води в лимані поблизу гирла старого русла р. Дністер. Тому природно, що втік лиманових вод в гирло відбувається саме через гирло р. Глибокий Турунчук.

При стаціонуванні штормових нагонних вітрів або їх деякому послабленні, внаслідок підвищення рівня води в місці розділення основного русла р. Дністер на два рукава – р. Глибокий Турунчук і старе русло р. Дністер, за рахунок сформованого раніше підпору річкових вод лимановими, втокова течія в руслі р. Глибокий Турунчук спочатку послаблюється, а потім змінюється на звичну – стічну течію, але з меншою інтенсивністю, ніж раніше.

На рис. 6.8-6.9 показана мінливість просторового розподілу солоності, одержана за допомогою моделі за описаних вище гідрометеорологічних умов. При посиленні нагонних південних і південно-східних вітрах трансформовані морські води з підвищеною солоністю проникають уздовж східного берега лиману до гирл рр. Глибокий Турунчук і Дністер. Добре видно проникнення вод з солоністю 4-7 ‰ до гирла р. Глибокий Турунчук. Фронт солонуватих лиманових вод проникає в р. Глибокий Турунчук до місця розділення основного русла р. Дністер на два рукава – р. Глибокий Турунчук і старе русло р. Дністер, після чого лиманові води інтенсивно розбавляються прісними річковими та із стічним потоком старого русла р. Дністер виносяться в лиман.

Процес проникнення солонуватих лиманових вод в русло р. Глибокий Турунчук розвивається на часовому відрізку в межах однієї доби.

З розглянутих у другій серії чисельних експериментів з моделлю трьох місячних вибірок реальної мінливості вітрових умов і відповідних їм коливань рівня моря в Царьградському гирлі, проникнення трансформованих морських вод в гирло р. Дністер вдалося одержати лише у випадку шторму, що спостерігався в березні 2007 р. Мінливість вітрових умов в березні 2007 р. за даними МГП «Царьградське гирло» наведена в табл. 6.1.

На рис. 6.10 показана мінливість відхилень рівня моря від початкового незбуреного стану протягом розрахункового періоду – березень 2007 р. Видно, що в період з 18 по 23 березня мало місце ініційоване вітром нагінне підвищення рівня води на морській границі лиману в Царьградському гирлі, а також в пригирловому районі лиману. Причому нагінне підвищення рівня води в лимані поблизу гирлової ділянки р. Дністер значно перевищує підйом рівня на його морській границі (на 1,2 м у період максимального нагону).

З рис. 6.11 видно, що у вказаний період інтенсивного нагону склалися умови, коли відмітка рівня води в лимані поблизу гирла р. Глибокий Турунчук перевищувала відмітку рівня в місці розділення основного русла р. Дністер на два рукава – р. Глибокий Турунчук і старе русло р. Дністер. Саме в ці відрізки часу відбувається проникнення вод з лиману в гирло р. Глибокий Турунчук. Відмітка рівня води в лимані поблизу гирла старого русла р. Дністер завжди менша відмітки в місці розділення основного русла р. Дністер на два рукава – р. Глибокий Турунчук і старе русло р. Дністер.

Отже, проникнення трансформованих морських (лиманових) вод в гирло старого русла р. Дністер не відбувається.

Вітрові умови в період розвитку інтенсивного нагону води в лиман характеризуються домінуванням вітрів південного та південно-східного напрямків зі швидкістю 5-15 м/с протягом 3,5 діб з 19.03 по 22.03.2007 р. (табл. 6.1). При цьому тривалість дії штормових вітрів силою 14-15 м/с складала 2 доби.

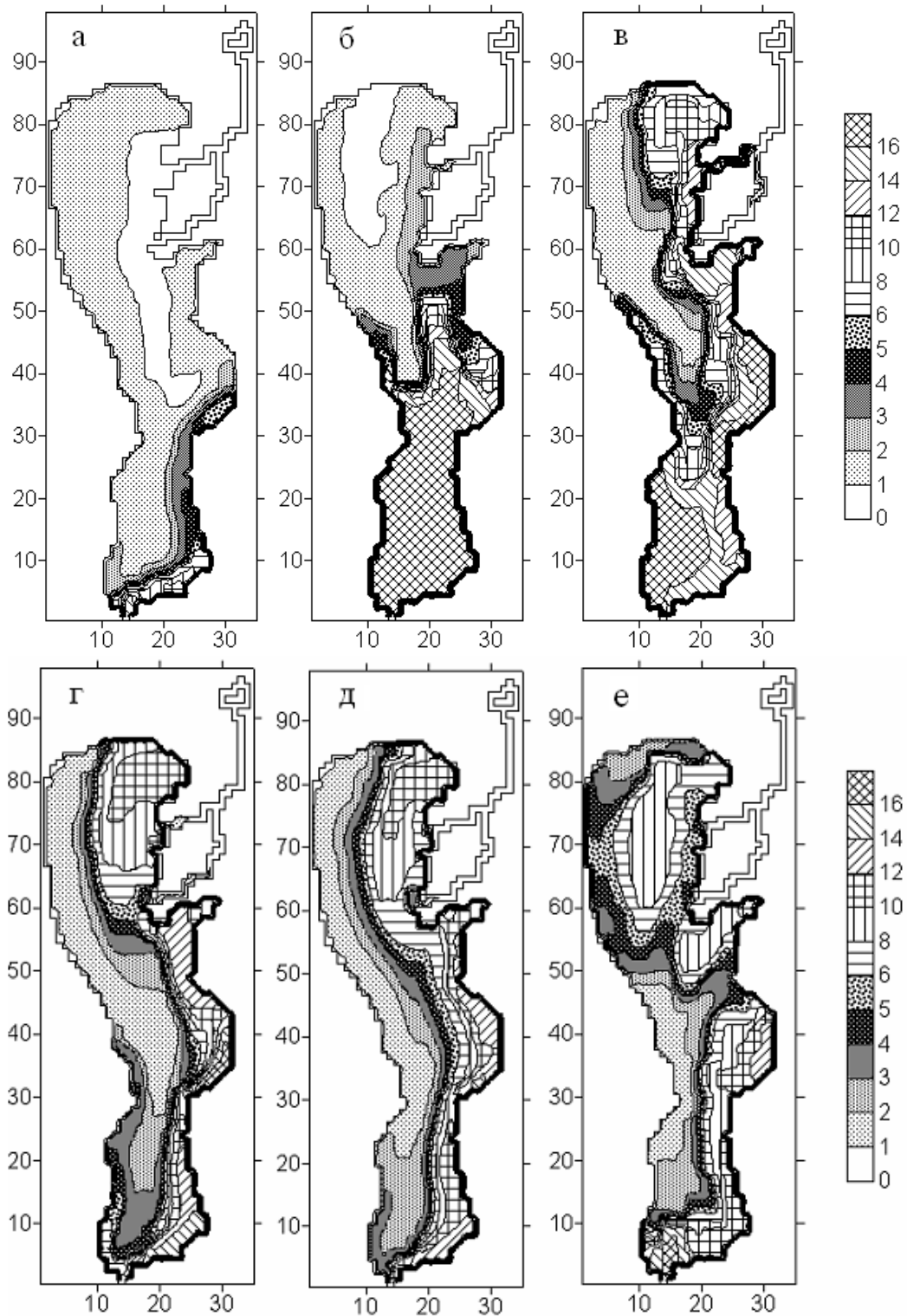


Рисунок 6.8 – Мінливість просторового розподілу солоності вод (‰), одержана в моделі при збільшенні швидкості південно-східного вітру з 5 до 25 м/с та витратах р. Дністер (в створі водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки) $75 \text{ м}^3/\text{с}$: а) сформоване після домінування східного вітру; б) через 1 добу при південно-східному вітрі 5-15 м/с; в) через 2 доби при південно-східному вітрі 20-25 м/с; г) через 3,5 доби при південно-східному вітрі 20 м/с; д) через 4 доби, штиль; е) через 5 діб, штиль

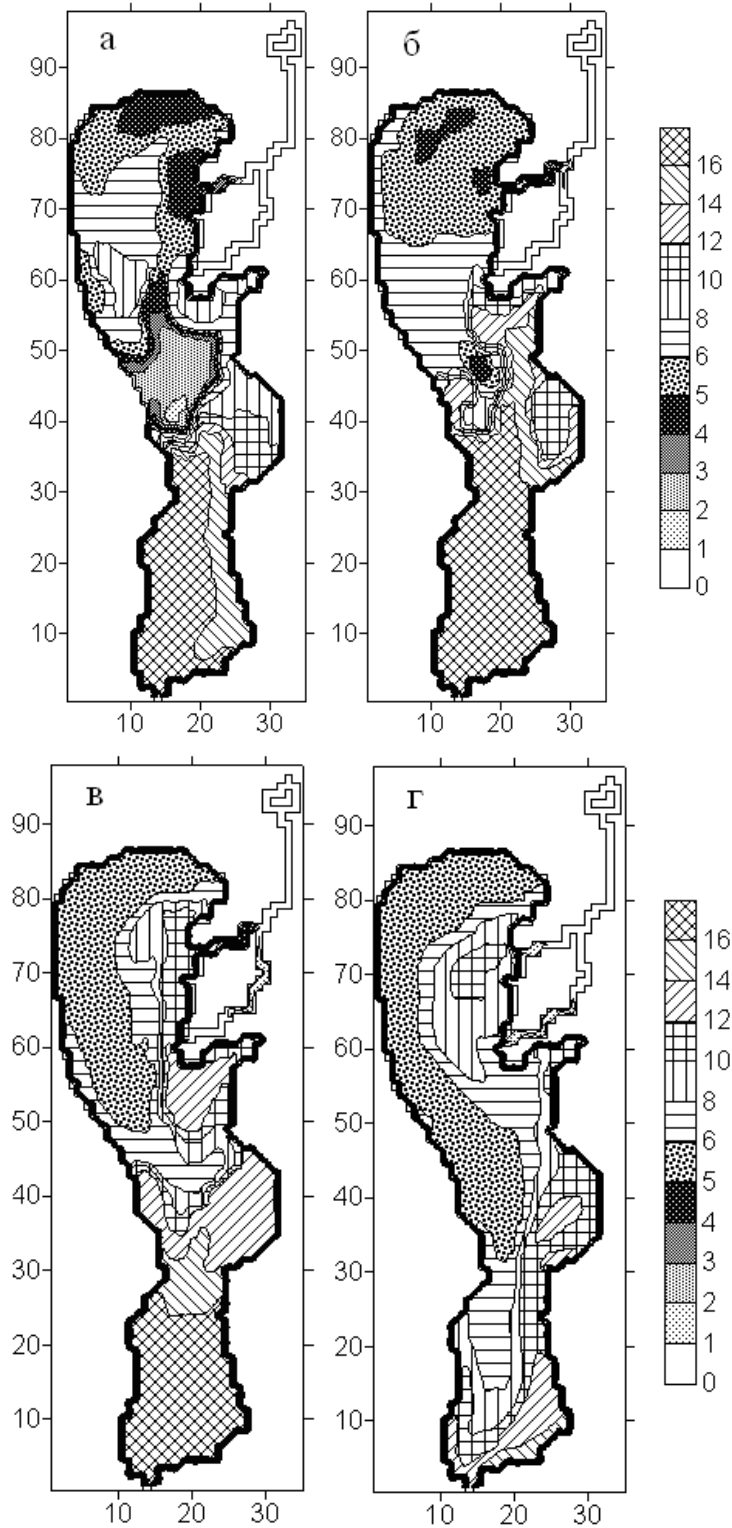


Рисунок 6.9 – Мінливість просторового розподілу солоності вод (‰), одержана в моделі при збільшенні швидкості південного вітру з 5 до 25 м/с та витратах р. Дністер (в створі водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки) $75 \text{ м}^3/\text{с}$:
 а) через 1 добу при південному вітрі 10-15 м/с; б) через 1,5 доби при південному вітрі 20 м/с; в) через 2 доби при південному вітрі 25 м/с; г) через 2,5 доби при південному вітрі 20 м/с

Таблиця 6.1 – Мінливість швидкості та напрямку вітру в березні 2007 р. за даними спостережень на МГП «Царьградске гирло»

Дата	Строк, години доби	Напрямок вітру, румби	Швидкість вітру, м/с	Дата	Строк, години доби	Напрямок вітру, румби	Швидкість вітру, м/с
01.03.07	6	Пд.	6	16.03.07	6	Пн.-З.	8
	18	Пд.	7		18	Пд.	7
02.03.07	6	Пд.	5	17.03.07	6	Пн.-З.	3
	18	Пд.-З.	7		18	Пд.	6
03.03.07	6	Пд.-З.	3	18.03.07	6	Пн.-З.	14
	18	З.	3		18	Штиль	0
04.03.07	6	Пд.	5	19.03.07	6	Пд.	5
	18	Сх.	6		18	Пн.-Сх.	10
05.03.07	6	Пд.-З.	4	20.03.07	6	Пд.	14
	18	Пн.	6		18	Пд.	14
06.03.07	6	Пд.-З.	3	21.03.07	6	Пд.	14
	18	Пд.	5		18	Пд.-Сх.	15
07.03.07	6	Пд.	3	22.03.07	6	Пд.-Сх.	7
	18	Сх.	6		18	Сх.	9
08.03.07	6	Сх.	6	23.03.07	6	Сх.	12
	18	Пн.-Сх.	5		18	Сх.	25
09.03.07	6	Сх.	5	24.03.07	6	Сх.	22
	18	Пд.	7		18	Пн.	6
10.03.07	6	Сх.	6	25.03.07	6	Пн.	7
	18	Сх.	3		18	Пн.-Сх.	8
11.03.07	6	Пн.	4	26.03.07	6	Пн.-Сх.	11
	18	Пд.	3		18	З.	7
12.03.07	6	Пн.-З.	9	27.03.07	6	Пн.-З.	5
	18	Пн.-З.	10		18	Сх.	5
13.03.07	6	Пн.	9	28.03.07	6	Пн.-Сх.	7
	18	Пн.-Сх.	6		18	Сх.	5
14.03.07	6	Пн.	8	29.03.07	6	Пн.-Сх.	4
	18	Пд.-З.	4		18	Штиль	0
15.03.07	6	З.	5	30.03.07	6	Пн.-Сх.	3
	18	Пн.	7		18	Пд.-Сх.	3

Примітки: Пд. – південний; Пн. – північний; Сх. – східний; З. – західний; Пд.-Сх. – південно-східний; Пд.-З. – південно-західний; Пн.-Сх. – північно-східний; Пн.-З. – північно-західний.

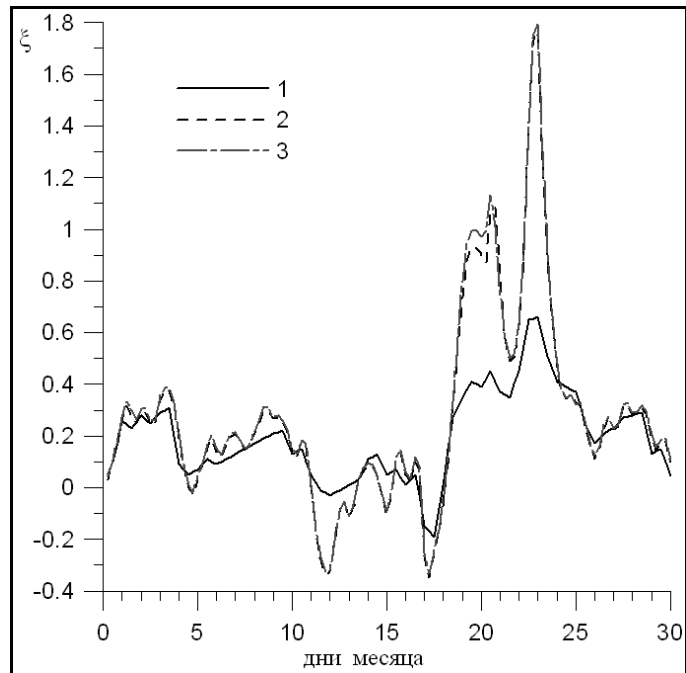


Рисунок 6.10 – Денівеляції рівня води (м) в березні 2007 р.: 1 – за даними спостережень в Царьградському гирлі; 2 – на вході русла р. Глибокий Турунчук в лиман (розраховані за моделлю); 3 – в р. Дністер в створі водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки (розраховані за моделлю)

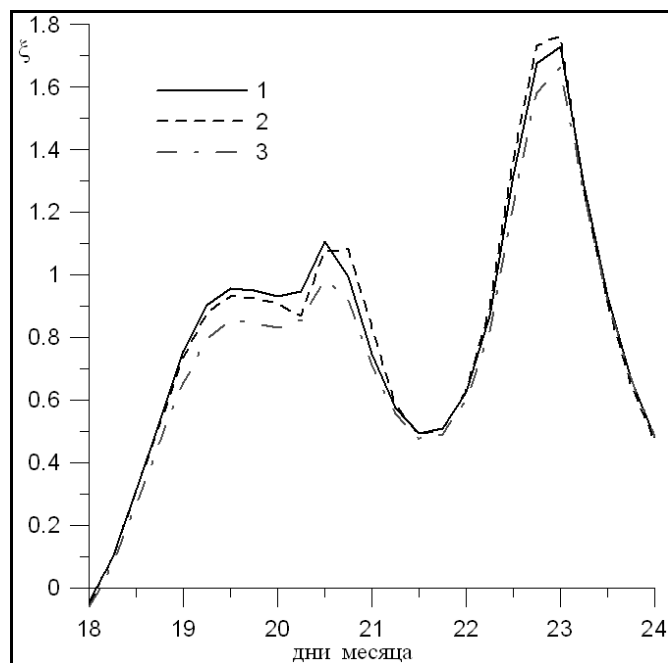


Рисунок 6.11 – Денівеляції рівня води (м) в березні 2007 р. (за моделлю):
 1 – в точці розділення Нижнього Дністра на рукави, розрахункова точка (28,76);
 2 – на вході русла р. Глибокий Турунчук в лиман, розрахункова точка (21,73);
 3 – на вході старого русла р. Дністер в лиман, розрахункова точка (19,61)

Розрахована за допомогою моделі мінливість просторового розподілу відхилень рівня води в лимані від первинно заданої (на 01.03.2007 р.) відмітки рівня моря, в період розвитку інтенсивного нагону води в березні 2007 р., показана на рис. 6.12. Видно, що при максимальному нагоні 22.03.2007 р. перекиє рівня води між південним і північним кінцями лиману досягає 1,5 м. Відмітка ж рівня води в лимані поблизу гирла р. Глибокий Турунчук на 15-20 см перевищує відмітку рівня поблизу гирла старого русла р. Дністер.

Схеми середньої за глибиною (баротропної) циркуляції вод в лимані та гирловій області р. Дністер, при стаціонарних середньодобових витратах води 75 та 50 м³/с в період розвитку вітрового нагону, показані на рис. 6.13-6.14. Добре видно формування течії, яка спрямована з лиману в русло р. Глибокий Турунчук, впродовж 22 доби. При середньодобових витратах р. Дністер (в створі водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки) близько 50 м³/с, втік лиманових вод в русло р. Глибокий Турунчук більш інтенсивний, ніж при витратах 75 м³/с. Більш того, якщо при витратах річки 75 м³/с до кінця 20 доби має місце значне послаблення стічної течії в р. Глибокий Турунчук до 50 м³/с, то втік лиманових вод в його русло відбувається вже впродовж 20 доби. В гирлі старого русла Дністра протягом всього періоду нагону зберігається стічна течія в лиман.

Розрахована за допомогою моделі мінливість просторового розподілу солоності вод в акваторії лиману та в гирловій частині р. Дністер, при незмінних середньодобових витратах річки (в створі водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки) 100, 75 і 50 м³/с, представлена на рис. 6.15-6.18. Видно, що чим менше витрати р. Дністер за одних і тих же вітрових умов, тим інтенсивніше і в більших об'ємах солонуваті лиманові води проникають до гирлової області річки. Так, у разі завдання витрат р. Дністер рівними 100 м³/с в період максимального розвитку нагону впродовж 22 доби місяця, солонуваті лиманові води проникають тільки до середини північного рукава гирла. При витратах річки 75 м³/с – лиманові води проникають в гирло річки до місяці її розділення на два рукава (р. Глибокий Турунчук і старе русло р. Дністер). А у разі зменшення середньодобових витрат р. Дністер до 50 м³/с – солонуваті лиманові води не тільки доходять до місця розділення Дністра на два рукава (р. Глибокий Турунчук і старе русло р. Дністер), але й залучаються стічним потоком в старе русло р. Дністер, де солоність вод підвищується до 3-4 ‰. При цьому збільшується і тривалість знаходження лиманових вод в гирловій області річки.

З рис. 6.18 видно, що до середини 23 доби, на фазі припинення нагону та спаду рівня води в пригирловій ділянці лиману, коли в руслі р. Глибокий Турунчук лиманові води вже витиснені стічною течією в лиман, в старому руслі р. Дністер ще присутні лиманові води з солоністю в декілька проміле.

На закінчення відзначимо, що результати одержані в першій і другій серіях чисельних експериментів з моделлю добре узгоджуються між собою та дозволяють зробити узагальнюючі висновки щодо умов і характеру проникнення трансформованих морських (солонуватих лиманових) вод до гирлової частини р. Дністер.

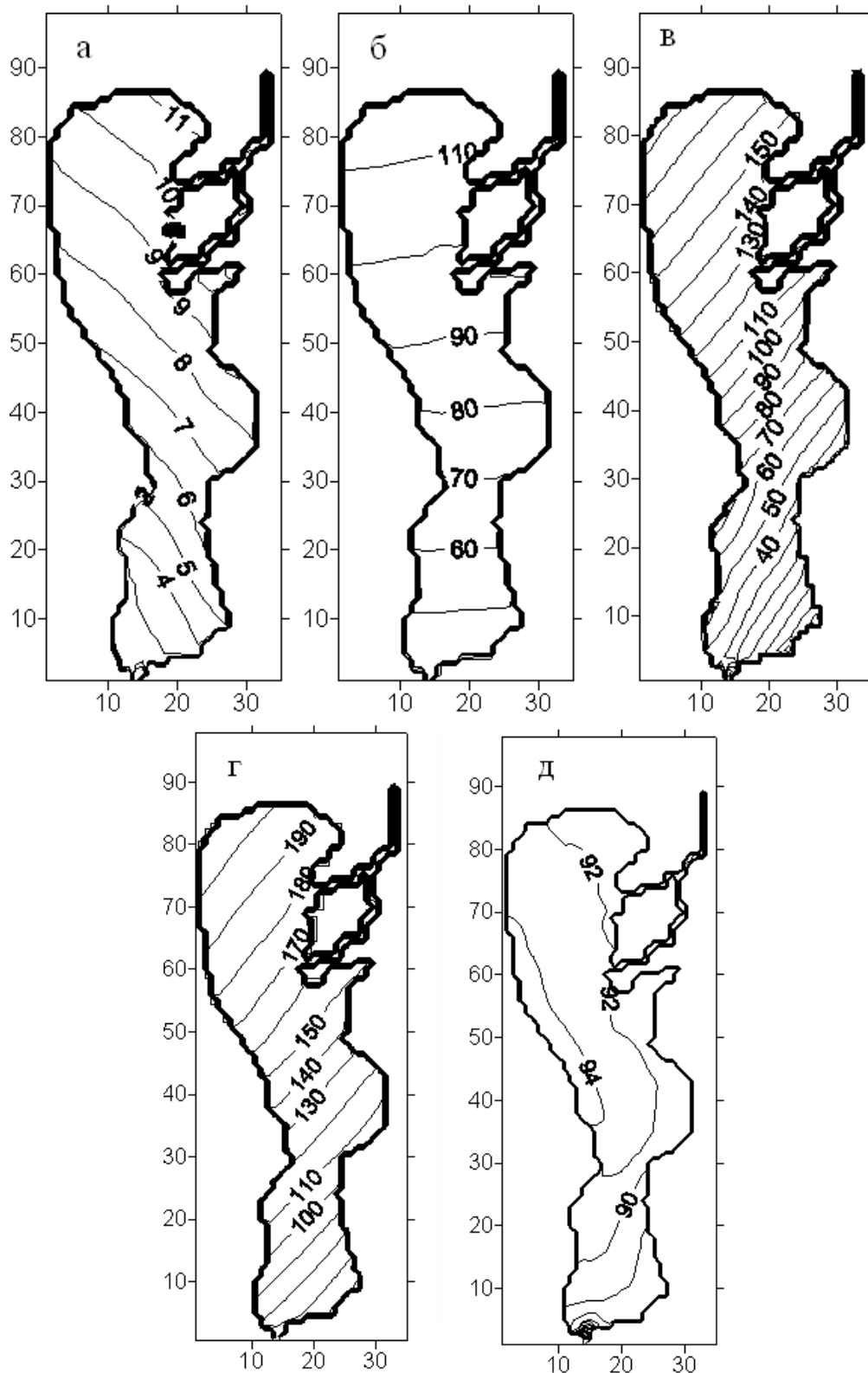


Рисунок 6.12 – Розрахована за моделлю мінливість просторового розподілу відхилень рівня води (см) в лимані у березні 2007 р. від первинно заданого рівня (на 01.03.2007 р.): а) 18 доба 0 годин; б) 20 доба 0 годин; в) 22 доба 12 годин; г) 23 доба 0 годин; д) 23 доба 12 годин

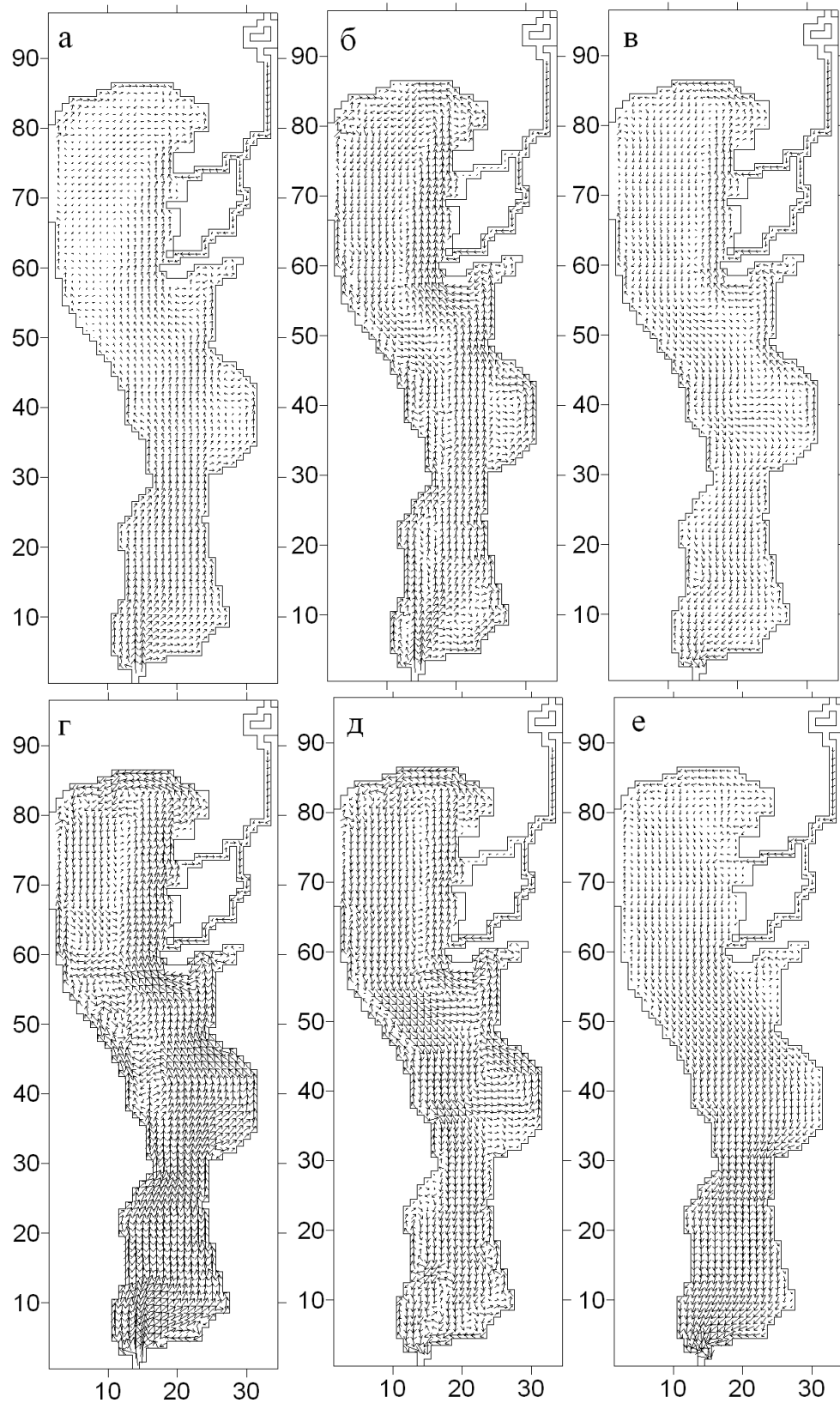


Рисунок 6.13 – Мінливість баротропної (середньої за глибиною) циркуляції вод в березні 2007 р. при середньодобових витратах р. Дністер $75 \text{ м}^3/\text{с}$:
 а) 18 доба 0 годин; б) 21 доба 0 годин; в) 22 доба 0 годин;
 г) 22 доба 12 годин; д) 23 доба 0 годин; е) 23 доба 12 годин

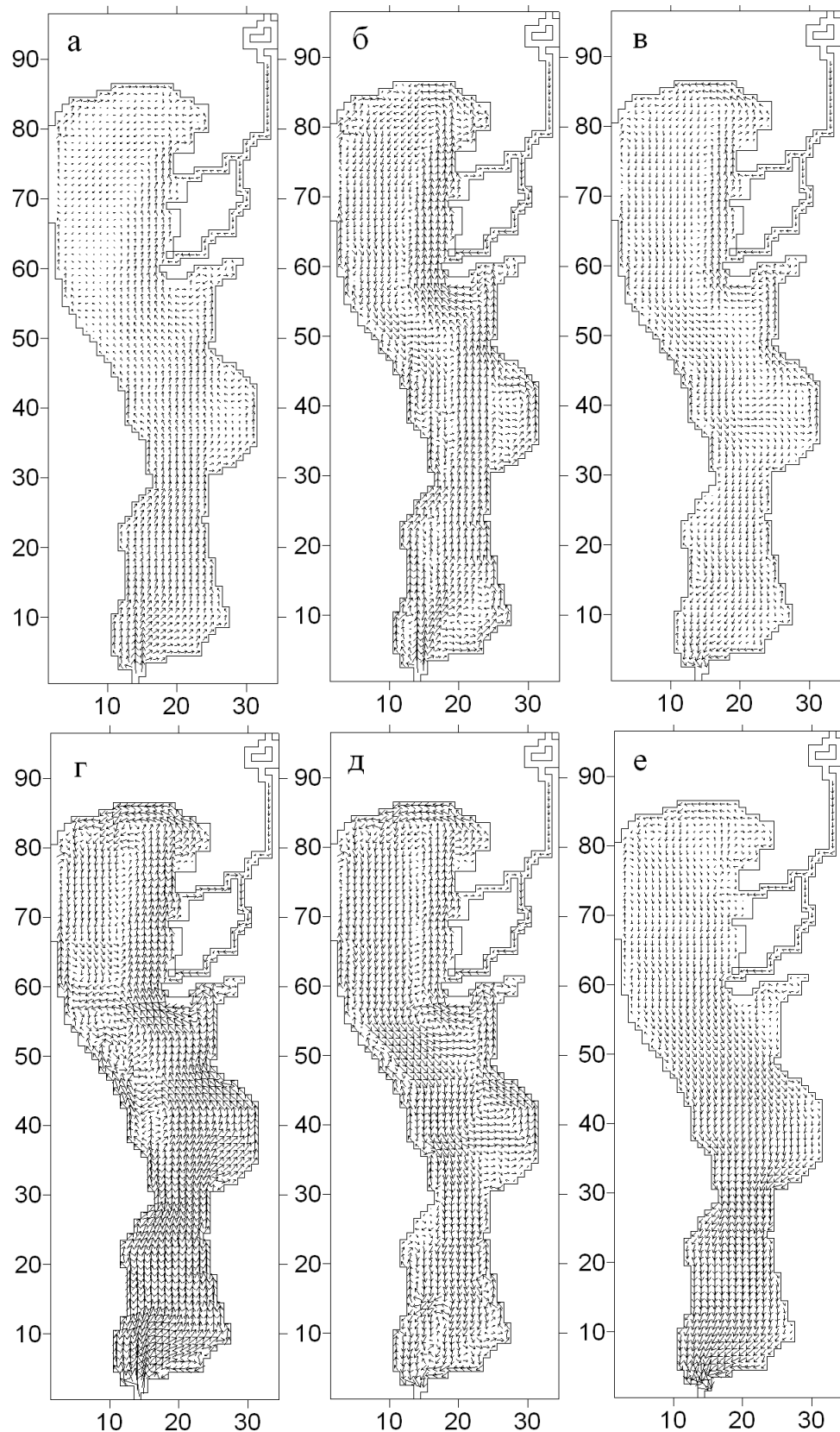


Рисунок 6.14 – Мінливість баротропної (середньої за глибиною) циркуляції вод в березні 2007 р. при середньодобових витратах р. Дністер $50 \text{ м}^3/\text{с}$:
 а) 18 доба 0 годин; б) 21 доба 0 годин; в) 22 доба 0 годин;
 г) 22 доба 12 годин; д) 23 доба 0 годин; е) 23 доба 12 годин

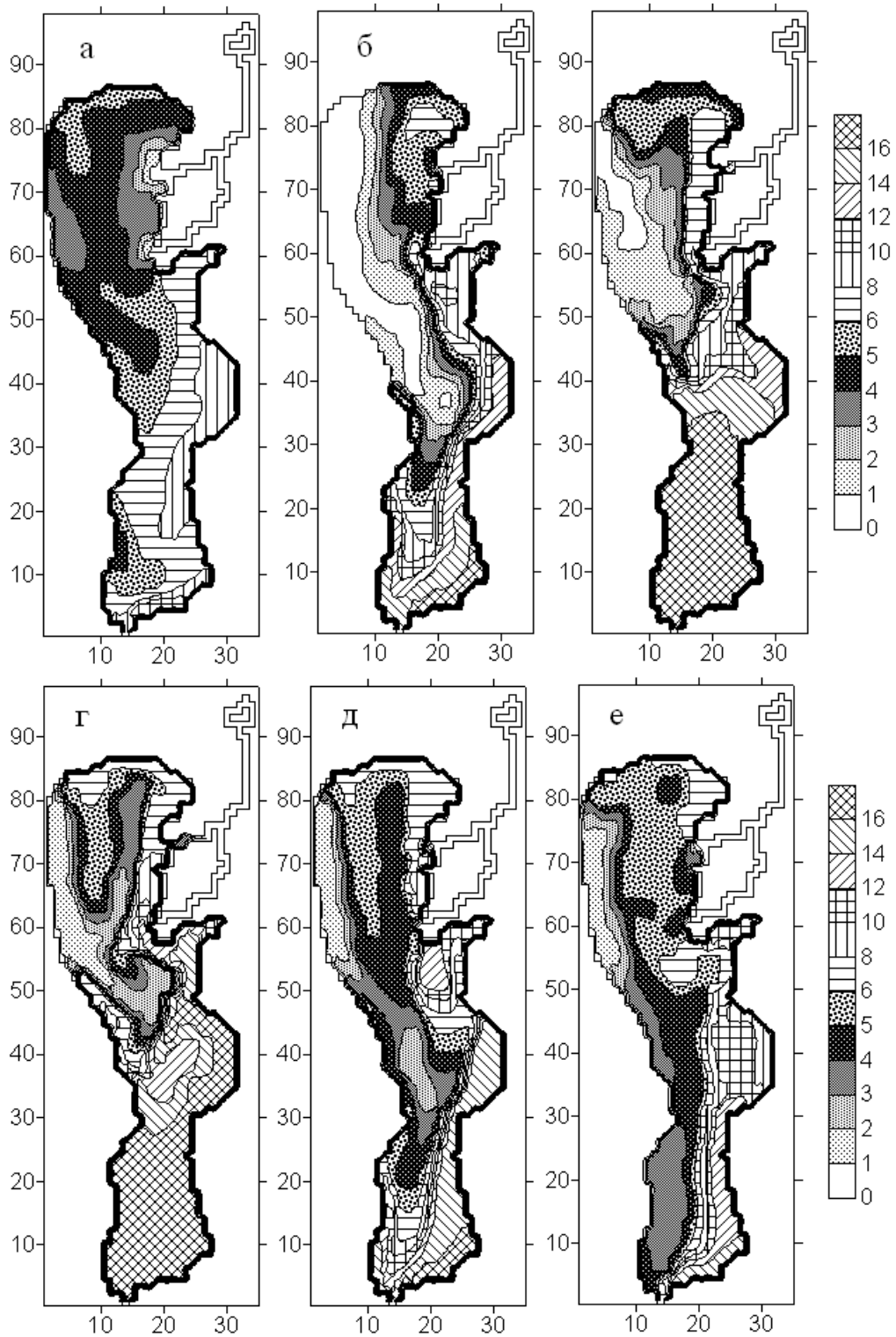


Рисунок 6.15 – Мінливість просторового розподілу солоності вод (‰), одержана в моделі для березня 2007 р. при середньодобових витратах р. Дністер $100 \text{ м}^3/\text{с}$: а) 20 доба 0 годин; б) 21 доба 0 годин; в) 22 доба 0 годин; г) 22 доба 12 годин; д) 23 доба 0 годин; е) 23 доба 12 годин

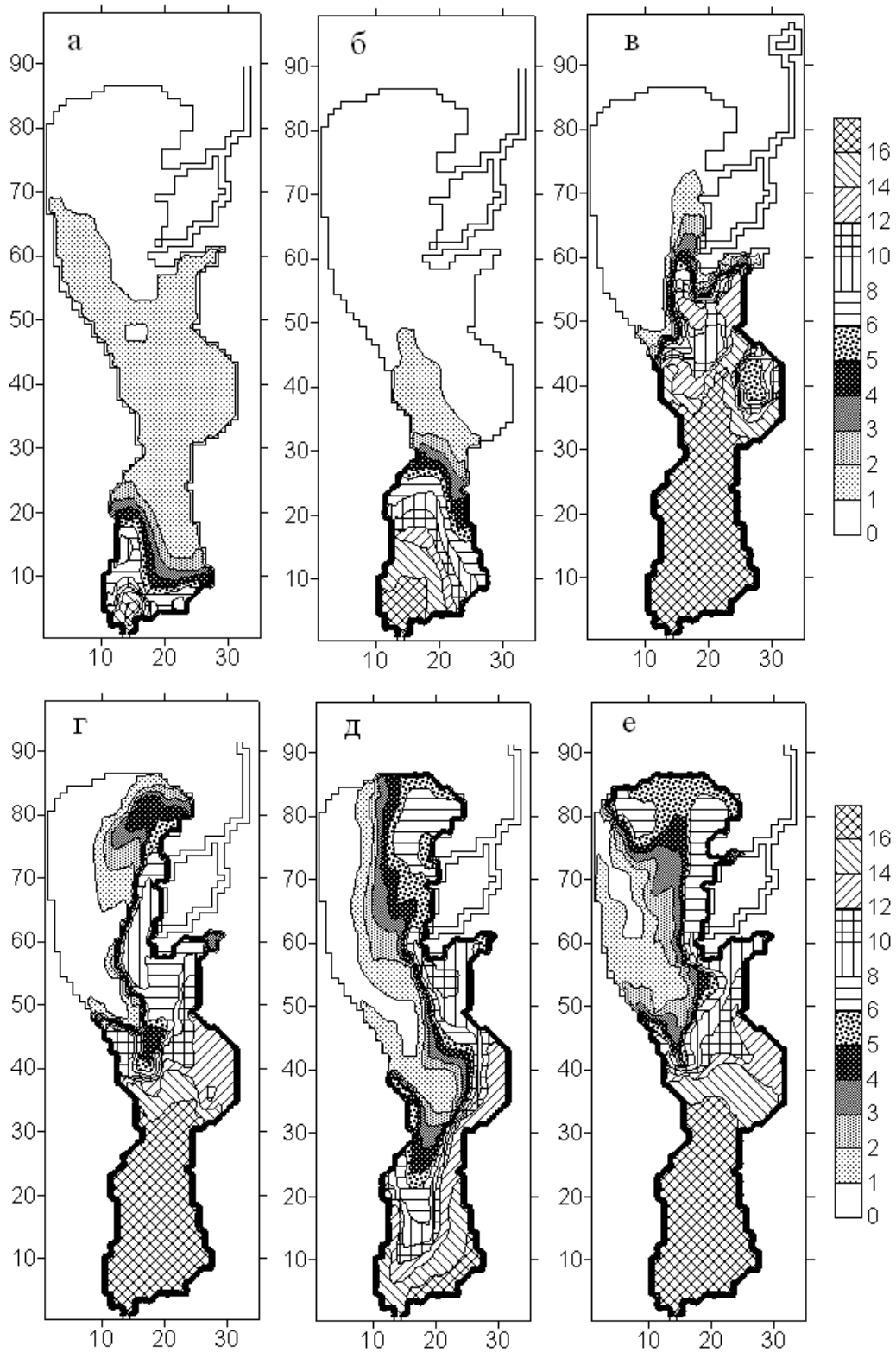


Рисунок 6.16 – Мінливість просторового розподілу солоності вод (%), одержана в моделі для березня 2007 р. при середньодобових витратах р. Дністер $75 \text{ м}^3/\text{с}$: а) 11 доба 0 годин; б) 18 доба 0 годин; в) 20 доба 0 годин; г) 21 доба 0 годин; д) 22 доба 0 годин; е) 22 доба 12 годин

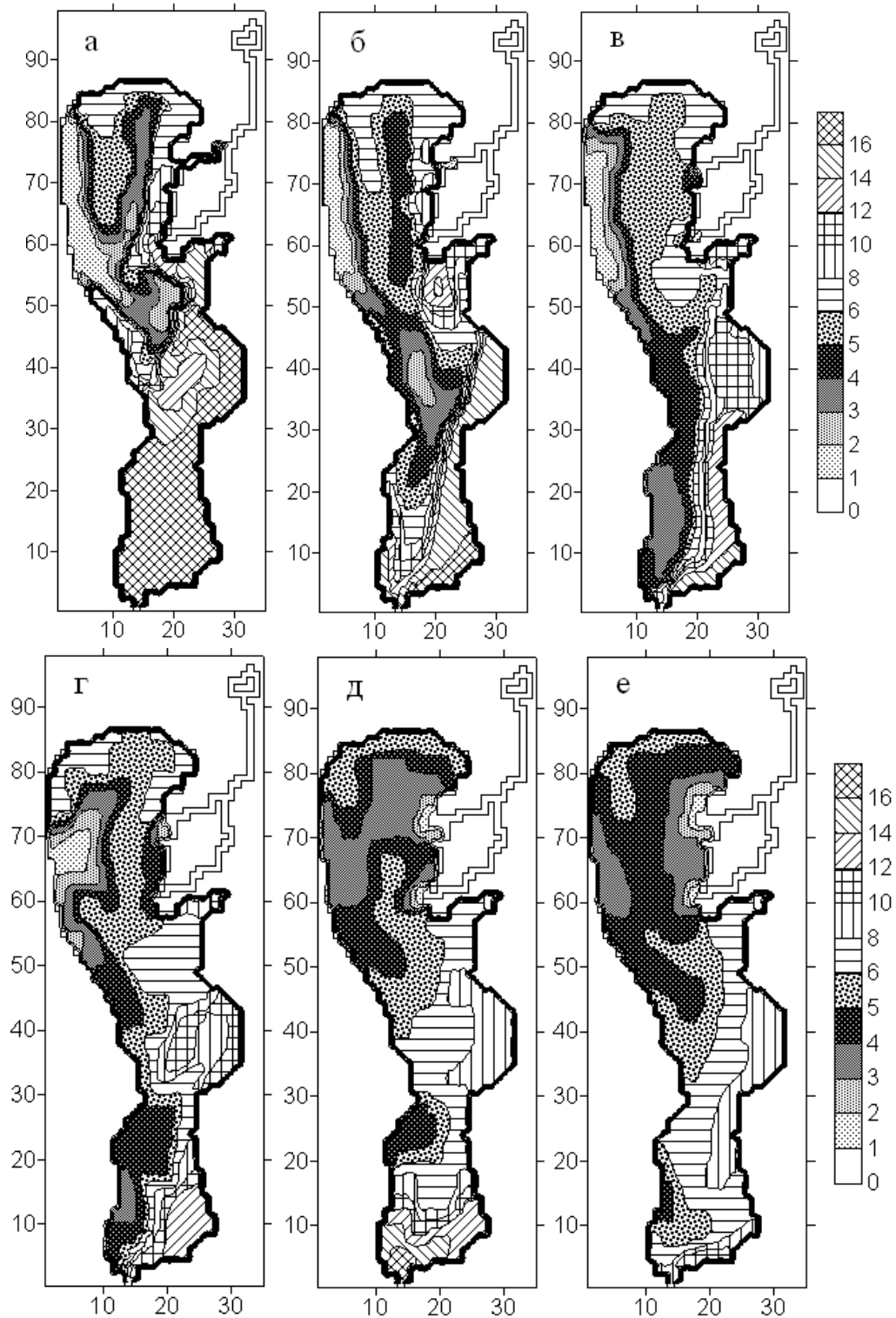


Рисунок 6.17 – Мінливість просторового розподілу солоності вод (‰), одержана в моделі для березня 2007 р. при середньодобових витратах р. Дністер $75 \text{ м}^3/\text{с}$: а) 23 доба 0 годин; б) 23 доба 12 годин; в) 24 доба 12 годин; г) 25 доба 12 годин; д) 28 доба 12 годин; е) 30 доба 12 годин

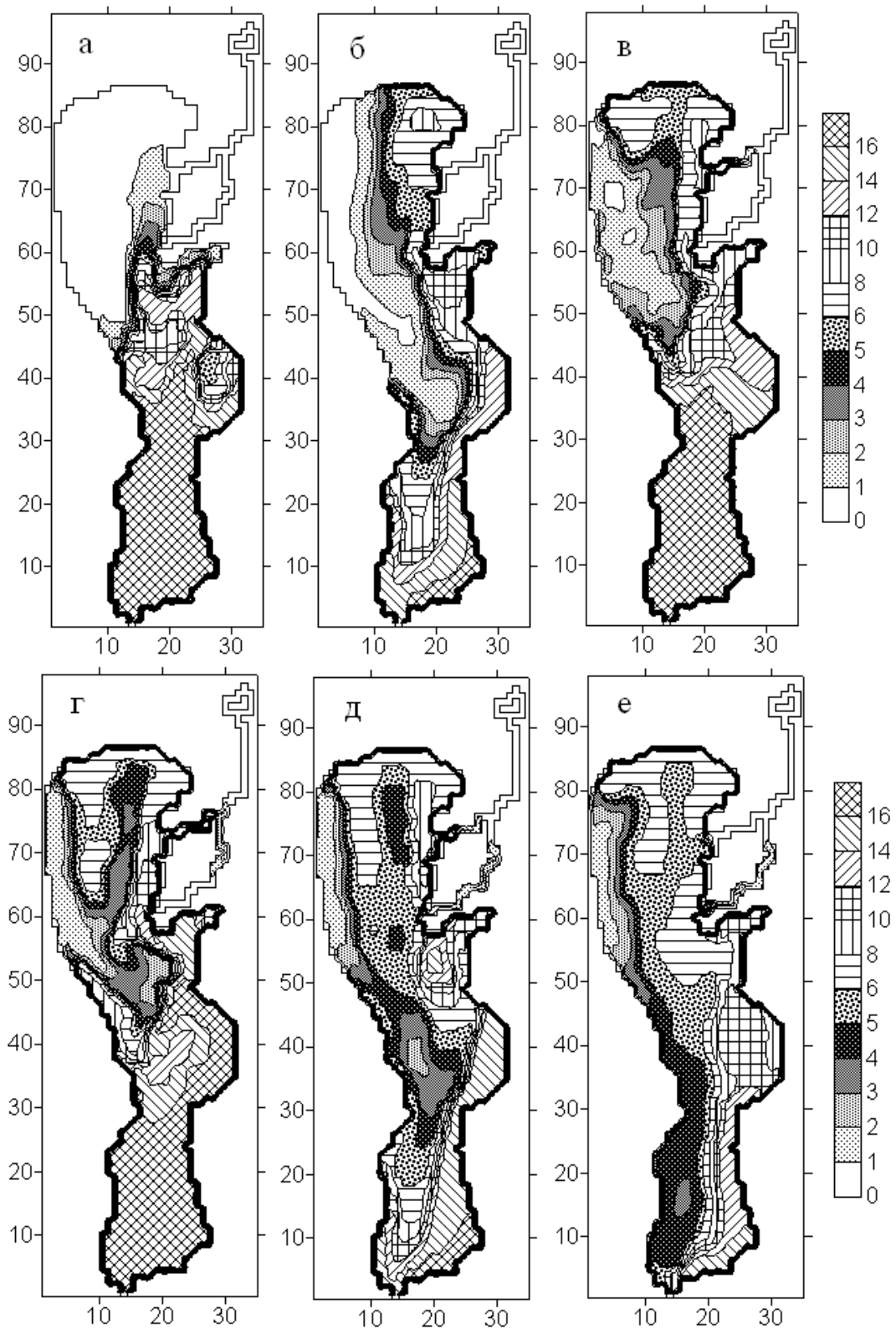


Рисунок 6.18 – Мінливість просторового розподілу солоності вод (%), одержана в моделі для березня 2007 р. при середньодобових витратах р. Дністер $50 \text{ м}^3/\text{с}$: а) 20 доба 0 годин; б) 21 доба 0 годин; в) 22 доба 0 годин; г) 22 доба 12 годин; д) 23 доба 0 годин; е) 23 доба 12 годин

7 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ЗАХОДІВ ЕКОЛОГІЧНОГО ОЗДОРОВЛЕННЯ НИЖНЬОГО ДНІСТРА

7.1 Екологічно необхідні режим рівнів та стоку води Нижнього Дністра

Екологічно оптимальні витрати води Нижнього Дністра повинні значно змінюватися протягом року. У холодну пору року достатньо забезпечити деякий санітарний мінімум витрат (Q_c) та рівнів (H_c) води, що забезпечать підтримку якості води на потрібному рівні, а також підтримку водопостачання м. Одеси й інших населених пунктів регіону.

Вихід води на плавні в цей час необов'язковий і не тільки можливо, але і бажано їх обезводнення на мілководних ділянках (за винятком озер, де зберігаються рибні запаси).

З початком весни водоподачу в пониззя Дністра необхідно значно збільшити, щоб забезпечити вихід риби на плавні, ікрометання, вирощування мальків та їхню безперешкодну міграцію в річку і лиман. Крім того необхідно забезпечити водозабір з річки на зрошення.

В період нересту риб не можна допускати обезводнення плавнів, тому необхідний базисний рівень р. Дністер (H_b) визначається виходячи з наступного

$$H_n - H_{min} \geq \Delta H_c, \quad (7.1)$$

де H_{min} – мінімально допустимий рівень води в плавнях;

ΔH_c – максимальна величина згону, що відповідає базисному рівню H_b ;

H_n – рівень води на плавнях, що відповідає базисному рівню в руслі річки, який визначається за рівнянням (2.1) з пп. 2.3.

Для розрахунку базисного рівня, що відповідатиме умові (7.1), необхідно визначити відповідну величину згону та допустимий рівень обезводнення H_{min} .

Враховуючи профіль плавнів прийнято таке значення мінімального рівня $H_{min} = 80$ см (або мінус 0,31 м БС). Це забезпечує на 95 % площі плавнів шаром води глибиною близько 15 см (середня відмітка поверхні плавнів становить мінус 0,46 м БС), що допустимо для ікрометання.

Далі, шляхом підбору, з використанням кривих частоти й забезпеченості середньорічних рівнів води р. Дністер за даними водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки (рис. 7.1) та кривих частоти й тривалості стояння середньодобових рівнів води в середній за водністю рік (рис. 7.2) можна визначити розрахунковий базисний рівень та відповідну витрату води (рис. 2.4).

Таким чином встановлено, що розрахунковий базисний рівень води становить 130 см над «0» графіка водомірного поста ОДЕКУ в с. Маяки (або 0,13 м БС), який можна вважати оптимальним для нересту та нагулу риб і здійснення біомеліораційної функції плавневої екосистеми (при сучасному водному режимі Нижнього Дністра).

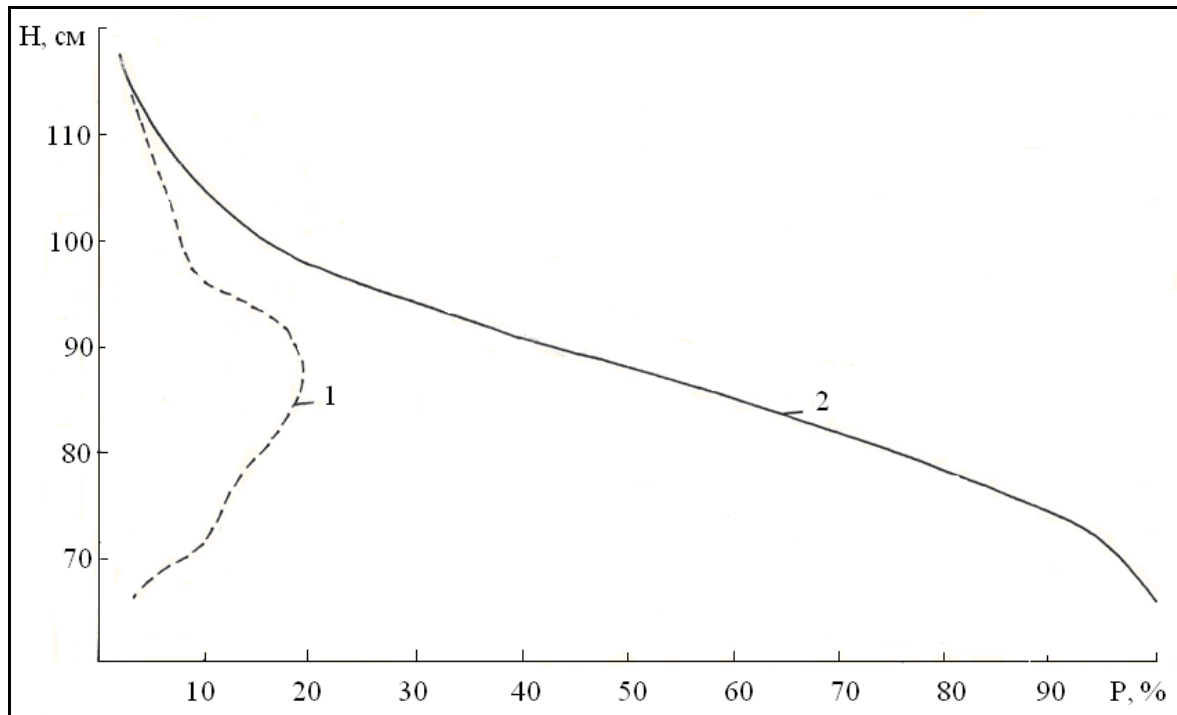


Рисунок 7.1 – Частота (1) та забезпеченість (2) середньорічних рівнів води, р. Дністер – с. Маяки [22]

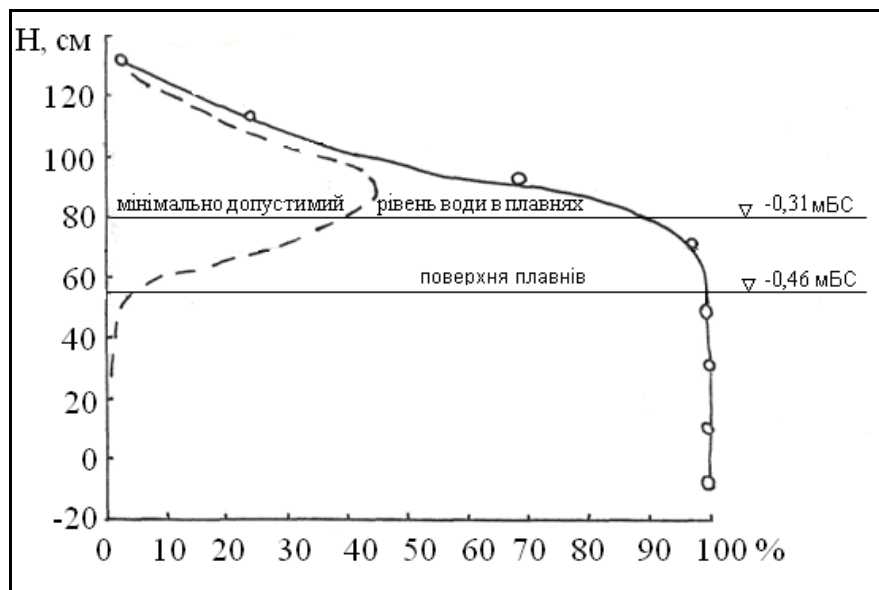


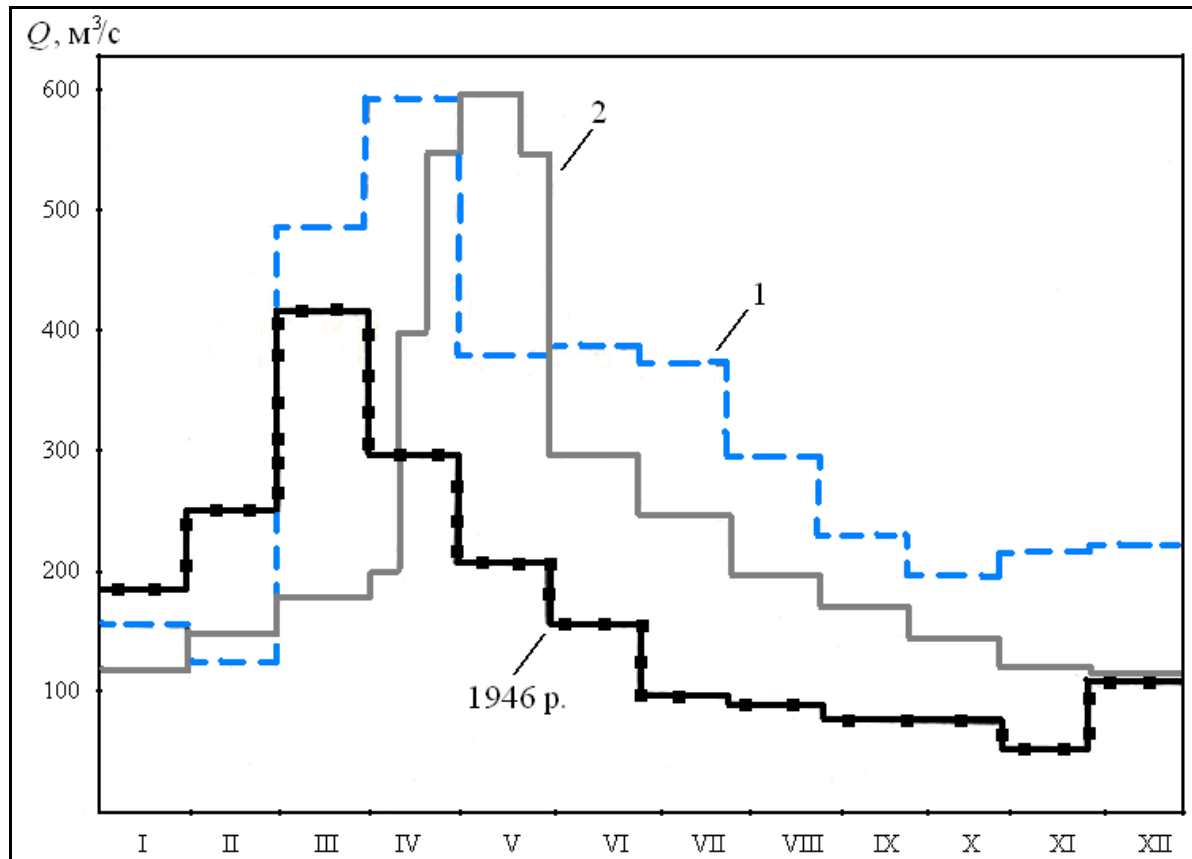
Рисунок 7.2 – Криві частоти (1) й тривалості стояння (2) середньодобових рівнів води в середній за водністю рік (1984 р.), р. Дністер – с. Маяки [22]

Це також можливе при рівнях води рівних 110 см (або мінус 0,07 м БС), але для цього потрібно попередньо виконати поглиблення плавневих водойм і з'єднувальних ериків (з русловою системою Нижнього Дністра та Дністровським лиманом), які на сьогодні значно замулилися (в окремих з них шар донних відкладень становить декілька метрів), а деякі – пересохли.

До моторизації рибного промислу, вважалися обов'язковими щорічна розчистками ериків, обкіс озер, поглиблення замулених рибоходів, або навпаки, споруда обмежувальних по глибині порогів при розмиванні ериків.

Таким чином, хоча і ручними засобами, але система ериків і рибоходів підтримувалася в потрібному стані.

На рис. 7.3 показаний запропонований в роботі [22] гідрограф витрат води екологічно задовільних для плавневої екосистеми Нижнього Дністра, з урахуванням санітарного мінімуму рівнів води ($H_{min} = 80$ см).



1946 р. – мінімальний за водністю рік (м. Бендери); 1 – екологічно задовільні витрати води (с. Маяки); 2 – середній за водністю рік (м. Бендери)

Рисунок 7.3 – Гідрограф екологічно задовільних для функціонування плавневої екосистеми витрат води Нижнього Дністра

Санітарний мінімум витрат води в період літньої межени прийнятий рівним $180 \text{ м}^3/\text{с}$. Але при експлуатації Дністровського водосховища, необхідно забезпечити поступове скорочення витрати від 600 до $300 \text{ м}^3/\text{с}$. Запропонована модель гідрографа стоку річки (рис. 7.3) з урахуванням його потреб в пониззях не ідеальна, але в своїй основі відображає вимоги щодо збереження біоценозу цієї водної екосистеми.

Що ж стосується використання вод Дністра для потреб меліорації та енергетики, то запропонований гідрограф стоку залишає в цьому відношенні достатні можливості.

Запропонована модель гідрографа (рис. 7.3) в цілому здатна забезпечити екологічну рівновагу в озерах Нижнього Дністра практично постійно. Середньорічна витрата такого гідрографа становить $226 \text{ м}^3/\text{с}$ або $7,1 \text{ км}^3$, а забезпеченість – 91 % [22].

Регулююча роль Дністровського водосховища з об'ємом 3 км^3 може забезпечити як екологічні вимоги, так і розумний розвиток меліорації та гідроенергетики в басейні р. Дністер.

7.2 Рекомендації щодо відновлення біомеліоративних і самоочисних функцій озерно-плавневої екосистеми Дністра на прикладі оз.-ст. М. Турунчук

Здатність водойми до біологічного самоочищення залежить від множинних гідрофізичних факторів, таких як: водонаповнення, проточність, водообмін, ступінь вітрової турбулентності, водовідновлення й ін.

При нормальних гідрофізичних умовах сукупність гідробіонтів (включаючи мікроорганізми) здатні у проточних водоймах трансформувати забруднюючих речовин близько 30 % на добу. Цей потенціал зберігається за умови екологічної рівноваги, що можливо підтриманням у системі необхідної водоохоронної витрати води. Ознакою ідеально стабільного стану гідроекосистеми вважається 90 % відповідність структури біоти до історично сформованих первинних біоценозів.

Однозначно встановлено, що у самоочищенні вод провідне місце займають макрофіти в якості самостійного фактору біоміліорації та осередкового детермінанта для інших груп гідробіонтів, що беруть участь у формуванні якості води [71,72].

На цій основі останні роки розвивається новий підхід до очищення забруднених природних середовищ (грунтів, вод) з використанням рослин, так звана фіторемедіація. Фіторемедіацію розглядають як технологію відновлення екосистем, маючи під цим на увазі використання водних рослин (насамперед вищих) для цілей деконтамінації середовища. Фіторемедіація – це складний комплекс процесів, в яких беруть участь багато інших організмів. Тому збереження різноманіття всіх основних біологічних складових механізму самоочищення вод є передумовою успішного запобігання евтрофікації та важливою умовою формування водоохоронного режиму [73].

Технологія фіторемедіації в сукупності з методом біоплато [74-77] закладають принципи реабілітаційного водообміну, яким повинна забезпечитись необхідна біомеліоративна стабілізація оз.-ст. М. Турунчук.

Під вищезазначені технології оз.-ст. М. Турунчук сформувався природним чином. Наприклад, тут є весь набір макрофітів, які використовуються для деконтамінації в примусовому очищення вод, а гідрологічні особливості значною мірою відповідають поняттю «біоплато» з такими його елементами як первинний відстійник-накопичувач та очисні біоставки.

Первинному відстійнику-накопичувачу з функціями первинного осадження суспензій відповідають мілководні верхів'я та частина нижньої частини цієї водойми.

Більша частина акваторії відповідає принципу біоставка з функціями очищення води за рахунок життєдіяльності макрофітів, інших фільтраторів, бактеріальної мікрофлори. І ці функції частково виконуються, про що свідчить прозорість, значна площа β -мезосапробних вод. Але рівень водообміну недостатній, про що свідчить надмірна акумуляція органіки з перенасиченням біогенами у застійних зонах (мілководне верхів'я та пониззя, центральна частина з глибиною більш ніж 0,7 м).

В результаті цього, під час падіння рівня води в руслі річки або при вітрових згонах води з оз.-ст. М. Турунчук, в русло р. Дністер потрапляють α -мезосапробні води, неприйнятні для реофільної олігосапробної складової фауни її гирлової області та верхів'я Дністровського лиману.

Для відновлення біомеліоративної функції оз.-ст. М. Турунчук та інших плавневих водойм можна скористатися технологічним досвідом біоплато, де норма водообміну складає близько 1,0-1,5 об'єму води водойми за добу, при наявності 70 % проективного покриття акваторії плестофітами та 30 % покритті бенталі вкоріненими еугідрофітами.

Першою ж ознакою реабілітації оз.-ст. М. Турунчук буде відновлення таксономічного багатства еугідрофітів, які придуть на зміну куширу (*Ceratophyllum demersum*) – мегатрофному монодомінанту α -мезосапробних вод.

7.3 Рекомендації щодо відновлення мережі єриків і проток для забезпечення постійного водообміну в плавневій екосистемі Нижнього Дністра на прикладі оз.-ст. М. Турунчук

В розділі 4 встановлено, що водообмін оз.-ст. М. Турунчук відбувається головним чином тільки через єр. Олександрівський. Під час згону «стара» вода з водойми виходить, а потім – по завершенню згону, в оз.-ст. М. Турунчук надходить той самий об'єм води – «нової», але нажалі така заміна води не охоплює всю акваторію водойми, тому дуже часто у верхніх та нижніх її частинах спостерігається евтрофікація, дефіцит розчиненого у воді кисню, замори риби, загибель інших гідробіонтів і т.п. явища.

Оцінка водообміну в системі «русло-заплава-лиман» під час паводку в липні-серпні 2008 р. (див. пп. 4.3) показала, що вода плавневої ділянки Нижнього Дністра між автодорогою «Рені-Одеса-Ростов» та Дністровським лиманом за період паводка змінилася в середньому 44 рази, а річна величина коефіцієнту водообміну становить 2,42.

З урахуванням вищевикладеного, рекомендується відновити ерики Верхній та Старий у вершині оз.-ст. М. Турунчук, поновивши їхнє сполучення з руслом р. Дністер, шляхом прокладення під автодорогою «Рені-Одеса-Ростов», в двох місцях – в 1 км вище та 1 км нижче каналу ГНС Маякської ЗС, труб з загальним перерізом по 15-20 м² в кожному місці, з максимальною відміткою верхніх частин труб на позначці мінімальних історичних рівнів води в руслі цієї ділянки Дністра.

Здійснення рекомендованих заходів дозволить створити стабільний водообмін оз.-ст. М. Турунчук (без різких знак-перемінних коливань припливу-стоку води в ньому) та значної північно-східної ділянки плавневого масиву між верхів'ям Дністровського лиману та автодорогою «Рені-Одеса-Ростов» навіть у період межені.

ВИСНОВКИ

Основні результати та висновки, отримані при виконанні НДР є наступні:

1. За результатами аналізу метеорологічних чинників формування стоку в межах пригирлової частини р. Дністер, виконаного за даними м/ст. Білгород-Дністровський, встановлено, що відбувається збільшення як середньорічних температур повітря, так і річних сум атмосферних опадів. Атмосферні опади та температури повітря знаходяться у позитивній фазі.

2. Аналіз багаторічних коливань річного стоку дозволив встановити, що, починаючи з 1981 р., річний стік р. Дністер знаходиться у маловодній фазі. На фоні цієї маловодної фази відбувалося збільшення стоку з 1995 по 2001 рр.

3. Дослідження змін ВР басейну р. Дністер за сценаріями глобального потепління ВМО показали, що у перше десятиріччя XXI ст. стік води р. Дністер не зміниться. Але в період 2030-2040 рр. – норма річного стоку зменшиться до 98 мм, тобто на 33,3 %. До 2070-2080 рр. – відбудеться зменшення ВР на 54,0 %. Отримані результати указують на необхідність збереження існуючих ВР р. Дністер і лим. Дністровського.

4. Встановлено, що боковий приплив тимчасових водотоків до лим. Дністровського, який оцінювався на основі моделі «клімат-стік», розробленої в ОДЕКУ, у середній за водністю рік становить 1,5 млн. м³, у багатоводний рік – 2,1 млн. м³, у маловодний рік – 0,5 млн. м³.

5. В результаті гідродинамічного моделювання встановлено, що найсприятливішими для проникнення солених морських вод до лиману, а потім, після трансформації у солонуваті лиманові води, до гирла та далі в русло р. Дністер, є штормові нагонні вітри південного і південно-східного напрямків.

6. Для проникнення трансформованих морських вод в лиман необхідне виконання наступних умов: середньодобові витрати р. Дністер повинні зменшитись до 100 м³/с або нижче; домінування нагонних вітрів південного або південно-східного напрямків зі швидкістю 15-20 м/с протягом декількох діб.

7. Проникнення трансформованих морських вод з лиману до гирл та далі в русло р. Дністер спочатку відбувається через гирло та русло його правого (за напрямом течії) рукава – р. Глибокий Турунчук, а потім, після досягнення місця розділення русла р. Дністер на два рукава, лиманові води залучаються стічним потоком в русло лівого (за напрямом течії) рукава – старого русла р. Дністер, і рухаються по ньому знову до лиману.

8. Процес проникнення солонуватих лиманових вод до гирл р. Дністер та р. Глибокий Турунчук відбувається на часовому відрізку тривалістю 12-24 год.

9. Оскільки при нагонних вітрах відмітка рівня води в лимані на вході до гирла р. Глибокий Турунчук завжди вище, ніж на вході до гирла старого русла р. Дністер, то проникнення лиманових вод з підвищеною солоністю (до 7 ‰) в гирло р. Дністер вище за місце розділення русла на два рукави маловірогідно, про що свідчить описана в пп. 6.3 схема розповсюдження лиманових вод в гирловій області р. Дністер.

10. Встановлено, що мінералізація води гирлової ділянки Дністра схильна до значних коливань від 0,26-0,52 г/дм³ до 1,2 г/дм³, а якість води Нижнього Дністра (на ділянці від м. Біляївка до с. Маяки) може поліпшуватися на 5-25 % (іноді в 2-3 рази), що є свідченням дії біомеліоративних функцій плавнів та заплавлених озер (фільтраційної, окисної, мінералізаційної, детоксикаційної, акумуляційної, тощо), у тому числі в районі плавневих озер Біле, Погоріле й ін.

11. З'ясовано, що площа нерестовищ Дністровського лиманово-гирлового комплексу не перевищує 30-35 км², а з урахуванням змін режиму рівнів води Нижнього Дністра у весняний період і стан озерно-плавневої системи (заростання озер, відсутність ериків, між ними та річкою й ін.), для нересту придатні лише від 18 до 32 км² нерестовищ. Умови для проходження нересту на плавневих нерестовищах пониззя р. Дністер і Дністровському лимані навесні 2010 р. були вкрай незадовільні, що може бути причиною формування низьковрожайних поколінь основних промислових риб Нижньодністровського лиманно-гирлового комплексу.

12. Аналіз структури макрофітної складової біоти водних об'єктів гирлової ділянки р. Дністер дозволив визначити кількісні співвідношення видових трофоекологічних угруповань і життєвих форм берегової смуги річки, оз. Біле, ер. Олександрівського та оз.-ст. М. Турунчук. Для плавневих утворень визначені сукцесійні тенденції до евтрофікації за ознаками переходу від домінування мезоевтрофів до домінування евтрофів на фоні переваги гелофітів, що є слідством збільшення площ мілководь.

13. Встановлено, що оз.-ст. М. Турунчук має дві зони евтрофікації (евтрофну та мезотрофну) і дві зони сапробності (β -мезосапробну та α -мезосапробну). Наявність цих зон свідчить про те, що біомеліоративна функція водойми порушена через недостатній водообмін, але ще не втрачена.

14. З'ясовано, що розрахунковий базисний рівень води, який можна вважати оптимальним для нересту та нагулу риб і здійснення біомеліоративної функції плавневої екосистеми (при сучасному водному режимі Нижнього Дністра) становить 130 см (або 0,19 м БС). Це також можливе при рівнях води рівних 110 см (або мінус 0,01 м БС), але для цього потрібно попередньо виконати поглиблення плавневих водойм і з'єднувальних ериків (з русловою системою Нижнього Дністра та Дністровським лиманом), які на сьогодні значно замулилися (в окремих з них шар донних відкладень становить декілька метрів), а деякі – пересохли. Санітарний мінімум витрат води в період літньої межени прийнятий рівним 180 м³/с.

15. За результатами натурних досліджень встановлено, що середня площа водного дзеркала оз.-ст. М. Турунчук становить близько 80000 м², середня глибина – 0,80 м, довжина від вершини до нижньої частини водойми – 3100 м, ширина коливається від 30 до 90 м, а середня ширина становить 75 м.

16. Визначено, що річний хід добових коефіцієнтів водообміну характеризується плавневих озер (на прикладі оз.-ст. М. Турунчук) суттєвими коливаннями відносно нульового значення, при цьому на водообмін впливає не хід рівнів води, а головним чином вітрові умови в гирловій ділянці Дністра (незалежно від водності річки) особливо під час межени.

17. Оцінка водообміну в системі «русло-заплава-лиман» підчас паводку в липні-серпні 2008 р. показала, що вода плавневої ділянки Нижнього Дністра між автодорогою «Рені-Одеса-Ростов» та Дністровським лиманом за період паводка змінилася в середньому 44 рази, а річна величина коефіцієнту водообміну становить 2,42.

18. Для забезпечення стабільного водообміну оз.-ст. М. Турунчук рекомендується відновити ерики Верхній та Старий у вершині водойми, поновивши їхнє сполучення з руслом р. Дністер, шляхом прокладення під автодорогою «Рені-Одеса-Ростов», в двох місцях – в 1 км вище та 1 км нижче каналу ГНС Маякської ЗС, труб з загальним перерізом по 15-20 м² в кожному місці, з максимальною відміткою верхніх частин труб на позначці мінімальних історичних рівнів води в руслі цієї ділянки Дністра.

19. Для відновлення біомеліоративної функції заплавної водойми гирлової ділянки р. Дністер (у тому числі оз. Біле та оз.-ст. М. Турунчук) доцільно скористатися технологічним досвідом біоплато, де норма водообміну складає близько 1,0-1,5 об'єму води водойми за добу, при наявності 70 % проективного покриття акваторії плестофітами та 30 % покритті бенталі вкоріненими еугідрофітами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Сирено Л.А., Евтушенко Н.Ю., Комаровский Ф.Я. и др. Гидробиологический режим Днестра и его водоемов. – К.: Наук. думка, 1992. – 356 с.
2. Белов В.В., Гриб О.М., Килимник О.М. Сучасний гідроекологічний стан гирлово-плавневої системи річки Дністер та перспективи його поліпшення // Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія. – 2010. – Т. 18. – С. 180-186.
3. Книжка КГ-1М (р. Дністер – с. Маяки), 2001-2009 рр.
4. Тимченко В.М. Эколого-гидрологические исследования водоемов Северо-Западного Причерноморья. – К.: Наук. думка, 1990. – 240 с.
5. Гідроекологічні проблеми регіонів України (Південно-західний регіон: басейни річок Дністра, Дунаю, Південного Бугу, річок Криму та лимани Північно-Західного Причорномор'я): Звіт про НДР (проміжний). Од. держав. еколог. ун-т – Одеса, 2006. – 191 с.
6. Заключний звіт з НДР «Визначення впливу гідролого-гідрохімічних характеристик озера Біле на якість води гирлової частини річки Дністер для розробки рекомендацій щодо заходів спрямованих на відновлення та підтримання сприятливого гідрологічного режиму та санітарного стану гирлово-плавневої ділянки річки Дністер». – Одеса, ОДЕКУ, 2007. – 62 с.
7. Тимченко В. М. Экологическая гидрология водоёмов Украины. – К.: Наук. думка, 2006. – 382 с.
8. Коротун І.М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні ресурси України. Навчальний посібник. – Рівне, 2000. – 192 с.
9. Романенко В.Д. Основи гідроекології. Підручник. – К.: Обереги, 2001. – 728 с.
10. Річний звіт Дністровсько-Прутського БУВР «Про роботу з питань управління водними ресурсами та контролю за раціональним використанням і охороною вод та відтворенням водних ресурсів у 2009 році». – Чернівці, 2010 р.
11. Русев І.Т. Дельта Дністра. Історія природокористування, екологічні основи моніторингу, охорони і менеджменту водно-болотних угідь. – Одеса: Астропринт, 2003. – 768 с.
12. Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: навчально-довідковий посібник / Під ред. Є.Д. Гопченка. – Одеса: Астропринт, 2003. – 390 с.
13. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.
14. Сон М.О., Черная Т.Г., Демчук О.В. Днестровский и Будаковский лиманы: научно-популярная брошюра / Под ред. А.Л. Цыкало. – Одесса: ТЭС, 2009. – 72 с.
15. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния. Монография. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.
16. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях). Монография. – Київ: КНТ, 2005. – 188 с.

17. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Нормування характеристик природного річного стоку України // Наукові праці УкрНДГМІ. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – Вип. 252. – С. 5-10.
18. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеиздат, 1984. – 447 с.
19. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Стохастичні моделі у гідрологічних розрахунках. Навчальний посібник. – Одеса: Екологія, 2006. – 200 с.
20. Лобода Н.С., Тучковенко Ю.С. Дослідження впливу змін річного стоку за кліматичними сценаріями на гідроекологічний стан Північно-Західної частини Чорного моря / Наук. записки Терноп. нац. педагог. ун-ту ім. Володимира Гнатюка. Сер.: Біологія. Спец. вип.: Гідроекологія. – 2010. – № 3 (44). – С. 143-146.
21. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1969.
22. Гидрологическое обоснование экологических попусков воды для обеспечения функционирования Днестровских плавней: Отчет о НИР. ОГМИ. – Одесса, 1988 – 177 с.
23. Дубина Д.В., Шеляг-Сосонко Ю.Р. Плавни Причерноморья. – К.: Наук. думка, 1989. – 272 с.
24. Горбик В.П. До питання про продуктивність вищої водної рослинності у водосховищах УРСР // VI З'їзд Укр. ботан. т-ва (м. Донецьк, 1977): Тез. доп. – К.: Наук. думка, 1977. – С. 294-295.
25. Горбик В.П. Методика изучения семенной продуктивности *Typha angustifolia* L. та *T. Latifolia* L. // Гидробиол. журн. – 1988. – Т. 20. – № 4. – С. 86-87.
26. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. – Л.: Наука, 1981. – 187 с.
27. Катанская В.М., Папченков В.Г. Продукция макрофитов вод и методы её изучения // Гидрботаника: методология, методы. Материалы Школы по гидрботанике (п. Борок, 8-12 апреля 2003 г.). – Рыбинск. – 2003. – С. 137-145.
28. Папченков В.Г., Довбня И.В. О продуктивности сусака зонтичного в разных биотопах // Четвертая Всесоюз. конф. по водным растениям: Тез. докл. – Борок. – 1995. – С. 63-64.
29. Распопов И.М. Фитомасса и продукция макрофитов Онежского озера // Микробиология и первичная продукция Онежского озера. – Л.: Наука, 1973. – С. 123-142.
30. Зеров К.К. Растительность придунайских лиманов // Тр. Ин-та гидробиол. АН УССР. – 1961. – № 36. – С. 23-29.
31. Rodewald-Rudescu L. Schilfrohr und Fischkultur im Donaudelta // Arch. Hydrobiol. – 1958. – Т. 54. – S. 129-139.
32. Welch P.S. Limnology. – N.-Y. – 1952. – 2 ed. – 471 p.

33. Frohne W.C. Contributions to knowledge of the limnological role of the higher aquatic plants // Transactions of the American Microscopical Society. – 1939. – 57 (3). – P. 256-268.
34. Frohne, W.C. The provendering role of the larger aquatic plants // Ecology. – 1956. – 37. – P. 387-388.
35. Hoffmann C.E. Limnological relationships of some Northern Michigan Donacini (Chrysomelidae, Coleoptera) // Trans. Amer. Microscop. Soc. – 1940. – 59. – P.259-267.
36. Berg C.O. Limnological relations of insects to plants of the genus Potamogeton // Trans. Amer. Microscop. Soc. – 1949. – LXVIII. – 4. – P.273-286.
37. Berg C.O. The biology of aquatic caterpillars which feed on Potamogeton // Transactions American Microscopical Society. – 1950. – 69. – P. 254-266.
38. Fromming B. Quantitative Untersuchungen uber die Nahrungsaufnahme der Susswasserlungenschnecke Limnaea stagnalis L. // Z. Fischerei. – 1953. – II. – S. 5-6.
39. Цихон-Луканина Е.А. Трофология водных моллюсков. – М.: Наука, 1987. – 176 с.
40. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Паукообразные. Низшие насекомые. – С.-Пб. – 1997. – 3. – 1056 с.
41. Scotland M.B. Review and summary of studies insects associated with Lemna minor // Entomol. Soc. – 1940. – v. 48. – № 4. – P. 42-47.
42. Иванова С.С. Питание личинок некоторых поденок // Тр. Моск. техн. ин-та рыбной промышленности и хозяйства. – 1958. – IX. – С. 56-59.
43. Определитель насекомых европейской части СССР. Т. II. Жесткокрылые и веерокрылые. – Л. – 1965. – 896 с.
44. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Высшие насекомые. – С.-Пб. – 2001. – Т. 5. – 1435 с.
45. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Двукрылые. – С.-Пб. – 2000. – Т. 4. – 1356 с.
46. Лепнева С.Г. Ручейники. Личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (Annulipalpia). [Фауна СССР. 88]. – М.-Л. – 1964. – 405 с.
47. Лепнева С.Г. Ручейники. Личинки и куколки подотряда цельнощупиковых (Integripalpia). [Фауна СССР. 95]. – М.-Л. – 1966. – 390 с.
48. Мартынов А.В. Ручейники Trichoptera Annulipalpia. [Определители по фауне. 13] – Л. – 1934. – 354 с.
49. Чепурнова Л.В. Влияние гидростроительства на популяции рыб Днестра. – Кишинев: Штиница, 1972. – 59 с.
50. Турятко И.П., Мацкул Н.Г., Шекк П.В. Экологические попуски – основа повышения рыбопродуктивности низовьев р. Днестр // Матер. міжнар. конф. «Еколого-економічні проблеми Дністра». – Одеса, 2000. – С. 87.

51. Ярошенко М.Ф. Гидрограф реки Днестр. – М: АН СССР, 1957. – 178 с.
52. Бурнашев М.С., Чепурнов В.С., Ракитина Н.П. Рыбы Дубоссарского водохранилища и вопросы развития промысла в нем // Уч. записки Кишинёвского ун-та. – 1954. – Т. XX (биол). – С. 123-145.
53. Иваненко О.Г., Белов В.В., Гриб О.М. Практична гідроекологія. Навчальний посібник. – Одеса: ТЕС, 2009. – 75 с.
54. Супутникові знімки та карти поверхні Землі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://maps.google.com>.
55. Атлас. Черноморское побережье. – К.: Киевская военно-картографическая фабрика, 2008. – С. 40.
56. Международный кодекс ботанической номенклатуры, принятый Шестнадцатым Международным ботаническим конгрессом, Сент-Луис, Миссури, июль-август 1999 г. Пер. с англ. – С.-Пб.: СПХФА, 2001. – 210 с.
57. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II // Botanical Journal of the Linnean Society 2007. – 141. – P. 399-436.
58. Дубина Д.В. Вища водна рослинність / За ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко. – К.: Фітосоціоцентр, 2006. – 412 с.
59. Лисицына Л.И., Папченков В.Г., Артеменко В.И. Флора водоемов волжского бассейна. Определитель сосудистых растений. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2009. – 219 с.
60. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Татарстана. – Казань: Казан. ун-т, 2000. – 496 с.
61. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России. 10-е испр. и допол. изд. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2006. – 600 с.
62. Папченков В.Г. О классификации макрофитов водоёмов и водной растительности // Экология. – 1985. – № 6. – С. 8-13.
63. Юрцев Б.А. Флора как базовое понятие флористики: содержание и подходы к изучению // Теоретические и методические проблемы сравнительной флористики. – 1987. – С. 13-28.
64. Марина Л.В. Внутриландшафтная активность видов флоры Висимского заповедника (Средний Урал) // Сравнительная флористика на рубеже III тысячелетия: достижения, проблемы, перспективы. – 2000. – С. 263-275.
65. Гарин Э.В. Флора и растительность копаней Ярославской области: Автореф. дисс. ... канд.биол. наук. – Борок. – 2004. – 21 с.
66. Любарский Е.Л. К методике экспресс-квалификации и сравнения описаний фитоценозов // Колич. методы анализа растительности. – 1974. – С. 22-30.
67. Миркин Б.М., Розенберг, Г.С. Толковый словарь современной фитоценологии. – М. – 1983. – 345 с.
68. Власов Б.П., Гигевич Г.С. Использование высших водных растений для оценки и контроля состояния водной среды. – Минск: БГУ, 2002. – 84 с.

69. Кокин К.А. Экология высших водных растений. – М.: МГУ, 1982. – 157 с.
70. Уфимцева М.Д. Индикаторная роль растительности при экологических исследованиях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.eco.nw.ru/lib/data/10/07/020710>.
71. Морозов Н.В. Эколого-биотехнологические пути формирования и управления качеством поверхностных вод (региональные аспекты) // Автореф. ... докт. биол. наук. – М.: МГУ, 2003. – 53 с.
72. Остроумов С.А. О некоторых вопросах поддержания качества воды и ее самоочищения // Водные ресурсы. – 2005. – Т. 32. – № 3. – С. 337-347.
73. Остроумов С.А. Синэкологические основы решения проблемы эвтрофирования // Докл. РАН. – 2001. – Т. 381. – № 5. – С. 709-712.
74. Тимофеева С.С. Биотехнология обезвреживания сточных вод // Хим. и технол. воды. – 1995. – 17. – № 5. – С. 525-532.
75. Dunbabin J.S., Bowner K.H. Potential use of constructed wetlands for treatment of industrial wastewaters containing metals // Sci. Total. Environ. – 1992. – 111. – № 2/3. – P. 56-60.
76. Bishor P.L., Eighmy T.T. Aquatic wastewater treatment using *Elodea nuttallii* // Water Pollut. Contr. Fed. – 1989. – 61. – № 5. – P. 641-663.
77. Стольберг В.Ф., Ладыженский В.Н., Спирин А.И. Биоплато – эффективная малозатратная экотехнология очистки сточных вод // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2003. – № 3. – С. 32-34.
78. Hess K.W. Assessment model for estuarine circulation and salinity: Technical Memorandum / NOAA; National Environmental Satellite, Data and Information Service. – NESDIS AISC 3. – USA, 1985. – 39 p.
79. Hess K.W. MECCA Programs documentation: Technical Report / NOAA. – NESDIS 46. – Washington, D.C., 1989. – 97 p.
80. Blumberg A.F. A numerical investigation into the dynamics of estuarine circulation: Chesapeake Bay Institute Tech. Report 91 / Johns Hopkins University. – USA, 1975. – 110 p.
81. Blumberg A.F. The influence of density variations on estuarine tides and circulations // Estuarine and Coastal Marine Science. – 1978. – № 6. – P. 209-215.
82. Wang D.P., Kravitz D.W. A semi-implicit two-dimensional model of estuarine circulation // J. Phys. Oceanog. – 1980. – № 3. – P. 441-454
83. Munk W.H., Anderson E.R. Notes on the theory of the thermocline // J. Mar. Res. – 1948. – № 7. – P. 276 – 295
84. Tag P.M., Murray F.W., Koenig L.R. A comparison of several forms of eddy viscosity parameterization in a two-dimensional long-wave propagation: Technical Memorandum 32 / U.S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center. – USA, 1979. – 29 p.
85. Sobey R.J. Finite-difference schemes compared for wave-deformation characteristics in mathematical modeling of two-dimensional long-wave propagation: Technical Memorandum, 32 / U. S. Army Corps of Engineers, Coastal Engineering Research Center. – USA, 1970. – 29 p.

86. Флетчер К. Вычислительные методы в динамике жидкостей: В 2 т. – М.: Мир, 1991.

87. Boris J.P., Book D.L. Flux-corrected transport: generalization of method // J. Comput. Phys.– 1975. – № 3. – P. 248-283.

88. Иванов В.А., Тучковенко Ю.С. Прикладное математическое моделирование качества вод шельфовых морских экосистем. – Севастополь: МГИ НАН Украины. – 2006. – 368 с.

89. Романенко В.Д., Жулинський В.М., Оксіюк О.П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. – К.: Символ-Т, 1998. – 28 с.

ДОДАТОК А
Анотований перелік
макрофітів водних об'єктів гирлової ділянки р. Дністер
за результатами досліджень ОДЕКУ в 2006-2010 рр.

В переліку римськими цифрами вказано період цвітіння (спороносіння), арабськими – розміри рослин, см, інше – див. у переліку умовних позначень, символів одиниць, скорочень і термінів.

ВІДДІЛ ХВОЩЄВИДНІ

Родина Equisetaceae – Хвоцеві

Equisetum fluviatile L. (*E. limosum* L., *E. heleocharis* L.) – Хвощ надрічковий (Хвощ муловий): аерогідрофіт середньорослий, тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-Submeridional; життєві форми за Раункієром – summer-green; helomorphe, hydromorphe; середньорослий, спори VI-VII; мілководдя озер, річок, ставків – створює суцільні хащі на глибинах до 100 см; МТ.

ВІДДІЛ ПАПОРОТЄВИ

Родина Salviniaceae – Сальвінієві

Salvinia natans (L.) A. H. – Сальвінія плаваюча: плейстогідрофіт невикорінений, тип ареалу за Мезелем – European-Asian, Temperate-Tropic; життєві форми за Раункієром – summer-green, hydromorphe; спори VIII-IX; затоки і затони річок, водосховищ, озер, стариць із стоячою і малорухливою водою; термофіл; МТ.

ВІДДІЛ КВІТКОВІ

Родина Alismataceae – Частухові

Alisma planlago-aquatica L. – Частуха пришляхова: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-Meridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; VI-VIII; водоймища і водотоки, болота, канали, кювети, сирі луки; ЕТ.

Sagittaria sagittifolia L. – Стрілолист: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – European-Asian; Boreal-Meridional; життєві форми за Раункієром – summer-green; hydromorphe, helomorphe; VI-IX; заростаючі мілководдя, у воді; ЕТ.

Родина Butomaceae – Сусакові

Butomus umbellatus L. – Сусяк парасольковий: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – European-Asian, Boreal-Meridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; VI -VII; у стоячій і поволі поточній воді; бр.; 40-150; ЕТ.

Родина Cyperaceae – Осокові

Bolboschoenus maritimus (L.) Pall. – Бульбокомиш приморський: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – не встановлено; життєві форми за Раункієром – summer-green; helomorphe; VI-VII; мілководдя, в стоячих і поволі поточних прісних і солонуватих водах; бр.; 60-100; ГГа.

Scirpus lacustris L. (*Schoenoplectus lacustris* (L.) Pallas) – Очерет озерній: гідрогелофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – European-WestAsian; Boreal-Submeridional; життєві форми за Раункієром – winter-green; hydromorphe, helomorphe; VI-VIII; у стоячій і поволі поточній воді, часто у відкритих плесах, тяжіє до глибин 50-100 (180) см, утворює спільноти чисті або змішані з глечиком жовтим, лататтям чисто-білим, рдестами; бр.; 50-250; ЕТ.

Eleocharis palustris (L.) R. Br. – Ситняк болотяний, болотянка болотяна: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar; Plurazonal; життєві форми за Раункієром – winter-green, hydromorphe-helomorphe; VI-VII; заростаючі мілководдя водосховищ, озер і річок, сирі заболочені луки у воді і біля води; бр.; 10-50; звичайний; ЕТ.

Cyperus fuscus L. – Сить бура: гідрогелофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Plurazonal; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; V-IX; мулисті і піщані береги водоймищ, повсюдно; ор.; 5-30; ЕТ.

Carex rostrata Stokes – Осика товста: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Arctic-Submeridional; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe; V-VI; заболочені мілководдя, частіше у воді; бр.; 30-109; ЕТ.

Carex acuta L. (*C. gracilis* Curt.) – Осика гостра: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – European-Asian, Boreal-Submeridional; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe, scleromorphe; V-VI-VI; мілководдя, утворює сагітальні чагарники; бр.; 40-150; звичайний; ЕТ.

Родина Hydrocharitaceae – Водокрасові

Stratiotes aloides L. – Тілоріз алоєвидний: еугідрофіт занурений не вкорінений; тип ареалу за Мезелем – European-WestSiberian, Boreal-Submeridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, hydromorphe, scleromorphe; VI-VIII; глухі затоки водойм, протоки, озера, річкові затони, стариці, болотяні мочажини; місцями утворює сагітальні зарості; бр.; 15-45; ЕТ.

Hydrocharis morsus-ranae L. – Водокрас жаб'ячий: плейстогідрофіт не вкорінений; тип ареалу за Мезелем – European-WestSiberian, Boreal-Submeridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, hydromorphe; VI-VIII; глухі затоки, річкові затони, стариці, озера, ставки, канали, у стоячій і малорухливій воді; бр.; 15-30; повсюдно; ЕТ.

Родина *Typhaceae* – Рогозові

Typha latifolia L. – Рогоз широколистий: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-Tropic; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; VI-VII; береги і мілководдя озер і річок, ставки, болота на глибині 10-80 см, сплавини; МЕТ.

Typha angustifolia L. – Рогоз вузьколистий: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Temperate-Meridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; VI-VII; береги і мілководдя озер і річок, ставки, на глибині 10-80 см, 80-100 см, утворює сагітальні зарості; ЕТ.

Родина *Sparganiaceae* – Їжачоголівкові

Sparganium neglectum Beeby – Їжача голівка непомітна: еугідрофіт вкорінений з повітряними генеративними органами; тип ареалу за Мезелем – не визначено; життєві форми за Раункієром – winter-green; hydromorphe; VI-VIII; береги, канали з поточною водою, чистою, на глибині до 50 см і мулистих ґрунтах; МТ.

Sparganium emersum Rhem. (*S. simplex* Huds.) – Їжача голівка проста: еугідрофіт вкорінений з повітряними генеративними органами; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-Meridional; життєві форми за Раункієром – winter-green, hydromorphe; VII-IX; мілководдя і береги річок, озер і водосховищ, болота, канали, струмки, ставки, кювети із стоячими і поточними водами, звичайний; МЕТ.

Родина *Potamogetonaceae* – Рдесникові

Potamogeton pectinatus L. – Рдесник гребінцевий: еугідрофіт вкорінений з повітряними генеративними органами; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Plurazonal; життєві форми за Раункієром – winter-green, hydromorphe; VI-VII; водосховища, річки, озера, стариці, струмки, канали із стоячою і рухомою водою, нерідко в прибіжній зоні; вид з широкою екологічною амплітудою, росте в оліготрофних, евтрофних, мезотрофних, прісних і солонуватих водах і на самих різних ґрунтах; МЕТ.

Potamogeton compressus L. (*P. zosterifolius* Schum.) – Рдесник сплющений: еугідрофіт вкорінений з повітряними генеративними органами; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar; життєві форми за Раункієром – winter-green, hydromorphe; VI-VII; переважно в стоячій воді і в'язким мулистим ґрунтом; звичайний; МЕТ.

Potamogeton crispus L. – Рдесник кучерявий: еугідрофіт вкорінений з повітряними генеративними органами; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Plurazonal; життєві форми за Раункієром – winter-green, hydromorphe; VI-VII; сагітально в стоячій і слабкотекучій воді на б. ч. мулистих ґрунтах, зустрічається в чагарниках роголистика, уруті, широколистих рдесників; МТ.

Potamogeton perfoliatus L. – Рдесник пронизенолистий: еугідрофіт вкорінений з повітряними генеративними органами; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-Tropic; життєві форми за Раункієром – winter-green, hydromorphe; VI-VII; водосховища, річки, озера, стариці, ставки, канали, болотяні мочажини із стоячою і поточною водою; росте і в прибіжній зоні; МЕТ.

Родина Juncaginaceae – Тризубцеві

Triglochin palustre L. – Тризубець болотяний: гідрогелофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Arctic-Submeridional; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe; V-VIII; береги водоймищ; тимчасові водоймища, болота, біля виходу ґрунтових вод, сирі луки; звичайний по всьому ареалі; МТ.

Родина Gramineae – Злакові

Beckmannia eruciformis (L.) Host – Бекманія звичайна: еугідрофіт високорослий; тип ареалу за Мезелем – European-Asian, Boreal-Meridional; VI-VIII; заростаючі мілководдя водосховищ, береги річок і озер, болота, канали, струмки, вологі луги, б. ч. у воді; бр.; 80-120; ЕТ.

Phragmites australis (Cav.) Trin. ex Steud. (*Ph. communis* Trin.) – Очерет південний: еугідрофіт високорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Plurazonal життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe, scleromorphe; VII-IX; мілководдя водосховищ, озер і річок, болота, канали, болотисті луги, утворює б. ч. чисті чагарники, особливо на штучних водоймищах; бр.; 80-350; повсюдно; ЕТ.

Poa palustris L. – тонконіг болотяний: еугідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-Submeridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe, mesomorphe; VI-VII; що заростаючі мілководдя водосховищ, річок і озер, канали, заболочені луки; у воді і у воді; бр.; 30-100; МЕТ.

Catabrosa aquatica (L.) Beauv. – Катаброза водяна: еугідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Plurazonal; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe, mesomorphe; VI-VIII; береги водоймищ, струмки, ключові болотища, в місцях виходу ґрунтових вод; б. ч. у воді; бр.; 20-70; МТ.

Glyceria maxima (Hartm.) Holmb. (*G. aquatica* (L.) Wahl.) – Гліцерія велика: аерогідрофіт (гідрогідрофіт) середньо рослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Temperate-Submeridional; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe, hydromorphe; VI-VIII; мілководдя, в стоячих і поволі поточних водах, тяжіє до глибин 20-80 см; характерний для евтрофних і схильних до антропогенного забруднення вод; бр.; 100-150; звичайний; ЕТ.

Родина Агасеае – Ароїдні

Acorus calamus L. – Аїр: аерогідрофіт (гідрогідрофіт) середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Temperate-meridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; VI; мілководдя водосховищ, озер і річок, ставки, стариці, канали, протоки; у воді на глибині до 80 см; утворює невеликі за площею чисті чагарники, частіше ж входить до складу ценозів тонконога великого або осок.; бр.; 60-120; ГГа.

Calla palustris L. – Образ болотяній: гідрогелефіт низькорослий; тип ареалу за Мезелем – circumpolar, Boreal-temperate; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; V-VI; топкі береги водосховищ, озер і річок; ставки, канали, околиці боліт, сплавини; бр.; 15-30; звичайний; МТ.

Родина Lemnaceae – Ряскові

Spirodela polyrhiza (L.) Schleid. (Lemna polyrhiza L.) – Спіродела звичайна: плейстогідрофіт не вкорінений; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Plurazonal; життєві форми за Раункієром – summer-green; hydromorphe; VI-VII; водосховища, озера, річкові затони, ставки із стоячою і поволі поточною водою; бр.; 0,3-0,6; звичайний; МЕТ.

Lemna trisulca L. – Ряска трійчаста: еугідрофіт не вкорінений; тип ареалу за Мезелем – життєві форми за Раункієром – (не визначено); VI-VII; водосховища, озера, річкові затони, стариці, ставки; бр.; 0,4-2,0; звичайний; ЕТ.

Lemna minor L. – Ряска мала: плейстогідрофіт не вкорінений; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Plurazonal; життєві форми за Раункієром – summer-green, hydromorphe; VI-VIII; у стоячій і поволі поточній воді; бр.; 0,2-0,6; МЕТ.

Родина Juncaceae – Ситникові

Juncus ambiguus Guss. (J. ranarius Song, et Pem ex Billot.) – Ситник сумнівний: гідрогелофіт низькорослий; тип ареалу за Мезелем – (дані відсутні); життєві форми за Раункієром (данні відсутні); V-VIII; береги водоймищ, піщані мілини, заливні луки, сирі ґрунтові дороги; ор.; 5-17; звичайний; МЕТ.

Родина Iridaceae – Касатикові

Iris pseudocorus L. – Ірис водний: гідрогелофіт високорослий; тип ареалу за Мезелем – European, Temperate-Submeridional; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe, mesomorphe; V-VI; береги водосховищ, озер і річок, ставки, канали, болота, топкі луки; у воді і у воді; бр.; 100-110; звичайний; МТ.

Родина Polygonaceae – Гречкоквітні

Rumex ucranicus Fisch. ex Spreng. – Щавель український: гідрогелофіт низькорослий; тип ареалу за Мезелем – European-WestSiberian, Temperate-Submeridional; життєві форми за Раункієром – дані відсутні; VII-VIII; піщані мілини, сирі береги водойм, у воді і у воді на невеликій глибині; ор. 10-20; ЕТ.

Persicaria amphibia (L.) S. F. Gray (*Polygonum amphibium* L.) – Гірчак земноводний: аерогідрофіт (гідрогідрофіт), плейстофіт вкорінений (водна форма); тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-submeridional; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe, hydromorphe; VI-IX; затоки водосховищ; озера, річки, ставки із стоячою і поволі поточною водою; при падінні рівня утворює наземну форму; у глибокій воді створює чисті фітоценози, наземна форма зустрічається у вигляді вкраплень в чагарниках осок; бр.; 30-150; ЕТ.

Persicaria hydropiper (L.) Spach (*Polygonum hydropiper* L.) – Гірчак перецевий або водяний перець: плейстофіт вкорінений; тип ареалу за Мезелем – European-asian; Boreal-tropic; життєві форми за Раункієром – summer-green; helomorphe, hygromorphe; VI-IX; глухі затоки водосховищ, топкі береги річок, озер і ставків; канали, кювети, ключові болота, заболочені луки; переносить тривале затоплення, ор., 30-60, звичайний; МЕТ.

Родина Nymphaeaceae – Глечикові

Nuphar lutea (L.) Smith – Глечик жовтий: плейстофіт вкорінений; тип ареалу за Мезелем – European-Asian, Boreal-Submeridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, hydromorphe; V-VIII; верхів'я заток водосховищ, протоки, озера, річки, ставки; у стоячій і поволі поточній воді; розповсюджується на глибину 80-180 (250) см; утворює чисті чагарники або змішані з лататтям білим, рдесником плаваючим, очеретом озерним, хвощем надрічковим; бр.; 30-350; МЕТ.

Nymphaea candida – Глечик чисто-білий: плейстофіт вкорінений; тип ареалу за Мезелем – European-asian, Boreal-temperate; життєві форми за Раункієром – summer-green, hydromorphe; V-VIII; верхів'я заток водосховищ; озера, річки, ставки, стариці; у стоячій або поволі поточній воді, при глибині 50-180 (300) см; утворює чисті чагарники або входить до складу фітоценозів очерету озерного, хвоща надрічкового, глечика жовтої; бр.; 50-300; звичайний; МЕТ.

Родина Ceratophyllaceae – Куширові

Ceratophyllum demersum L. – Кушир занурений: еугідрофіт занурений не вкорінений; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-Tropic; життєві форми за Раункієром – summer-green, hydromorphe; VI-VIII; глухі затоки водосховищ, озера, річки, стариці, ставки, болота, річкові затони з малорухливою водою; утворює чисті чагарники або змішані спільноти з уруттям колосистою, тілорізом алоєвидним; бр.; 60-90; МЕТ.

Ceratophyllum submersum L. – Кушир напівзанурений: еугідрофіт занурений не вкорінений; тип ареалу за Мезелем – European-asian, Temperate-meridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, hydromorphe; VI-VIII; вдсх, річки, озера, річкові затони; у стоячій і поволі поточній воді; бр.; 30-60; МЕТ.

Родина *Ranunculaceae* – Жовтецеві

Caltha palustris L. – Калюжниця болотяна: гірогелофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Arctic-Submeridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe, hygromorphe; IV-V; колоберіжжя вдсх, річок і озер; ставки, канали, болота, луги; б. ч. у воді; бр.; 20-60; ЕТ.

Batrachium aquatile (L.) Dumort. (*Ranunculus aquatilis* L.) – Жовтець водяний: еугідрофіт вкоріненій з повітряними генеративними органами; тип ареалу за Мезелем (зах.-євр. занесення) – життєві форми за Раункієром – winter-green, hydromorphe; V-VIII; озера, канали, болота, у поволі поточній воді; бр.; 30-150; МЕТ.

Ranunculus sceleratus L. – Жовтець отруйний: гірогелофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-meridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; V-IX; періодично затоплювані береги водоймищ, піщані і замулені мілини, канали, кювети, сирі дорожні колії; у воді і біля води; характерний для піонерних спільнот; ор.; 5-60; ЕТ.

Родина *Brassicaceae* (*Cruciferae*) – Капустяні

Rorippa austriaca (Crantz) Bess. – Хрін водяний австрійський: гірогелофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – життєві форми за Раункієром – VII; береги водоймищ; бр.; 50-100; МЕТ.

Rorippa amphibia (L.) Bess. – Хрін водяний земноводний: аерогідрофіт (гідрогідрофіт) середньорослий; тип ареалу за Мезелем – European-Mediterranean-MediAsian, Temperate-Meridional; життєві форми за Раункієром – (не визначена); V-VI; заростаючі мілководдя водойм, струмки, болота, канали, ставки; у стоячій і малорухливій воді; бр.; 50-100; звичайний; ЕТ.

Cardamine dentata Schult. (*C. pratensis* v a r. *dentata* (Schult.) Neirl.) – Жеруха зубчаста: еугідрофіт низькорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Arctic-Temperate; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe; V-VI; заболочені береги водоймищ, сирі луги; у воді і у воді; бр.; 15-35; МТ.

Родина *Rosaceae* – Розові

Potentilla anserina L. – Перстач гусячий: гірогелофіт приземний; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-Submeridional; життєві форми за Раункієром – winter-green, hygromorphe, helomorphe; V-IX; береги водоймищ, сирі луки; бр.; 15-45; ЕТ.

Comarum palustre L. – Вовче тіло болотяне: гірогелофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Arctic-Temperate; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe; VI-VII; заболочені мілководдя водосховищ і озер, сплавини, перехідні болота, сирі луки; бр.; 30-100; МТ.

Родина Euphorbiaceae – Молочайні

Euphorbia palustris L. – Молочай болотяний: гірогелофіт високорослий; тип ареалу за Мезелем – European, Temperate-Submeridional; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; VI-VII; верхів'я заток водосховищ, топкі ділянки мілководій, стариці, краї канав, сирі луки; бр.; 80-150; МТ.

Родина Trapaсeae – Водяногоріхові

Trapa natans L. s.l. – Водяний горіх, чилим: еугідрофіт занурений не вкорінений; V-VI; озера, стариці, річкові затони, мешкає в захищених від вітрохвильової дії ділянках завглибшки 20-100 (200) см.; ор.; 60-120; МТ.

Родина Haloragaceae – Столисникові

Myriophyllum verticillatum L. – Водопериця кільчаста: еугідрофіт вкорінений з повітряними генеративними органами; тип ареалу за Мезелем – (не визначено); життєві форми за Раункієром – winter-green, hydromorphe; VI-VII; верхів'я заток водосховищ, річкові затони, стариці, озера з в'язкими мулистими ґрунтами, у стоячій воді на глибині 30-80 см, при падінні рівня утворює наземну форму; вид вимогливіший до тепла, уникає холодних вод; бр.; 5-50; ЕТ.

Родина Umbelliferae – Зонтичні

Cicuta virosa L. – Цикута: гірогелофіт високорослий; тип ареалу за Мезелем – Circumpolar, Boreal-Temperate; життєві форми за Раункієром – summer-green, helomorphe; VI-IX; топкі береги річок, озер, струмків; бр.; 60-150; МЕТ.

Sium latifolium L. – Вех широколистий: аерогідрофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – European-WestSiberian, Boreal-Submeridional; життєві форми за Раункієром – winter-green, helomorphe; VI-IX; заростаючі мілководдя із стоячою і поволі поточною водою; в крупнооосичниках, чагарниках хвоща надрічкового; бр.; 30-120; звичайний; ЕТ.

Angelica palustris (Bess.) Hoffm. (*Ostericum palustre* (Bess.) Bess.) – Дудник болотяний: гірогелофіт середньорослий; тип ареалу за Мезелем – European-WestSiberian, Temperate-Submeridional; життєві форми за Раункієром – (не визначено); VI-VIII; берега водойм, заболочені луки; бр.; 60-100.; звичайний; МЕТ.