УДК 504.4:556.53
КП XXXXXX
№ держреєстрації *0110*U*008222*
Інв. №

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту 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
СТАН ГІДРОГРАФІЧНОЇ МЕРЕЖІ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК В УМОВАХ ВОДОГОСПОДАРСЬКИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ НА ЇЇ ВОДОЗБІРНОМУ БАСЕЙНІ
(заключний)

Керівник НДР
д. геогр. н., проф.,
академік АН ВШ Є.Д. Гопченко
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, академік АН ВШ	2011.06.17	Є. Гопченко (реферат, вступ, розд. 2.1, 5, висновки)
Відповідальний виконавець, старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	2011.06.17	О. Гриб (перелік умовних позначень, символів одиниць, скорочень і термінів, розд. 2.2, 2.3, 3.5.1, перелік посилань)
Провідний науковий співробітник, доктор географічних наук, професор	2011.06.17	Н. Лобода (розд. 4.2, 4.4)
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	2011.06.17	В. Бєлов (розд. 1.6.2, 3.3)
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	2011.06.17	М. Сербов (розд. 1.3, 3.2)
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	2011.06.17	Є. Бояринцев (розд. 1.2, 3.3)
Старший науковий співробітник, кандидат біологічних наук, старший викладач	2011.06.17	О. Килимник (розд. 1.6.1, 1.7)
Науковий співробітник	2011.06.17	П. Терновий (розд. 1.6.3, 3.2)
Науковий співробітник	2011.06.17	І. Будкіна (розд. 1.1, 3.1)
Молодший науковий співробітник	2011.06.17	К. Гриб (розд. 1.5, 3.4, 3.5.2)
Молодший науковий співробітник	2011.06.17	А. Сіренко (розд. 4.1, 4.3)
Інженер І-ої категорії	2011.06.17	Т. Захарова (розд. 1.3, 3.1)

Нормоконтролер С. Малацьковська

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 165 с., 26 рис., 31 табл., 83 джерел.

Об'єкт дослідження – штучні водойми (ставки, водосховища, кар'єри, копані, каналізоване русло) басейну річки Великий Куяльник.

Мета роботи – оцінка стану гідрографічної мережі басейну річки Великий Куяльник для розробки заходів по покращенню водно-сольового режиму в умовах водогосподарських перетворень на водозборі.

Методи дослідження – натурні експедиційні дослідження, обробка картографічного матеріалу та супутникових знімків території басейну річки Великий Куяльник, стохастичне моделювання природного та побутового стоку води (з урахуванням впливу ставків та водосховищ й ін.), методи визначення гідроекологічного стану водойм і водотоків за таксоценозом водних жорсткокрилих й інші.

Результати і новизна – вперше за останні 20 років оцінені сучасні об'єми та площі водної поверхні ставків і водосховищ, які знаходяться у межах басейну річки Великий Куяльник; визначені мінералізація й інші фізико-хімічні властивості води цих водойм (запах, прозорість, колір, pH, концентрація розчиненого кисню й ін.); оцінені кліматичні умови на території басейну; розраховані й оцінені природний та побутовий (з урахуванням впливу ставків та водосховищ й ін.) стік води (з використанням апарату сучасного стохастичного моделювання в гідрології); надано гідробіологічну характеристику та оцінено гідроекологічний стан передгирлової області річки (за таксоценозом водних жорсткокрилих); розроблені рекомендації по оптимізації рівнів і солоності води Куяльницького лиману.

Основні конструкторські, технологічні і техніко-експлуатаційні характеристики і показники – оцінені сучасні об'єми та площі водної поверхні ставків і водосховищ, які знаходяться у межах басейну річки Великий Куяльник, визначені мінералізація й інші фізико-хімічні властивості води цих

водойм (запах, прозорість, колір, pH, концентрація розчиненого кисню), природний та побутовий (з урахуванням впливу ставків та водосховищ й ін.) стік води з басейну річки, визначено гідроекологічний стан передгирлової області річки за таксоценозом водних жорсткокрилих.

Ступінь впровадження – отримані результати (у вигляді оціненого стану гідрографічної мережі річки Великий Куяльник) будуть надані Управлінню екології та природних ресурсів в Одеській області, Одеському обласному виробничому управлінню по водному господарству, Басейновій раді річки Великий Куяльник та Куяльницького лиману та замовнику – Управлінню освіти і науки Одеської обласної державної адміністрації для визначення необхідних заходів по відновленню і підтриманню задовільного екологічного стану та водно-сольового режиму річки Великий Куяльник і Куяльницького лиману для включення їх до регіональних програм «Збереження малих річок Одещини» і «Збереження та відновлення водних ресурсів в басейні Куяльницького лиману».

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 – методика розрахунку та оцінки багаторічних змін складових водного балансу Куяльницького лиману пропонується для практичного використання при складанні прогнозів зміни рівнів та солоності води лиману, при розробці заходів по упорядкуванню регулювання поверхневого припливу води на басейні водойми.

Галузь використання – охорона навколишнього природного середовища, водне господарство, сільське господарство, рибне господарство, лісове господарство, рекреація та туризм.

Значущість роботи і висновки – результати досліджень, методики та моделі, наведені в роботі, дають можливість розробити заходи по відновленню та підтриманню екологічно задовільного водно-сольового режиму річки

Великий Куяльник і Куяльницького лиману шляхом упорядкування перехоплення поверхневого стоку води на водозбірному басейні та здійснювати моніторинг гідроекологічного стану цих водойм для прогнозування його змін.

Пропозиції щодо подальшого розвитку дослідження – врахування результатів роботи та включення запропонованих рекомендацій в регіональних програмах «Збереження малих річок Одещини» і «Збереження та відновлення водних ресурсів в басейні Куяльницького лиману» як в процесі їх розроблення, так і при їх виконані.

ШТУЧНІ ВОДОЙМИ, БІОІНДИКАЦІЯ, ГІДРОЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН, МІНЕРАЛІЗАЦІЯ, БАТИМЕТРИЧНА ЗЙОМКА, РІЧКОВИЙ СТІК.

ЗМІСТ

Стор.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ 8
ВСТУП 10
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА БІОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ БАСЕЙНУ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК 12
1.1 Загальна характеристика басейну річки 12
1.2 Гідрогеологічні умови в басейні р. В. Куяльник 15
1.3 Господарська діяльність в басейні р. В. Куяльник 18
1.4 Регулювання стоку води в басейні р. В. Куяльник 19
1.5 Характеристика гідрохімічного режиму річки та якість її води 23
1.6 Оцінка природних біологічних ресурсів 25
1.6.1 Гідробіологічна характеристика річки та екологічна оцінка якості води за водоростями-індикаторами 26
1.6.2 Характеристика рослинності узбережжя та водозбірного басейну 29
1.6.3 Сучасний стан водної та наземної біоти басейну річки та лиману. 36
1.7 Визначення гідроекологічного стану передгирлової області річки за таксоценозом водних жорсткокрилих (*Coleoptera: Hydradephaga, Polyphaga*) 40
1.7.1 Еколого-фауністичний огляд водних жорсткокрилих (*Coleoptera: Hydradephaga, Polyphaga*) гирлової частини р. В. Куяльник як критерій її екологічного стану 42
1.7.2 Методологія таксоценотичного колеоптероїдного моніторингу для р. В. Куяльник 58
1.7.3 Схема моніторингу для р. В. Куяльник на основі колеоптероїдного комплексу 61

2 КЛІМАТИЧНІ УМОВИ НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ 69
2.1 Атмосферні опади на водозбірному басейні річки та лиману 69
2.2 Випаровування в басейні річки та його зв’язок з температурою повітря .72
2.3 Зв'язок випаровування на басейні річки та акваторії лиману 78
3 ПІДГОТОВКА, ВИКОНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕДИЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК..... 81
3.1 Аналіз картографічних матеріалів і супутникових знімків для складання схем виконання вимірювальних робіт та розташування водойм в басейні річки 81
3.2 Підготовка гідрометричних та геодезичних приладів і устаткування та їхні технічні характеристики 102
3.3 Методики батиметричної та геодезичної зйомок на водоймах 104
3.4 Визначення мінералізації та фізико-хімічних властивостей води.....105
3.5 Результати експедиційних досліджень.....107
3.5.1 Сучасні об’єми та площі водної поверхні штучних водойм 108
3.5.2 Результати визначення мінералізації та фізико-хімічних властивостей води в басейні річки 115
4 НАУКОВО-МЕТОДИЧНА БАЗА ТА ОЦІНКА ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ ВОДИ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК..... 120
4.1 Сучасний стан водних ресурсів р. В. Куяльник та їх використання 122
4.2 Обґрунтування методики визначення характеристик річного стоку за даними спостережень на метеорологічній мережі 128
4.3 Розрахунки норм річного стоку у природних умовах 133
4.4 Обґрунтування методики визначення характеристик річного побутового стоку за стохастичною моделлю з урахуванням впливу ставків та водосховищ на норму природного річного стоку 141
5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ОПТИМІЗАЦІЇ РІВНІВ І СОЛОНОСТІ ВОДИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ 149
ВИСНОВКИ..... 152
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ 157

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

GPS – Global position system (Глобальна система позиціонування)

WGS – Word geodesic system (Світова геодезична система)

б. – балка

БС – Балтійська система висот

В. Куяльник – Великий Куяльник

вдсх – водосховище

водпост, в/п. – водомірний пост

га – гектар

ГМО – гідрометеорологічна обсерваторія

лим. – лиман

м – метри

м. – місто

м. ум. – відмітка в метрах в умовній системі висот

м/п. – метеорологічний пост

м/ст. – метеорологічна станція

МСОП – Міжнародний список охорони природи

НДР – науково-дослідна робота

ОГМІ – Одеський гідрометеорологічний інститут

ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет

ОДУ – Одеський державний університет ім. І.І. Мечникова

ОНУ – Одеський національний університет ім. І.І. Мечникова

оз. – озеро

р. – річка, рік

рр. – річки, роки

с. – селище

СК-42 – система координат і висот 1942 року

смт – селище міського типу

тис. – тисяч

УкрНДГМІ – Український науково-дослідний гідрометеорологічний інститут

УкрНДІкурортології – Український науково-дослідний інститут курортології та рекреації

УкрПівденДІПроВодГосп – Український південний державний інститут проектування водного господарства

ум. – умовна система висот

ШВ – штучна водойма

шт. – штук

ц – центнер

ВСТУП

Серед невеликих річок Північно-Західного Причорномор’я особливо високою зарегульованістю стоку води виділяється р. В. Куяльник (поняття «природний стік» для неї цілком утратило своє значення) [1, 2].

Основну роль у цьому відіграють численні ставки та водосховища в басейні річки [1, 2, 3, 4, 5].

Актуальність НДР «Стан гідрографічної мережі річки Великий Куяльник в умовах водогосподарських перетворень на її водозбірному басейні» обумовлена тим, що ці ємності перехоплення річкового стоку води майже відповідають річній нормі, не кажучи вже про маловодні роки, коли весь стік затримується у ставках і водосховищах, що призводить до обміління Куяльницького лиману, водне живлення якого повинно відбуватися значною мірою за рахунок поверхневого припливу води з басейну р. В. Куяльник [1, 5].

Мета НДР полягала в оцінці стану гідрографічної мережі басейну річки Великий Куяльник для розробки заходів по покращенню водно-сольового режиму в умовах водогосподарських перетворень на водозборі.

Для досягнення мети роботи необхідно було виконати наступні завдання:

– провести експедиційні дослідження на р. В. Куяльник та її притоках для здійснення натурних гідрографічних обстежень ставків і водосховищ, які знаходяться у межах їх басейнів;

– визначити мінералізацію та фізико-хімічні властивості води в них;

– розрахувати сучасні об’єми та площі водної поверхні ставків і водосховищ в басейні р. В. Куяльник;

– розрахувати поверхневий стік води (природний та побутовий);

– обґрунтувати відмітки рівнів води в лимані, які б забезпечили його екологічно-задовільний стан.

Експедиційні дослідження здійснювалися в осінній період 2010 р. Результати цих гідрографічних обстежень дозволили оцінити сучасний рельєф

дна ставків і водосховищ в басейні р. В. Куяльник, побудувати плани водойм в ізобатах і криві об’ємів та площ водної поверхні при максимальних рівнях води.

В процесі виконання експедиційних досліджень ставків, водосховищ, кар’єрів та інших водойм в басейні р. В. Куяльник також були проведені візуальні спостереження поверхні водойм (наявність нафтових або масляних плівок, загибель риби, рослин і т. п.), визначені мінералізація та фізико-хімічні властивості води (температура, запах, прозорість, кольоровість, pH та вміст розчиненого у воді кисню), а також гідробіологічні характеристики водойм.

В результаті виконання НДР вперше за останні 20 років оцінені сучасні об’єми та площі водної поверхні ставків і водосховищ, які знаходяться у межах басейну річки Великий Куяльник; визначені мінералізація й інші фізико-хімічні властивості води цих водойм (запах, прозорість, колір, pH, концентрація розчиненого кисню й ін.); оцінені кліматичні умови на території басейну; розраховані й оцінені природний та побутовий (з урахуванням впливу ставків та водосховищ й ін.) стік води (з використанням апарату сучасного стохастичного моделювання в гідрології); надано гідробіологічну характеристику та оцінено гідроекологічний стан передгирлової області річки (за таксоценозом водних жорсткокрилих); розроблені рекомендації по оптимізації рівнів і солоності води Куяльницького лиману.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОЦІНКА БІОЛОГІЧНИХ РЕСУРСІВ БАСЕЙНУ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК

Однією з невеликих річок Північно-Західного Причорномор'я є р. В. Куяльник, довжиною – 170 км. Водозбірний басейн вузький, максимальна ширина близько 18 км, площа – 1860 км^2 [1, 2, 3, 4].

1.1 Загальна характеристика басейну річки

Верхня частина басейну р. В. Куяльник знаходиться в межах Подільської височини, з відмітками до 250 м над рівнем моря. Середня частина відноситься до перехідної зони від височини до низовини. Пониззя р. В. Куяльник, включаючи лиман Куяльницький, знаходиться в межах Причорноморської низовини з висотами від 150 до 50 м над рівнем моря. Падіння річки складає 204 м, середній ухил – 1,13 м/км, середньозважений ухил – 0,63 м/км, середній ухил водозбору – 21,9 м/км, лісистість – 4,87 %, заболоченість – 0,08 %, озерність – 0,06 %, розораність – 61,3%, еродованість – 45,9 %, урбанізірованість – 6,97 %, осушених земель з постійно діючою водопровідною мережею – 3026 тис. га. Глибина врізання русла річки складає: у верхів'ях – 10–20 м, в середній течії вона збільшується до 80 м, в нижній течії – 85 м. Для рельєфу басейну характерна значна розчленованість балочною та яружною мережею, а саме: у верхній течії – від 0,6 до 1,0 км/км^2, в нижній – від 0,3 до 0,5 км/км^2. Відкладення раннього сармату – щільні вапняки, піщані та глинисті вапняки, а середнього сармату – масивні вапняки, мергелі та мергелясті глини, пісковики, які характерні верхів'ям басейну річки. У південній частині басейну відкладення середнього сармату залягають нижче за базис ерозії та складаються з глин і мергелястих глин з прошарками глинистого піску та вапняку. Відкладення, що формувалися в континентальних умовах, належать до лесового типу. Вони вкривають вододіл, схили долини, тераси річки. У міру накопичення лесових порід відбувався

процес їхнього руйнування, зсув по схилах і вторинне відкладення на схилах долини та балок у вигляді делювіальних лесових суглинків і лесовидних супісків. Їхня потужність на нижніх частинах схилів досягає 10–20 м. На днищах балок і ярів сформувалися алювіальні та делювіальні шари, які складаються з накопичених тимчасовими водотоками пісків, супісків, суглинків. Водозбір р. В. Куяльник знаходиться в двох ґрунтово-рослинних зонах: лісостепу та степу. Лісостепова зона займає північну частину басейну. Зональними ґрунтами є чорноземи потужні. Для рослинності характерне чередування лесових масивів з сільськогосподарськими угіддями. Степова зона займає південну частину басейну (середня та нижня течії річки). Вона представлена північним і південним степом. Зональними ґрунтами є чорноземи звичайні та чорноземи південні малогумусні. Степова природна рослинність збереглася на досить обмежених територіях, головним чином, на схилах балок. В даний час р. В. Куяльник має декілька приток незначної довжини, найбільшими з них є рр. Кошкова та Суха Журовка, в долинах яких тераси відсутні, за винятком заплавних ділянок. Інші притоки річки знаходяться в балочній стадії розвитку та належать до тимчасових водотоків. Значний вплив на формування схилів долини мають обвали та яружна ерозія. Форма схилів різна. Круті схили досягають висоти 50–70 м, а пологі (рівномірно нахилені та слабко увігнуті) – 20–50 м. Заплаві річки характерні: невелика висота над головним руслом, меандрування русла в межах заплави (де русло не каналізоване), розвиток заплави одного або двох рівнів. Поверхня заплави складена мулистими глинами, супісками, глинистими пісками, під якими залягають різнозернисті піски, іноді з галечником в основі. Визначальним процесом на заплаві є акумуляція. За рахунок надходження дрібнозернистого матеріалу зі схилів долини поверхня заплави нарощується. Він накопичується в присхиловій частині заплави у вигляді конусів винесення. По схилах долини збереглася перша надзаплавна тераса, заввишки 2–5 м і фрагментами друга тераса, заввишки 7–10 м. Тераси та заплава розорані.

За геоморфологічними умовами долини, річка може бути поділена на ділянки: верхів'я, верхня та середня, середня, пониззя річки, заплава.

Верхів'я річки – вузька глибоковрізана симетрична долина. Інтенсивна ерозійна діяльність. Ухил русла 0,95 %. Щільність балочної та яружної мережі правого схилу складає 0,30–1,10 шт./км^2, лівого – 0,20–0,80 шт./км^2.

Верхня та середня ділянки річки – широка долина з першою надзаплавною акумулятивною терасою з слабкопокатим правим і пологим лівим схилами. Інтенсивна ерозійна розчленованість. Щільність балочної та яружної мережі правого схилу – 1,20–1,50 шт./км^2, лівого – 1,0–2,2 шт./км^2.

Середня ділянка річки – частина долини на чорноземах звичайних середньосуглинних, сильно змитих, з деградованими ділянками, внаслідок інтенсивної ерозійної діяльності. Щільність балочно–яружної мережі правого схилу – 5,6–14,7 шт./км^2, лівого – 10,1–14,4 шт./км^2. Русло каналізоване.

Пониззя річки – широка асиметрична долина з терасами, похилим і сильнопокатим правим схилом та пологим і слабкопокатим лівим схилом. Долина прорізає відкладення понтичного, меотичного та сарматського ярусів під лесами. Значна ерозійна розчленованість. Щільність балочної мережі на схилах складає 1,4–4,7 шт./км^2. Русло каналізоване.

Заплава річки – ерозійно–акумулятивна, з потужністю алювію 1–5 м; ширина заплави – 200–1000 м, відносна висота над середнім меженним рівнем води – від 0,2 до 0,8 м; глибина затоплення при максимальних витратах води різної забезпеченості складає: при 1 % – 0,6–0,9 м, при 5 % – 0,4–0,6 м, при 25 % – 0,3–0,4 м; тривалість затоплення – 10–16 діб; лісистість – 3,5 %, залуженість – 76,6 %, розораність – 6,8 %, заболоченість – 0,79 %, меліорованість – 16,0 %, урбанізованість – 8,3 %. Русло річки в природних умовах було меандруючим, його ширина на ділянці 170–136 км складала 3–10 м, на ділянці 136–0 км – 10–20 м; глибина на плесах – 0,8 м, на перекатах – 0,05 м; швидкість течії в межень – 0,01–0,03 м/с, в багатоводні періоди – 0,10 м/с; замулення – 0,3–0,6 м; заростання – 15–43 %.

1.2 Гідрогеологічні умови в басейні р. В. Куяльник

У геологічній будові басейну р. В. Куяльник беруть участь четвертинні і неогенові осадові відкладення, четвертинні відкладення складені делювіальними лесовидними суглинками, на червоно-бурих глинах пліоцену. Комплекс неогену у верхній своїй частині складний відкладеннями понтичного ярусу, представлені вапняками і глинами, які підстилають піщано-глинистими утвореннями меотичного ярусу, лежачими на піщано-глинистих, з малопотужними прошарками вапняку і ракушняк з піском, відкладеннях верхньосарматского підярусу. Останні розташовуються на середньосарматских утвореннях. Басейн річки знаходиться в межах Причорноморського артезіанського басейну. Підземні води приурочені до неогенових і четвертинних відкладень.

Водоносний горизонт в сучасних алювіальних і алювіально-делювіальних відкладеннях поширений в заплаві річки і тальвегах балок. Водовміщаючими породами є піски, супіски, суглинки з включеннями гравію та гальки. Живлиться водоносний горизонт інфільтрацією атмосферних опадів, фільтрацією з поверхневих водотоків, підтіканням вод з інших водоносних горизонтів. Розвантаження водоносного горизонту – в межений період відбувається в річку та за рахунок дренажу колодязями. Глибина залягання – 0-5 м, потужність горизонту – 0,5-12 м, природні коливання рівня води – 1-2 м, питомий дебіт – 0,05-0,45 л/с, продуктивність водозаборів – 0,02-0,5 л/с. Вода використовується для господарський побутових цілей.

<u>Водоносний горизонт в еоловоделювиальних відкладеннях поширений на вододільному плато і його схилах.</u> Водовміщаючими породами є лесовидні суглинки, живлення – інфільтрація атмосферних опадів. Розвантаження горизонту – випаром та шляхом природного і штучного дренування, глибина залягання на вододільному плато 1-15 м, на схилах плато – 0-5 м, потужність горизонту – 1-5 м, питомий дебіт – 0,2-0,3 л/с, продуктивність водозабірних

споруджень – 0,02-0,4 л/с. Використовується вода для господарських і питних цілей.

Водоносний горизонт в понтичних відкладеннях поширений в середній і південній частинах басейну в межах вододільних плато і їх схилів, за винятком самої долини р. В. Куяльник і його приток, води спорадичного поширення, у водовміщаючих породах (вапняках). Живлення – інфільтрація атмосферних опадів, перетікання з вищерозміщених водоносних горизонтів. Розвантаження – випаром і шляхом природного і штучного дренування у водоносні горизонти, що пролягають нижче, в ерозійні урізи. Глибина залягання на вододілах – 20-25 м, на схилах річкової долини – 0-20 м. Потужність горизонту – 1,5-14 м. Питомий дебіт – 0,1-0,5 л/с. Вода використовується для питних потреб.

Водоносний горизонт у верхньосарматских відкладеннях поширений в середній і південній частинах басейну, водовміщаючі породи - прошарки пісків і вапняків, ракушняк. Живлення – інфільтрація атмосферних опадів, перетікання вод з вищерозміщених водоносних горизонтів і підживлення з тих, що пролягають нижче, розвантаження - в південно-східному напрямі і частково в долини річок і балок. Глибина залягання на вододілах – 80-120 м, в долинах річок і балок – 1-10 м. Потужність горизонту – 0,2-10 м. Питомий дебіт – 0,04-0,83 л/с. Продуктивність водозаборів – 0,3-6,7 л/с. Водоносний горизонт використовується для централізованого водопостачання.

Водоносний горизонт в средньосарматских відкладеннях поширений на території всього басейну р. В. Куяльник. Водовміщаючі породи – прошарки вапняків і пісків, рідше – мергелі. Живлення за межами басейну річки за рахунок інфільтрації атмосферних опадів в областях виходу порід на поверхню, підживлення водоносними горизонтами, що пролягають нижче, і переливань з вище розміщених, розвантаження – в південно-східному напрямі. Глибина залягання на вододілах – 130-150 м в долинах – 40-70 м потужність горизонту – 1-30 м. Статичний рівень на вододілах – 85-150 м, а в долинах річок і балок – 3-40 м. Питомий дебіт – 0,1-1,3 м. Продуктивність водозабірних споруджень – 0,55-16,6 л/с. Горизонт є основним джерелом водопостачання.

Заплава р. В. Куяльник в її прирусловій частині складена сучасними алювіальними відкладеннями четвертинного віку, що залягають на пісках верхньосарматского горизонту. Алювіальні відкладення пилуваті і дрібнозернисті мулисті піски, мулисті суглинки і супіски. піщані і слабопісчані мули і глини. Потужність алювіальних відкладень до 10- 12 м. Ґрунтові води розкриваються на глибинах 0,7-2,0 м.

У Іванівському районі у с. Бузінівка ділянка заплави складна алювіальними, нижньо-середньо-верхніми четвертинними і сучасними відкладеннями, представлених суглинками гуммусованими мулистими, глиною мулистою, легкими суглинками, важким супіском, пісками дрібними і середніми, такими, що підстилають глиною зелено сіркою піщаною і голубувато-сірою. Розкрита потужність порід становить 10 м. Ґрунтові води на глибині 1,0 м [1], приурочені до супісків важких і пісків По хімічному складу води хлоридно-сульфатні натрієво-магнієві з мінералізацією 5,8 г/дм^3.

У Ананьївському районі четвертинні відкладення представлені в більшості делювіальними суглинками від легких до важких. Ґрунтові води на глибині 5-15 м, в основному, в днищах крупних балок.

На окремих ділянках зустрічається два водоносні горизонти. Перший на глибині 1,6 м – приурочений до зсувних ділянок, другий – на глибині 0,4-10 м. На всю глибину (5-15 м) ґрунтові води зустрічаються не повсюдно. Разом з цим мають місце виходи ґрунтових вод на поверхню у вигляді джерел (часто з понтичних відкладень). Основним експлуатаційним водоносним горизонтом служить горизонт в середньосарматских відкладеннях. В той же час декілька свердловин експлуатує і верхній водоносний горизонт сармата.

Водоносні горизонти сарматів напірні: верхньосарматский – 7,0-50 м, та средньосарматский – 16-59 м. Витрати води свердловин в межах 1-5 м^3 за годину.

1.3 Господарська діяльність в басейні р. В. Куяльник

На території басейна річки в двох селищах міського типу та 75 селищах проживає близько 60 тис. чоловік. Найбільш промислове підприємство – Ширяєвський молочний завод [1]. На басейні р. В. Куяльник дуже висока сільськогосподарська освоєність території, яка складає близько 46,0 %. Сільськогосподарські угіддя складають 81,0 % (152,95 тис. га) від загальної площі басейну, з яких 74,5 % – орні землі. В межах прибережної смуги річки відносний склад різних угідь складає: рілля – 14 %, сінокіс – 16 %, пасовища – 29 %, присадибні ділянки – 20 %, ліси або чагарники – 9 %, болота – 1 %, інші угіддя – 11 %. Кількість мінеральних добрив (у перерахунку на 100 % речовини), що вносилася на 1 га сільськогосподарських угідь, складала 85 кг, всього – 90,2 тис. ц, зокрема, азотних – 39,49 тис. ц, фосфорних – 35,0 тис. ц, калійних – 15,8 тис. ц. Також вносилися отрутохімікати в об’ємі 266 ц, зокрема, хлорорганичні – 23 ц, фосфорорганичні – 243 ц.

В останні роки активна господарська діяльність призвела до площинної та лінійної ерозії орних земель. Для боротьби з нею здійснено перерозподіл цих земель під лісосмуги, садово–городні та присадибні ділянки. Загальна площа заліснених земель в басейні р. В. Куяльник, станом на 1992 р., складала 9,06 тис. га (4,87 % від загальної площі), з яких Держлісфонду належить 2,90 тис. га (1,55 %), до лісів колективного господарства – 4,01 тис. га (2,16 %), протиерозійні лісові насадження складають 215 тис. га (1,16 %).

Тваринницькі виробництва в басейні лиману, станом на 1992 р., характеризувалися такою чисельністю: домашніх птахів – 219100 шт., великої рогатої худоби – 65640 шт. (корови – 14060 шт., свині – 38830 шт., вівці та кози – 22800 шт., коні – 2220 шт.). В результаті тваринництва в басейні об’єм гною складав 370,5 тис. т, вихід рідкої фракції – 264,71 тис. т., які використовувалися у якості органічних добрив. На 1 га ріллі вносилося 4,43 т таких органічних добрив, а всього – 471,93 тис. т.

Басейн р. В. Куяльник бідний на корисні копалини. Між іншим, у його межах експлуатуються родовища деяких будівельних матеріалів, а саме: вапняків (селища Калинівка, Іванівка, Олександрівка, Соколове, Лізінка), глин (с. Долинське, смт Ширяєво), пісків (селища Ул'янівка та Корсакове). На даний час спостерігається активізація використання вказаних кар'єрів для потреб індивідуального житлового будівництва.

Активна господарська діяльність призводить до значного використання водних ресурсів басейну р. В. Куяльник, яке складає 60–100 % від річного водного стоку. Основні напрямки споживання води це: водопостачання – 6194 тис. м^3 та зволоження осушених ділянок заплави – 5840 тис. м^3. Останнє передбачає в багатоводні та середні за водністю роки подвійне регулювання водного режиму заплави, шляхом акумуляції в русловій системі річки вод весняного водопілля і дощових паводків об'ємом близько 1,5–2,0 млн. м^3 та подальше осушення заплави під час посушливих сезонів року.

Взагалі, сумарна річна потреба у воді складає близько 12489 тис. м^3, безповоротне споживання – 9325 тис. м^3. При цьому річний забір води різними галузями господарства складає: з річки – 5840 тис. м^3, з водосховищ і ставків – 455 тис. м^3, з підземних джерел – 6194 тис. м^3.

Скидання використаних вод проводиться головним чином у вигрібні ємності та складає за рік близько 3164 тис. м^3. Очисні споруди в басейні відсутні. Періодично через б. Корозея відбуваються залпові, ненормовані скидання комунально–побутових стоків м. Котовська [1].

1.4 Регулювання стоку води в басейні р. В. Куяльник

Серед невеликих річок Північно-Західного Причорномор'я особливо високою зарегульованістю виділяється р. В. Куяльник (поняття «природний стік» для неї цілком утратило своє значення). Основну роль у цьому відіграють численні ставки та водосховища, розташовані в басейні річки.

Повне обстеження ставків та водосховищ у басейні річки було виконано в 1961–1962 рр. експедицією ОГМІ під керівництвом О.І. Молдованова. Кількість штучних водойм на той час склала 145 шт., з яких близько 40 % було з зруйнованими дамбами або пересохлими [5]. Практично для всіх ставків та водосховищ були визначені основні характеристики та розміри замулення. На жаль, з тих пір докладні повні дослідження штучних водойм в басейні р. В. Куяльник не виконувалися, а ті, які здійснювалися, мали або рекогносцирувальний характер, або охоплювали лише окремі частини басейну, як, наприклад проведені ОДУ ім. І.І. Мечнікова в 1977–1980 рр. (на р. Кошкова) та УкрНДГМІ – в 1982–1987 рр. [1].

За результатами досліджень 1961–1962 рр., сумарний об’єм ставків і водосховищ складав 13,9 млн. м^3, що відповідає 50 % норми водного стоку річки в гирловому створі (с. Северинівка). Іншими словами, у середні за водністю роки, ставками та водосховищами могла перехоплюватися половина природного стоку річки, а в маловодні – практично весь стік. Тільки під час особливо високих водопіль і паводків вода переливалася через гребені гребель (більшість з них – «глухі») або руйнувала їх та потрапляла в лиман, як наприклад, в період водопілля 1968 р. [1]. За даними інституту «УкрПівденДІПроВодГосп» [2], у 1992 р. кількість діючих ставків та водосховищ знизилась і склала 36 шт., з сумарним об’ємом – 6,42 млн. м^3.

За результатами зіставлення схем розташування та кількості ставків і водосховищ у басейні р. В. Куяльник в 1962 та 1992 рр. встановлено, що значна частина ставків зруйнована, але було споруджено кілька нових. Незважаючи на це, в той період величина стоку дещо знизилася, більше води до лиману надходити не стало. Пояснювалося це декількома причинами. Перша причина полягала в тому, що на величину регулювання стоку впливали не тільки кількість ставків та їхній об’єм, але й розташування їх на водозборі. Декілька великих ставків, розташованих в гирлах приток, а також головної річки, перехоплюють практично весь стік з площі водозборів. Наочним прикладом тому є водойми, розташовані в гирлах приток – Силівка (с. Силівка) і Кошкова

(с. Руська Слобідка), та в самому руслі В. Куяльник (с. Северинівка). Друга причина, яка помітно вплинула в той час на зменшення об’єму водного стоку річки, пов’язана з реконструкцією русла: 132 км основного русла річки (з 170 км) спрямлено та розчищено, що проведено без детального вивчення гідрологічних і гідрогеологічних умов басейну. Як показує вивчення невеликих річок південного заходу України, на яких виконувались роботи по регулюванню стоку шляхом розчищення та випрямлення їхніх русел, такі заходи можуть мати самий різний вплив на водний режим цих річок [1]. У багатьох випадках, випрямлення та розчищення русел, сприяли розкриттю ґрунтового стоку та в результаті цього збільшенню поверхневого стоку (рр. Хаджидер і Сарата). На р. В. Куяльник, через те, що ґрунтовий стік річки незначний, цього не відбулося. Проведені заходи призвели до зменшення поверхневого стоку (рис. 1.1) [2].

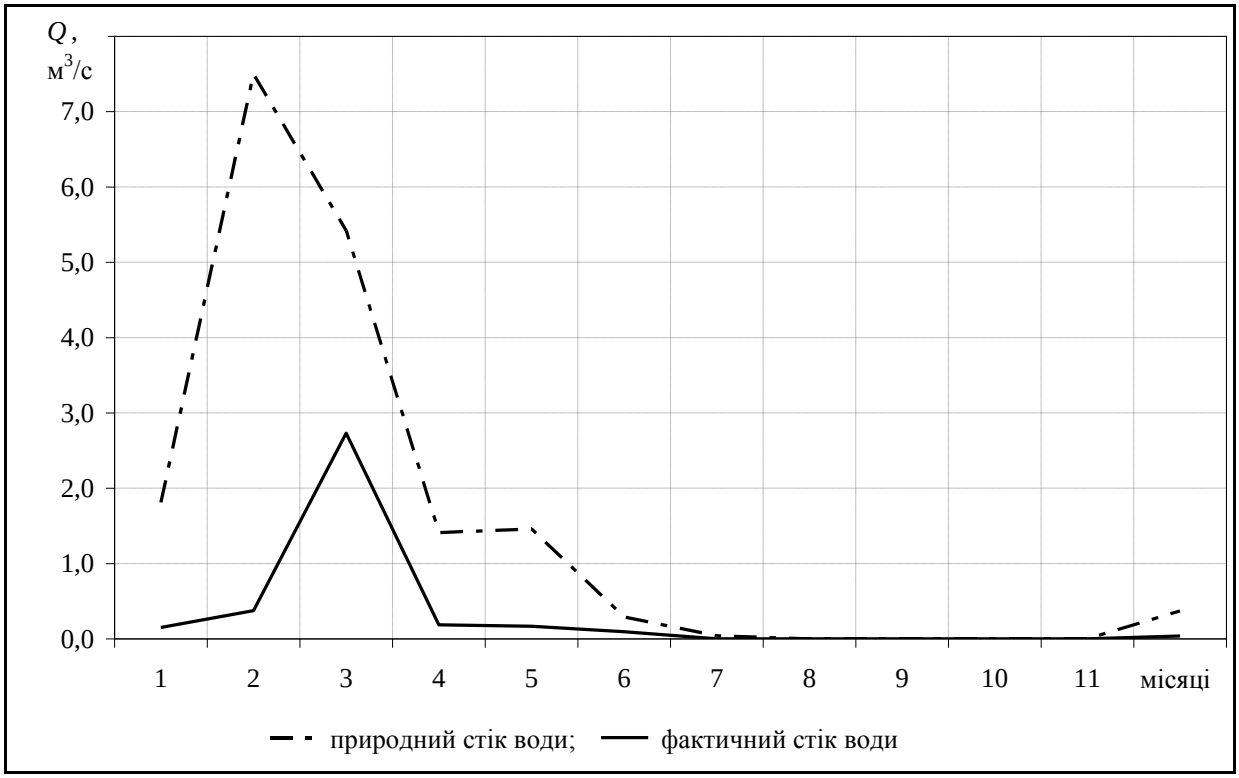


Рисунок 1.1 – Фактичний і природний гідрографи стоку р. В. Куяльник в гирлі (с. Севирінівка) 50 % забезпеченості (УкрПівденДІПроВодГосп, 1992)

Це пов’язано з тим, що каналізоване русло, дренуючи водоносний шар сучасних алювіальних і алювіально-делювіальних відкладень, збезводнило товщу заплавних відкладень. Заплава перетворилася у своєрідний накопичувач, що затримує поверхневий стік, сформований на заплаві та схилах долини [1].

Випрямлення та розчищення русла є тільки частиною заходів, що входять до гідротехнічної системи регулювання водного стоку річки. Іншою її складовою є спорудження шлюзів-регуляторів. За даними інституту «УкрПівденДІПроВодГосп» [2], тільки в основному руслі річки їх нараховувалося близько 20 шт., які були побудовані для затримки води (об’ємом близько 1,5–2,0 млн. м^3) у періоди водопілля та дощових паводків.

Ще у 1995 р. було встановлено [1], що більшість шлюзів-регуляторів знаходяться в несправному стані. Це свідчить про те, що ніякого управлінського регулювання, як це передбачалося при їхньому будівництві, шлюзи-регулятори не здійснюють, будучи по-суті спорудженнями, що тільки перехоплювали поверхневий стік. Отже, можна зробити висновок, що проведені заходи по регулюванню стоку р. В. Куяльник не дали очікуваних результатів, а фактично призвели до протилежної дії – катастрофічного зниження стоку річки. Стік води з річки в лиман, навіть під час проходження водопіль і паводків, був практично відсутній, бо перехоплювался на водозборі ставками, водосховищами та шлюзами-регуляторами, за винятком екстремальних за водністю років.

За даними Облводгоспу, у червні-вересні 2009 р., в басейні річки Великий Куяльник знаходилося 48 штучних водойм, у тому числі:

– на території Іванівського району – 18 ставків (пересохло 12 ставків, частково пересохло 2 ставки);

– на території Котовського району – 14 ставків (пересохло 5 ставків);

– на території Ананьївського району – 6 ставків (частково пересох 1);

– на території Ширяєвського району – 7 ставків (пересохло 4 ставки, частково пересохло 3 ставки).

Навіть у такий маловодний рік, як 2009 р., 21 ставок (44 %) в басейні р. В. Куяльник були заповнені водою. Отже, є підстави стверджувати, що водний стік цієї річки в Куяльницький лиман, зовсім не відбувається.

1.5 Характеристика гідрохімічного режиму річки та якість її води

Наявність мілководних зон, зарегульованість русла, розораність берегової зони під земельні угіддя та садиби, велика кількість населених пунктів повздовж русла р. В. Куяльник та на території водозбору призводять до посилення антропогенного навантаження на річкову екосистему, що позначається, в першу чергу, на зростанні мінералізації води (табл. 1.1), підвищенні концентрацій неорганічних сполук азоту, фосфору (табл. 1.2) та органічних сполук – загальних фенолів, формальдегідів (табл. 1.3).

На високий рівень забруднення органічними сполуками вказують і величини інтегральних показників органічного забруднення ХСК та $БСК_5$ (табл. 1.4) [7]. З наведених в табл. 1.2 та 1.3 даних, вміст амонійного азоту, фосфатів, фенолу та свинцю перевищує величини ГДК для водойм як культурно-побутового і господарчо-питного, так і рибогосподарського призначення. Беручи до уваги те, що на території водозбору відсутні інші значні джерела забруднення водойми, таку ситуацію логічно розглядати, як наслідок впливу саме неочищених скидів комунально-побутових стоків з низки довколишніх населених пунктів та сільськогосподарських стоків з удобрених полів та тваринницьких ферм.

Кисневий режим у руслі річки, незважаючи на високі показники біологічного споживання кисню (табл. 1.2), які свідчать про істотний антропогенний вплив, у цілому сприятливий, pH річкової води за вегетаційні періоди 2004-2007 рр. коливалась у межах «нейтральна – слабо лужна».

Таблиця 1.1 – Мінералізація та головні іони води р. В. Куяльник [7]

Мінералізація та головні іони, мг/дм^3						
Ca^{2+}	Mg^{2+}	$Na^{+} + K^{+}$	HCO_3^{-}	SO_4^{2-}	Cl^{-}	ΣU
113–341 / 178,4	120–450 / 256,1	255–1295 / 554,32	335,5–695,4 / 506,3	113–341 / 178,4	113–341 / 178,4	113–341 / 178,4

Примітка. Тут і в табл. 1.2 та 1.3 в чисельнику (цифра над рискою) наведені граничні значення, в знаменнику (цифра під рискою) – середні значення за період 2004–2007 рр.

Таблиця 1.2 – Основні гідрохімічні показники біологічної характеристики води [7]

Гранично – допустимі концентрації (гдк), мг/дм^3	Ph	Нітрити, мг/дм^3	Нітрати, мг/дм^3	Азот амонійний, мг/дм^3	Фосфати, мг/дм^3	ХСК, мгO_2/дм^3	БСК$_5$ мгO_2/дм^3	Кисень розчинений, мг/дм^3 (% Насичення киснем)
	7,27–8,75 / 178,4	0,01–0,15 / 0,07	0,05–0,15 / 0,39	0,42–9,7 / 3,09	0,01–1,1 / 0,33	29,3–119,9 / 55,6	10,9–19,3 / 13,9	12,8–16,2 / 14,6 (127,5)
ГДК$_з$	6,5-8,5	1,0	10,16	2,0	3,5	15,0-30,0	3,0-6,0	>4,0
ГДК$_{зр}$	–	0,02	9,0	0,39	0,2	–	2,0	6,0

Примітка. Тут і в табл. 2.4: ГДК$_в$ – для водойм культурно-побутового та господарсько-питного призначення; ГДК$_{ВР}$ – для водойм рибогосподарського призначення (токсикологічні).

Таблиця 1.3 – Концентрація пріоритетних токсикантів органічного та неорганічного походження, мг/дм^3 [7]

Гранично – допустимі концентрації (ГДК), мг/дм^3	Свинець	Формальдегід	Феноли
	0,0351–0,0932 0,0547	0,012–0,014 0,011	0,01–0,024 0,018
$ГДК_в$	0,03	0,05	0,001
$ГДК_{ВР}$	0,1	0,1	0,001

За середньорічними значеннями загальної мінералізації, вода річки відноситься до класу солонуватих, третьої категорії якості – β-мезогалинні; за критеріями іонного складу води р. В. Куяльник відносяться до хлоридно-сульфатного класу, переважно натрієвої групи, третього типу. Внески окремих іонів (в %) у загальну мінералізацію визначаються наступним ранжованим рядом: Cl^- (32,3), SO_4^{2-} (25,0), Na^+ + K^+ (15,7), HCO_3^- (14,4), Mg^{2+} (7,3), Ca^{2+} (5,1). За екологічною класифікацією якості поверхневих вод суші та естуаріїв України, якість води на нижній ділянці р. В. Куяльник по блоку сольового складу (табл. 1.2) та блоку еколого-гігієничних показників (табл. 1.3) коливалась від «слабко забрудненої (β-мезосапробної) до «брудної», а за показниками токсичної дії (табл. 1.3) – від «помірно забрудненої» до «дуже брудної».

1.6 Оцінка природних біологічних ресурсів

Річка Великий Куяльник впадає в Куяльницький лиман, який належить до групи закритих і є одним із найдавніших на території Північно-Західного Причорномор’я [1, 3]. В біологічному відношенні басейн річки та лиману є унікальною екосистемою, що відрізняється за видовою різноманітністю, з багатством рідкісного тваринного та рослинного світу.

На сьогодні відмітною особливістю басейну річки та лиману в порівнянні з водозборами інших причорноморських лиманів є те, що тут сформувалися дещо кращі умови для збереження природної флори та фауни.

Пояснюється це тим, що вода лиману непридатна для господарського і побутового використання, тому на його берегах мало населених пунктів і курортів, у зв'язку з чим як рекреаційне, так і промислове навантаження менше позначаються на стані екосистеми Куяльницького лиману [8].

Серед видів флори багато рідкісних, ендемічних рослин, які занесені до Червоної книги України та Червоного списку Європи. Тут також багато лікарських рослин. Савці також є невід'ємними елементами біорізноманітності екосистеми р. В. Куяльник та Куяльницького лиману як її наземних ділянок, так і прісноводої частини озер пересипу та гирлової ділянки р. В. Куяльник. Мозаїчність і багатство цих водно-болотних біотопів, що межують зі степовими ділянками надзаплавних терас, зумовили проживання тут багатьох навколоводних і сухопутних видів савців. Крім цього, басейн річки та лиману відіграють величезне значення для птахів.

Рослинний світ лиману досить багатий, він включає значну кількість ендемічних, реліктових, охороняємих рослин. В фітоценозах, що досить добре збереглися, спостерігається домінування червонокнижних та інших цінних рослин. Збереженню рослинного світу сприяла відсутність населених пунктів і гарних доріг на лівому березі водойми.

1.6.1 Гідробіологічна характеристика річки та екологічна оцінка якості води за водоростями-індикаторами

Видова різноманітність водоростей, що пристосувалися до даних гідролого-гідрохімічних умов, нараховує 111 видів, які належать до 59 родів, 37 родин, 21 порядку, 11 класів і 6 відділів, а саме Cyanophyta, Euglenophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Chlorophyta та Charophyta [7].

Характерною рисою якісного складу альгоценозу річки є наявність в ній значної кількості синьо-зелених водоростей, які зустрічаються частіше в зарегульованій частині русла в умовах уповільненого водообміну.

Поява синьо-зелених водоростей не випадкова. Відомо, що рівень трофності водойми і розвиток процесів самоочищення визначається об'ємами надходження фосфору та його співвідношення до азоту. На цій дільниці водойми співвідношення фосфору до азоту 1:24. Процеси самоочищення здійснюються за автотрофним механізмом з обов'язковим розвитком азотфіксуючих синьо-зелених водоростей, що призводить до погіршення якості води і вказує на антропогенне евтрофування водойми.

Роль водоростей кожного відділу в формуванні альгоценозу р. В. Куяльник демонструється табл. 1.4, відповідно до якої, за флористичним складом водоростей, домінуючу роль у формуванні альгоценозів відіграють, перш за все, діатомові водорості (79 видів). Синьо-зелені водорості представлені 16 видами, зелені – 10, евгленові – 4, а золотисті та харові водорості – 1 видом.

Таблиця 1.4 – Таксономічний спектр водоростей р. В. Куяльник [7]

Відділ	Кількість				
	класів	порядків	родин	родів	видів (%)
Bacillariophyta	3	12	23	40	79 (71,2)
Cyanophyta	2	3	4	6	16 (14,4)
Chlorophyta	3	3	7	8	10 (9,0)
Euglenophyta	1	1	1	3	4 (3,6)
Chrysophyta	1	1	1	1	1 (0,9)
Charophyta	1	1	1	1	1 (0,9)
Усього:	11	21	37	59	111 (100)

Провідні родини водоростей р. В. Куяльник: Bacillariaceae – 18 видів; Oscillatoriaceae – 13; Naviculaceae – 7; Fragilariaceae – 5; Cymbellaceae – 5; Pleurosigmataceae – 5; Catenulaceae – 5; Surirellaceae – 5; Gomphonemataceae – 4; Euglenaceae – 4 – обумовили основу видового складу альгофлори цієї водойми. Найбільшою різноманітністю відрізнялися роди Nitzschia Hass (11 видів), Oscillatoria Vauch. (10), Navicula Bory (6), Amphora Ehr. (5), Tryblionella W. Sm. (5), Cymbella Ag. (4) і Surirella Turp. (4).

Водорості р. Великий Куяльник розподіляються на поодинокі (63 види або 56,8 %), колоніальні (31 вид або 27,9 %) та багатоклітинні (17 видів або 15,3 %). Серед них виділяються рухливі (62,2 %) і нерухливі (37,8 %) форми.

За місцезростанням зустрічаються планктонні (19,0 %), бентосні (46,8 %) та форми, що входять до складу обростань (34,2 %). Планктон представлений 21 видом із 4 відділів водоростей, серед яких 9 видів із відділу діатомових і 8 – із відділу синьо–зелених. Бентос представлений 51 видом, переважно діатомовими (46 видів). Водорості обростань представлені 39 видами, серед яких також домінують діатомові (24 види).

За відношенням до солоності переважають олігогаліби (71 вид або 64,0 %), які в свою чергу поділяються на індиферентів (42,4 %) та галофілів (21,6 %). Мезогаліби складають 24,3 %, а полігалоби – 5,4 %. Форми з невідомим значенням солоності становлять 6,3 %.

За відношенням до pH переважають алкалофіли, які складають 76 видів або 68,5 %. Їм значно поступаються індиференти (17,1 %). Форми з невідомим оптимумом pH для росту склали 14,4 %.

Зі 111 таксонів водоростей 75 видів є індикаторами сапробності, серед яких домінують представники мезосапробних форм – 42 види, котрі охоплюють 55,9 % всіх індикаторних видів. З них 34,2 % складає група β–мезосапробів, 18,0 % – α–мезосапробів, 3,7 % – β–α мезосапробів. Полісапроби склали 3,6 %. До групи ксеносапробів належить тільки 1 вид (0,9 %). Види з невідомим значенням сапробності нараховують 39,6 %.

Відповідно значенню сапробного індексу (2,34), розрахованого за водоростями–індикаторами, нижня ділянка р. Великий Куяльник належить до β–мезосапробних зон.

За географічним поширенням водорості р. Великий Куяльник мають відношення до бореальної (44,0%) та космополітної (44,0%) груп. Види з невідомим географічним розповсюдженням склали 12,0% [7].

1.6.2 Характеристика рослинності узбережжя та водозбірного басейну

Рослинність узбережжя та водозбірного басейну р. В. Куяльник та Куяльницького лиману нараховує не менше 800 видів [8]. Зустрічаються типові для різнотравно-типчаково-ковильних степів види. Із домінантів це ковила Лессінга (Stipa lessingiana) і волосатик (Stipa capillata), рідше зустрічається ковила українська (Stipa ucrainica) і пір'яста (Stipa pennata), також поширені типчак валиський (Festuca valesiaca) і келерія (тонконі) гребінчаста (Koeleria cristata), житняк гребінчастий (Agropyron pectinatum). Поширеним видом є мятлик вузьколистий (Poa bulbosa), який місцями домінує в рослинному покриві. Із різнотрав’я зустрічаються шавлія австрійська (Salvis austriaca), шавлія поникла (Salvia nutans), шавлія дібровна (Salvia nemorosa), коров'як фіолетовий (Verbascum phoeniceum, різні види бобових: астрагал еспарцетний (Astragalus onobrychis), астрагал ріжковий (Astragalus comiculatus), астрагал австрійський (Astragalus austriacus), горошок вузьколистий (Vicia angustifolia), чину бульбасту (Lathyrus tubфosus), в’язіль мінливу (Coronilla varia), еспарцет піщаний (Onobrychis arenaria) й інші. Тут росте велика кількість господарсько цінних рослин. Передусім, це кормові види, такі як перераховані вище злаки і боби. Велика кількість таких видів робить територію привабливою для тваринництва – випасу худоби і сінокосіння.

Степова рослинність включає також значну кількість декоративних рослин. Це ковила, птицемлечник (Onithogalum gussonei), безсмертник однорічний (Xeranthemum annuum), астрагал еспарцетний (Astragalalus onobrychis) й інші види цього роду), льон австрійський (Linum austriacum), пижмо тисячолистне (Tanacetum millefolium) й інші. В період цвітіння цих рослин ландшафти Куяльницкого лиману надзвичайно барвисті.

Відповідно до сучасного геоботанічного районування України, басейн Куяльницкого лиману знаходиться в Одеському окрузі злакових і полиново-злакових степів, засолених лугів, солончаків і рослинності карбонатних оголень. Цей округ відноситься до Чорноморсько-Азовської степової підпровінції Понтичної степової провінції Степової підобласті Євразійської степової області [8]. На території водозбірного басейну відмічається степова, петрофітна (петрофітно-степова), лісова, чагарникова, галофітна, прибережно-водна, лугова рослинність.

Найбільші площі займає степова рослинність. Помітну роль відіграють чагарники. Місцями створені лісосмуги, які відокремлюють задерновані схили лиманів від сільськогосподарських угідь. Подекуди зустрічаються ділянки рудеральної рослинності, які виникли під впливом випасу і нітрифікації. Незначні площі займають співтовариства галофітів.

Степова рослинність представлена співтовариствами з пануванням ковили (ковили Лессінга – Stipa lessingiana, ковили волохатої – Stipa capillata і ковили української – Stipa ucrainica) і типчака валиського (Festuca vatesiaca). На виходах вапняків, яких багато на схилах лиману, поширена петрофітно-степова рослинність з домінуванням келерії короткої (Koeleria brevis), чебреця двуформенного (Thymus dimoiphus) й ін. Співтовариства ковили Лессінга є найбільш наближеними до еталонних. Їх роль на схилах лиману досить помітна. Цікаво, що ця ковила місцями займає міжряддя штучних посадок, розорані ділянки.

Лісова та чагарникова рослинність представлена штучними посадками. Найбільш мезофітними є урочище «Нижній ліс», розташоване в заплаві

р. В. Куяльник. На схилах лиману розташовуються посадки з характерних для степового лісорозведення деревних видів: робінія (Robinia pseudoacacia), гледичія (Gleditsia triacanthos), ясен ланцетовий (Fraxinus lanceolata), в'яз малий (Ulmus pumila), рідше зустрічається дуб звичайний (Quercus robur). В посадках поширені чагарники клену татарського (Acer tataricum), жимолості татарської (Lonicera tatarica), бирючини звичайної (Ligustrum vulgare), бузини чорної (Sambucus nigra), терену (Prunus spinosa), шипшини собачої (Rosa canina) й ін.

Подекуди на схилах зустрічається чагарникова рослинність – зарості карагани чагарникової (Caragana frutex) і м'якої (Caragana mollis). Зустрічаються також зарослі терну (Prunusspinosa), дикого мигдалю (Amygdalus nana), глоду (Crataegus sp.) і шипшини. На пониженнях вздовж берега лиману зустрічається галофітна рослинність із солонця європейського (Salicomia europaea), бескильниця розставлена (Puccinellia distans), бескильниця гігантська (Puccinellia gigantean), сведа (Suaeda prostrate), галиміоне (Galimione pedunculata) й інші з солянок.

Лугова рослинність представлена по тальвегах балок, на перевідкладених ґрунтах, головним чином пирійниками (Elytrigieta repentis). Рудеральні співтовариства утворені, в основному, дурнишниками (Xanthium albinum, Xanthiumstrumarium), анизантою крівлевою (Anisaraha tectorum). У місцях утримання худоби поширені співтовариства з переважанням татарника колючого (Onopordum acanthium) і чортополоху (Carduus acanthoides).

Серед видів флори багато рідкісних, ендемічних рослин, а саме: гоніолимон Бессера (Goniolimon besseranum), астрагал ново-асканійский (Astragalus novoascanicus), приноготовник головчастий (Paronychia cephalotes), волошка східна (Centaurea orientalis), тюльпан бугський (Tulipa hypanica), тюльпан Шренка (Tulipa schrenkiity), еремогоне головчасте (Eremogone cephalotes), одасма крупнощетиниста (Onosma macrochaeta) й ін.

Найбільш цінними з ботанічної точки зору є ділянки узбережжя в районі р. Кубанка (лівий берег) і в районі селищ Протопопівка та Іл’їнка (правий берег лиману). У районі р. Кубанка узбережжя лиману менше, ніж на інших ділянках, розчленовано балками, ярами і менше ускладнено терасами з зсувами. Тут в рослинному покриві відмічено багато степових ендемів, реліктів, рідкісних видів і фітоценозів, що утворюються цими видами (тюльпан Шренка, гоніолимон Бессера, катран шорсткий, астрагал ново-асканійский, ефедра двуколоскова, приноготівник головчастий, волошка східна, ковила українська, Лессінга, колосовидна. Тут поєднуються фрагменти чагарникового степу, тим’янників і типчаково-ковильних фітоценозів.

Найбільш поширеними є співтовариства ковили Лессінга, содомінантами в яких виступають типчак, келерія коротка, ковила українська і бородань звичайний. Типчатники менш поширені. Тим’янники рясніють петрофільними і псамопетрофільними видами (очиток їдкий, бедренец, приноготозник головчастий, астрагали білуватий і новоасканійський). Зустрічаються безчастник анкарійский, шафран сітчастий та інші види.

У районі с. Іл’їнка та с. Протопопівка рослинність збереглася менше, ніж в районі с. Кубанки. Тут на оповзнево–увалистих схилах лиману збереглися зникаючі зональні фітоценози з домінуванням ковили Лессінга і колосовидної, хоча вони і перетворені надмірним випасом і збезлісенням.

Найбільш поширені на цій ділянці петрофітно-степові фітоценози з переважанням у травостої чабрецю двуформенного, келерії короткої, костреця безостого, бороданя звичайного, приноготовника головчастого і багатьох видів різнотрав'я. Для цієї ділянки характерні вапнякові ендеми і низка напівендемічних чагарників.

Флористичні багаті степові співтовариства також знаходяться на правих схилах у верхів'ях лиману (у районі с. Северинівка). Старий штучний ліс – урочище «Нижній ліс», в якому є два ставки з характерною водною рослинністю. Близькість води визначає гарний розвиток дерев.

Список видів, що охороняються, включає 35 таксонів (табл. 1.5), з них 17 видів занесені до Червоної книги України, по 4 – до Європейського червоного списку, 15 – охороняється на території Одеської області.

На території басейну річки і лиману також зафіксовані рослинні співтовариства, які підлягають охороні та занесені до Зеленої книги України.

Таблиця 1.5 – Раритетні види рослин басейну річки та лиману [8]

№ п/п	Вид	Червона книга України*	Європейський червоний список**	Червоний список МСОП	Червоний список Одеської області
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***
1	Астрагал шестиквітковий (Astragalus dasyanthus Pall)	2	I	R	
2	Безчастник анкарійський (Colchicum ancyrense B.L.Burt)	1			
3	Бельвалія сарматська (Bellevalia sarmatica (Georgi) Woronow)				+
4	Волошка східна (Centaurea orientalis L.)				+
5	Гиацинтік блідий (Hyocintella leucophaea (C. Koch) Sehur)				+
6	Голосім’яник одеський (Gymnosperrriun odessanum (DC) Takht)	2		1	
7	Горицвіт весняний (Adonis vernalis)				+
8	Зопник гібридний (Phlomis hybrida Zelen)		I		
9	Істод молдавський (Polygala moldavica)				+
10	Карагана скіфська (Caragana scythica (Kom.) Pojark)	2	R		
11	Касатик карликовий (Iris pumila L.)				+

Продовження таблиці 1.5

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
12	Касатик солелюбивий (Iris halophila)				+
13	Ковила колосовидна (Stipa capiHata L.)	3			
14	Ковила красива (Stipa pulcherrima C.Koch (S.) grafiana Stev.)	2			
15	Ковила Лессінга (Stipa lessingiana Trin. et Rupr)	2			
16	Ковила периста (Stipa pennata L.)	2			
17	Ковила українська (Stipa ucrasrica P.Smira)	2			
18	Кольраушія пагінонесуча Kohlrauschia prolifera (I.) Kunth.				+
19	Льон жовтий Linurn flavum				+
20	Льнянка биберштейна Linaria biebersteinii Besser			1	
21	Мигдаль низький Amygdalus nana L.				+
22	Паронихія головчаста Paronychia cephalotes				+
23	Птицемлечник Буше Ornithogalum bouscheanum (Kunth) Aschers.	3			
24	Пролісок двулистний Stiila Molia L.				+
25	Простріл чорніючий Pulsatilla nigricans Storck	2			
26	Рокитник Кречетовича Chamaecyisus kreczetoviczii		R		

Продовження таблиці 1.5

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
27	Солодка гола Glycyrrhiza glabra L.				+
28	Спаржа Палласа Asparagus pallasii Mascz. (A.brachyphyllus Turcz.)	2			
29	Тюльпан Биберштейна Tulipa bibersteiniana Schit. et Schult.f	3			
30	Тюльпан Шренка Tulipa schrenkii Regel	2			
31	Цмин пісчаний Helichrysum orenarium L.				+
32	Шафран сітчастий Crocus reticulatus Stev. ex Adam	3			
33	Штернбергія земноцвітна Stenbergia colchiciflora Weldst	2			
34	Еремогоне головчаста Eremogone cephalotes	2		I	
35	Ефедра двухколоскова Ephedra distachia L.				+
Всього		17	4	4	15

Примітки: * – категорії в Червоній книзі України:

1 – що плазує, 2 – вразливий, 3 – рідкісний;

** – категорії у відповідних списках:

I – невизначений, R – рідкісний.

В басейні Куяльницького лиману також багато лікарських рослин, а саме: бузина чорна (Sambucus nigra), солодка гола (Glydrrhiza glabra), ромашка лікарська (Matricaria recutita), пирій повзучий (Elytrigia repens), шипшина собача (Rosa canina) та інші. Значний перелік медоносних рослин: акація біла (Robinia pseudoacacia), синяк звичайний (Echium vulgare), астрагал еспарцетний (Astragalus onobrychis), еспарцет піщаний (Onobrychis arenaria) та інші [8].

1.6.3 Сучасний стан водної та наземної біоти басейну річки та лиману

Антропогенна трансформація екосистем р. В. Куяльник та Куяльницького лиману прийняла кризовий характер. Особливо вразливою виявилися стенобіонтна гіпегалінна гідрофауна. Якщо наземна флора і фауна долин р. В. Куяльник та Куяльницького лиману ще має ознаки екосистемного біорізноманіття (про що далі), то водна біота знаходиться в стані повного зникнення.

На сьогодні водна біота верхів’я Куяльницького лиману за відомими причинами повністю зникла. Залишки минулого біорізноманіття ще знайдені у середній і нижній частині р. В. Куяльник. За результатами останніх досліджень 1999-2000 рр., виконаних В.В. Адобовським з співавторами [9], виявлено лише декілька видів автохтонної гіпергалінної та галофільної гідрофауни – Artemia salina (Linnaeus, 1758), Chironomus salinarius Kieffer, 1915, Halliella taurica Tsch., 1949, Nereis succinea Frey & Leuckart, 1847.

У період стабільного стану Куяльницького лиману ці види мали «астрономічну» біомасу при повсюдному розповсюджені в бенталі лиману, що було запорукою існування численної орнітофауни. У сучасний період спостерігаються лише локальні популяції цих видів низької щільності [9].

Наведені види мають досить широкі ареали, тому питання особливостей екології можуть бути доповненими з літературних джерел, присвячених цим

видам. Але перепоною у цьому може стати деяка таксономічна невизначеність таких видів як Artemia salina і Nereis succinea. З цієї точки зору вважаємо доцільним внести номенклатурні поправки відносно цих видів.

Так, за сучасними уявленнями, вид зяброногого (Anostraca) рачка Artemia salina, описаний К. Лінеєм у 1758 р., з озера Лівінгтон у Англії, вважається вимерлим, і все що нині індетифікується як Artemia salina відноситься до іншого номенклатурного виду – Artemia tunisiana Bowen and Sterling, 1978 [10]. Поліхета Nereis succinea Frey & Leuckart, 1847, за сучасною системою віднесена до іншого роду Alitta [11], в зв'язку з чим в літературі цей вид означається як Alitta succinea.

Не менш цікаві наземні частини екосистем прибережної території р. В. Куяльник та Куяльницкого лиману. Територія дуже цікава в ентомологічному сенсі. Це один з невеликого на Правобережній Україні числа рефугіумів природного степового ентомокомплекса. Крім того, тут досить добре представлений солончаковий, очеретяний і чагарниковий ентомокомплекси. Ця територія може бути полігоном для проведення постійного ентомологічного моніторингу на півдні України.

Так, попередня інвентаризація видового складу комах дозволила вченим Інституту зоології ім. Шмальгаузена НАН України [8] виявити на цій території представників 14 загонів. Окрім цього, виявлено 16 видів комах (представників 15 родів і 4 загонів), занесених до Червоної книги України і в інші списки тварин, що охороняються. Зокрема, тут виявлена ведмедиця Гера (Callimorpha quadripunctaria Poda), яка знайдена вперше в Одеській області.

Наземні степові екосистеми Куяльницкого лиману також є природним резерватом корисних комах – ентомофагів і обпильників. Тільки за попередніми даними тут лише наїзників (Ichneumonoidea) більше ніж 100 видів, в тому числі і такий відомий агент біологічного методу захисту рослин як бракон гебетір (Bracon gebetor Say). У великій кількості виявлені паразити підгризаючих совок – наїзники драконіди з родів Cotesia та Microplitis. Виявлені також й інші паразити численних шкідливих метеликів (листовійок,

вогнівок, молі й ін.), жуків (довгоносиків, хрущів, листоїдів), клопів і перетинчастокрилих.

Серед обпильників культурних видів рослин (люцерни, конюшини, гречки, соняшника й ін.) на території схилів Куяльницкого лиману виявлено більше 20 видів бджіл з сімейства справжніх бджіл (Apidae), мегахилід (Megachilidae) і галактід (Halictidae). Більшість видів цих сімейств формують гнізда тільки на незмінних цілинних ділянках, якими є степові схили Куяльницкого лиману.

Особливу групу комах складають види, які мають естетичне значення і представляють інтерес з точки зору розвитку екологічного туризму. У степових екосистемах схилів лиману звичайними є цикади, цвіркуни і круп'є коники. Вони формують звуковий фон степових біотопів. Є екзотичні богомоли, крупні жуки (усачі, чорнотілки, жужелиці), красиві клопи, перетинчастокрилі (риючі оси, джмелі, бджоли-теслярі) і сітчастокрилі. З метеликів є: поліксени, подалірій, парусники, бражники, совки і ведмедиці.

Особливо негативний вплив на видовий склад, різноманітність і щільність їх розміщення має випалювання степового травостою. Для відновлення видової різноманітності комах на випалених ділянках необхідно не менше 4-5 років. Однак, в той же час, накопичення сухих рослинних залишків також негативно впливає на видову різноманітність комах.

Ця територія відрізняється за видовою різноманітністю амфібій і рептилій від тієї, що оточує степову зону. З 17 видів амфібій і 20 видів рептилій, що мешкають на території України, тут зустрічаються 7 видів амфібій і 7 видів рептилій.

Деякі з них, будучи типовими мешканцями лісостепової і лісової зон проникають далеко на південь по долині р. В. Куяльник. Наприклад, сіра жаба і звичайний тритон.

З амфібій, в гирловій зоні р. В. Куяльник і в прісноводних озерах пересипу лиману та ставках на балках, мешкають звичайний тритон (Trtturus vulgaris), червоночеревна жерлянка (Bombina bombina), ковганка звичайна

(Pelobates fuscus), сіра жаба (Bufo bufo), зелена жаба (Bufo viridis), квакша звичайна (Hyla arborea), озерна жаба (Rana ridibunda).

З рептилій зустрічаються: болотяна черепаха (Emys orbicularis), вуж звичайний (Natrix natrix), вуж водяний (Natrix tesselata), зелена ящірка (Lactrta viridis), прудка ящірка (Lacerta agilis), полоз жовточеревий (Coluber jugularis) і полоз чотириполосний (Elaphe qutuorlineata) (обидва полози занесені до Червоної книги України). Значну роль у відтворенні популяцій амфібій, водяного і звичайного вужів відіграють верхів'я і пониззя лиману. Для таких видів рептилій, як жовточеревний і чотириполосний полози, а також ящірок важливу роль відіграють степові ділянки схилів лиману. Схили лиману, урвища, всілякі ніші та уступи на терасах відіграють важливу роль для відкладання яєць зміями, а також для зимівлі ящірок і змій. Безцінну роль для розмноження озерної жаби і зеленої жаби, як найбільш масових видів амфібій, відіграють водно-болотні угіддя верхів’я лиману і прісноводі ставки-озера в його нижній частині.

Басейн р. В. Куяльник та Куяльницкого лиману відіграють величезне значення для птахів. Вони служать унікальною ланкою величезного міграційного ланцюга водно-болотних птахів в Африко-Євразійському коридорі їх прольоту. З точки зору гніздування навколоводних гідрофільних птахів, лиман найбільш цінний в його низинах і верхів'ях. Сприятливі умови для гніздування забезпечують розмноження птахів водно-болотного комплексу. В різні сезони року, в період міграцій, гніздування і зимівель тут зустрічається більше 200 видів птахів фауни України. Найбільшу кількість птиць було виявлено в серпні 2004 р. (Русев, 2005) [8]. Тоді було нараховано 45347 птахів з 19 видів. Основну частку склали малі чайки – 42450 осіб Чисельність пар, що гніздяться, і мігруючих видів в окремі роки досягає: до 2884 пар – строкатоносої крячки, до 2800 пар – річкової крячки та до 92 пар – морського зуйки [8]. Фауна птахів Куяльницкого лиману представлена також і багатьма рідкісними видами, що вимагають особливої охорони. Серед них, види, занесені до Червоної книги України.

Серед савців басейнів р. В. Куяльник та Куяльницького лиману є групи достатньо багатолітніх дрібних тварин, які відіграють величезну роль в трофічних зв'язках цієї природної екосистеми. Савці цієї території, окрім кажанів, становлять 28 видів.

Найбільш поширені з них: заєць русак, європейська косуля, кабан [8]. Тут також мешкають ссавців, що є надто рідкісними або зникаючими не лише для Одеської області, але й України та Європи. На території басейну річки та лиману відмічено 5 видів ссавців, внесених до Червоної книги України. Окрім цього, тут мешкає 3 рідкісних для України видів кажанів. Деякі види ссавців, у тому числі й низка видів кажанів, занесені в списки конвенцій [8].

1.7 Визначення гідроекологічного стану передгирлової області річки за таксоценозом водних жорсткокрилих (*Coleoptera: Hydradephaga, Polyphaga*)

На даний час Куяльницький лиман законодавчо визнано національним надбанням України [12, 13].

Інвентаризація складу біоти екосистеми басейну лиману, виконаної в різні роки різними організаціями і окремими фахівцями, показала надзвичайне різноманіття колобережної флори і фауни. Так, на цій території зареєстровано 14 рядів комах. З них 16 видів занесених до Червоної книги України та в інші переліки тварин, що охороняються законом. Флора судинних рослин налічує не менше як 800 видів. З них 17 видів занесені до Червоної книги України, 4 – до Європейського червоного списку, 15 – охороняється на території Одеської області.

Куяльницький лиман – це ланка міграційного ланцюга водно-болотних птахів в Афро-Євразійському коридорі їх прольоту.

Одним з головних осередкових елементів екосистеми Куяльницького лиману є р. В. Куяльник, а її гирлова область – безпосередня і найважливіша

складова ценозу верхів'я лиману, яка була прісноводною та визначала загальний гідроекологічний режим лиману. Перекриття русла р. В. Куяльник вище с. Северинівка обумовило зневоднення цього водного об'єкту, що веде до катастрофічної трансформації екосистеми лиману у цілому. Тому відновлення стоку є стратегічною умовою існування всієї екосистеми.

Очікується, що навіть часткове відновлення стоку р. В. Куяльник призведе до загальних позитивних зрушень згідно з відомими закономірностями становлення екосистем ветландів. Проте, процес відновлення (реабілітації) не може бути безконтрольним. Такий контроль передбачає відстеження реабілітаційної сукцесії, де «точкою відліку» приймається стан біоти в роки, передуючі перекриттю стоку в нижній течії р. В. Куяльник. Відповідно до вищесказаного, головною метою роботи є створення методології моніторингу з вихідною базою даних для відстеження становлення гідроекосистеми в ході екологічної реабілітації. Будується вона на принципах біоіндикації субценотичного рівня, що забезпечує достатню надійність і об'єктивність даних [14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 й ін.].

Враховуючи, що видове різноманіття біоти гирлової області р. В. Куяльник може обчислюватися тисячами видів, для досягнення поставленої мети, з точки зору достатності, у якості біоіндикатора обрано субценотичну категорію – таксоценоз водних жорсткокрилих.

Водні жорсткокрилі (*Coleoptera*) відповідають необхідним вимогам до підбору біоіндикаторів: мають майже повсюдне поширення, чисельні, мобільні (імаго миттєво перелітають в інші водойми при аномальних для виду змінах середовища), можливий пасивний облік (автоматизований моніторинг) та проведення моніторингу протягом усього року, трофічно різноманітні (фітофаги, сапрофаги, хижаки) [21, 22, 23].

Ключовим критерієм оцінок розглядаються життєві стратегії обраного таксоценозу згідно концепції річкового континууму [24].

З кількох причин об'єктом відстеження обрана ділянка р. В. Куяльник в районі с. Северинівка: по-перше, це гирлова область з необхідною екологічною

репрезентативністю, по-друге, для досягнення поставленої мети є необхідний матеріал (перманентно отриманий протягом 1973-2005 рр. ентомологами С.Я. Бліштейном і А.О. Орловим (за участю автора) під час різнопланових еколого-фауністичних досліджень у пониззі р. В. Куяльник і матеріалами, отриманими в результаті досліджень 2010р., згідно цієї НДР.

Істотними для роботи є результати спеціальних досліджень В.Г. Дедічко саме для р. В. Куяльник в роки, що безпосередньо передували зневодненню [25]. Хоча ці дані стосуються лише плотоїдних (*Coleoptera, Hydradephaga*), але вони поширюються на весь басейн річки від її витоків до гирла та охоплюють види, які нам не траплялися.

Робота виконувалась за методиками прийнятими в колеоптерології з деякими модифікаціями [26 й ін.]. Таксономічне визначення матеріалу виконувалось з використанням сучасних джерел [27, 29, 29 й ін.].

Значна частина матеріалу була у свій час опрацьована колеоптеролгами С.Я. Бліштейном і А.О. Орловим.

1.7.1 Еколого-фауністичний огляд водних жорсткокрилих (*Coleoptera: Hydradephaga, Polyphaga*) гирлової частини р. В. Куяльник як критерій її екологічного стану

Еколого-фауністична складова будь-якого водного об'єкту є основою багатьох теоретичних і практичних визначень гідроекологічного і природоохоронного напрямків.

До еколого-фауністичних узагальнень входить визначення видового складу с точки зору біорізноманіття, характер гідротопічного розподілу, трофологія, відношення до якості вод й ін. На основі цих даних створюються каталог гідробіонтів загальний та індикаційний, визначаються особливості

сукупних умов існування оцінюваного таксоценозу як показник стану гідроекосистемних виділів.

Всього у таксоценозі водних жорсткокрилих р. В. Куяльник за сукупними даними згідно наведеного нижче переліку визначено 120 видів з родин *Hydraenidae, Helophoridae, Spercheidae, Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae.* З них на різноїдних припадає 26 видів, плотоїдних – 94.

В межах цієї роботи була виконана гідротопічна спеціалізація водних жорсткокрилих гирлової частини р. В. Куяльник. Під гідротопічною спеціалізацією розуміється приуроченість видів таксоценозу до структур річкової системи (заплави, струмки, колобережні джерела тощо) за певним типом вод, текучістю, солоністю, типу ґрунтів тощо.

За цим гідроекологічним параметром визначається загальна гідроекологічна структура спільноти таксоценозу, яка відзеркалює якісний бік гідрологічних умов водного об'єкту за тривалий час (водність, глибини, наявність і характер проточності й ін.), тобто – структуру і характер гідрологічних утворювачів водного середовища.

Трактування класифікацій приуроченості гідробіонтів до певного типу гідротопів мають дуже широкий спектр [30, 31 й ін.]. Нами прийнята спрощена схема, адаптована до викладок В.Г. Дедичко [25], що дозволяє співвідносити наявні дані з його опублікованими матеріалами:

а) реофіли – мешканці водотоків:

1) річкові реофіли – мешканці руслових біотопів річок;

2) струмкові реофіли – мешканці струмків;

б) інундантіофіли – мешканці розливів річок і новостворених заплавних водойм,що мають безпосередній зв'язок з річкою;

в) кренофіли (кренобіонти) – мешканці джерел, джерельних боліт і водойм;

г) лімнофіли – мешканці стоячих водойм або стоячих ділянок водотоків:

1) політопні лімнофіли – населяють стоячі водойми;

2) оліготопні лімнофіли – види, що віддають перевагу стоячим водоймам певного типу (певного розміру або тельматофіли (A. lineatus) – мешканці тимчасових водойм).

За цією класифікацією аналізується гідроекологічна структура таксоценозу *Coleoptera* гирлової частини р. В. Куяльник (табл.1.6).

Таблиця 1.6 – Екологічні характеристики різноїдних водних *Coleoptera* гирлової частини р. В. Куяльник

Таксони	Екологічні характеристики				
	пр	G	Г	зп	р
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***
Hydraenidae					
Limnebius stagnalis	ол	п	пел	зв	р
L. crinifer	ол	п	пел	зв	зв
Hydraena sp.	ол	п	?	-	зв
Hydrochidae					
Hydrochus brevis	ол	п-с	пел	зв	р
Spercheidae					
Spercheus emarginatus	пл	п-с	пел	зв	р
Helophoridae					
Helophorus micans	ол	с	пел	зв	р
Helophorus liguricus	ол	п	пел	р	-

Продовження таблиці 1.6

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
Hydrophilidae					
Hydrophilus piceus	пл	п	пел	зв	зв
Hydrochara caraboides	ол	п	пел	зв	зв
Hydrobius fuscipes	ол	п	пел	зв	зв
Paracymus aeneus	стагноф	с	?	р	-
Laccobius biguttatus	ол	п	пел	зв	зв
Laccobius gracilis	л-р	п	арг	зв	зв
Laccobius simulatri	ол	п	?	зв	зв
Laccobius bipunctatus	пл	п	?	зв	зв
Enochrus melanocephalus	ол	п	пел	-	р
Enochrus caspius	стагноф	с	?	р	-
Enochrus quadripunctatus	стагноф	с	пел	р	-
Berosus luridus	ол	п	пел	зв	зв
Berosus spinosus	ол	п-с	пел	зв	зв

Позначення:

пр – відношення до проточності (ол – оліготопний лімнофіл, пл – політопний лімнофіл, стагноф – стагнофіл, л-р – лімно-реофіл);

G – відношення до солоності (п – прісноводний, п-с – прісноводно-солоноводний, с – солоноводний);

Г – відношення до типу ґрунтів (пел – пелофіл, арг – аргілофіл);

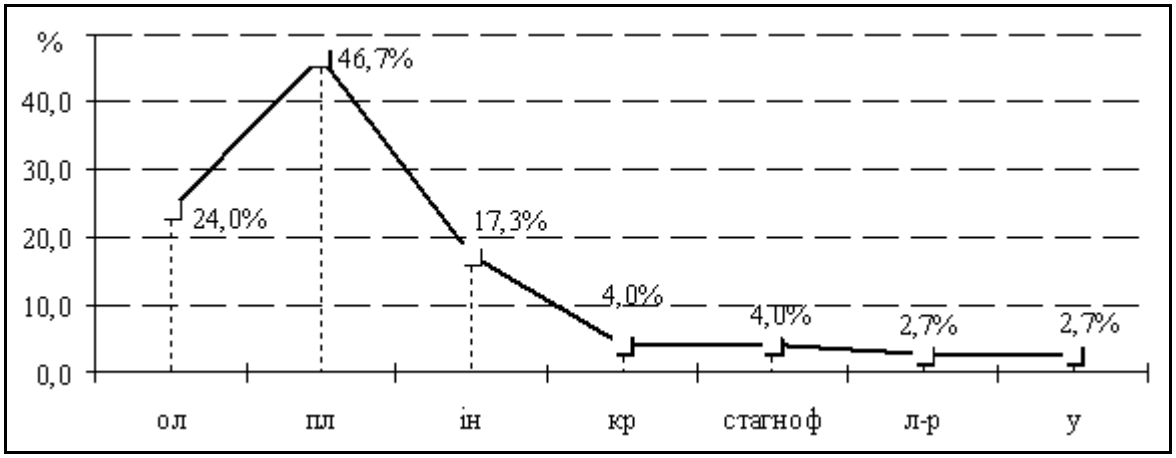
зп – заплавні утворення;

р – водотік (зв – звичайний, р – рідкісний);

? – даних нема.

Різноїдні жорсткокрилі (родини *Hydraenidae, Hydrochidae, Spercheidae, Helophorida, Hydrophilidae*), як видно з табл. 1.6, по відношенню до проточності представлені трьома групами – оліготопними лімнофілами, політопними лімнофілами, стагнофілами. Плотоїдні з родин *Haliplidae, Noteridae, Gyrinidae* – струмковими реофілами, політопними лімнофілами, кренофілами, інунандофілами, реолімнофілами.

З рис. 1.2 видно, що найбільшу питому вагу за кількістю видів мають оліготопні лімнофіли, політопні лімнофіли, нундантіофіли. Інші угрупування є малозначущими. Тобто основу таксоценозу складають види, приурочені до лімничних вод



ол – оліготопні лімнофіли; пл – політопні лімнофіли; ін – інундантіофіли; кр – кренобіонти; стагноф – стагнофіли; л-р – лімно-реофіли; у – убіквисти

Рисунок 1.2 – Відсоткове співвідношення видів таксоценозу водних *Coleoptera* гирлової частини р. В. Куяльник за гідротопічним розподілом

За гідротопічним розподілом до оліготопних лімнофілів відносяться такі види як *Limnebius stagnalis, Hydrochus brevis, Helophorus micans, Hydrochara caraboides, Laccobius biguttatus, Enochrus melanocephalus, Berosus spinosus* й ін.

Групу політопних лімнофілів складають такі види як *Spercheus emarginatus, Hydrophilus piceus, Peltodetes caesus (Duft.), Hydrogliphus geminus (F.), Ilybius fuliginosus (F.), Laccophilus minutus (L), Colymbetes fuscus (L.)*.

Інундантіофіли представлені такими видами як *Hatiplus furcatus Scv., Haliplus fuluus (F.), Agabus labiatus (Brahm.), Rhantus grapii (Gyllen.), Colymbetes striatus (L.), Dytiscus dimidiatus Bergst, Dytiscus circumflexus F* й ін.

Кренофіли – *Hatiplus lineatocotlis (Mareh.), Hvdroporus discretus Fair., Agabus paludosus (F.)*.

Стагнофіли – *Paracymus aeneus, Enochrus caspius, Enochrus quadripunctatus*.

Убіквисти – *Liopterus haemorrhoidahs (F.), Bidessus unistrtatus (Goeze)*.

Лімно-реофіли – *Laccobius gracilis, Hatiplus immaculalus Gerh.*

Справжніх реофілів – лише *Agabus biguttatus (Oliv.)*.

Структура водних *Coleoptera* гирлової частини р. В. Куяльник за галобністю визначена по системі індикаторів галобності, що побудована на основі індикаційної класифікації Кольбе-Хустедта [30, 31]. Вона має широке застосування в індикації стану водних об'єктів, оскільки охоплює великий диапазон концентрацій, властивий природним водам [32].

Розрізняють такі індикаторні групи водних жуків:

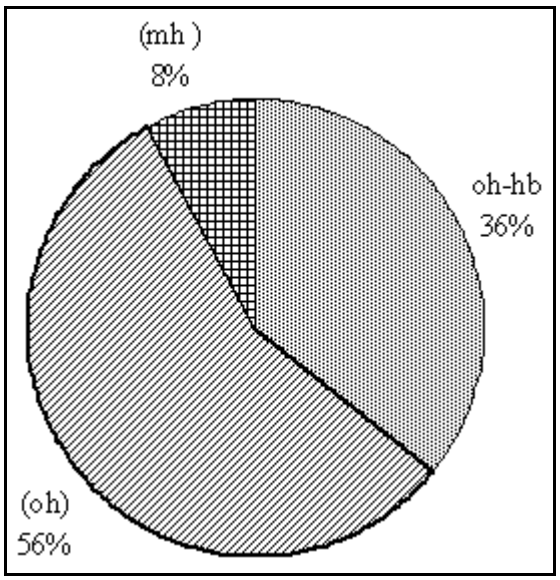
а) *мезогалоби* (mh) – солонуваті води (5-20‰);

б) *олігогалоби* (oh) – прісноводні, або злегка солонуваті (0-5 ‰);

в) олігогалоби-галофіли (oh-hl) – переважно прісноводі, але поширені також у водах з невисоким рівнем концентрації NaCl;

г) олігогалоби-галофоби (oh-hb) – типово прісноводі, такі, що уникають навіть невеликих підвищень солоності.

З рис. 1.3 видно, що для імаго при досить великій кількості олігогалобів – галофобів (типово прісноводних), домінуючою групою є олігогалоби.



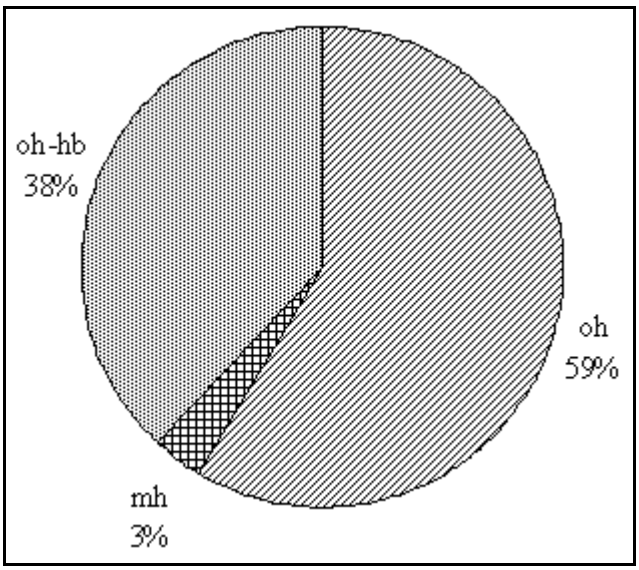
oh-hb – олігогалоби-галофоби; oh – олігогалоби; oh – мезогалоби

Рисунок 1.3 – Співвідношення видів (імаго) в таксоценозі водних *Coleoptera* р. В. Куяльник за галобністю

Таке співвідношення можна вважати типовим для водойм арідної зони, тому воно лише частково показове для гідроекологічних оцінок, де критерієм сезонного зниження водності слугує підвищення рівня солоності вод. Дійсно, при підвищенні солоності питома вага галофобів імаго знижується, але імаго відносно толерантні до короткочасного підвищення солоності. Тому більш показовим стає порівняння галотолерантності на передімагіальних стадіях як більш вразливої фази розвитку. Більше того, не у всіх випадках імаго і личинки одного виду можуть бути однаково галотолерантними.

Наприклад, у таких видів як *Hydaticus semimger (De Ger), Graphoderus austriacus (Slurm.), Gyrinus suffriani Seriba* й ін. імаго відноситься до галофілів, а личинка – до галофобів.

З рис. 1.4 видно, що за критерієм галобності личинкової стадії водних плотоїдних жорсткокрилих, співвідношення галотолерантних видів і галофобних майже однакове. За галобністю, в р. В. Куяльник у роки, що передують зневодненню, існувала тенденція до засолення.



oh-hb – олігогалоби-галофоби; oh – олігогалоби; oh – мезогалоби

Рисунок 1.4 – Співвідношення видів (личинок) в таксоценозі водних *Coleoptera* р. В. Куяльник за галобністю

Вагомим аргументом до цієї тези може слугувати структура таксоценозу за гідротопічним розподілом видів певної галотолерантності. Так, з рис. 1.5 видно, що за структурою спільнот таксоценозу водних *Coleoptera* гирлової частини р. В. Куяльник серед убіквістів *(Liopterus haemorrhoidahs, Bidessus unistrtatus)* і кренофілів *(Hatiplus lineatocotlis, Hydroporus discretus, Agabus paludosus)* присутні лише олігогалоби з вельми незначною питомою вагою за відношенням до таких з політопних лімнофілів (ПЛ). Лімно-реофіли *(Laccobius gracilis)* представлені лише однією олігогалобно-галофобною формою.

Більшим різноманіттям за галобністю представлені лімнофіли. Тут присутні олігогалоби-галофоби (oh-hb), олігогалоби (oh) і мезогалоби (mh). Причому, важливо відмітити, що присутність мезогалобів *(Helophorus micans, Hygrotus enneagramus, Hydrogliphus geminus)* за питомою вагою знаходиться на межі випадковості.

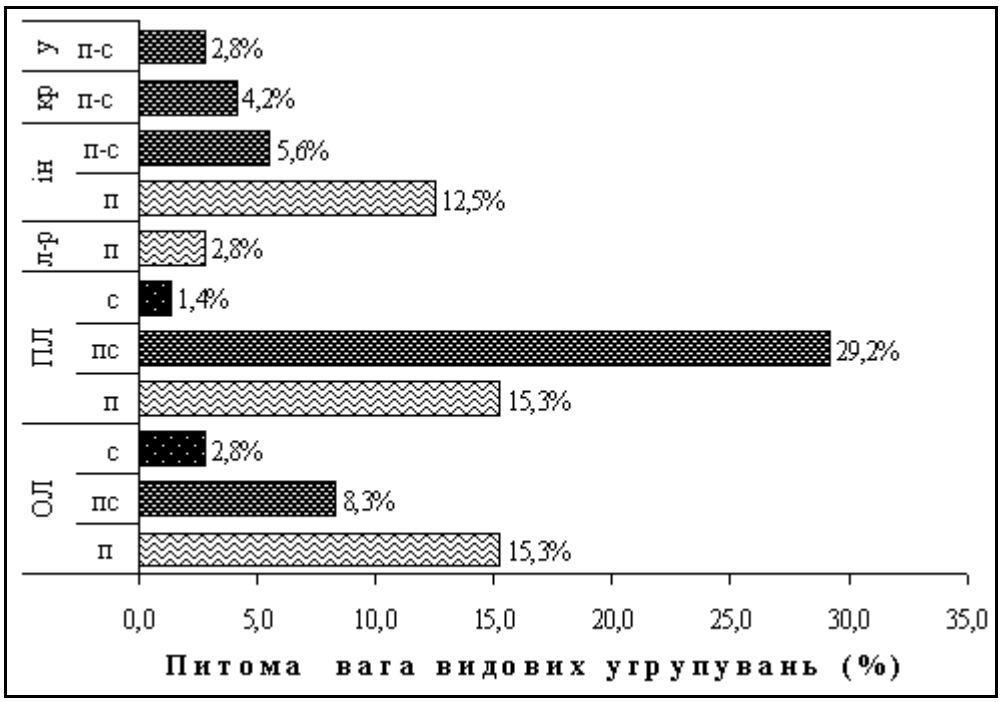


Рисунок 1.5 – Структура таксоценозу водних жорсткокрилих (*larvae*) р. В. Куяльник за гідротопічним розподілом і галотолерантністю (пояснення в тексті)

Щодо таких форм як олігогалоби і олігогалоби-галофоби, то слід відмітити виразну відмінність у структурі оліготопних (ОЛ) і політопних (ПЛ) лімнофілів. Серед оліготопних лімнофілів переважають олігогалоби-галофоби (такі як *Limnebius stagnalis, Helophorus liguricus, Hydrobius fuscipes, Enochrus melanocephalus, Berosus luridus* й ін), а серед політопних – олігогалоби (*Haliplus zacharenkoi, Hygrotus inaequalis, Agabus bipustulatus, Ilybius qadriguttatus, Rhantus suturalis, Dytiscus dimidiatus, Cvbister lateralimargmalis* й ін.).

Описана стркутура таксоценозу водних жорсткокрилих на момент, передуючий зневодненню гирлової частини р. В. Куяльник, свідчить, з одного боку, про екологічну сталість з гідроекологічними особливостями осередку, обумовленими такими водними умовами як відсутність проточності (течії), початком засолення через інсоляцію при підвищеній мінералізації і можливих вітрових нагонах збоку Куяльницького лиману.

Трофологічна структура водних жуків у гідроекологічній оцінці гирлової області р. В. Куяльник, характеризує розподіл потоку енергії в екосистемі, що визначається трофікою гідро біонтів та досить надійно характеризується співвідношенням водних організмів з різними стратегіями харчування (фільтраторів, збирачів, детритофагів, хижаків й ін.).

Так, перевага фільтраторів за чисельністю показує, що екосистема добре справляється з самоочищенням, а перевага детритофагів, навпаки, є ознакою органічного забруднення [33, 34, 35 й ін.]. Також встановлено, що при негативних впливах на гідроекосистеми, роль хижаків закономірно зменшується [36]. Таким чином, трофічна структура таксоценозу водних жуків обов'язково має бути присутньою у системі гідрокологіческіх оцінок.

Для таксоценозу водних жуків гирлової області р. В. Куяльник з літератури, що стосується харчування водяних жуків, встановлено такі трофічні типи:

а) фітофаги – *Peltodetes caesus (Duft.), Brychius elevatus eristatus (Sachberg, 1873)* й ін.;

б) сапрофаги – види родів *Laccophilus, Ilybius, Hydroglyphus, Agabus, Liaphlus;* зоофаги – *Acilius. canaliculatus Nicol., Hydrobius fuscipes L.,* види родів *Anacena, Rhantus, Haliplus, Gyrinus, Dytiscus, Cecyon, Cybister, Graphodes, Scarodytes halensis* (F.);

в) детритофаги – *Spercheus, H. griscus F., 1775, Hydrobia, Hatiplus lineatocolis (Mareh.), Noterus clavicornis (De Geer)*;

г) поліфаги – види родів *Coelostoma, Hydrochara, Bidessus, Hygrotus, C striatus (L., 1758).*

З рис. 1.6 видно, що у трофологічній структурі водяних жуків у 1973-2006 рр. проглядається відносно невелика питома вага детрито- і сапрофагів – споживачів рослинного і тваринного опадів. З цього витікає, що для пониззя р. В. Куяльник не є характерною підвищена евтрофікація з відповідним насиченням органікою.

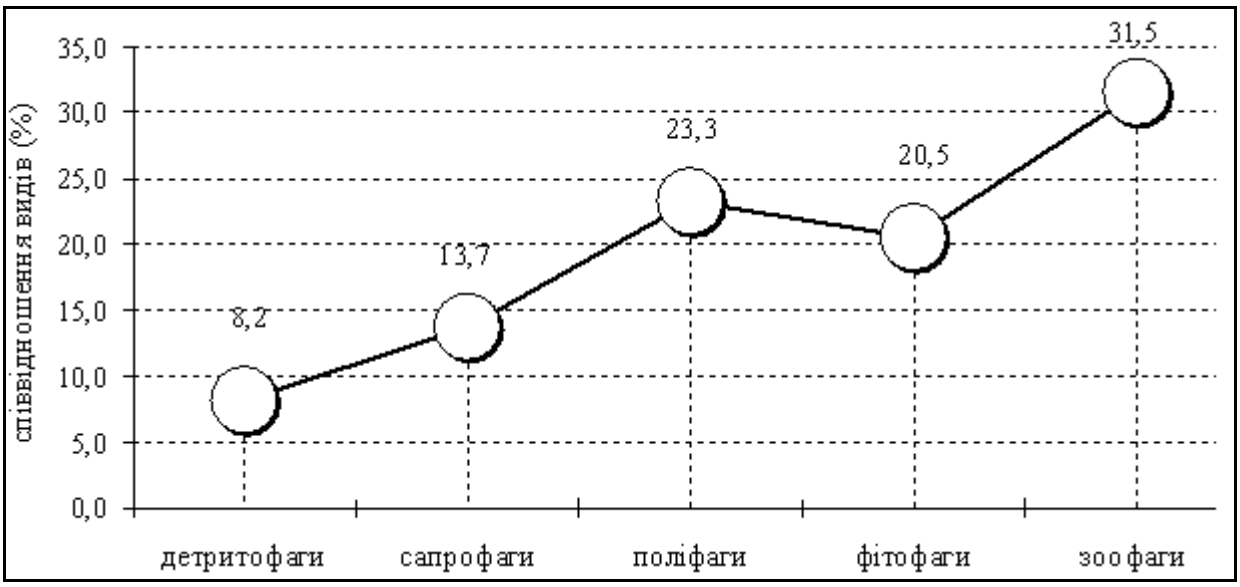


Рисунок 1.6 – Трофологічна структура водних жорсткокрилих гирлової області р. В. Куяльник (2000-2006 рр.)

Натомість спостерігається превалювання хижаків з досить значною питомою вагою поліфагів зі змішаним рослинно-плотоїдним харчуванням. Таким чином, у попередні періоди існувала структуйована трофічна мережа, характерна для сталих мезотрофних умов, тобто, була відносно стабільна проточність з тенденцією сезонного зменшення.

Структура водних *Coleoptera* гирлової частини р. В. Куяльник за сапробністю. У практиці визначення якості вод відомі приклади використання для біоіндикації гідробіонтів: на суборганізменому рівні, на рівні організму, популяційному і спільнотному. Можливості та ефективність застосування цих характеристик істотно відрізняються.

Так, методи біоіндикації, пов'язані з дослідженнями на суборганізменому рівні, можуть бути дуже чутливими до дії деяких факторів середовища, але погано відбивають якість середовища в цілому. Це ж відноситься й до показників, що визначаються і на субклітинному, на клітинному і тканинному рівнях (Зубкович й ін., 1988; Ілінська, 1988; Урванцева, Сибріков, 1987; Маляревська, Карасіна, 1988) [37, 38, 39 й ін.].

У зв'язку з цим, біоіндикація на суборганізменому рівні може мати лише другорядне, допоміжне значення. Для загальної оцінки якості середовища і стану екосистем набагато більш значущий реакції на організмовому, популяційному і, особливо, ценотичному рівнях [40, 41, 42].

Досить чутливими індикаторами впливів виявляються кількісні показники, що враховують абсолютну або відносну кількість сукупності видів, що входять до складу спільноти і мають певну життєву стратегію [43, 44, 45, 46 й ін.].

Стосовно водяних жуків, відповідні реакції видів на органічне забруднення навколишнього середовища ще вимагають додаткового вивчення. Однак, для деяких видів вже встановлені параметри сапробності. Але, якщо зіставити кількість видів з встановленими параметрами сапробності (табл. 1.7) [47] та загальною кількістю видів водяних жуків, зареєстрованих в Україні, то ступінь їх вивченості становить 31,8 %.

Разом з тим, водні жорсткокрилі залишаються одними з найбільш чутливих індикаторів сапробності. Тому для практики гідробіологічного моніторингу вкрай важливо мати повний пакет сапробіологних даних для максимально можливого числа видів. У зв'язку з цим і з метою заповнення пробілів у частині встановлення відношення зазначених у пониззі р. В. Куяльник видів до якості вод, пропонується система відношення видів до сапробності вод і трофності водойм.

Критерієм відносини виду до якості вод є визначені нами і відомі за літературою гідротопічна приуроченість видів у додатку до сапробіологічних показників. При цьому наголошується, що нами розглядаються два взаємопов'язаних моменти – відношення виду до трофності водойми і до сапробності вод. За основу прийнята закономірність, яка полягає в тому, що при евтрофікації водойми в співтоваристві водяних жуків відбуваються зміни від вихідної мезотрофної спільноти (*Hydrophilidae, Haliplidae, Noteridae, Gyrinidae, Dytiscidae*) → I стадія евтрофікації (*Hydrophilidae, Gyrinidae, Dytiscidae*) → II стадія евтрофікації (*Hydrophilidae, Gyrinidae*).

Таблиця 1.7 – Сапробіологічні показники для водних жуків [47]

Таксони	Тип вод (s)	Сапробність (S)
Gyrinus sp.	o-a	2
Hygrotus sp.	o-b	1.5
Hydroporus sp.	o-b	1.5
Hyphydrus sp.	o-b	1.5
Dytiscus sp.	o-a	2.15
Hydrous sp.	o-b	1.5
Haliplus sp.	o-b	1.5
Haliplus, larva	o-b	1.5
Hyphydrus, larva	o-b	1.5
Hydroporus, larva	o-b	1.5
Acilius, larva	o-a	2
Dytiscus, larva	o-a	2.15

Відповідно до закономірності напрямку змін у складі водних жескокрилих в ході евтрофікації водойм, нами побудовано модель-схему визначення ступеню та характеру сукцесій (евтрофікації водойм за сукупним складом водяних жорсткокрилих) з різним характером гідротопічної приуроченості. До цієї схеми включено фактор засолення, який суттєво може вплинути на хід евтрофікації.

Встановлення індексів сапробності для видів традиційно виконується емпіричним шляхом: зіставляється гідрохімічний склад вод з присутністю в них того або іншого виду. Однак, такий підхід не має достатньої об'єктивності, про що свідчать численні зауваження у літературних джерелах. Тобто, наведені в методичних рекомендаціях до біомоніторингу дані про індекси сапробності видів вже спочатку не коректні і вимагають уточнень.

З цих міркувань пропонується еколого-гідрохімічний критерій визначення сапробності. Посилкою до означеного підходу є уявлення про те, що гідротопічна приуроченість того чи іншого виду гідробіонтів – це один з показників його адаптації до водойми з певною трофністю і сапробністю (s).

Тоді, знаючи характер і ступінь гідротопічної приуроченості гідробіонтів, шляхом кореляційного зіставлення параметрів приуроченості і характерних гідрохімічних показників, властивих водам даного гідротопу (водойми), представляється можливим встановити діапазон показника індексу сапробності (S).

Так, якщо для виду характерна приуроченість до водойм з чистою водою, то, звертаючись до відомих характеристик таких вод, можна визначити діапазон його індексів сапробності, як 0,50-1,50. Або, якщо вид характеризується приуроченістю до вод, які характеризуються як а-мезосапробні, то для нього правомочний діапазон сапробності 2,51-3,50.

Також доречно зауважити, що зональне розташування водойми вже істотного значення не має, тому що сапробність вказується у діапазоні значень. На цьому принципі побудована спільна для водяних жесткорилих індикаційна шкала (табл. 1.8), до якої входять не тільки види, зазначені для р. В. Куяльник, але й потенційно можливі при кардинальних змінах у буд-якому з напрямків.

Найбільш доступним у визначенні сапрбності є відомий метод Пантле-Букка в класичній модифікації Сладечека:

$$S = \frac{\sum s_i \cdot h_i}{h_i}, \qquad (1.1)$$

де S – ступінь сапробності спільноти;

s_i – сапробні значення організму-сапробіонта;

h_i – частота зустрічаємості сапробіонта в пробі.

Таблиця 1.8 – Індикаційні характеристики водяних жуків за сапробністю (пояснення в тексті)

Таксони	Зона	S	Клас вод	Рівень забруднення
1	***2***	***3***	***4***	***5***
Brychius elevatus eristatus Scarodytes halensis	ксеносапробна	до 0,50	1	дуже чисті
Oreodutes sanmarki	олигосапробна	0,50-1,50	2	чисті
Nebnoperus suavis (Sharp, 1882)				
Agabus semicormis (Payk., 1799)				
H. mem nonius (Nicolai, 1882)				
Rhantus (Nartus) grapii				
R. (R.) suturellus				
H. (H.) seminiger				
H transversalis				
Cybister (Scaphinectes) lateralimarginalis				
Haliplus zacharenkoi	b-мезосапробна	1,51-2,50	3	помірно забруднені
H. lineolatus				
Gyrinus minutus				
Gyrinus paykulli				
Laccophilus poecilus				
Hygrotus piceus				
H. impressopunctatus impressopunctatus				
H. (C.) enneagrammus				
Agabus ssp.				
Rhantus (R. frontalis				

Продовження таблиці 1.8

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Dytiscus (D. persicus				
Hydrochara caraboides				
Haliplus spp				
Noterus spp				
Laccophlus sharpi				
Hydroporus (ex parte)				
Porhydrus spp				
Hydrobius fuscipes				
Rhantus fennicus				
R. exoletus				
Colymbetes				
Hydaticus				
Graphoderus,				
Dytiscus circumcinctus				
D. semisulcatus				
D. dimidiatus				
Yola bicarinata	а-мезосапробна	2,51-3,50	4	забруднені
Beronestes sahibergi				
Hydrobia hermanii				
Neohaliplus linealocolis				
Liaphlus fulvus (Fabricus, 1801)				
Ilibius				
Subtilis				
I. neglectus				
I. chalconolus				
I. later				
I. similis				
I. monlanus				

Продовження таблиці 1.8

1	*2*	*3*	*4*	*5*
Bidessus unistriatus	полисапробна	3,51-4,00	5	дуже забруднені
Hygrotus inaequalis				
Haliplus spp.				
Hygrotus polonicus				
Bidessus delicafulus				
Bidessus calabricus				

Встановити сапробність для спільноти водяних жуків річкової системи Великого Куяльника на даний момент неможливо, оскільки узагальнених даних по частоті немає: приведені В.Г. Дедічко [25] характеристики «рідкісні», «звичайні» відносяться до фауністичних оцінок і не можуть в повній мірі відповідати вимогам шкали зустрічності, прийнятої у сапробіології. В майбутньому моніторингу цей пробіл потребує заповнення.

1.7.2 Методологія таксоценотичного колеоптероїдного моніторингу для р. В. Куяльник

Призначення даного моніторингу полягає в контролі за ходом майбутньої реабілітації екосистеми р. В. Куяльник і верхів'я Куяльницького лиману. Це спеціальна авторська розробка, принцип якої апробовано для умов передгирлової області р. Дністро та Дністровського лиману на основі таксоценозів макрофітів, планктонних і бентосних коловерток (*Rotifera*), справжніх п’явок (*Euhirudinea*), двостулкових молюсків (*Bivalvia*), черевоногих молюсків *(Gastropoda*), вищих ракоподібних (*Malacostraca*), бабок (*Odonata*),

волохокрилих (*Plecortera*), жорсткокрилих (*Coleoptera*), одноденок (*Ephemeroptera*), амфібіотичних довговусих двокрилих родин *Limoniidae, Tipulidae, Chironomidae (Diptera, Nematocera*), амфібіотичних коротковусих двокрилих *(Diptera, Brachycera*), водяних напівжорсткокрилих (*Heteroptera: Nepomorpha, Gerromorpha*), земноводних (*Amphibia*) й ін. [48].

При необхідності ці напрацювання можуть бути адаптованими до умов екосистеми р. В. Куяльник і верхів'я Куяльницького лиману, що дозволить мати досить повну картину сукцесій у будь-якому гідроекологічному стані водного об'єкту.

На даний період пропонується у якості індикаторного таксоценозу лише водяних жорстокрилих, який достатньо репрезентативний і відповідає вимогам реабілітаційного моніторингу.

З десятків можливих критеріїв моніторингових оцінок нами обрано ключові, що дозволяють визначати динаміку гідрологічного стану протягом сезону та у багаторічному перебігу:

– динаміка структури таксоценозу за видовим різноманіттям і екологічним стандартом, як загальний гідроекологічний показник у тенденціях становлення екосистеми;

– динаміка структури таксоценозу за гідротопічним розподілом і складом таксоценозу за галобністю, як інтегральний показник динаміки гідрологічних умов (різноманіття гідротопів за геоморфологією, водністю і галобністю);

– для визначення характеру і напрямків гідроекологічних сукцесій головними критеріями є якість води за сапробністю і стан водного об'єкту за трофністю, які також відображають характер водообміну.

В основу концепції побудови моніторингу для умов гирла р. В. Куяльник покладено сучасні методи біотестування за індикаторними групами, відповідно до яких стан водної системи відображається за складом угруповань водних організмів [49, 50], наявність та структуру показників екологічних процесів, антропогенних змін природних умов [51].

За цим визначенням, саме умови середовища є об'єктами біоіндикації. У нашому випадку об'єктом індикації є водність гирлової частини р. В. Куяльник, як умова гідротопічного структурування, яким, у свою чергу, обумовлюється гідротопічна структура і, як наслідок, – різноманіття біоти водного об'єкту.

З двох рівнів (видового і біоценотичного) нами приймається варіант таксоценотичного як варіант біоценотичного, де також враховуються показники різноманітності видів, різноманіття життєвих форм, трофічна структура співтовариства тощо.

Основний спосіб – реєструюча біоіндикація, що припускає визначення таких екосистемних показників як склад видових популяцій, просторове гідротопічне розміщення окремих компонентів біологічних спільнот. Аргументом до цього вибору слугують визнані методологічні переваги за показниками структури спільнот перед аутекологічними оцінками. Ці переваги пов'язані, перш за все, з можливостями отримання швидкої і досить точної інтегральної оцінки стану середовища, а також можливість діагностувати причини змін, що відбуваються в даній екосистемі.

Структурними показниками в нашому випадку є спектр угруповань за ознакою гідротопічного розподілу зі ставленням видових угрупувань до галобності. При необхідності коло структурних показників може бути розширене включенням показників трофічної структури, популяційних параметрів (частоти, щільності, домінування та ін.). У якості аналітичних показників для визначення видової подібності в межах групи місцеіснувань може бути рекомендованим індекс біотопічної дисперсії (IBD):

$$IBD = 100 \cdot (T - S) / ([n - 1] \cdot S), \qquad (1.2)$$

де T – сума видів, зазначених у кожному з порівнювальних описів;

S – число видів у всій серії описів,

n – число описів.

Корисним буде визначення коефіцієнтів таксономічної подібності (відмінності). При дуже низьких величинах подібності корисний коефіцієнт Чекановського-Серенсена (Cs):

$$Cs = 2 \cdot j / (a \cdot b), \quad (1.3)$$

де j – число загальних видів на обох майданчиках (пробах);

a і b – кількість видів на кожній з проб.

При високому ступені подібності порівнювальних місцеперебувань – коефіцієнт Жаккара (C):

$$C = j / ([a \cdot b] - j). \quad (1.4)$$

Також придатні загальноприйняті біотичні індекси видового різноманіття такі як: індекси Шеннона, домінування Сімпсона, Маргалефа, ранговий розподіл видів та інші. При цьому слід враховувати неоднозначність індексів. Наприклад, індекс Сімпсона вважається більш чутливим до змін умов середовища в порівнянні з індексом Шеннона [52].

Методи біологічної індикації сапробності в даний час також визнані досить ефективними, тому що дають безпосередню оцінку стану екосистем та їх окремих компонентів [53].

1.7.3 Схема моніторингу для р. В. Куяльник на основі колеоптероїдного комплексу

Ця методика є результатом синтезу викладених вище даних. Методика є повністю оригінальною розробкою, починаючи з її ідеї, орієнтованої для практичного застосування. При цьому особливістю є те, що робота з нею не вимагає спеціальної ентомологічної підготовки.

Технологічними параметрами колеоптерологічні моніторингу є:

а) оцінка динаміки водності об'єкту;

б) відстеження динаміки трофності водойми;

в) відстеження динаміки сапробності вод;

г) непряме визначення та відстеження концентрації розчинених катіонів та аніонів (I – K^+, Na^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} та Cl^-, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, HCO_3^{2-}, II – Ba^{2+}, Pb^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+}, Mn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Al^{3+} та Br^-, I^-, PO_4^{3-}, III – NO_2^-, NO_3^-, S^{2-}, PO_4^{3-});

д) відстеження динаміки біорізноманіття, як показника екосистемної сталості.

Етапи роботи такі:

а) отримання вихідних даних за складом індикаторного таксоценозу;

б) обробка отриманих даних;

в) формування технологічних висновків.

Вихідними даними є такі параметри:

а) видовий склад імаго жуків;

б) співвідношення видів за ознаками гідротопічного розподілу, за ознакою галобності, трофічної та сапробіологний структури і т.п.

Методика визначення видового складу індикаторного таксоценозу наведена нижче.

Визначення видів (діагностика) є найістотнішим моментом, що визначає достовірність гідроекологічних оцінок. Діагностика може виконуватися у двох рівнях: перший – детальний, який вимагає спеціальних навичок і досвіду роботи та виконується за допомогою відповідних визначальних таблиць [27], а другий – за найпростішою іконографічною таблицею, яка пропонується нами для широкого користування (рис. 1.7).

Отримуючи й підраховуючи в пробі види жорсткокрилих, показані в матриці, отримуємо достатні дані для узагальнень про стан водойми, якість води та ін. Такі вибірки треба здійснювати щорічно в осінньо-зимовий, ранньовесняний, літній, пізньо-літній періоди.

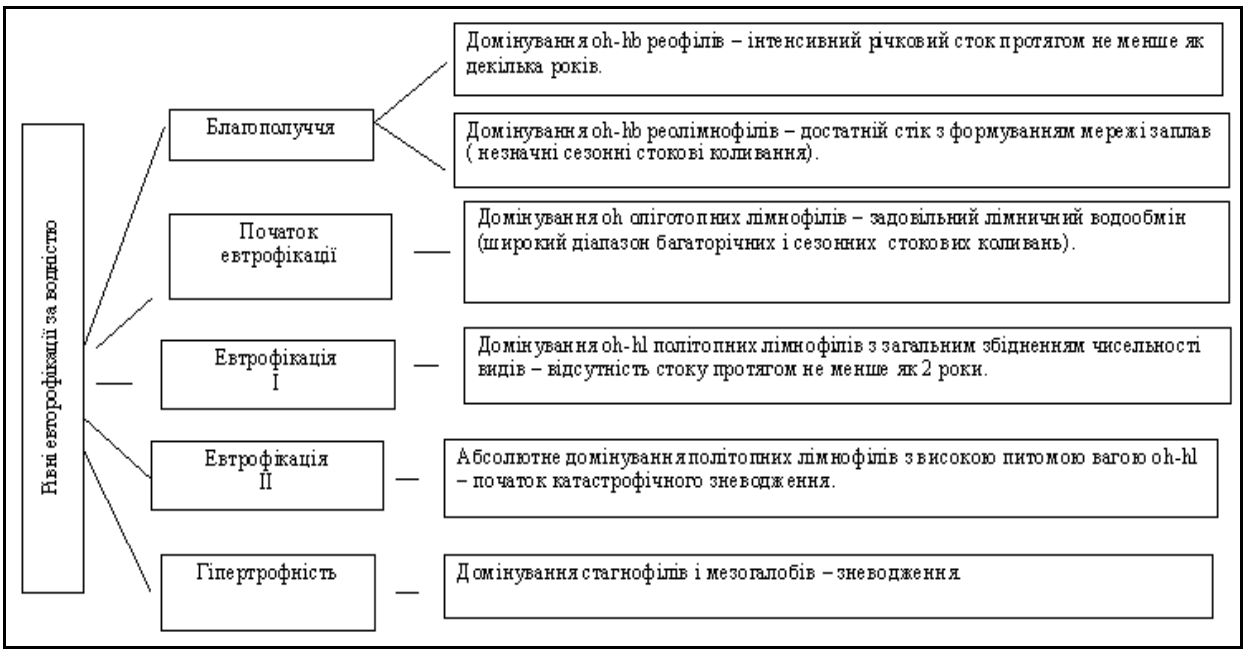


Рисунок 1.7 – Матриця до визначення стану гирлової області р. В. Куяльник за трофністю

Для обліку та вилову жуків нами пропонуються два способи – активний облік та вилов трофічними пастками.

Активний облік виконується сачком стандартного діаметру (35 см), при цьому, проба формується десятьма проводками сачка, який ставлять нижче за течією того місця, що збираються обловлювати. На ділянці яка обстежується, збовтати мул необхідно так, щоб організми піднімалися з дна і течією заганялися в сачок. У місцях зі слабкою течією (затоках і т.п.) сачком проводять вздовж водної рослинності по обраній транссекті (створу).

Вилов трофічними пастками є більш технологічним способом виявлення та обліку індикаторних жорсткокрилих. Пастки виставляються вздовж потрібної транссекти, заряджаються приманкою (залишки тварин або рослин). Такі пастки перевіряються 1 раз на тиждень.

Пристрій трофічної пастки для жуків малої і середньої розмірності, що показано на рис. 1.8, призначений для дослідження жуків, які живуть у товщі води або на її поверхні.

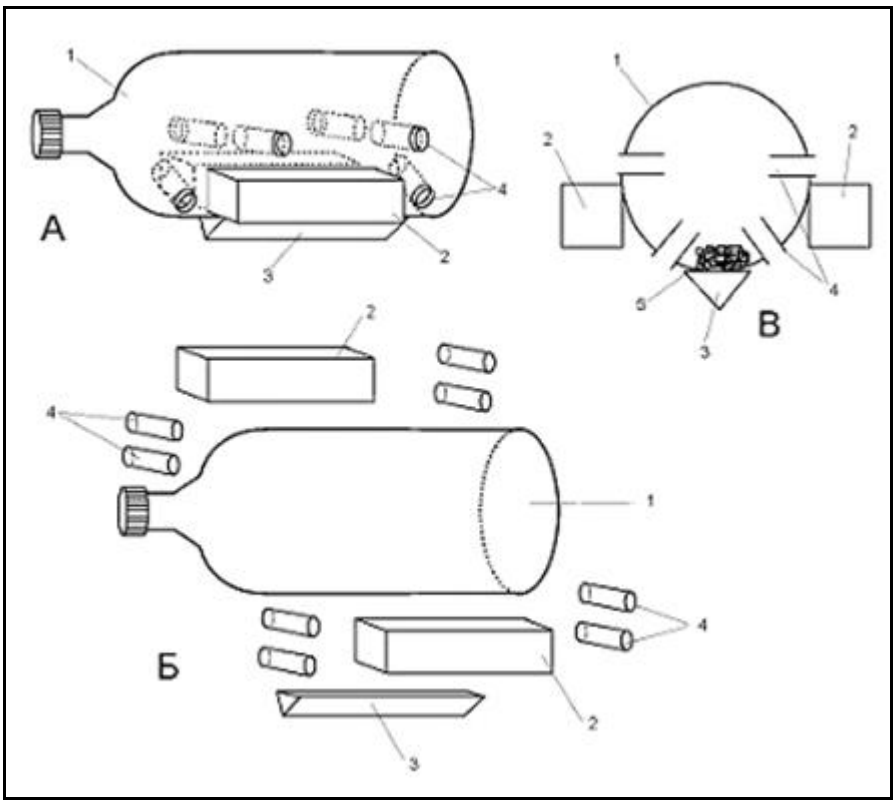


Рисунок 1.8 – Плаваюча пастка з приманкою (за М.Н. Цуриковим) [54] (пояснення в тексті)

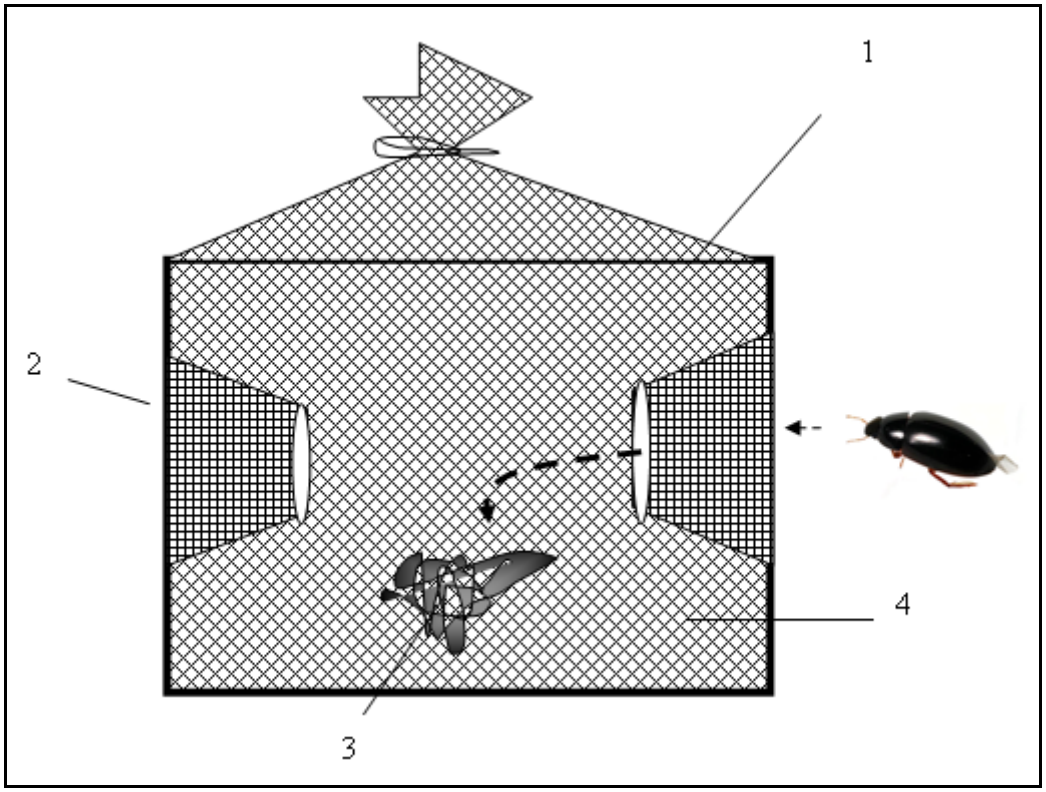
Пастка складається з пластикової пляшки (1) ємністю 1,5 л, двох поплавців (2) з пінопласту, грузила (3) і 8 пластикових трубок (4). У пляшці (1) потрібно виконати 8 отворів діаметром 15 мм так, щоб лежачи на боці було по 2 отвори з кожного боку вздовж серединної лінії, а по 2 інших були спрямовані вниз під кутом до горизонтальної площини.

У отвори слід занурити пластикові трубки (4) діаметром 15 мм і довжиною 30-40 мм так, щоб назовні виходило не більше 3-5 мм довжини трубки. З боків пляшки (1) потрібно прикріпити поплавці (2) (50×50×50 мм), а до нижньої поверхні – грузило (3) (100 г) для підвищення стійкості конструкції.

Всередину пляшки (1) потрібно помістити приманку (5), після чого пастку можна встановлювати на поверхні водойми.

Половина пляшки (1) заповнюється водою, що посилює поширення запаху по воді і спонукає тварин проникати всередину пастки, вибратися з якої вони не можуть, тому що не знаходять отворів, що знаходяться на відстані від прозорих стінок пляшки. Для вилову бентосних жуків пастка занурюється глибше будь-яким способом.

Для вилову великих жуків використовується сконструйована нами пастка типу верші (рис. 1.9).



1 – дротяний каркас, 2 – конусний отвір,

3 – приманка, 4 – сітка (діаметром не більше 1,5 мм)

Рисунок 1.9 – Схема трофічної пастки для водяних жуків великих розмірів

За отриманими даними в залежності від кваліфікації фахівця формується більш-менш широкий спектр екосистемних висновків.

Отримані дані формуються у вигляді таблиці (табл. 1.9) та оброблюються в такому порядку:

- визначення видів;
- підрахунок особин кожного виду-індикатора;
- перерахунок щільності, частоти популяції видів-індикаторів;
- аналіз гідротопічного розподілу по щільності і частоті;
- аналіз за водністю й ін.

Таблиця 1.9 – Форма таблиці обліку та вилову водяних жуків

Номер пастки	Вид жука	Кількість особин, F	Щільність, V	Частота, P
1	***2***	***3***	***4***	***5***

Під щільністю розуміється середня кількість особин цього виду в перерахунку на одиницю обліку, якою може бути площа, об'єм або вага якого-небудь субстрату, час, число операцій і т.д. Щільність (V) визначається за виразом:

$$V = k / n, \tag{1.5}$$

де k – сума всіх особин виду в усіх пробах;

n – кількість проб.

Частота (коефіцієнт попадання) – це показник відносного числа проб, де є даний вид, до загального числа проб, виражений у відсотках (P, %):

$$P = 100 \cdot n / N, \tag{1.6}$$

де n – кількість проб, в яких вид виявлений;

N – кількість обстежених проб.

Головними визначеннями, що отримуються за вихідними даними є загальний гідроекологічний стан за водністю, трофністю, сапробністю.

Визначення рівня евтрофування водойми здійснюється за результатами аналізу гідротопічної структури таксоценозу (на основі виявлення складу і дефиренціації видів за щільністю і частотою, належністю до певного типу гідротопічного розподілу).

Визначивши гідротопічну структуру за складом таксоценозу і за питомою вагою кожного з типів гідротопічної приуроченості через схему, показану на рис. 1.7, виконується оцінка стану водойми за трофністю. Визначення зон сапробності і класу якості води здійснюється за методикою, описаною вище в розділі 1.7.1.

Після типізації водойми за трофністю і сапробністю за кореляційними таблицями з [55] та з [56] оцінюються множинні гідрофізичні, гідрохімічні параметри водного об'єкту. Тобто, визначивши тип трофічності річки за таксоценотичною структурою за [55] можна отримати орієнтовні данні з продуктивності за планктоном, вмісту біогенів й ін. За визначеною сапробіологічною типізацією отримані параметри стану водойми можуть бути доповнені даними про насиченість киснем, вміст нітратів, нітритів й ін.

Обстеження рекомендується виконувати у II декаді квітня (весняний облік), III декаді травня або I декаді червня (раньолітній період), II декаді липня (літній період), III декаді серпня (пізньолітнній період), III декаді жовтня (осінній період). Місце і кількість ділянок (станцій) конкретизуються в залежності від плану робіт, дожини водотоку й ін.

Принцип вибору станцій – фаціальний (однорідні за типом грунтів, рослинністю ділянки водотоку). Найменша площа обстежень – 10 м^2. Повторювальність для однотипного виділу – 3-5 разів. Кількість ділянок для обстежень визначається за реальними гідроекологічними умовами, що природньо формуються за ходом реабілітації екосистеми р. В. Куяльник.

Загальним результатом досліджень з біологічного тестування гирлової області р. В. Куяльник за параметрами таксоценотичної структури водних жорскокрилих (*Coleoptera: Hydradephaga, Poliphaga*) встановлено стан водного об'єкту для періоду, передуючого зневодженню та розроблена методика моніторингу для відстеження ходу майбутньої реабілітації.

За результатами інтегрованого таксоценотичного аналізу (гідротопічного розподілу і галотолерантності) встановлено, що на момент передуючий зневодненню гирлової частини р. В. Куяльник існувала певна екологічна сталість з гідроекологічними особливостями, обумовленими такими водними умовами як відсутність проточності (течії), початком засолення через інсоляцію і можливих вітрових нагонах збоку Куяльницького лиману.

У трофологічній структурі водних *Coleoptera*, за станом на 2000-2006 рр. проглядається відносно невелика питома вага детрито- і сапрофагів – споживачів рослинного і тваринного опаду. З цього витікає, що для пониззя р. В. Куяльних не є характерною підвищена евтрофікація з відповідним накопиченням у воді органічного вмісту: тобто, у попередні періоди існувала структурована трофічна мережа, характерна для сталих мезотрофних умов з широким діапазоном сезонних коливань стоку.

Гідроекологічний моніторинг для р. В. Куяльник на основі колеоптероїдного комплексу в процесі реабілітації даного водного об'єкту полягає у відстеженні сезонної динаміки структури індикаторного таксоценозу водяних жорсткокрилих, яка відображає зміни у якості води за сапробністю, трофністю і водністю. Отримані данні призначені доповнювати результати гідрологічних та гідрохімічних обстежень, що у сукупності дозволить приймати науково-обґрунтовані рішення відносно корекції ходу реабілітації цього водного об’єкту.

2 КЛІМАТИЧНІ УМОВИ НА ТЕРИТОРІЇ БАСЕЙНУ

Оцінка клімату на території басейну р. В. Куяльник та Куяльницького лиману наводиться за даними найближчої метеостанції Одеса – ГМО та метеорологічного поста Куяльник.

2.1 Атмосферні опади на водозбірному басейні річки та лиману

Атмосферні опади є головною складовою прихідної частини водного стоку р. В. Куяльник та інших річок і тимчасових водотоків в басейні Куяльницького лиману. Крім прямого надходження атмосферних опадів на акваторію лиману, значна їх частина може надходити до водойми у вигляді поверхневого стоку річок і тимчасових водотоків з водозборі лиману.

Але не сама річна кількість опадів визначає поверхневий природний стік води, а їх внутрішньорічний розподіл. Особливо це важливо для річок Північно-Західного Причорномор’я, де найменші втрати поверхневого стоку відносяться до весняного сезону, а найбільші – до літніх місяців, що пов’язано з особливостями внутрішньорічного розподілу опадів в роки різної водності.

Для оцінки часового ходу атмосферних опадів та їх кількості на водозбірному басейні річки та лиману були використані річні суми опадів (P_O, мм) по м/ст. Одеса – ГМО за період з 1894 по 2008 рр.

На рис. 2.1 представлений багаторічний хід річних сум опадів, побудований за даними м/ст. Одеса – ГМО (з 1894 по 2008 рр.), на якому видно, що найбільша річна сума опадів спостерігалась у 1970 р. і становила 678,7 мм, а найменша у 1921 р. – 190,9 мм.

Рис. 2.1 також свідчить про те, що на протязі усього періоду спостережень, тобто з 1894 по 2008 рр., має місце позитивний тренд.

Якщо не враховувати перерви у спостереженнях (у 1904 і 1941–1944 рр.), то рівняння цього тренду буде мати вигляд:

$$P_O = 1{,}51 \cdot n + 322, \qquad (2.1)$$

де n – порядковий номер років спостережень, починаючи з 1894 р.

Окремо побудовані лінії трендів для рядів з 1894 по 1940 рр. (2.2) та з 1945 по 2008 рр. (2.3), які також відзначаються позитивними тенденціями:

$$P_O = 1{,}40 \cdot n + 325 \qquad (2.2)$$

та

$$P_O = 1{,}55 \cdot n + 398, \qquad (1.3)$$

де n – порядковий номер років спостережень, починаючи з 1894 р. (2.2) та з 1945 р. (2.3).

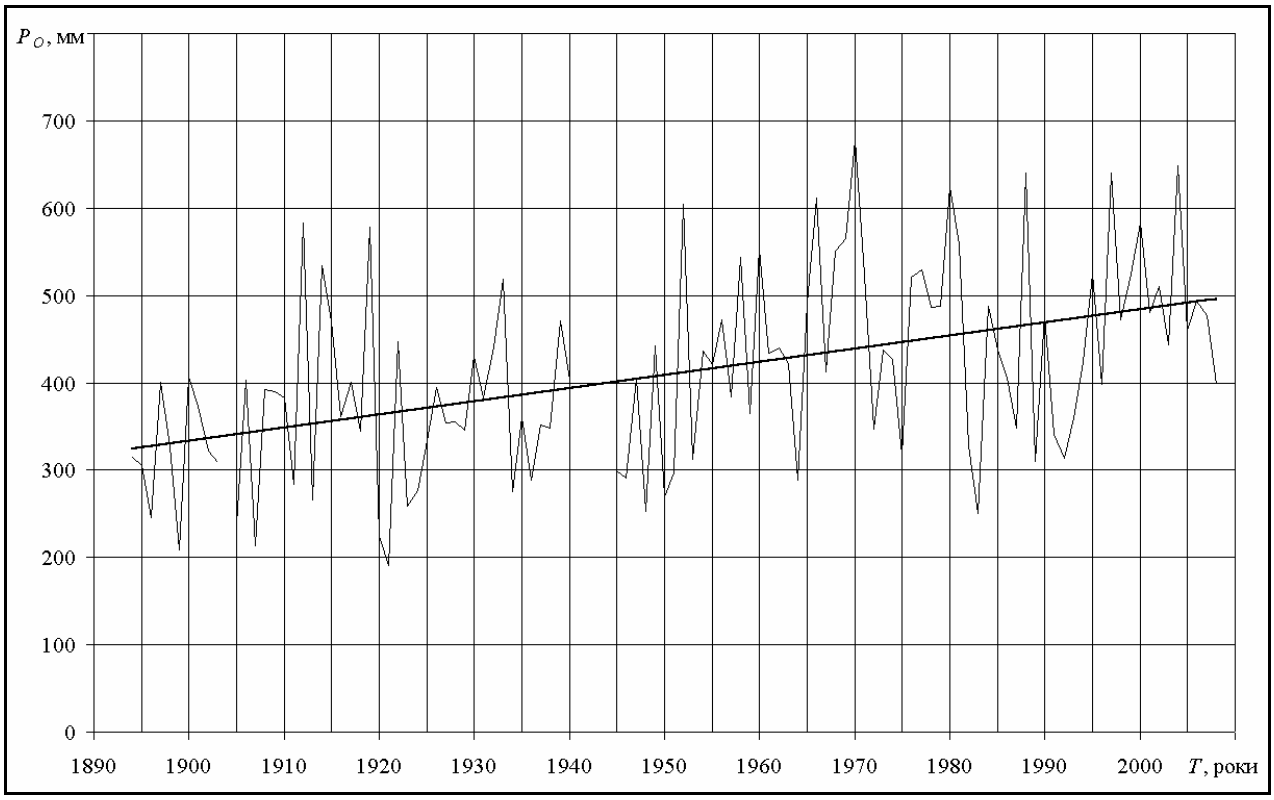


Рисунок 2.1 – Багаторічний хід річних сум атмосферних опадів (за даними метеостанції Одеса – ГМО за період з 1894 по 2008 рр.) [5, 6]

Для рядів місячних сум опадів по м/ст. Одеса – ГМО за період з 1894 по 2008 рр. були розраховані середні багаторічні місячні суми опадів ($\overline{P}_o$, мм), які наведені в табл. 2.1 та на рис. 2.2.

Таблиця 2.1 – Середні багаторічні місячні суми опадів, $\overline{P}_o$, мм, за даними м/ст. Одеса – ГМО за період з 1894 по 2008 рр. [5]

Місяці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Річні
$\overline{P}_o$, мм	31,2	29,9	26,3	28,1	34,9	47,4	40,2	34,9	35,0	32,6	37,3	33,8	411,6

Як видно з табл. 2.1 та рис. 2.2, опади досить рівномірно (за виключенням червня і липня) розподілені серед місяців року, збільшуючись від 26,3 мм – у березні, до 47,4 мм – у червні. Середня багаторічна кількість річних опадів за період з 1894 по 2008 рр. складає 411,6 мм.

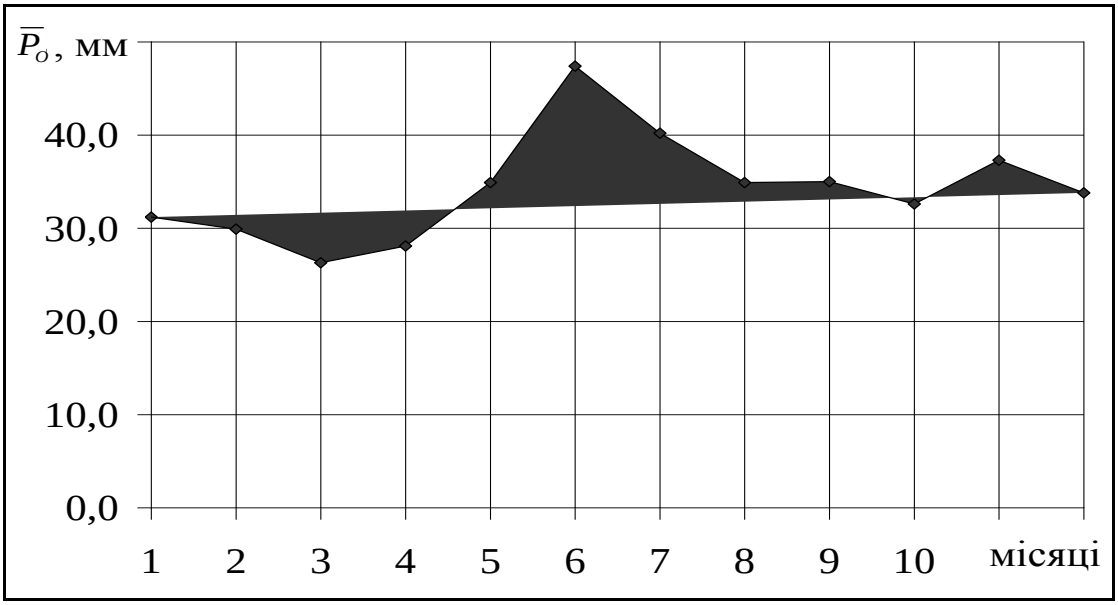


Рисунок 2.2 – Внутрішньорічний розподіл місячних сум опадів, $\overline{P}_o$, мм (за даними метеостанції Одеса – ГМО за період з 1894 по 2008 рр.) [5]

Внутрішньорічний розподіл опадів на території водозбірного басейну Куяльницького лиману залежить від водності року. З цією метою весь період спостережень з 1894 по 2008 рр. за річними сумами опадів P_O , мм, по м/ст. Одеса – ГМО був розподілений на 3 групи водності: багатоводну, середньоводну та маловодну групи років (табл. 2.2).

Далі для опадів за групами водності були розраховані середньобагаторічні місячні суми опадів $\overline{P_O}$, мм (табл. 2.3). За даними табл. 2.3 побудовані хронологічні графіки, представлені на рис. 2.3, на якому з табл. 2.1 також були нанесені відповідні середні багаторічні значення місячних сум опадів по м/ст. Одеса – ГМО за період з 1894 по 2008 рр. Як видно з табл. 2.1 та 2.3, рис. 2.3, середньобагаторічні місячні суми опадів $\overline{P_O}$ майже однотипні за внутрішньорічним розподілом, особливо це відноситься до першої половини року. У другій половині року ця закономірність виражена дещо слабше.

2.2 Випаровування в басейні річки та його зв’язок з температурою повітря

Випаровування з водної поверхні водойм та з їх водозбірних басейнів багато в чому залежіть від температури повітря над ними. Тому оцінка випаровування води та температур повітря на території басейну річки та лиману виконувалася в цьому розділі сумісно. Випаровування з водної поверхні прісних водойм в Північно-Західного Причорномор’я коливається від 639 до 886 мм за рік, при нормі 764 мм за рік [5]. Середньорічні температури повітря, за даними м/ст. Одеса – ГМО, коливалися від 8,19 до 12,2 °С, при середньому значенні 10,1 °С. Середньомісячні та середньобагаторічна величини випаровування ($E_Б$, мм) з водної поверхні в басейні р. В. Куяльник розраховані за даними м/ст. Болград на оз. Ялпуг, а середньомісячні та середньобагаторічна температури повітря (T, °С) – за даними м/ст. Одеса – ГМО за період з 1960 по 2007 рр. (табл. 2.4, рис. 2.4).

Таблиця 2.2 – Групи водності річних сум опадів P_O (за період спостережень з 1894 по 2008 рр.) по м/ст. Одеса – ГМО [5]

Багатоводна		Середньоводна		Маловодна	
Рік	P_O, мм	Рік	P_O, мм	Рік	P_O, мм
1912	583,5	1897	400,6	1894	315,3
1914	534,6	1900	407,1	1895	305,8
1915	471,4	1901	372,7	1896	246,0
1919	578,7	1906	402,6	1898	326,6
1922	446,7	1908	392,5	1899	208,3
1930	430,7	1909	390,0	1902	322,4
1933	518,8	1910	383,3	1903	308,4
1939	471,4	1916	361,1	1905	239,0
1952	605,0	1917	400,2	1907	213,6
1956	472,2	1926	394,8	1911	283,9
1958	543,9	1927	354,6	1913	265,9
1960	553,3	1928	355,6	1918	344,9
1965	491,2	1930	430,7	1920	224,0
1966	611,1	1931	382,8	1921	190,9
1968	551,4	1932	441,7	1923	258,5
1969	565,1	1935	359,9	1924	276,6
1970	678,7	1937	351,4	1925	333,9
1971	523,0	1940	403,2	1929	346,1
1976	521,6	1947	405,9	1934	275,3
1977	529,2	1949	442,9	1936	288,6
1978	486,0	1954	436,7	1938	348,7
1979	487,3	1955	420,4	1945	298,7
1980	625,0	1957	384,5	1946	290,9
1981	558,4	1959	365,3	1948	252,6
1984	487,1	1961	433,9	1950	269,1
1990	478,0	1962	440,2	1951	297,3
1995	525,0	1963	422,5	1953	312,6
1997	640,0	1967	412,7	1964	288,0
1998	472,0	1973	437,6	1972	346,4
1999	524,0	1974	427,1	1975	317,2
2000	583,0	1985	437,6	1982	327,7
2001	481,0	1986	405,3	1983	250,5
2002	510,0	1993	360,0	1987	348,6
2003	443,0	1994	425,0	1989	310,2
2004	648,0	1996	398,0	1991	340,7
2005	460,0	2008	398,0	1992	313,0
2006	494,0				
2007	477,0				

Таблиця 2.3 – Місячні суми опадів $\overline{P_o}$, мм, по м/ст. Одеса – ГМО для різних за водністю груп років [5]

Водність / Місяці	Багатоводна	Середньоводна	Маловодна
1	44,2	29,8	18,5
2	36,6	32,9	17,1
3	36,5	24,7	15,5
4	34,6	27,4	23,7
5	44,2	30,6	29,2
6	51,8	51,9	38,5
7	47,2	43,1	25,8
8	44,1	32,1	27,3
9	53,9	26,0	24,2
10	42,0	30,3	26,1
11	51,4	32,7	25,7
12	43,2	39,7	19,6
Сума за рік	529,7	401,1	291,3

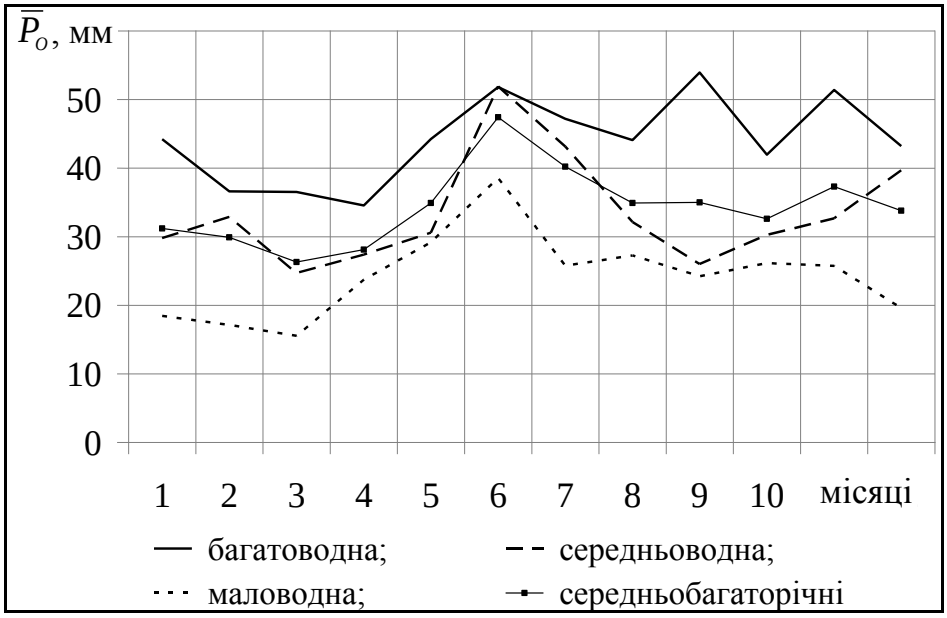


Рисунок 2.3 – Внутрішньорічний розподіл місячних сум опадів $\overline{P_o}$ по м/ст. Одеса – ГМО за групами водності [5]

Таблиця 2.4 – Середньомісячні та середньорічні величини випаровування ($E_Б$, мм) та температури повітря (T, °С) [5]

Місяці	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
$E_Б$, мм	0	0	42,8	65,7	105,5	131,6	151,5	139,8	96,6	58,2	25,1	9,9	776,7
T, °С	-0,9	-0,3	3,6	9,7	15,9	20,1	23,4	22,6	16,7	11,4	5,2	0,3	10,6

Як видно з табл. 2.4, найбільші середньобагаторічні місячні значення випаровування спостерігаються влітку, а саме: у червні – 131,6 мм, у липні – 151,5 мм та у серпні – 139,8 мм. За ці ж місяці спостерігалися і найбільші температури: у червні – 20,1 °С, у липні – 23,4 °С та у серпні – 22,6 °С.

Середня за період з 1960 по 2007 рр. річна величина випаровування, за даними м/ст. Болград, на прісному оз. Ялпуг становить 776,7 мм. Найбільше річне випаровування (рис. 2.4) спостерігалось у 1972 р. і складало 1151 мм, найменше – у 1978 р. і складало 645 мм.

Середня за період з 1960 по 2007 рр. середньорічна температура повітря за даними м/ст. Одеса – ГМО становить 10,6 °С. Найбільша середньорічна температура повітря (рис. 2.4) спостерігалась у 2007 р. і складала 12,5 °С, найменша – у 1984 р. і складала 8,19 °С.

З рис. 2.4 також можна бачити, що на протязі періоду спостережень з 1960 по 2007 рр., для температур повітря має місце позитивний тренд, а для річних величин випаровування – майже горизонтальний та навіть дещо від’ємний тренд. У деякі роки при збільшенні температури повітря, як наприклад, у 2007 р., збільшується величина випаровування, а у інші, при збільшенні температури – випаровування зменшується (1989 р.), та навпаки. Проте при аналізі внутрішньорічного розподілу випаровування та температури по місяцях (рис. 2.5) можна бачити чіткий зв’язок між ходом температури та випаровування.

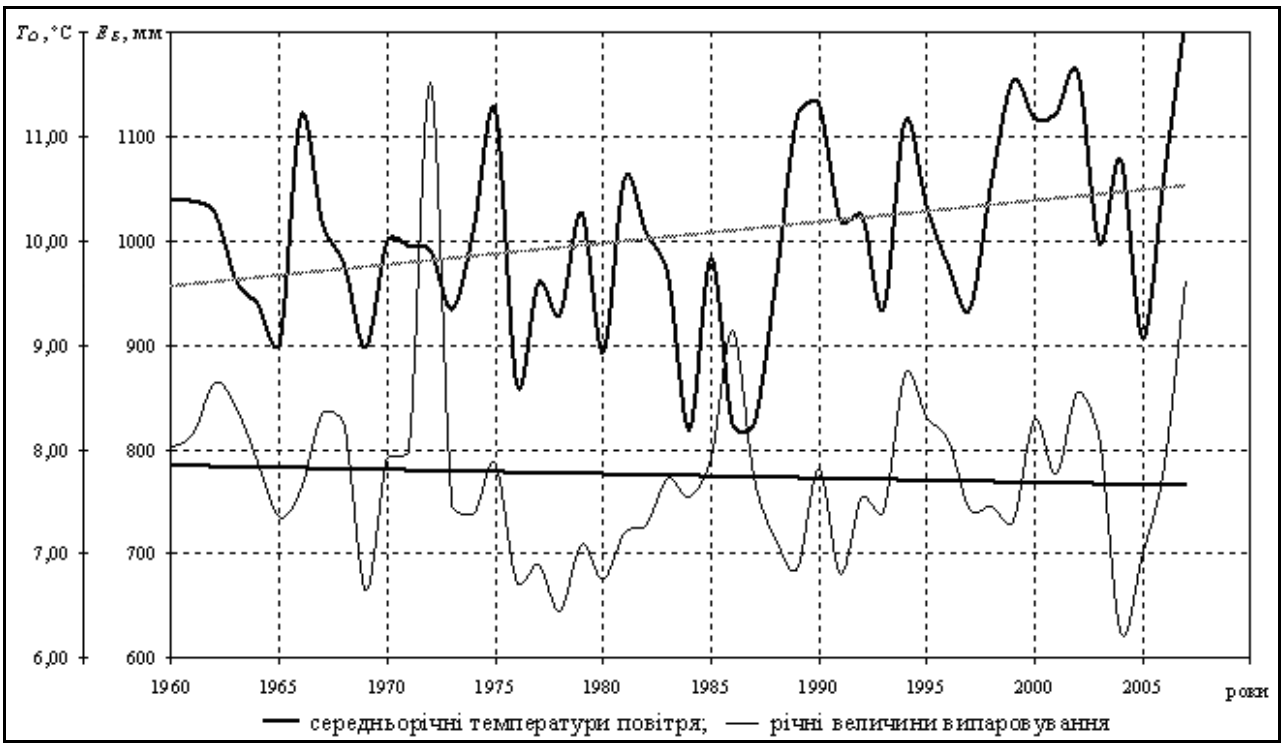


Рисунок 2.4 – Багаторічні зміни річних величин випаровування, $E_Б$, мм, (по м/ст. Болград на оз. Ялпуг) та середньорічних температур повітря, T_O, °С, (по м/ст. Одеса – ГМО) за період з 1960 по 2007 рр.

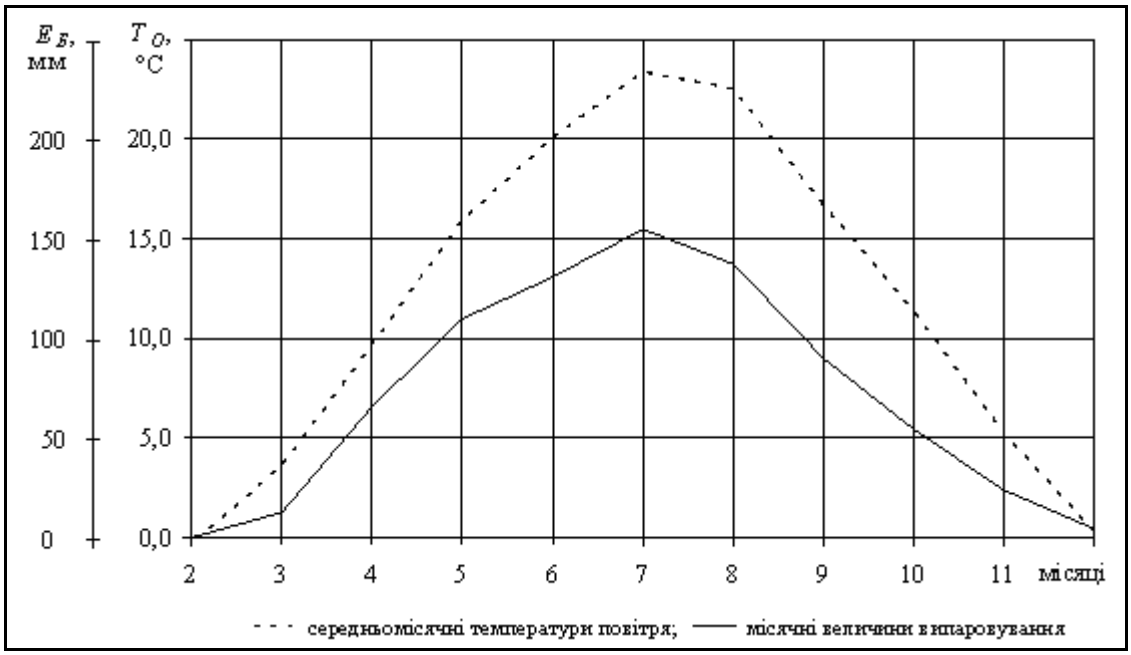


Рисунок 2.5 – Внутрішньорічний розподіл місячних величин випаровування, $E_Б$, мм, (по м/ст. Болград на оз. Ялпуг) та середньомісячних температур повітря, T_O, °С, (по м/ст. Одеса – ГМО)

Зв'язок $E_Б = f\ (T_O)$ для місячних величин випаровування та середньомісячних температур повітря, по даних за період з 1960 по 2007 рр. показано на рис. 2.6.

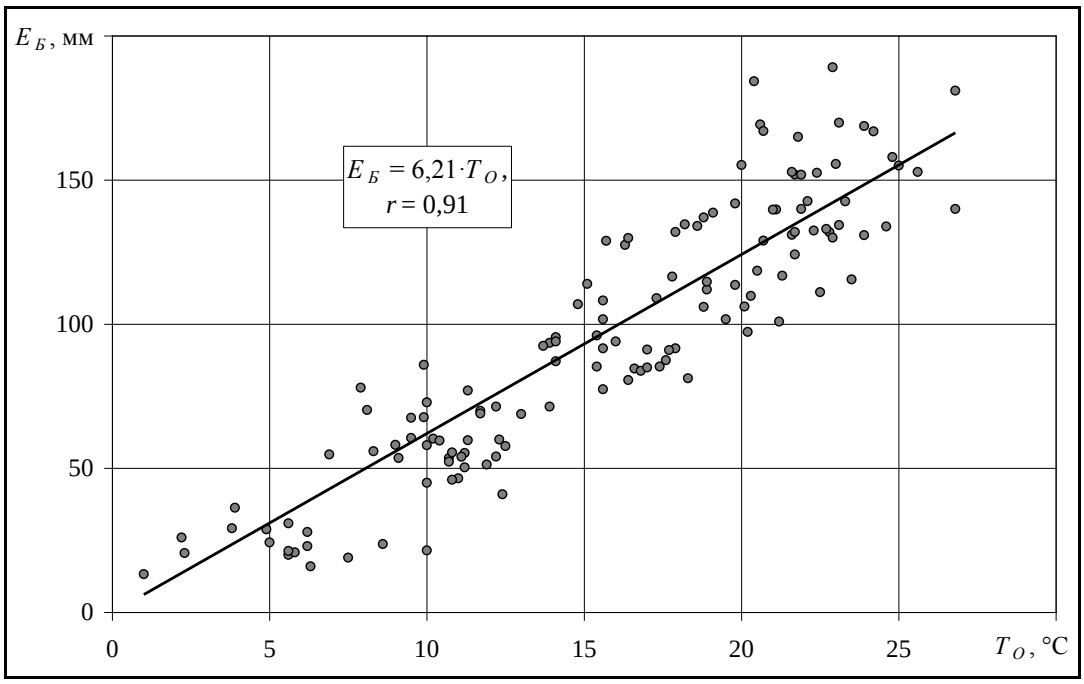


Рисунок 2.6 – Зв'язок місячних величин випаровування, $E_Б$, мм (оз. Ялпуг), та середньомісячних температур повітря, T_O, °С (м. Одеса) за 1960-2007 рр.

Зв'язок, показаний на рис. 2.6, апроксимується емпіричним рівнянням лінійного типу:

$$E_Б = 6{,}21 \cdot T_O, \tag{2.4}$$

де $E_Б$ – величина випаровування за місяць (м/ст. Одеса – ГМО), мм,

T_O – середньомісячна температура повітря (м/ст. Болград), °С.

Аналогічне рівняння було отримане при побудові залежності $E_Б = f\ (T_O)$ з використанням середньобагаторічних місячних величин випаровування та середньомісячних температур повітря (рис. 2.7).

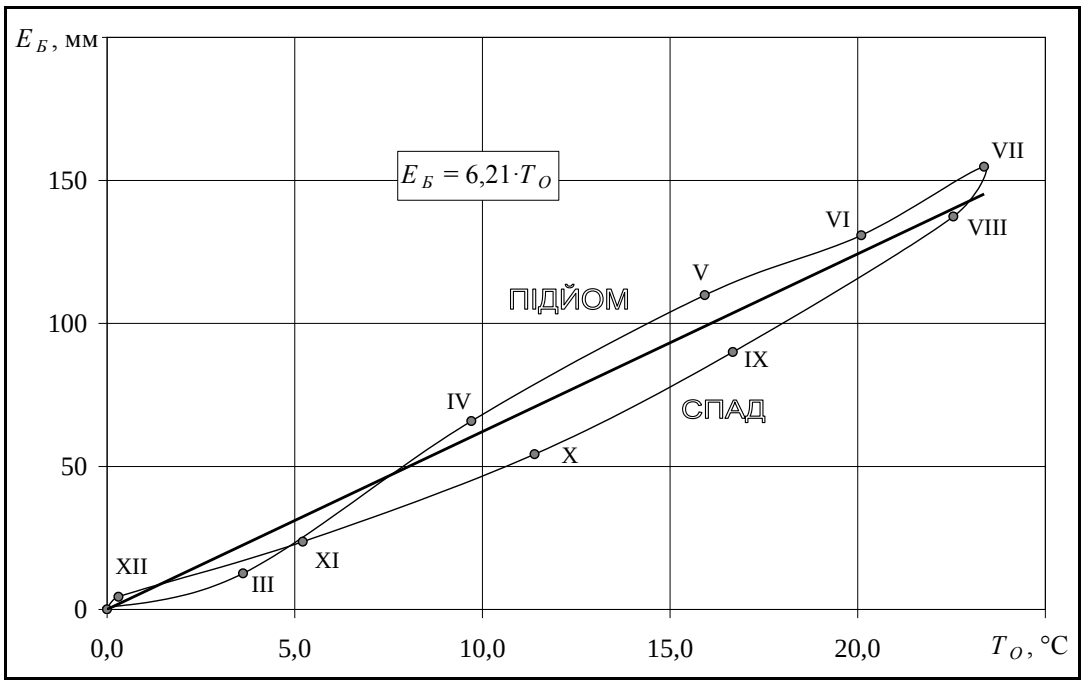


Рисунок 2.7 – Зв'язок $E_Б = f\,(T_O)$ середньобагаторічних місячних величин випаровування та середньомісячних температур повітря

З рис. 2.7 можна бачити, що з березня (з переходом середньомісячної температури через 0 °С) по липень (максимальна температура) збільшення місячних величин випаровування відбувається по верхній кривій («ПІДЙОМ»), а з липня по грудень-січень – зменшення, по нижній кривій («СПАД»).

2.3 Зв'язок випаровування на басейні річки та акваторії лиману

Аналіз випаровування на водозбірному басейні річки та лиману виконувалася за даними м/ст. Болград ($E_Б$, мм) за період з 1960 по 2007 рр. Однак відомо, що інтенсивність випаровування з поверхні солоних водойм залежить від концентрації їх розсолів та складу солей.

Для порівняння величин випаровування розсолів різної концентрації можна використовувати коефіцієнт випаровуваності k_S, який являє собою

відношення величин випаровування розсолу тієї чи іншої концентрації до величини випаровування прісної води. Він завжди менше одиниці та зменшується з підвищенням солоності води (S, ‰).

За результатами спостережень на Сакських соляних промислах Кримського півострова, була складена таблиця перехідних коефіцієнтів для розрахунку величини випаровування з поверхні соляних водойм при мінералізації від 90 до 330 ‰ [5, 58]. В діапазоні від 0 до 60 ‰ середні значення перехідних коефіцієнтів наводяться у роботі Боброва С.М. (за даними досліджень на Каспійському морі) [5, 57].

Річний шар випаровування змінюється від 776,7 мм для прісної води до 220,0 мм – при солоності на рівні 330 ‰, а також можна побачити, що внутрішньорічний розподіл випаровування при різній солоності води Куяльницького лиману є синхронним з внутрішньорічним розподілом випаровування з прісних водойм Північно-Західного Причорномор’я (на прикладі оз. Ялпуг за даними м/ст. Болград).

За результатами розрахунку величин випаровування з водної поверхні Куяльницького лиману [6] були побудовані дві залежності $E_K = f\,(E_Б)$ (рис. 2.8) та $E_K = f\,(T_O)$ (рис. 2.9).

З рис. 2.8 можна бачити, що між величинами середньобагаторічних місячних величин випаровування з поверхні солоного лим. Куяльницького та прісного оз. Ялпуг існує однозначний лінійний зв’язок, тільки на лимані випаровування за рахунок впливу солоності води завжди менше ніж на озері.

З рис. 2.9 можна бачити, що з березня, з переходом середньомісячної температури через 0 °С, по липень (максимальна температура) збільшення місячних величин випаровування відбувається по верхній кривій («ПІДЙОМ»), а з липня по грудень-січень – зменшення, по нижній кривій («СПАД»).

З використанням залежностей $E_K = f\,(E_Б)$ (рис. 2.8) та $E_K = f\,(T_O)$ (рис. 2.9) надалі можна за даними про T_O або $E_Б$ розраховувати величину E_K.

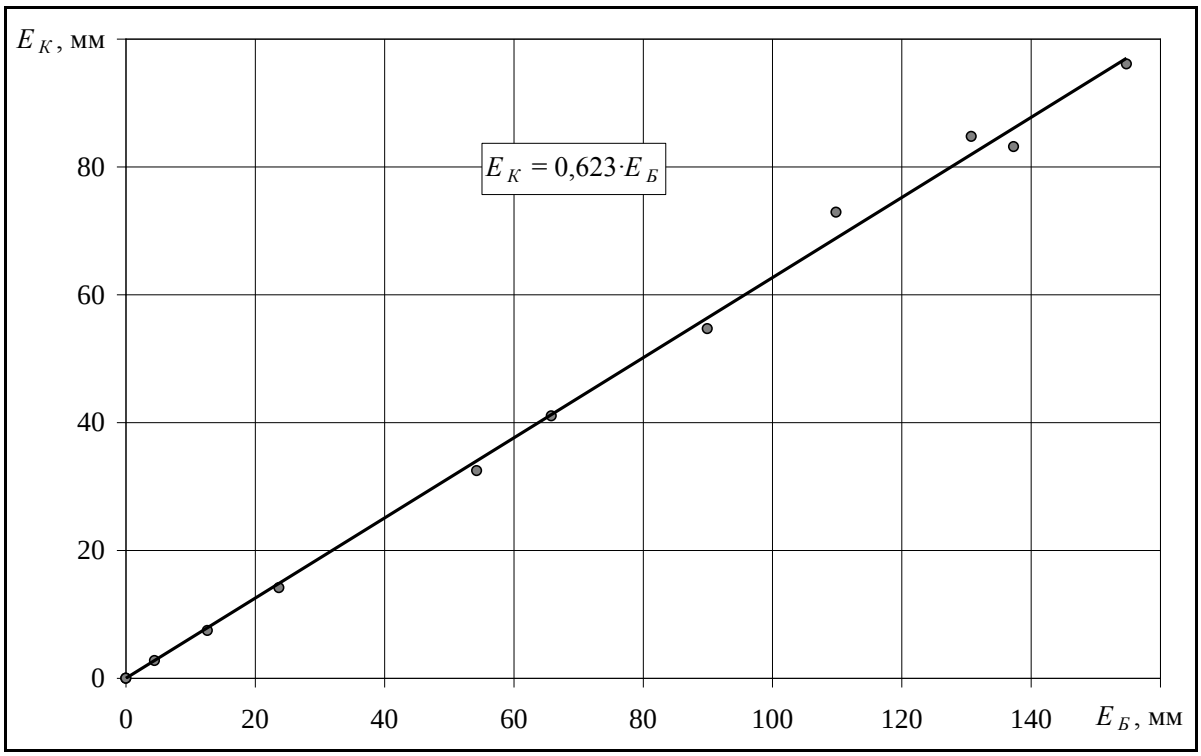


Рисунок 2.8 – Зв'язок $E_K = f\,(E_Б)$ середньобагаторічних місячних величин випаровування з поверхні солоного лим. Куяльницького та прісного оз. Ялпуг

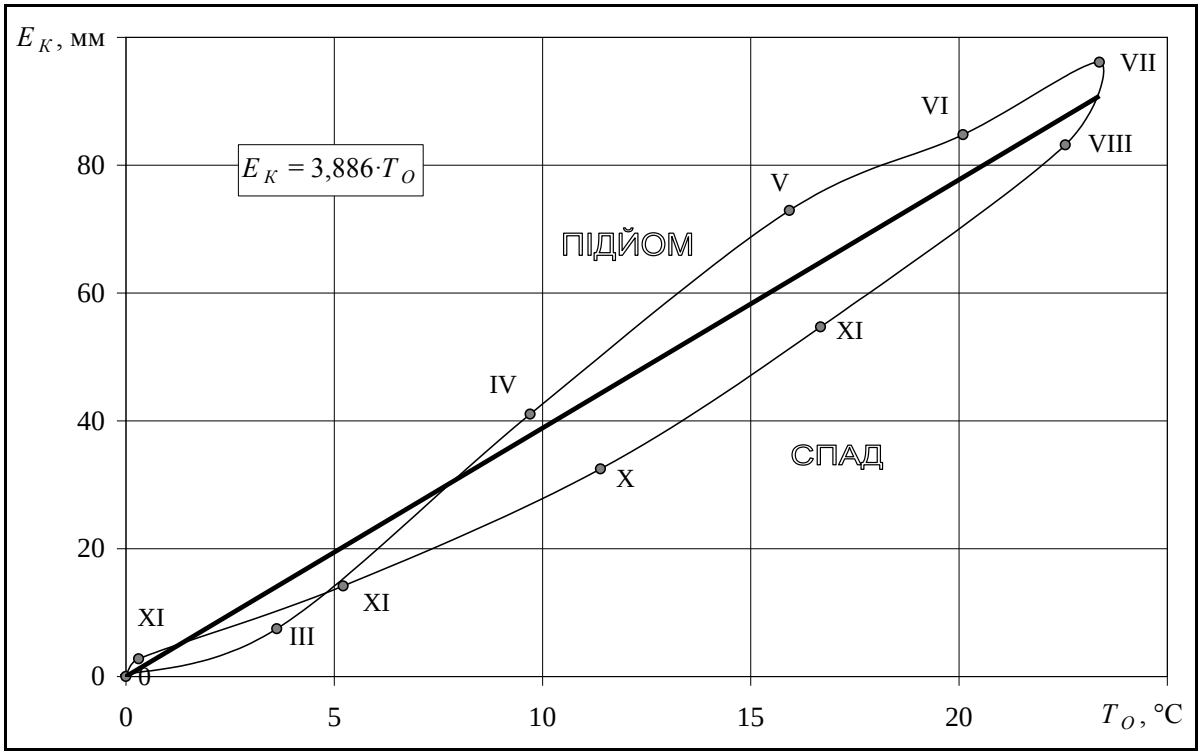


Рисунок 2.9 – Зв'язок середньобагаторічних місячних величин випаровування з поверхні Куяльницького лиману та середньомісячних температур повітря (на м/ст. Одеса – ГМО)

3 ПІДГОТОВКА, ВИКОНАННЯ ТА РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕДИЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК

Перед початком експедиційних досліджень на басейні р. В. Куяльник було виконано аналіз картографічних матеріалів і супутникових знімків та складено схему виконання вимірювальних робіт, а саме: визначено шляхи під'їзду до ставків, водосховищ і кар'єрів, місцеположення населених пунктів, призначені гідрометричні створи і пункти спостереження за хімічним складом води і т. п. Також здійснено перевірку та підготовку геодезичних, радіонавігаційних, гідрометричних, гідрохімічних і гідробіологічних приладів, устаткування та посуду, а саме: GPS-приймачів, нівеліра, нівелірної рейки, штатива для нівеліра, землемірної стрічки, ехолота, гідрометричної штанги, поверхневих поплавців, приладів і посуду для гідрохімічних та гідробіологічних робіт.

3.1 Аналіз картографічних матеріалів і супутникових знімків для складання схем виконання вимірювальних робіт та розташування водойм в басейні річки

Перед початком вимірювальних робіт було виконано аналіз растрових карт з масштабами 1:100000 та 1:200000, векторних карт місцевості та рельєфу поверхні з масштабом 1:20000 і горизонталями через 20 м, а також сучасних супутникових знімків території басейну р. В. Куяльник з масштабом 1:5000 [59] та різної довідникової літератури [3, 4] для складання схем виконання вимірювальних робіт та розташування ШВ в басейні річки.

За результатами аналізу карт та супутникових знімків території водозбірного басейну р. В. Куяльник, з урахуванням кількості штучних водойм, наявності чи відсутності офіційних назв балок, на яких вони розташовані, їхнього місцеположення в русловій мережі та по відношенню до населених

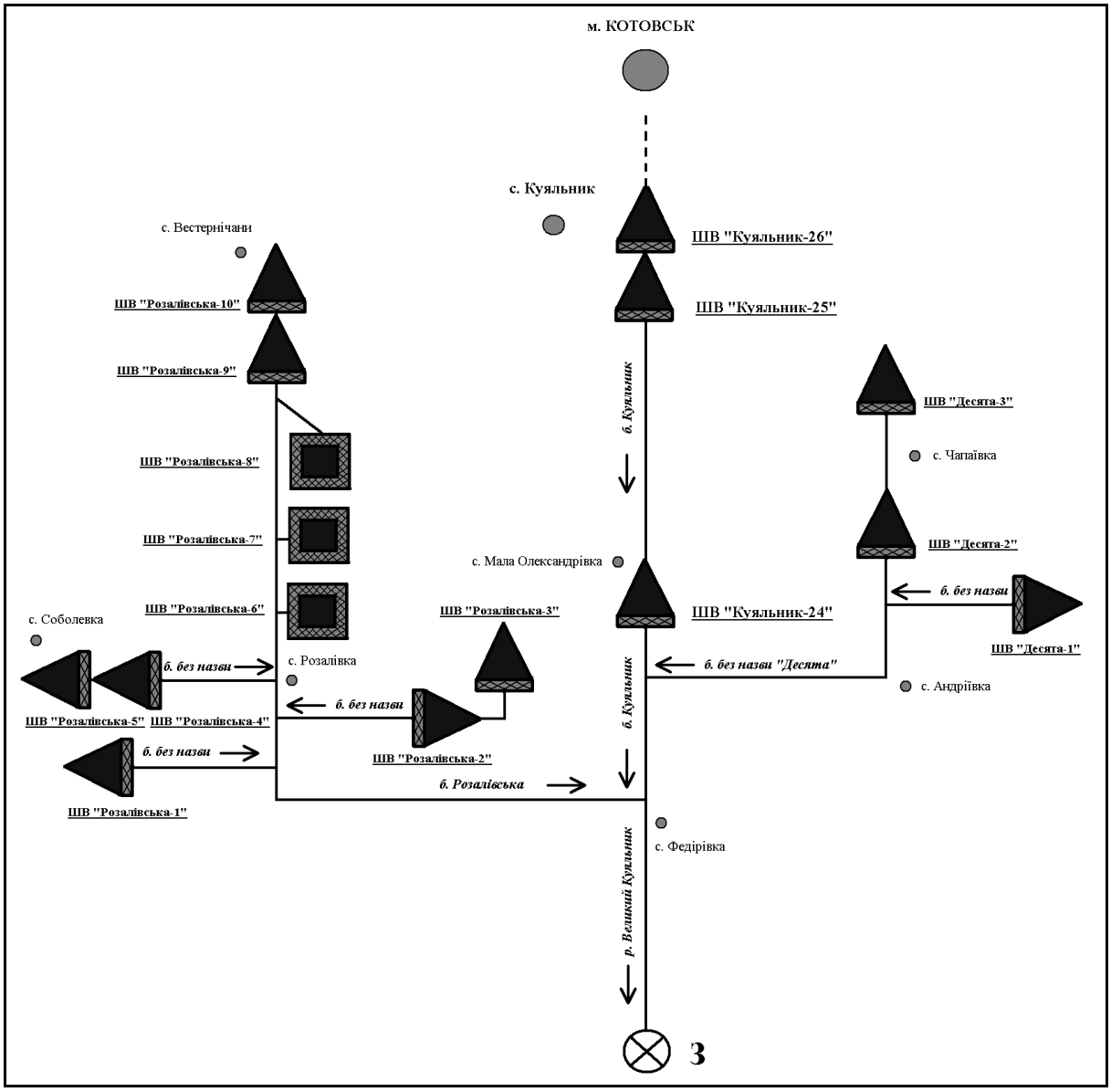
пунктів, перед початком експедиційних досліджень, для зручності їх виконання та подальшої обробки і аналізу отриманих результатів, було підготовлено схему (рис. 3.1 – 3.2) та інформацію (табл. 3.1) про розташування (місцеположення), типи водойм (вдсх, ставок, кар'єр, копанка), характеристики гребель та інше.

При складанні схеми та підготовці інформації по штучних водоймах, для кожної з них було прийнято умовну назву з порядковими номерами, наприклад, «Куяльник-1», «Куяльник-2» або «Кошкова-1» чи «Друга-2» і т. п. (рис. 3.1).

Умовна назва ШВ вибиралася в залежності від назви водотоку (річки чи балки). Якщо ШВ розташована в долині (руслі, заплаві, стариці) р. В. Куяльник, то для її умовної назви приймалося слово «Куяльник», а якщо, наприклад, в долині б. Кошкова, то «Кошкова» і т. д. Для тих балок, які не мали офіційних назв (за даними використаних картографічних матеріалів та іншої довідникової літератури), були прийняті умовні назви, наприклад, «Перша», «Друга» і т. д.

Порядкові номера ШВ надавалися в залежності від їхнього розташування від гирла водотоку (річки чи балки) до витоку. Так, перша (від гирла) водойма в долині р. В. Куяльник має порядковий номер 1 та умовно називається «Куяльник-1», друга – має порядковий номер 2 та умовну назву «Куяльник-2» і т. д. Для приток р. В. Куяльник прийнята така ж сама схема, наприклад, перша (від гирла) водойма в долині б. Кошкова має порядковий номер 1 та умовну назву «Кошкова-1», друга – має порядковий номер 2 та умовну назву «Кошкова-2» і т. д. Ця схема прийнята для всіх ШВ в басейні р. В. Куяльник.

Такі ж самі умовні назви ШВ використані в табл. 3.1, в якій для кожної водойми наведено інформацію про її тип (вдсх, ставок, кар'єр, копанка), місцеположення водойми в долині водотоку (русло, заплава, стариця), прийнята назва та місцеположення цього водотоку в русловій мережі р. В. Куяльник, місцеположення водойми по відношенню до населених пунктів, а також характеристика греблі ШВ (за даними використаних картографічних матеріалів та іншої довідникової літератури), до якої входять: ширина, найбільша висота та тип греблі (земляна й інше).



м. КОТОВСЬК

с. Куяльник

с. Федірівка – назва та позначення населених пунктів, відповідно, міста або селища міського типу, селища, села;

ШВ "Куяльник-26" – прийнята назва штучної водойми;

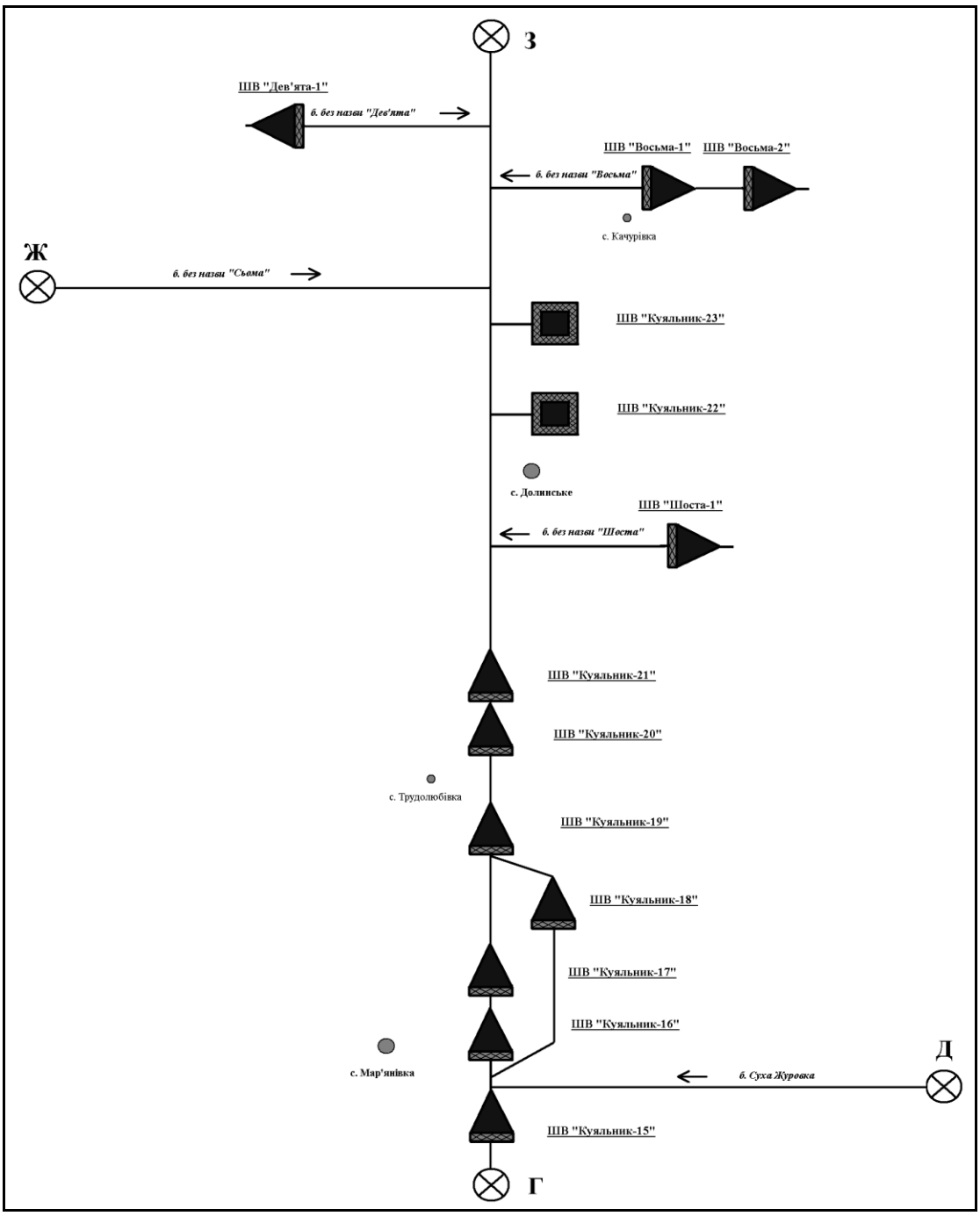
б. Куяльник – напрямок течії та назва водотоку;

3 – позначення точки зведення;

– водосховище або ставок;

– кар’єр або копанка

Рисунок 3.1 – Схема розташування штучних водойм в басейні р. В. Куяльник, аркуш 1



м. КОТОВСЬК
с. Куяльник
с. Федірівка – назва та позначення населених пунктів, відповідно, міста або селища міського типу, селища, села;

ШВ "Куяльник-26" – прийнята назва штучної водойми;

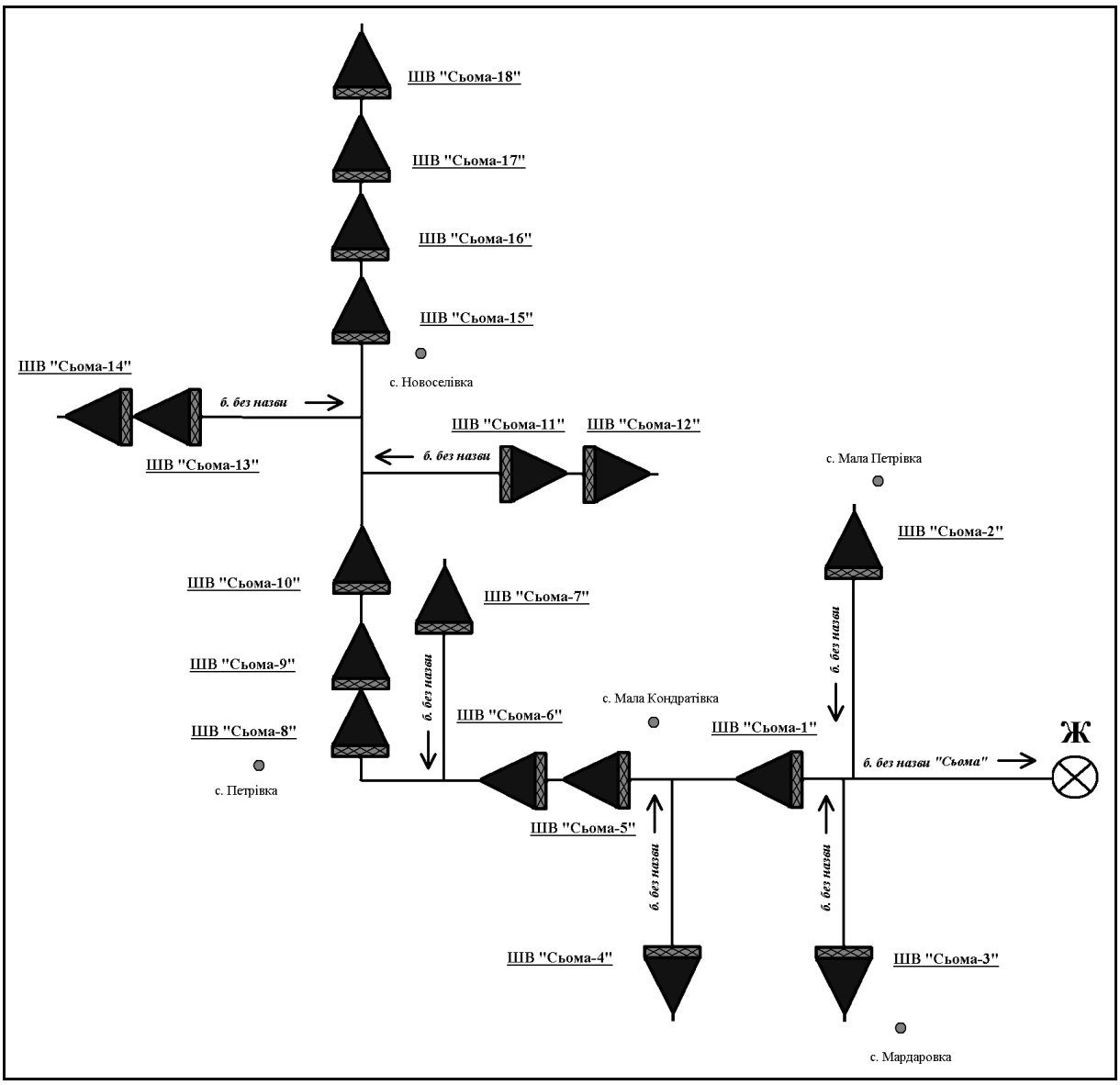
б. Куяльник – напрямок течії та назва водотоку;

З – позначення точки зведення;

– водосховище або ставок;

– кар’єр або копанка

Рисунок 3.1, аркуш 2



м. КОТОВСЬК

с. Куяльник

с. Федірівка – назва та позначення населених пунктів, відповідно, міста або селища міського типу, селища, села;

ШВ "Куяльник-26" – прийнята назва штучної водойми;

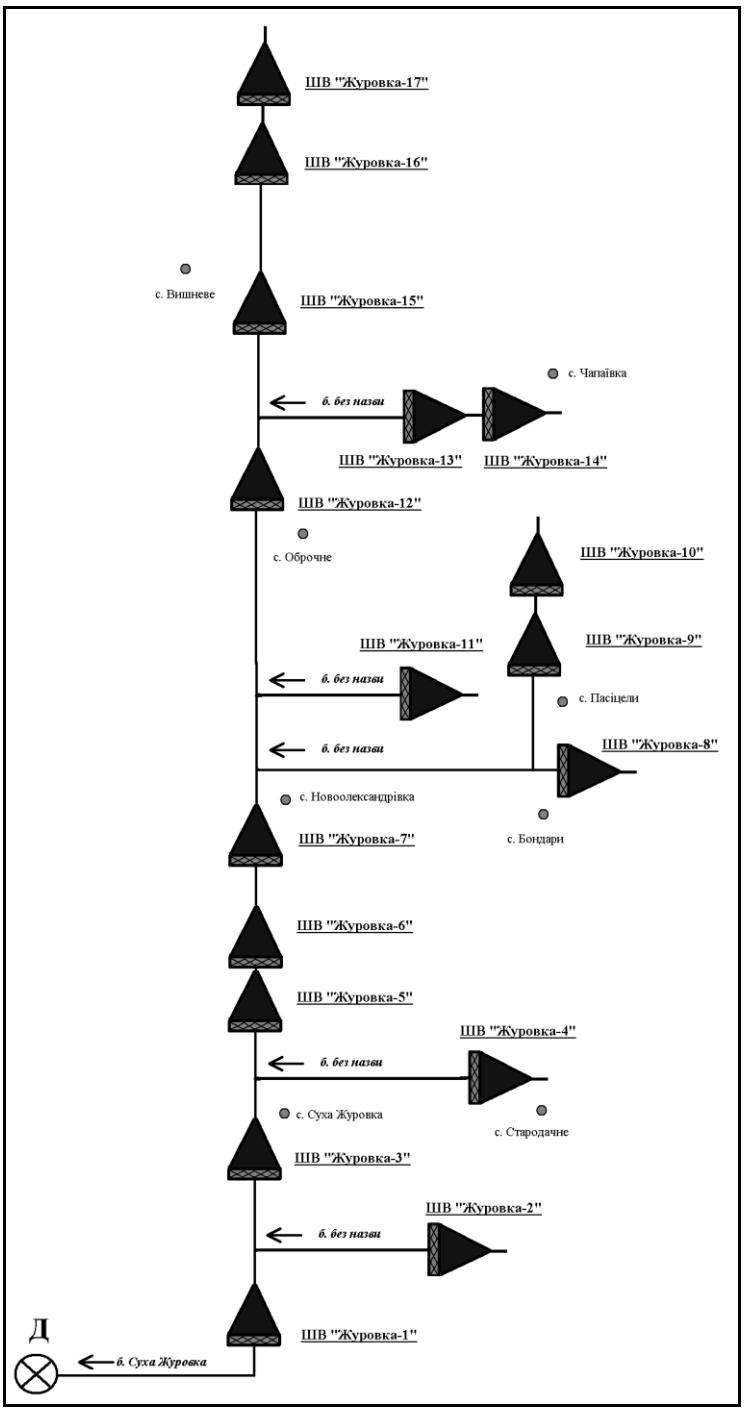
б. Куяльник – напрямок течії та назва водотоку;

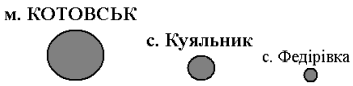
З – позначення точки зведення;

– водосховище або ставок;

– кар’єр або копанка

Рисунок 3.1, аркуш 3





– назва та позначення населених пунктів, відповідно, міста або селища міського типу, селища, села;

ШВ "Куяльник-26" – прийнята назва штучної водойми;

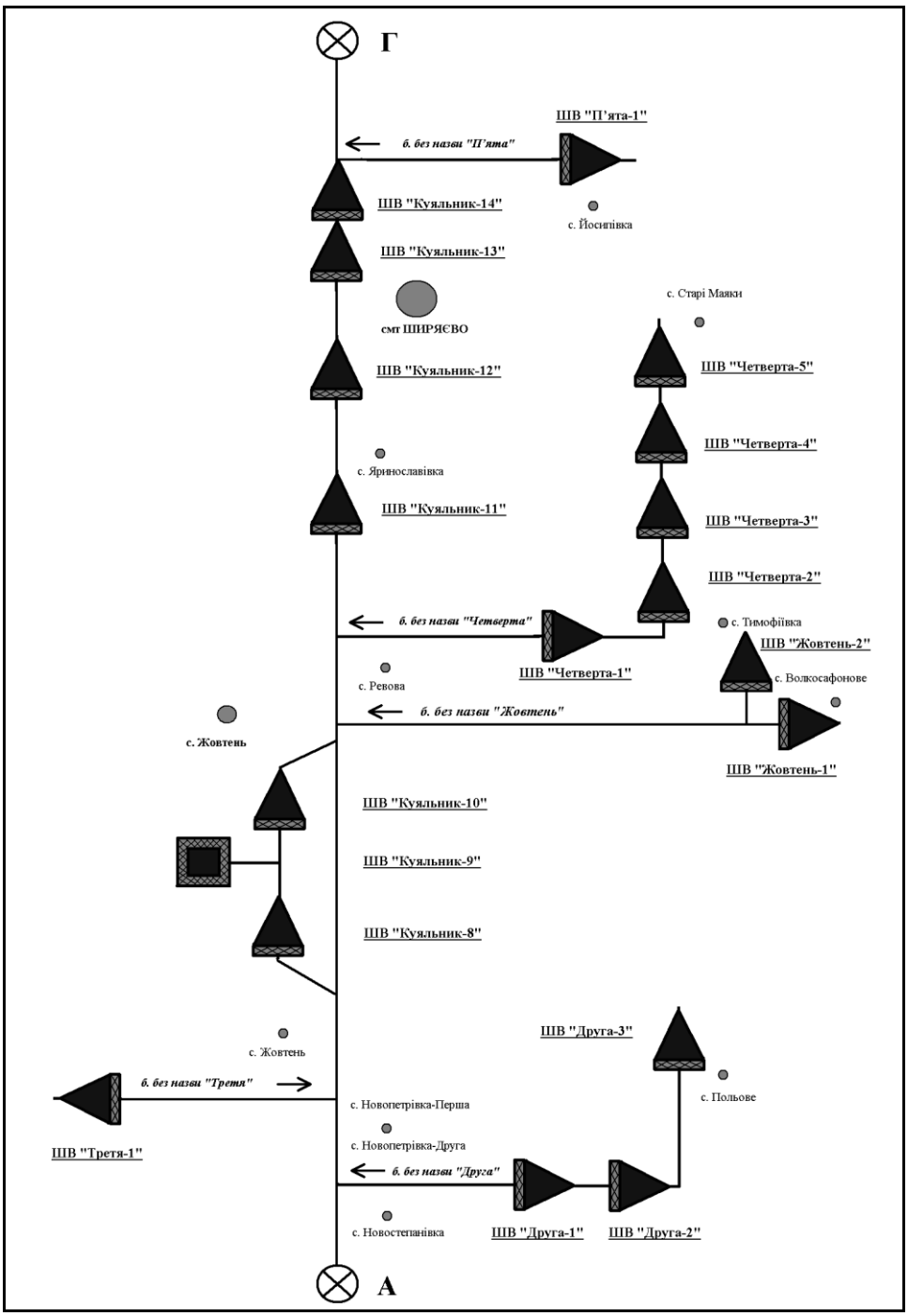
б. Куяльник – напрямок течії та назва водотоку;

З – позначення точки зведення;

– водосховище або ставок;

– кар’єр або копанка

Рисунок 3.1, аркуш 4



м. КОТОВСЬК
с. Куяльник
с. Федірівка – назва та позначення населених пунктів, відповідно, міста або селища міського типу, селища, села;

ШВ "Куяльник-26" – прийнята назва штучної водойми;

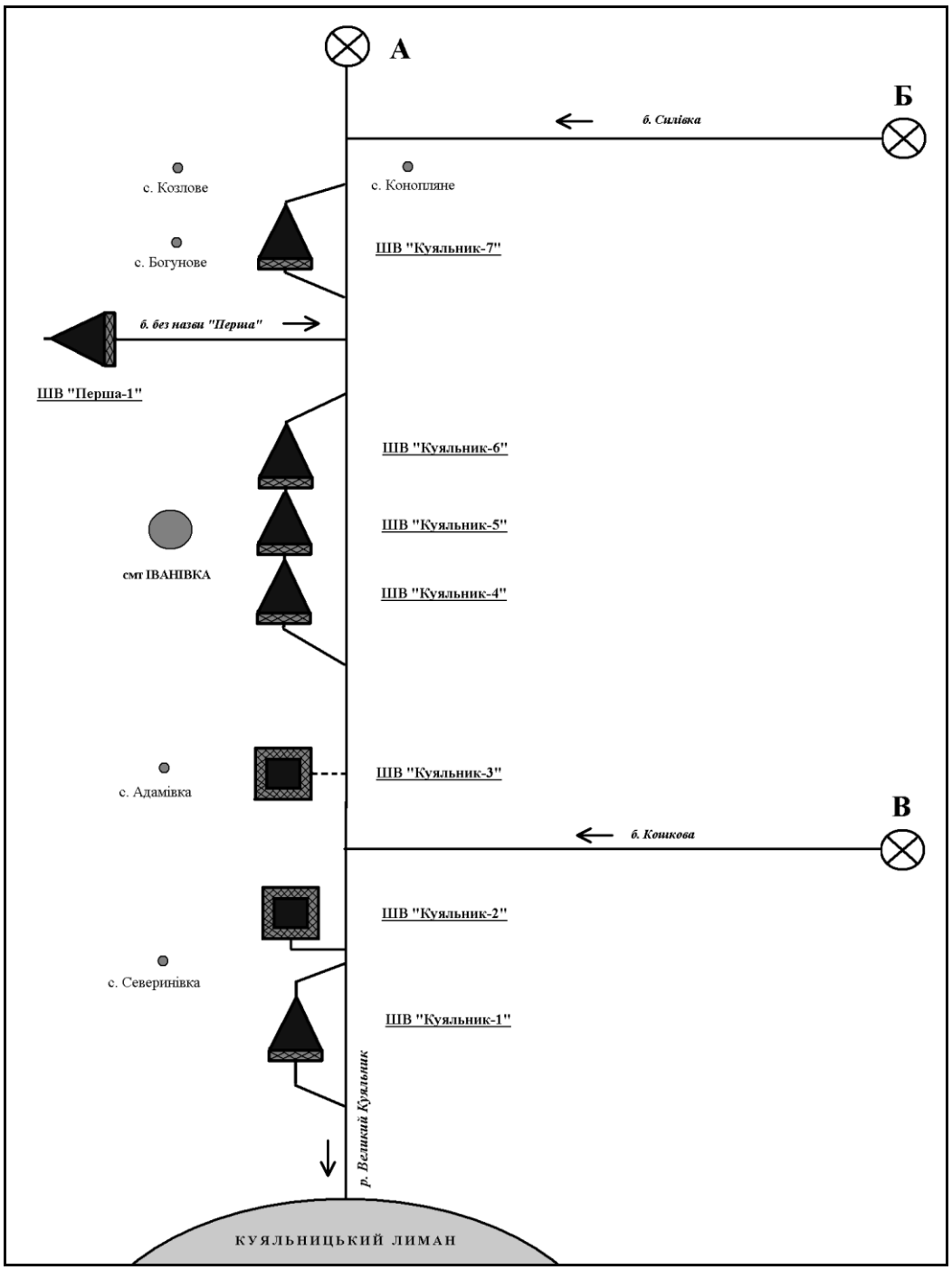
б. Куяльник – напрямок течії та назва водотоку;

З – позначення точки зведення;

– водосховище або ставок;

– кар'єр або копанка

Рисунок 3.1, аркуш 5



м. КОТОВСЬК

с. Куяльник

с. Федірівка – назва та позначення населених пунктів, відповідно, міста або селища міського типу, селища, села;

ШВ "Куяльник-26" – прийнята назва штучної водойми;

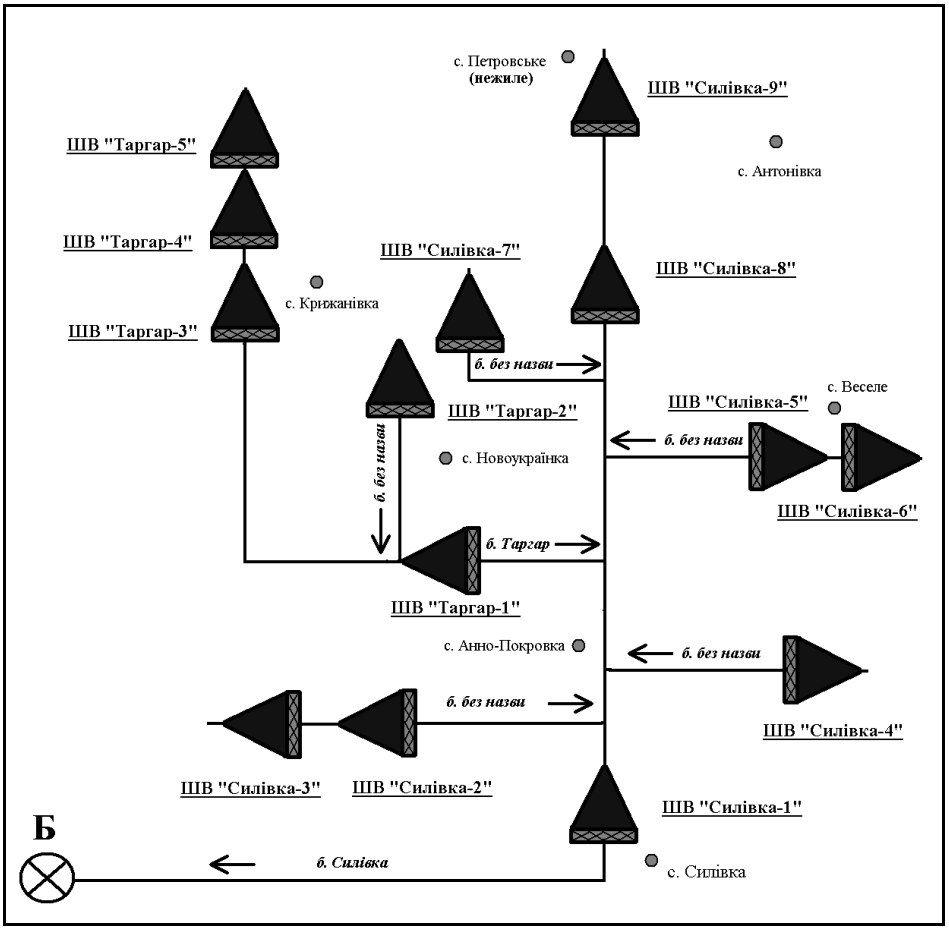
б. Куяльник – напрямок течії та назва водотоку;

З – позначення точки зведення;

– водосховище або ставок;

– кар’єр або копанка

Рисунок 3.1, аркуш 6



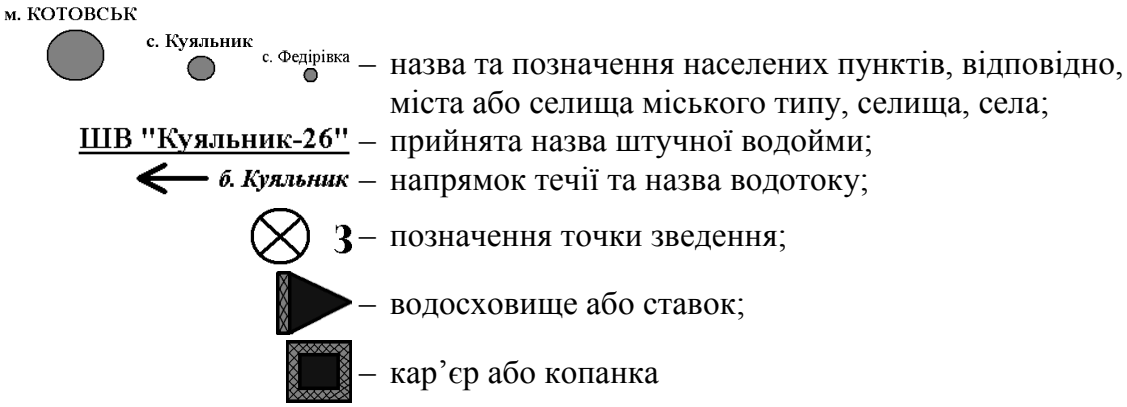
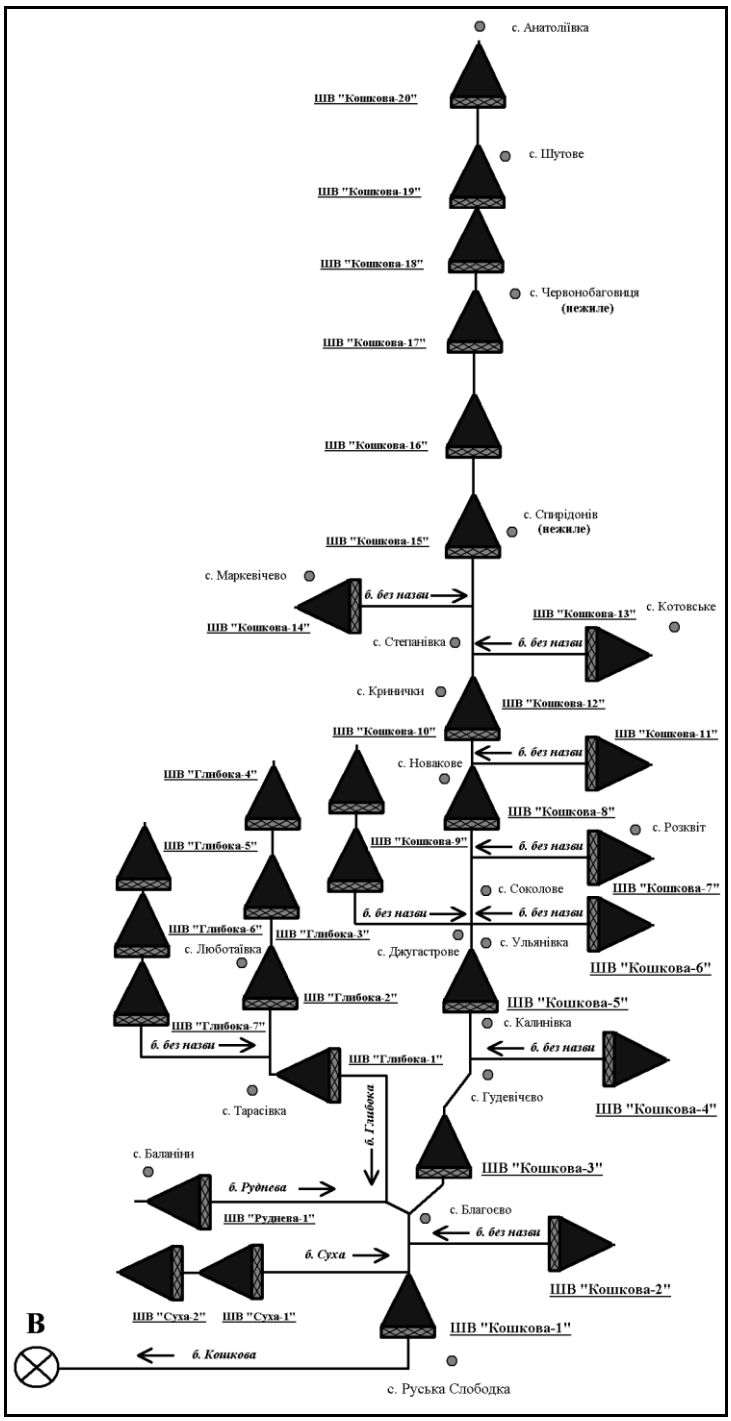


Рисунок 3.1, аркуш 7



м. КОТОВСЬК

с. Куяльник

с. Федірівка – назва та позначення населених пунктів, відповідно, міста або селища міського типу, селища, села;

ШВ "Куяльник-26" – прийнята назва штучної водойми;

б. Куяльник – напрямок течії та назва водотоку;

З – позначення точки зведення;

– водосховище або ставок;

– кар’єр або копанка

Рисунок 3.1, аркуш 8

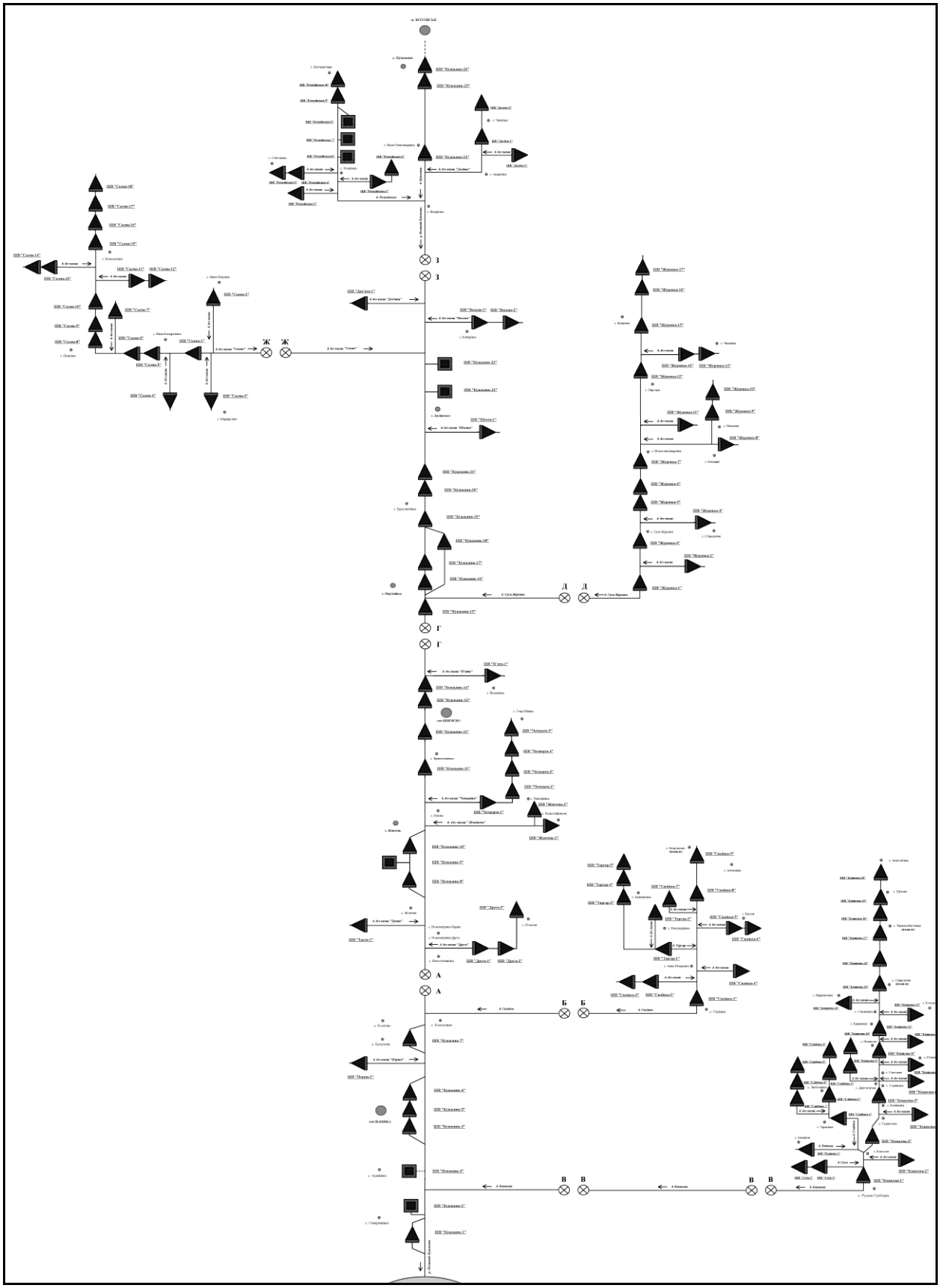


Рисунок 3.2 – Схема розташування ШВ в басейні р. В. Куяльник (без розривів)

Таблиця 3.1 – Інформація про штучні водойми в басейні р. В. Куяльник

№ п/п	Прийнята назва штучної водойми	Тип штучної водойми (вдсх, ставок, кар'єр, копанка)	Місце-поло-ження водойми в долині водотоку (русло, заплава, стариця)	Прийнята назва водотоку (річка чи балка)	Місцеположення водотоку в русловій мережі р. В. Куяльник	Населений пункт (пункти)	Місцеположення водойми в руслі водотоку по відношенню до населених пунктів	Довжина греблі, $L_{гр}$, м	Ширина греблі, $B_{гр}$, м	Тип греблі
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***
1	Куяльник-1	ставок	стариця	р. В. Куяльник	основне русло	с. Северинівка	в межах села	-	-	зем.
2	Куяльник-2	копанка	стариця	р. В. Куяльник	основне русло	с. Северинівка	в межах села	-	-	зем.
3	Куяльник-3	кар'єр	заплава	р. В. Куяльник	основне русло	с. Адамівка	в межах села	-	-	зем.
4	Куяльник-4	ставок	стариця	р. В. Куяльник	основне русло	смт Іванівка	в межах смт	-	-	-
5	Куяльник-5	ставок	стариця	р. В. Куяльник	основне русло	смт Іванівка	в межах смт	-	-	-
6	Куяльник-6	ставок	стариця	р. В. Куяльник	основне русло	смт Іванівка	в межах смт	-	-	-
7	Куяльник-7	ставок	стариця	р. В. Куяльник	основне русло	с. Богунове	в межах села	-	-	-
8	Куяльник-8	ставок	стариця	р. В. Куяльник	основне русло	с. Жовтень	нижче селища	-	-	-
9	Куяльник-9	копанка	заплава	р. В. Куяльник	основне русло	с. Жовтень	нижче селища	-	-	-
10	Куяльник-10	ставок	стариця	р. В. Куяльник	основне русло	с. Жовтень	нижче селища	-	-	-

92

Продовження таблиці 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
11	Куяльник-11	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	с. Яринославівка	в межах села	-	-	зем.
12	Куяльник-12	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	смт Ширяєво	нижче смт	-	-	-
13	Куяльник-13	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	смт Ширяєво	в межах смт	-	-	-
14	Куяльник-14	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	смт Ширяєво	в межах смт	510	5,00	зем.
15	Куяльник-15	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	с. Мар’янівка	в межах селища	-	-	-
16	Куяльник-16	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	с. Мар’янівка	в межах селища	-	-	-
17	Куяльник-17	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	с. Мар’янівка	в межах селища	-	-	-
18	Куяльник-18	ставок	стариця	р. В. Куяльник	основне русло	с. Мар’янівка	в межах селища	-	-	-
19	Куяльник-19	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	с. Мар’янівка	в межах селища	-	-	-
20	Куяльник-20	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	с. Трудо-любівка	вище села	150	3,00	зем.
21	Куяльник-21	ставок	русло	р. В. Куяльник	основне русло	с. Трудо-любівка	вище села	-	-	-
22	Куяльник-22	копанка	заплава	р. В. Куяльник	основне русло	с. Долинське	в межах селища	-	-	-
23	Куяльник-23	копанка	заплава	р. В. Куяльник	основне русло	с. Долинське	в межах селища	-	-	-
24	Куяльник-24	ставок	русло	б. Куяльник	основне русло	с. Мала Олександрівка	нижче села	100	3,00	зем.
25	Куяльник-25	ставок	русло	б. Куяльник	основне русло	с. Куяльник	в межах селища	-	-	-

93

Продовження таблиці 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
26	Куяльник-26	ставок	русло	б. Куяльник	основне русло	с. Куяльник	нижче селища	-	-	-
27	Кошкова-1	вдсх	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Руська Слободка	вище села	-	-	-
28	Кошкова-2	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Благоєво	вище села	-	-	-
29	Кошкова-3	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Благоєво	вище села	-	-	-
30	Кошкова-4	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Гудевічєво	вище села	-	-	-
31	Кошкова-5	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Калинівка	вище села	-	-	-
32	Кошкова-6	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Соколове	вище села	-	-	-
33	Кошкова-7	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Розквіт	в межах села	-	-	-
34	Кошкова-8	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Новакове	нижче села	-	-	-
35	Кошкова-9	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Джугастрове	вище села	-	-	-
36	Кошкова-10	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	-	-	-	-	-
37	Кошкова-11	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Розквіт	в межах села	-	-	-
38	Кошкова-12	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Кринички	в межах села	-	-	-
39	Кошкова-13	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Котовське	в межах села	-	-	-
40	Кошкова-14	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Маркевічево	в межах села	-	-	-

94

Продовження таблиці 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
41	Кошкова-15	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Спирідонів **(нежиле)**	в межах села	-	-	-
42	Кошкова-16	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Спирідонів **(нежиле)**	вище села	-	-	-
43	Кошкова-17	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Червонобаго-виця **(нежиле)**	в межах села	-	-	-
44	Кошкова-18	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Шутове	вище села	-	-	-
45	Кошкова-19	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Шутове	в межах села	-	-	-
46	Кошкова-20	ставок	русло	б. Кошкова	ліва притока р. В. Куяльник	с. Анатоліївка	в межах села	-	-	-
47	Суха-1	ставок	русло	б. Суха	права притока б. Кошкова	-	-	-	-	-
48	Суха-2	ставок	русло	б. Суха	права притока б. Кошкова	-	-	185	4,00	зем.
49	Руднева-1	ставок	русло	б. Руднева	права притока б. Глибока	с. Баланіни	нижче села	-	-	-
50	Глибока-1	ставок	русло	б. Глибока	права притока б. Кошкова	с. Тарасівка	нижче села	-	-	-
51	Глибока-2	ставок	русло	б. Глибока	права притока б. Кошкова	с. Тарасівка	вище села	-	-	-
52	Глибока-3	ставок	русло	б. Глибока	права притока б. Кошкова	-	-	-	-	-
53	Глибока-4	ставок	русло	б. Глибока	права притока б. Кошкова	-	-	-	-	-
54	Глибока-5	ставок	русло	б. Глибока	права притока б. Кошкова	-	-	-	-	-
55	Глибока-6	ставок	русло	б. Глибока	права притока б. Кошкова	-	-	-	-	-

95

Продовження таблиці 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
56	Глибока-7	ставок	русло	б. Глибока	права притока б. Кошкова	с. Тарасівка	вище села	-	-	-
57	Силівка-1	ставок	русло	б. Силівка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Силівка	вище села	-	-	-
58	Силівка-2	ставок	русло	б. Силівка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Силівка	вище села	110	6,00	зем.
59	Силівка-3	ставок	русло	б. Силівка	ліва притока р. В. Куяльник	-	-	-	-	-
60	Силівка-4	ставок	русло	б. Силівка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Анно-Покровка	вище села	-	-	-
61	Силівка-5	ставок	русло	б. Силівка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Веселе	нижче села	-	-	-
62	Силівка-6	ставок	русло	б. Силівка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Веселе	вище села	-	-	-
63	Силівка-7	ставок	русло	б. Силівка	ліва притока р. В. Куяльник	-	-	-	-	-
64	Силівка-8	ставок	русло	б. Силівка	ліва притока р. В. Куяльник	-	-	-	-	-
65	Силівка-9	ставок	русло	б. Силівка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Петровське **(нежиле)**	нижче села	145	4,00	зем.
66	Таргар-1	ставок	русло	б. Таргар	права притока б. Силівка	с. Новоукраїнка	нижче села	-	-	-
67	Таргар-2	ставок	русло	б. Таргар	права притока б. Силівка	с. Новоукраїнка	вище села	-	-	-
68	Таргар-3	ставок	русло	б. Таргар	права притока б. Силівка	с. Крижанівка	нижче села	-	-	-
69	Таргар-4	ставок	русло	б. Таргар	права притока б. Силівка	с. Крижанівка	вище села	150	5,00	-
70	Таргар-5	ставок	русло	б. Таргар	права притока б. Силівка	с. Крижанівка	вище села	135	4,00	-

96

Продовження таблиці 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
71	Перша-1	ставок	русло	б. без назви «Перша»	права притока р. В. Куяльник	с. Богунове	вище села	180	6,00	зем.
72	Друга-1	ставок	русло	б. без назви «Друга»	ліва притока р. В. Куяльник	між селищами Новостепанівка та Новопертівка-Друга	≈ 1 км вище с. Новостепанівка	-	-	з водо-випуск-ом
73	Друга-2	ставок	русло	б. без назви «Друга»	ліва притока р. В. Куяльник	між селищами Новостепанівка та Новопертівка-Друга	≈ 1,5 км вище с. Новостепанівка	-	-	з водо-випуск-ом
74	Друга-3	ставок	русло	б. без назви «Друга»	ліва притока р. В. Куяльник	с. Польове	в межах села	175	4,00	зем.
75	Третя-1	ставок	русло	б. без назви «Третя»	права притока р. В. Куяльник	між селами Жовтень та Новопертівка-Перша	≈ 2 км вище с. Жовтень	-	-	-
76	Жовтень-1	ставок	русло	б. без назви «Жовтень»	ліва притока р. В. Куяльник	с. Волко-сафонове	вище села	-	-	-
77	Жовтень-2	ставок	русло	б. без назви «Жовтень»	ліва притока р. В. Куяльник	с. Тимофіївка	вище села	-	-	-
78	Четверта-1	ставок	русло	б. без назви «Четверта»	ліва притока р. В. Куяльник	с. Ревова	вище села	-	-	-
79	Четверта-2	ставок	русло	б. без назви «Четверта»	ліва притока р. В. Куяльник	-	-	-	-	-
80	Четверта-3	ставок	русло	б. без назви «Четверта»	ліва притока р. В. Куяльник	-	-	-	-	-
81	Четверта-4	ставок	русло	б. без назви «Четверта»	ліва притока р. В. Куяльник	-	-	-	-	-
82	Четверта-5	ставок	русло	б. без назви «Четверта»	ліва притока р. В. Куяльник	с. Старі Маяки	нижче села	-	-	-

97

Продовження таблиці 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
83	П’ята-1	ставок	русло	б. без назви «П’ята»	ліва притока р. В. Куяльник	с. Йосипівка	-	180	3,00	зем.
84	Журовка-1	ставок	русло	б. Суха Журовка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Мар’янівка	вище села	-	-	-
85	Журовка-2	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Суха Журовка	с. Мар’янівка	вище села	-	-	-
86	Журовка-3	ставок	русло	б. Суха Журовка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Суха Журовка	нижче села	190	4,00	зем.
87	Журовка-4	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Суха Журовка	с. Стародачне	вище села	-	-	-
88	Журовка-5	ставок	русло	б. Суха Журовка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Суха Журовка	вище села	312	4,00	зем.
89	Журовка-6	ставок	русло	б. Суха Журовка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Ново-олександрівка	нижче села	305	6,00	зем.
90	Журовка-7	ставок	русло	б. Суха Журовка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Ново-олександрівка	в межах села	200	5,00	зем.
91	Журовка-8	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Суха Журовка	с. Бондари	вище села	110	5,00	зем.
92	Журовка-9	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Суха Журовка	с. Пасіцели	вище села	-	-	-
93	Журовка-10	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Суха Журовка	с. Пасіцели	вище села	-	-	-
94	Журовка-11	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Суха Журовка	с. Суха Журовка	-	-	-	-
95	Журовка-12	ставок	русло	б. Суха Журовка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Оброчне	вище села	-	-	-
96	Журовка-13	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Суха Журовка	с. Чапаївка	нижче села	-	-	-

98

Продовження таблиці 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
97	Журовка-14	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Суха Журовка	с. Чапаївка	в межах села	-	-	-
98	Журовка-15	ставок	русло	б. Суха Журовка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Вишневе	нижче села	-	-	-
99	Журовка-16	ставок	русло	б. Суха Журовка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Вишневе	вище села	-	-	-
100	Журовка-17	ставок	русло	б. Суха Журовка	ліва притока р. В. Куяльник	с. Вишневе	вище села	-	-	-
101	Шоста-1	ставок	русло	б. без назви «Шоста»	ліва притока р. В. Куяльник	с. Долинське	вище села	-	-	-
102	Сьома-1	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Мала Кондратівка	нижче села	220	4,00	зем.
103	Сьома-2	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. «Сьома»	с. Мала Петрівка	нижче села	-	-	-
104	Сьома-3	ставок	русло	б. без назви	права притока б. «Сьома»	с. Мардаровка	нижче села	-	-	-
105	Сьома-4	ставок	русло	б. без назви	права притока б. «Сьома»	с. Мала Кондратівка	вище села	-	-	-
106	Сьома-5	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Мала Кондратівка	вище села	-	-	-
107	Сьома-6	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Мала Кондратівка	вище села	190	5,00	зем.
108	Сьома-7	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. «Сьома»	-	-	-	-	-
109	Сьома-8	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Петрівка	вище села	110	6,00	зем.
110	Сьома-9	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Петрівка	вище села	-	-	-

Продовження таблиці 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
111	Сьома-10	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Петрівка	вище села	-	-	-
112	Сьома-11	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. «Сьома»	-	-	-	-	-
113	Сьома-12	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. «Сьома»	-	-	-	-	-
114	Сьома-13	ставок	русло	б. без назви	права притока б. «Сьома»	-	-	-	-	-
115	Сьома-14	ставок	русло	б. без назви	права притока б. «Сьома»	-	-	-	-	-
116	Сьома-15	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Новоселівка	вище села	-	-	-
117	Сьома-16	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Новоселівка	вище села	-	-	-
118	Сьома-17	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Новоселівка	вище села	-	-	-
119	Сьома-18	ставок	русло	б. без назви «Сьома»	права притока р. В. Куяльник	с. Новоселівка	вище села	-	-	-
120	Восьма-1	ставок	русло	б. без назви «Восьма»	ліва притока р. В. Куяльник	с. Качурівка	в межах села	175	6,00	зем.
121	Восьма-2	ставок	русло	б. без назви «Восьма»	ліва притока р. В. Куяльник	с. Качурівка	вище села	110	6,00	зем.
122	Дев’ята-1	ставок	русло	б. без назви «Дев’ята»	права притока р. В. Куяльник	с. Федірівка	вище села	280	10,0	зем.
123	Десята-1	ставок	русло	б. без назви «Десята»	ліва притока б. Куяльник	с. Андріївка	вище села	-	-	-
124	Десята-2	ставок	русло	б. без назви «Десята»	ліва притока б. Куяльник	с. Чапаївка	нижче села	-	-	-
125	Десята-3	ставок	русло	б. без назви «Десята»	ліва притока б. Куяльник	с. Чапаївка	вище села	-	-	-

100

Продовження таблиці 3.1

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
126	Розалівська-1	ставок	русло	б. без назви	права притока б. Розалівська	с. Розалівка	-	-	-	-
127	Розалівська-2	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Розалівська	с. Розалівка	вище села	-	-	-
128	Розалівська-3	ставок	русло	б. без назви	ліва притока б. Розалівська	с. Розалівка	вище села	-	-	-
129	Розалівська-4	ставок	русло	б. без назви	права притока б. Розалівська	с. Розалівка	вище села	-	-	-
130	Розалівська-5	ставок	русло	б. без назви	права притока б. Розалівська	с. Соболевка	нижче села	100	4,00	зем.
131	Розалівська-6	копанки	заплава	б. Розалівська	права притока б. Куяльник	с. Розалівка	вище села	-	-	-
132	Розалівська-7	копанки	заплава	б. Розалівська	права притока б. Куяльник	с. Розалівка	вище села	-	-	-
133	Розалівська-8	копанки	заплава	б. Розалівська	права притока б. Куяльник	с. Розалівка	вище села	-	-	-
134	Розалівська-9	ставок	русло	б. Розалівська	права притока б. Куяльник	с. Вестернічани	в межах села	-	-	-
135	Розалівська-10	ставок	русло	б. Розалівська	права притока б. Куяльник	с. Вестернічани	нижче села	-	-	-

101

Виконання батиметричної зйомки на заповнених водою ШВ було заплановано за повздовжніми створами і косими галсами, що дозволяє достатньою мірою відобразити характер рельєфу дна водойм з необхідною точністю. Координацію промірних робіт, пунктів визначення мінералізації, фізико-хімічних властивостей води та гідробіологічних досліджень було заплановано виконувати радіонавігаційними засобами.

На пересохлих водоймах вимірювання відміток ложа дна було заплановано виконувати шляхом технічного нівелювання від мінімальних точок дна до максимальних відміток (поверхня дамб, поверхня дна шлюзових або скидних каналів, характерні границі високих вод), а координацію точок нівелювання та урізів води, визначених по границі високих вод – здійснювати GPS-приймачами та за допомогою карт і супутникових знімків.

3.2 Підготовка гідрометричних та геодезичних приладів і устаткування та їхні технічні характеристики

Для виконання батиметричної та геодезичної зйомок були перевірені та підготовлені такі геодезичні та гідрометричні прилади: GPS-навігатори (приймачі), нівелір, нівелірна рейка, штатив для нівеліру, землемірна стрічки, ехолот, гідрометрична штанга.

Перевірка нівеліра. Для нівеліра повинна виконуватися наступна головна умова: вісь візирної лінії повинна бути горизонтальною. У роботі використовувався нівелір типу НС-4, для якого ця умова визначається, як: вісь циліндричного рівня повинна бути паралельна візирній осі зорової труби. Для перевірки цієї умови користуються прийомом, який викладено нижче.

На відстані порядку 65-75 м в точках A и B забивають кілочки з цвяхами, що мають капелюшки зі сферичною поверхнею. Далі поруч з точкою A встановлюється нівелір так, щоб окуляр зорової труби відстояв від рейки не

більше ніж на 3-5 см. Вимірюється висота нівеліра i_A за чорною стороною рейки. Потім береться відлік b по рейці, встановленій в точці B. Після цього прилад встановлюється поруч з точкою B. Не змінюючи фокус зорової труби робиться відлік a по рейці, встановленій в точці A, та вимірюється висота приладу i_B. Далі знаходиться похибка визначення відліку по рейці за рахунок негоризонтальності візирного променя:

$$x = \frac{i_A + i_B}{2} - \frac{a+b}{2}. \tag{3.1}$$

Величина x не повинна перевищувати 4 мм. У випадку перевищення цієї величини похибку виправляють. Для цього за допомогою елеваційного гвинта наводять середню нитку нівеліра на правильний відлік, що дорівнює:

$$a_0 = a + x. \tag{3.2}$$

При цьому зображення кінців циліндричного рівня розійдуться. Виправними гвинтами рівня сполучають зображення кінців пухирця рівня. Після цього перевірка повторюється. Перевірка виконується поки x не буде менше 4 мм.

Для нівеліру НС-4 (s/n 2623), що використовувався в роботі, похибка x дорівнювала 0 мм, тобто він був повністю підготовлений.

Підготовка ехолота. При промірних роботах використовувався електронний ехолот Fishfinder-250, фірми Garmin (s/n 50508248). Цей електронний ехолот є сонаром нового покоління, завдяки своїм малим габаритам та інтеграції з комп’ютером і GPS-навігаторами по COM-порту. Випромінювач ехолоту було закріплено на транці промірного човна.

Підготовка GPS-навігаторів (приймачів). Для координування промірів глибин (визначення координат промірних вертикалей), точок нівелювання, пунктів визначення мінералізації, фізико-хімічних властивостей води та

гідробіологічних досліджень було використано сучасні GPS-навігатори фірми Garmin, а саме: GPS-72 (s/n 82335369) та GPS-72, Int'I (s/n 13400382). При цьому точність планової прив’язки (визначення місця положення промірної вертикалі, точок нівелювання тощо) при використанні таких GPS-приймачів завжди складає до 1-4 м (в залежності від кількості прив’язок до супутників).

3.3 Методики батиметричної та геодезичної зйомок на водоймах

Батиметрична зйомка (проміри глибин) – це вид гідрологічних вимірювань, який дозволяє отримати інформацію про відстань від поверхні води до дна, тобто глибину водойми, для визначення рельєфу її дна.

При виконанні промірів глибин виконуються наступні роботи:

1) призначаються промірні створи (галси);

2) визначається положення промірних точок (вертикалей);

3) фіксуються рівні води на початку та по завершенню промірних робіт (на основному або тимчасовому водомірному постах);

4) вимірюються глибини на промірних вертикалях у створах;

5) одночасно визначається характер ґрунту дна водойми.

Проміри глибин виконуються дискретним методом (глибини вимірюються в окремих точках) акустичним способом (ехолокацією) або механічним – з використанням гідрометричної штанги. Визначення координат промірних вертикалей виконується за допомогою GPS-навігатора (приймача).

На пересохлих водоймах зйомка рельєфу дна виконується геодезичними та радіонавігаційними засобами. При цьому, як і при виконанні батиметричної зйомки, призначаються створи та галси, які в цьому випадку називаються нівелювальними ходами, для виконання технічного нівелювання поверхні дна пересохлої водойми від найнижчої точки до характерних границь високих вод, поверхні греблі тощо.

Для цього були використані наступні прилади та обладнання:

1) нівелір (НС-4);

2) рейка нівелірна (РН-3);

3) тринога (штатив);

4) мірна стрічка (ЛЗ-20);

5) металевий башмак.

Визначення координат точок нівелювання (у тому числі характерних границь високих вод) виконується за допомогою GPS-навігатора (приймача).

3.4 Визначення мінералізації та фізико-хімічних властивостей води

В процесі виконання експедиційних досліджень в басейні р. В. Куяльник необхідно було провести візуальні спостереження поверхні води, визначити мінералізацію та фізико-хімічні властивості води штучних водойм (ставків, кар’єрів і колодязів), а саме: температури води, запаху, прозорості, кольоровості, pH та концентрації розчиненого у воді кисню.

Проведення візуальних спостережень поверхні водойм включали:

– визначення забруднення водойми (покриття поверхні води нафтовою або масляною плівкою, загибель риби, рослин і т. п.);

– виявлення джерел забруднення (установлення місця скидання стічних вод і таке інше) та зон поширення забруднень по площі водойми.

Вимірювання температури води виконувалося водним термометром, який опускався у воду в місцях відбору проб на глибину 0,3-0,5 м. Після 5-8 хвилин термометр виймався та робився відлік з точністю до 0,1 °С.

Визначення запаху води здійснювалося безпосередньо у водного об’єкта орієнтовно при температурі близько 20 °С. Для цього 250 дм^3 проби води поміщалися у конічну колбу, закривалася колба пробкою та струшувалася обертовим рухом у закритому стані. Далі, відкривши пробку, органолептично визначали інтенсивність та характер запаху у відповідності до табл. 3.2 та 3.3.

Таблиця 3.2 – Визначення інтенсивності запаху води

Інтен-сивність, бал	Характеристика	Поява запаху
0	Ніякого запаху	Відсутність відчутного запаху
1	Дуже слабкий	Запах непомітний споживачем, але помітний фахівцем
2	Слабкий	Запах легко помітний споживачем, якщо звернути увагу на нього
3	Помітний	Запах помітний і здатний бути причиною того, що вода стає непридатною для пиття
4	Виразний	Запах, що привертає до себе увагу, змушуючи втриматися від пиття
5	Дуже сильний	Запах настільки сильний, що робить воду непридатною для пиття

Таблиця 3.3 – Класифікація (характер) запаху

Характер запаху	Можливі джерела походження запаху
Хімічний	Промислові стічні води або хімічна обробка
Хлорний	Вільний хлор
Вуглеводний	Стоки нафтоочисних заводів
Лікарський	Фенол і йодоформ
Сірчистий	Сірководень
Гнильний	Застояні стічні води

Прозорість води визначалася по границі зникнення та появи білого диска Секкі з тіньової сторони борта промірного човна.

Кольоровість води визначалася в градусах візуально за допомогою білого диска Секкі та спеціальної шкали кольоровості. Для цього диск Секкі опускався у воду на половину глибини прозорості та, переглядаючи фарбування контрольних розчинів зверху вниз, знаходився циліндр, фарбування рідини в якому збігалося з фарбуванням досліджуваної води на фоні білого диску з тіньової сторони борта промірного човна.

Визначення pH виконувалося безпосередньо у водних об’єктах електрометричним приладом pH-150 (s/n 1024).

Концентрація розчиненого у воді кисню вимірювалася безпосередньо у водних об’єктах за допомогою електронного приладу АЖА-001М (s/n 0048) з точністю до 0,01 мгO_2/дм^3.

Мінералізація води вимірювалася безпосередньо у водних об’єктах солеміром «ВСЕГИНГЕО» (s/n 4347), а також визначалася за сухим залишком в хімічній лабораторії (для контролю).

Підготовку та калібрування всіх приладів, які використовувалися підчас польових експедиційних досліджень, було виконано свого часу фахівцями з хімії та електроніки.

3.5 Результати експедиційних досліджень

Експедиційні дослідження здійснювалися в осінній період 2010 р. Результати цих гідрографічних обстежень дозволили оцінити сучасний рельєф дна ставків і водосховищ в басейні р. В. Куяльник, побудувати плани водойм в ізобатах і криві об’ємів та площ водної поверхні при максимальних рівнях води. В процесі виконання експедиційних досліджень ставків, водосховищ, кар’єрів та інших водойм в басейні р. В. Куяльник також були проведені

візуальні спостереження поверхні водойм (наявність нафтових або масляних плівок, загибель риби, рослин і т. п.), визначені мінералізація та фізико-хімічні властивості води (температура, запах, прозорість, кольоровість, pH та вміст розчиненого у воді кисню).

3.5.1 Сучасні об’єми та площі водної поверхні штучних водойм

За результатами батиметричної та геодезичної зйомок ШВ на водозбірному басейні р. В. Куяльник, для кожної з них визначені максимальні об’єми та площі водної поверхні водойм (табл. 3.4).

Крім цього, результати батиметричної та геодезичної зйомок можуть бути представлені у вигляді планів водойм в ізобатах та графіків з кривими об’ємів і площ водної поверхні водойм. Приклади плану водойми в ізобатах та графіків з кривими об’ємів і площ водної поверхні наведені нижче на рис. 3.3 та 3.4.

Плани водойм в ізобатах побудовані при їх максимально можливому наповненні, в системі координат WGS-84, де *X*, м та *Y*, м – це прямокутні координати в цій системі. Криві об’ємів і площ водної поверхні водойм, як і плани в ізобатах, побудовані при їх максимально можливому наповненні.

В зв’язку з тим, що стаціонарні водомірні спостереження на водних об’єктах басейну р. В. Куяльник виконуються тільки на одному водомірному посту – в головному руслі річки біля с. Северинівка, то для кожної водойми на період вимірювань були організовані тимчасові водомірні пости, де відмітки рівнів води визначалися в умовних системах висот (*H*, м ум.).

На всіх водоймах нулі спостережень тимчасових водомірних постів вибиралися в залежності від висоти греблі та характерних границь високих вод. Крім того прийнято, що на кожному водомірному посту умовна відмітка нуля графіка співпадає з нулем спостережень.

Таблиця 3.4 – Максимальні об’єми, площі водної поверхні, середні та найбільші глибини штучних водойм в басейні р. В. Куяльник

№ п/п	Прийнята назва штучної водойми	Площа водної поверхні водойми при H_{max}, F_{max}, м^2	Об’єм водойми при H_{max}, W_{max}, м^3
1	***2***	***3***	***4***
1	Куяльник-1	21006	52515
2	Куяльник-2	2012	5030
3	Куяльник-3	22670	56675
4	Куяльник-4	1814	4535
5	Куяльник-5	644	1610
6	Куяльник-6	522	1305
7	Куяльник-7	9200	23000
8	Куяльник-8	541	1353
9	Куяльник-9	640	1600
10	Куяльник-10	322	805
11	Куяльник-11	36180	90450
12	Куяльник-12	222038	555095
13	Куяльник-13	29666	74165
14	Куяльник-14	345570	863925
15	Куяльник-15	111275	278188
16	Куяльник-16	21240	53100
17	Куяльник-17	51462	128655
18	Куяльник-18	11352	28380
19	Куяльник-19	115911	289778
20	Куяльник-20	52909	132273
21	Куяльник-21	6478	16195
22	Куяльник-22	11805	29513
23	Куяльник-23	31422	78555
24	Куяльник-24	59433	148583
25	Куяльник-25	27802	69505
26	Куяльник-26	23359	58398
27	Кошкова-1	706648	1766620
28	Кошкова-2	10000	25000
29	Кошкова-3	10000	25000
30	Кошкова-4	27862	69655
31	Кошкова-5	102560	256400
32	Кошкова-6	9236	23090
33	Кошкова-7	31590	78975
34	Кошкова-8	74736	186840
35	Кошкова-9	30935	77338

Продовження таблиці 3.4

1	*2*	*3*	*4*
36	Кошкова-10	14840	37100
37	Кошкова-11	15326	38315
38	Кошкова-12	103846	259615
39	Кошкова-13	29807	74518
40	Кошкова-14	16000	40000
41	Кошкова-15	56342	140855
42	Кошкова-16	51972	129930
43	Кошкова-17	39933	99833
44	Кошкова-18	53277	133193
45	Кошкова-19	88530	221325
46	Кошкова-20	110087	275218
47	Суха-1	21730	54325
48	Суха-2	53820	134550
49	Руднева-1	47716	119290
50	Глибока-1	45323	113308
51	Глибока-2	44080	110200
52	Глибока-3	9651	24128
53	Глибока-4	28145	70363
54	Глибока-5	56098	140245
55	Глибока-6	16425	41063
56	Глибока-7	8528	21320
57	Силівка-1	244805	612013
58	Силівка-2	33717	84293
59	Силівка-3	15000	37500
60	Силівка-4	16717	41793
61	Силівка-5	33191	82978
62	Силівка-6	15545	38863
63	Силівка-7	3258	8145
64	Силівка-8	4700	11750
65	Силівка-9	41917	104793
66	Таргар-1	101000	252500
67	Таргар-2	8274	20685
68	Таргар-3	27030	67575
69	Таргар-4	48974	122435
70	Таргар-5	102454	256135
71	Перша-1	4266	10665
72	Друга-1	11421	28553
73	Друга-2	75600	189000
74	Друга-3	60890	152225
75	Третя-1	616	1540

Продовження таблиці 3.4

1	*2*	*3*	*4*
76	Жовтень-1	30000	75000
77	Жовтень-2	30000	75000
78	Четверта-1	30300	75750
79	Четверта-2	30000	75000
80	Четверта-3	30000	75000
81	Четверта-4	30000	75000
82	Четверта-5	30000	75000
83	П’ята-1	51400	128500
84	Журовка-1	58000	145000
85	Журовка-2	11568	28920
86	Журовка-3	52150	130375
87	Журовка-4	11377	28443
88	Журовка-5	129000	322500
89	Журовка-6	390000	975000
90	Журовка-7	242000	605000
91	Журовка-8	13754	34385
92	Журовка-9	2772	6930
93	Журовка-10	18360	45900
94	Журовка-11	8050	20125
95	Журовка-12	64202	160505
96	Журовка-13	12377	30943
97	Журовка-14	3645	9113
98	Журовка-15	129105	322763
99	Журовка-16	1976	4940
100	Журовка-17	49419	123548
101	Шоста-1	11835	29588
102	Сьома-1	48251	120628
103	Сьома-2	11745	29363
104	Сьома-3	5207	13018
105	Сьома-4	19486	48715
106	Сьома-5	23938	59845
107	Сьома-6	104673	261683
108	Сьома-7	4622	11555
109	Сьома-8	39116	97790
110	Сьома-9	13692	34230
111	Сьома-10	45363	113408
112	Сьома-11	5709	14273
113	Сьома-12	7624	19060
114	Сьома-13	25710	64275
115	Сьома-14	23100	57750

Продовження таблиці 3.4

1	*2*	*3*	*4*
116	Сьома-15	412	1030
117	Сьома-16	10887	27218
118	Сьома-17	62847	157118
119	Сьома-18	61600	154000
120	Восьма-1	76925	192313
121	Восьма-2	9167	22918
122	Дев’ята-1	93508	233770
123	Десята-1	725	1813
124	Десята-2	4914	12285
125	Десята-3	4000	10000
126	Розалівська-1	3215	8038
127	Розалівська-2	2853	7133
128	Розалівська-3	16221	40553
129	Розалівська-4	9901	24753
130	Розалівська-5	7131	17828
131	Розалівська-6	1755	4388
132	Розалівська-7	482	1205
133	Розалівська-8	1378	3445
134	Розалівська-9	16436	41090
135	Розалівська-10	11040	27600
ВСЬОГО:		F_{max} **= 6,23 км^2**	W_{max} **= 15,6 км^3**

За нуль спостережень (нуль графіка) приймалася найвища характерна точка на греблі водойми або точка, яка співпадала з характерною границею високих вод на її берегах. Таким чином, на більшості водойм значення умовної відмітки нуля спостережень (нуля графіка) відповідає значенню максимальної висоти греблі, наприклад, 2,85 м ум. – на ШВ «Куяльник-1» (нижній ставок в стариці річки, розташований в межах с. Северинівка).

В зв’язку з тим, що в технічному завдані до цієї НДР, визначення відміток нулів спостережень або нулів графіків водомірних постів на водоймах басейну р. В. Куяльник в Балтійській системи висот (БС) або їхня висотна прив’язка до будь-якої іншої системи висот з єдиним нулем не ставилася, а також з урахуванням того, що це досить специфічна та високовартісна робота, такий вид роботи на досліджених ШВ, не виконувався.

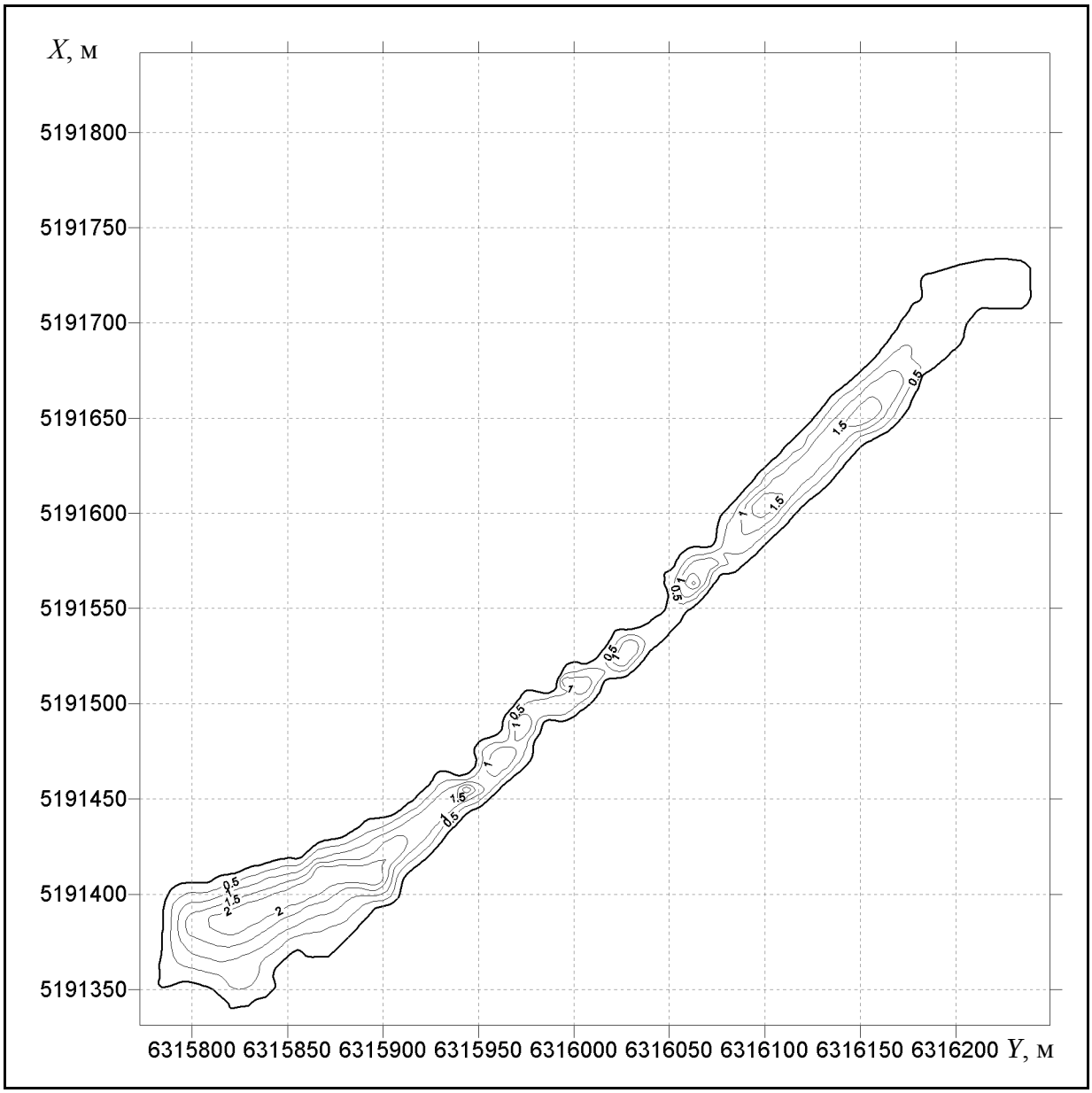


Рисунок 3.3 – План ШВ «Куяльник-1» в ізобатах,

відмітка поверхні води становить 2,85 м ум.,

X та ***Y*** – прямокутні координати в системі координат WGS-84

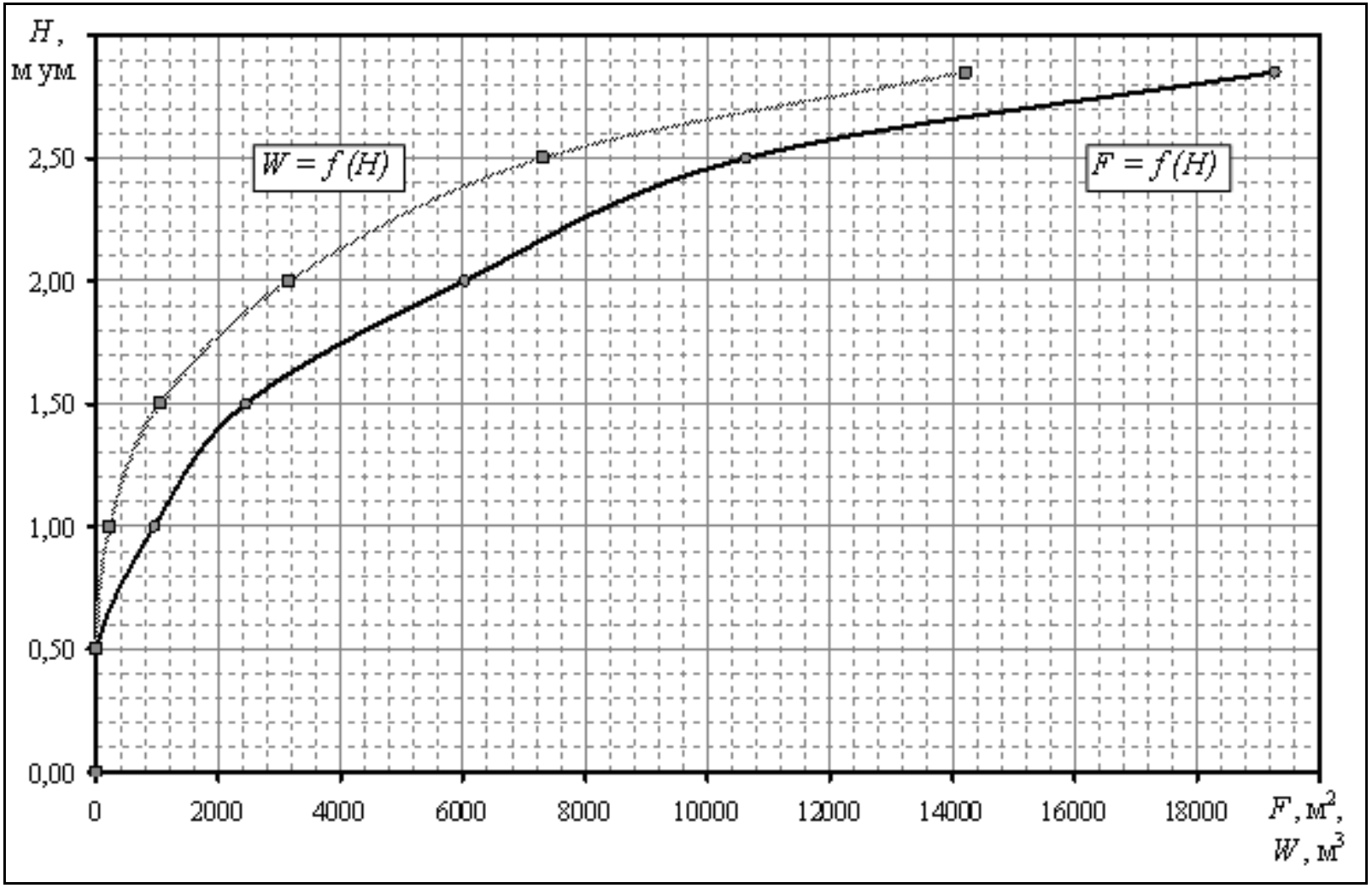


Рисунок 3.4 – Криві площ водної поверхні та об’ємів води ШВ «Куяльник-1»,

відмітка максимального рівня води становить 2,85 м ум.

3.5.2 Результати визначення мінералізації та фізико-хімічних властивостей води в басейні річки

Візуальні спостереження поверхні води, визначення мінералізації та фізико-хімічних властивостей води виконувалися на 12 гідрохімічних станціях: 1 станція вибрана в основному руслі річки, а 11 станцій – на штучних водоймах в басейні р. В. Куяльник, з яких: 9 – ставки, 1 – кар'єр, 1 – колодязь (табл. 3.5).

Гідрохімічні спостереження в басейні р. В. Куяльник включали польові роботи та камеральні (лабораторні) дослідження.

До польових робіт належали:

– візуальні спостереження поверхні водойми;

– вимірювання температури води;

– визначення запаху води;

– вимірювання прозорості води;

– визначення кольоровості води;

– вимірювання pH води;

– вимірювання концентрації розчиненого у воді кисню;

– визначення мінералізації води (солеміром).

Камеральні (лабораторні) дослідження спочатку включали визначення мінералізації за сухим залишком. Але, додатково, для оцінки походження значних мінералізацій води на деяких ШВ басейну р. В. Куяльник, в процесі лабораторних аналізів, було визначено такі показники її хімічного складу води:

– твердість води (загальна, карбонатна та некарбонатна);

– вміст головних катіонів (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}+K^{+});

– вміст головних аніонів (HCO_3^{-}, SO_4^{2-}, Cl^{-}).

Результати визначення мінералізації, фізико-хімічних властивостей, твердості води (загальної, карбонатної, некарбонатної) та вмісту головних аніонів (HCO_3^{-}, SO_4^{2-}, Cl^{-}) і катіонів (Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}+K^{+}) наведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.5 – Перелік та місцеположення гідрохімічних станцій на водних об’єктах басейну р. В. Куяльник

№ п/п (номер гідрохімічної станції)	Прийнята назва водного об’єкту	Місцеположення гідрохімічної станції
1	р. В. Куяльник	с. Северинівка, міст через русло річки (в створі греблі ШВ «Куяльник-1»)
2	ШВ «Куяльник-1»	с. Северинівка, нижній ставок (в стариці річки)
3	ШВ «Куяльник-2»	с. Северинівка, верхній ставок (в стариці річки)
4	ШВ «Куяльник-3»	с. Адамівка, кар’єр в заплаві р. В. Куяльник
5	ШВ «Куяльник-11»	с. Яринославівка, ставок в руслі річки
6	ШВ «Куяльник-14»	смт Ширяєво, верхній ставок в руслі річки
7	ШВ «Розалівська-10»	с. Вестернічани, перший від витоку ставок в руслі б. Розалівська
8	ШВ «Розалівська-9»	с. Вестернічани, другий від витоку ставок в руслі б. Розалівська
9	ШВ «Восьма-1»	с. Качурівка, нижній ставок на б. «Восьма» (л. пр. р. В. Куяльник)
10	ШВ «Журовка-6»	с. Новоолександрівка, перший ставок нижче села на б. Суха Журовка
11	ШВ «Кошкова-17»	с. Шутове, другий ставок нижче села на б. Кошкова
12	колодязь на л. березі б. Кошкова на заплаві	с. Соколове

Таблиця 3.6 – Результати гідрохімічних досліджень у водоймах басейну р. В. Куяльник (восени 2010 р.)

№ п/п	Місцеположення гідрохімічної станції (водний об'єкт та населений пункт)	Мінералізація води, α, мг/дм^3	Температура води, $t_{води}$,°С	Запах води, *З*, бал		Прозорість води, *П*, м	Кольоровість води, *К*, № за шкалою	*pH*	O_2	
				характер	бал				мгO_2/дм^3	%
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	***10***	***11***
1	р. В. Куяльник – с. Северинівка	3756	5,8	немає	0	>0,50	–	7,45	4,91	60,0
2	ШВ «Куяльник-1» – с. Северинівка	6304	11,5	гнильний	2	0,22	16-17	8,35	11,49	104,7
3	ШВ «Куяльник-2» – с. Северинівка	5900	5,2	немає	0	0,80	16-17	8,17	7,53	59,0
4	ШВ «Куяльник-3» – с. Адамівка	8902	5,8	немає	0	0,40	17	8,38	9,05	74,3
5	ШВ «Куяльник-11» – с. Яринославівка	1972	10,6	немає	0	0,32	12-13	8,58	8,91	77,7
6	ШВ «Куяльник-14» – смт Ширяєво	1806	12,0	гнильний	2	0,40	20	7,30	8,67	66,7
7	ШВ «Розалівська-10» – с. Вестернічани	932	12,5	гнильний	2	0,27	15	7,30	8,67	66,7
8	ШВ «Розалівська-9» – с. Вестернічани	900	12,0	сірчистий	3	0,32	17-18	8,30	3,47	36,7
9	ШВ «Восьма-1» – с. Качурівка	813	11,0	немає	0	0,25	22	8,35	10,00	71,5
10	ШВ «Журовка-6» – с. Новоолександрівка	4236	12,3	немає	0	0,12	21	8,86	10,66	83,0
11	ШВ «Кошкова-17» – с. Шутове	14760	-	немає	0	0,27	-	7,00	-	-
12	колодязь – с. Соколове	830	-	немає	0	-	-	-	-	-

117

Продовження таблиці 3.6

№ п/п	Твердість води, *T*, мг-екв/дм^3			Ca^{2+}		Mg^{2+}		$Na^{+}+K^{+}$		HCO_3^{-}		SO_4^{2-}		Cl^{-}	
	заг.	карб.	некарб.	мг-екв/дм^3	мг/дм^3	мг-екв/дм^3	мг/дм^3	мг-екв/дм^3	мг/дм^3	мг-екв/дм^3	мг/дм^3	мг-екв/дм^3	мг/дм^3	мг-екв/дм^3	мг/дм^3
1	***12***	***13***	***14***	***15***	***16***	***17***	***18***	***19***	***20***	***21***	***22***	***23***	***24***	***25***	***26***
1	12,00	8,38	3,62	11,06	221,64	0,94	11,30	34,14	853,5	8,38	511,18	15,800	758,4	21,96	756,52
2	12,25	11,75	0,50	11,44	229,26	0,81	9,85	35,32	883,0	11,75	716,75	32,400	1555,2	3,42	117,82
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	81,30	2,38	78,92	25,56	512,22	55,74	677,80	0,00	0,0	2,38	145,18	6,900	331,2	5,07	174,66
5	11,88	2,75	9,13	4,50	90,18	7,38	89,74	0,00	0,0	2,75	167,75	1,300	62,4	7,65	263,20
6	9,88	4,88	5,00	4,13	82,77	5,75	69,92	2,94	73,5	4,88	297,68	2,300	110,4	5,64	194,30
7	6,75	2,88	3,82	1,68	33,67	5,07	61,65	0,00	0,0	2,88	175,68	0,025	1,2	2,70	93,02
8	6,75	3,13	3,62	1,75	35,07	5,00	60,8	0,00	0,0	3,13	190,93	1,550	74,4	0,96	33,07
9	6,13	4,63	1,50	3,50	70,14	2,63	31,98	4,86	121,5	4,63	282,43	3,870	185,8	2,49	85,78
10	11,75	8,25	3,50	9,38	187,96	2,37	28,82	11,00	275,0	8,25	503,25	13,300	638,4	1,20	41,34
11	126,8	1,50	125,30	48,13	964,53	78,67	956,63	0,00	0,0	1,50	91,50	6,500	312,0	6,48	223,24
12	11,5	10,38	1,12	10,25	205,41	1,25	15,20	4,37	109,25	10,38	633,18	1,650	79,2	3,84	132,29

118

З табл. 3.6 видно, що підчас експедиційних досліджень (восени 2010 р.) нафтова або масляна плівка, загибель риби, рослин і т. п. на всіх штучних водоймах в басейні та руслі р. В. Куяльник і руслах її приток, були відсутні, при цьому треба відмітити наявність риби у всіх заповнених водою ставках.

Температура води коливалася в межах від 5,2 °С – в ШВ «Куяльник-2», до 12,5 °С – в ШВ «Розалівська-10» (табл. 3.6), що насамперед пов'язано з теплозапасами водойм, а вони – від об'ємів води в цих ШВ.

На більшості водойм запах води не відчувався, тільки в пробах води з трьох ставків відчувався слабкий гнильний запах, з інтенсивністю близько 2 балів (табл. 3.6), тільки в одній пробі з ШВ «Розалівська-10» – с. Вестернічани, характер запаху був сірчистий, а інтенсивність – 3 бали. Крім цього в цій же водоймі вміст кисню був найменшим – 3,47 мгO_2/дм^3 (36,7 %O_2), що вірогідніше за все, пов'язано з деструкцією та розкладанням речовин органічного походження в осінній період, при ще сприятливих для цього температурах води (в цій ШВ вона була найбільшою серед усіх водойм).

Середня прозорість води на ШВ басейну р. В. Куяльник (восени 2010 р.) склала 0,35 м, максимальна – сягала 0,80 м, в ШВ «Куяльник-2», а мінімальна становила 0,12 м – в ШВ «Журовка-6» (табл. 3.6). В цій же водоймі спостерігалася найбільша pH, яка становила 8,86, при середньому значені 8,00.

Кольоровість води (за стандартною шкалою кольоровості) змінювалася від № 12-13 – в ШВ «Куяльник-11» (с. Яринославівка), до № 22 – в ШВ «Восьма-1» (с. Качурівка).

Середня мінералізація води водних об'єктів склала 4260 мг/дм^3, максимальна – 14760 мг/дм^3, в ШВ «Кошкова-17» (с. Шутове), а мінімальна – 813 мг/дм^3, в ШВ «Восьма-1» (с. Качурівка). Високі значення мінералізації можуть бути пов'язані з декількома чинниками – припливом високомінералізованих підземних вод (чи верховодки); значним випаровуванням води, що за багато років призвело до поступового накопичення вмісту солей у водоймі; за рахунок біогенних елементів органічного походження (відмерлі рослини і тварини); залишками мінеральних добрив й ін.

4 НАУКОВО-МЕТОДИЧНА БАЗА ТА ОЦІНКА ПОВЕРХНЕВОГО СТОКУ ВОДИ В БАСЕЙНІ РІЧКИ ВЕЛИКИЙ КУЯЛЬНИК

На сьогодення у межах України практично не залишилося річок, стік яких не був би перетворений водогосподарськими заходами [4]. На території Південної України початок гідрологічних спостережень у більшості випадків співпадає з початком інтенсифікації водогосподарських заходів, що значно утруднює аналіз та передбачення стану водних ресурсів в результаті антропогенної діяльності. Вплив водогосподарських заходів на стан водних ресурсів обумовлюється не тільки масштабами водогосподарських перетворень, але й кліматичними умовами. Відомо, що при постійних у часі кількісних показниках масштабів водогосподарських заходів на водозборі, їх дія на стан водних ресурсів залежить від загальної зволоженості території й посилюється у періоди малої водності [61]. В результаті водогосподарських перетворень природний (непорушений водогосподарською діяльністю) стік річок трансформується, внаслідок чого аналіз вихідної гідрологічної інформації ускладнюється. Так, ізолінії норм річного стоку на території Північно-Західного Причорномор’я у нормативних документах [62] проведені пунктиром, що свідчить про наближений розв’язок проблеми оцінки водних ресурсів як у природних, так і перетворених водогосподарськими заходами умовах. За такими умовами необхідне звертання до аналізу метеорологічних даних, насамперед, про опади та температури повітря, які є проявами клімату. Саме клімат обумовлює фонові або зональні величини стоку.

З метою визначення водних ресурсів водозборів річок з відсутністю або нестачею даних спостережень, а також у випадках значної трансформації стоку водогосподарською діяльністю в Одеському державному екологічному університеті під керівництвом проф. Є.Д. Гопченка та проф. Н.С. Лободи розроблена модель «клімат-стік», у якій процес формування стоку

розглядається у послідовності «клімат – підстильна поверхня – природний стік – водогосподарські перетворення - побутовий стік» [61, 63].

Початковий (природний) стан водних ресурсів визначається, насамперед, кліматичними умовами. Тому розроблення методів оцінки характеристик стоку за метеорологічними даними є основою такого роду підходів. Ідея застосування метеорологічної інформації до оцінки стану природних водних ресурсів реалізується через рівняння водно-теплового балансу, в якому ураховуються головні кліматичні чинники формування стоку. Стік, розрахований за рівнянням водно-теплового балансу, отримав назву «кліматичного» [64, 66]. За матеріалами апробації моделі установлено, що норми річного кліматичного стоку, які є інтегральними характеристиками водних ресурсів, можна ототожнювати з величинами природного зонального річного стоку. Природний зональний стік обумовлюється закономірностями просторово-часового розподілу кліматичних чинників, без впливу факторів підстильної поверхні, у тому числі й антропогенного походження. Стан водних ресурсів, оцінений за метеорологічними даними, розглядається як вхід при моделюванні побутового стоку. Побутовий стік є результатом трансформації природного стоку при наявності на водозборах річок водогосподарських перетворень. Моделювання побутового стоку відбувається за допомогою детерміновано-стохастичної моделі, у якій ураховується ймовірнісна природа величин стоку та окремих складових водогосподарських перетворень, що підкорюються законам розподілу (норми зрошування, норми осушування, додаткове випаровування з водної поверхні штучних водойм та ін.). Установлення впливу водогосподарських перетворень на водні ресурси зводиться до пошуку оператора перетворень вихідного стану гідрологічної системи у змінене водогосподарською діяльністю. Результати математичного моделювання представлені у вигляді «функцій антропогенного впливу», які ще мають назву «функцій відгуку». Ці функції у математичній формі описують реакцію характеристик стоку на різні види водогосподарських перетворень (зрошування, осушування, перекид стоку, створення штучних водойм) в

залежності від заданих на вході кліматичних умов та масштабів водогосподарської діяльності. За отриманими функціями антропогенного впливу визначаються наслідки водогосподарської діяльності: допустимі масштаби окремих її видів або можливі їх сполучення в існуючих кліматичних умовах. Модель також застосовувалася для визначення стану водних ресурсів України при глобальному потеплінні (на основі кліматичних сценаріїв ВМО).

4.1 Сучасний стан водних ресурсів р. В. Куяльник та їх використання

Річка Великий Куяльник є найбільшою річкою, яка впадає у Куяльницький лиман [66]. Її довжина становить 170 км, а площа водозбору – 1860 км^2 (табл. 4.1). Водозбір річки практично повністю розташований у степовій природній зоні [67, 68].

Таблиця 4.1. – Водотоки басейну Куяльницького лиману [66]

№ з/п	Назва річки	Куди впадає	Права (п) чи ліва (л) притока	Відстань від гирла основної річки, км	Довжина, км	Похил, ‰	Площа басейну, км^2
1	В. Куяльник	Куяльн. лиман	—	—	170	0,7	1860
2	Суха Журовка	В. Куяльник	л	114	11	1,6	199
3	Яр Дубовий	В. Куяльник	л	53	20	4,4	142
4	Кошківка	В. Куяльник	л	13	50	2,5	431
5	Довбока	Куяльн. лиман	—	—	15	5,5	68,3
6	Кубанка	Куяльн. лиман	—	—	17	2,6	129

Сумарна сонячна радіація змінюється від 3560 МДж/м^2 – у період квітень-вересень, до 1051 МДж/м^2 – у період жовтень-березень. Річна величина сонячної радіації становить у середньому 2200 МДж/м^2. З точки зору геоморфологічного районування цей водозбір належить до Причорноморської низовини, а з точки зору агрокліматичного – до Північного та Південного степу, де коефіцієнт зволоження становить 1,0-1,2 та 0,8-1,0, відповідно.

Кількість днів за рік із середніми добовими температурами понад 15 ºС дорівнює 120-130 дням – у Північному степу, та 130-140 дням – у Південному [68]. Середня місячна температура у місці витоку річки у січні становить мінус 5 ºС, у квітні – 8 ºС, у липні – 21 ºС, у жовтні – 9 ºС. Середня місячна температура у гирлі річки у січні становить мінус 3,5 ºС, у квітні – 9 ºС, у липні – 22 ºС, у жовтні – 10,5 ºС [69]. Найбільша кількість днів з температурою 30 ºС і вище спостерігалася саме на територіях, що відповідають гирловим частинам річок В. Куяльник та Тілігул.

Річна кількість опадів у басейні р. В. Куяльник змінюється від 500 до 450 мм. Основна частина опадів випадає у теплий період року (квітень-жовтень), але ці опади витрачаються, головним чином, на випаровування з поверхні суші. Ймовірність настання бездощових періодів тривалістю 40 днів становить у гирловій ділянці річки 70 % [71].

Загальна тривалість швидкостей вітру u, за даними метеостанції Любашівка, змінюється від 4290 годин за рік, при $u \geq 3$ м/с, до 520 годин за рік, при $u \geq 10$ м/с. За даними метеостанції Одеса-порт, загальна тривалість вітру збільшується: від 5960 годин за рік, при $u \geq 3$ м/с, до 1490 годин за рік, при $u \geq 10$ м/с. За повторюваністю переважають північний та північно-західний напрямки вітру.

За гідрогеологічним районуванням, водозбір р. В. Куяльник відноситься до північного крила Причорноморського артезіанського басейну, де переважають підземні води верхньосарматських та середньосарматських відкладень (Дністровсько-Дніпровська північно-степова провінція). У верхній течії р. В. Куяльник у вапняках та піщаниках знаходяться водоносні горизонти

київського ярусу палеогену та сарматського ярусу неогену. За хімічним складом у період межені, води р. В. Куяльник відносяться до сульфатно-хлоридно-гідрокарбонатно-натрієво-магнієвих [71]. Перша критична площа, при якій р. В. Куяльник починає отримувати підземне живлення, згідно із районуванням В.Г. Сорокіна, становить 100 км^2, норма інфільтрації річних опадів у підземні водоносні горизонти змінюється від 5 мм поблизу витоку до 1,5 мм поблизу гирла річки [65]. Норма поверхневого живлення (за цим же джерелом) становить 15 мм у верхній частині водозбору. Для нижньої частини водозбору дані про поверхневе живлення річки відсутні.

За просторово-часовими узагальненнями побутового стоку, виконаними А.І. Шерешевським та П.Ф. Вишневським [72], середня багаторічна величина річного стоку р. В. Куяльник змінюється від 0,6 л/(с·км^2) на півночі до 0,2 л/(с·км^2) – при впадінні у Куяльницький лиман, коефіцієнт варіації річного стоку – від 0,8 до 1,0. Шар дощового стоку 1 % ймовірністі перевищення змінюється від 40 мм у верхній частині водозбору до 45 мм – у нижній [70]. Мінімальний середній місячний стік зменшується від 0 мм до 0,3 мм, відповідно [61]. На річці діє (з 1985 р.) гідрологічний пост в с. Северинівка. Відстань від гирла становить 5 км, площа водозбору – 1840 км^2, відмітка нуля графіка поста дорівнює мінус 4,15 м [73]. У межах водозбору розташовані водосховища та ставки (табл. 4.2, табл. 4.3).

Таблиця 4.2 – Відомості про водосховища і ставки в басейні р. В. Куяльник [4]

Басейн річки	Площа водозбору, км^2	Водосховища				Ставки		
		кількість	площа водного дзеркала, тис. га	об’єм, млн. м^3		кількість	площа водного дзеркала, тис. га	об’єм, млн. м^3
				загальний	корисний			
Річки Причорномор’я								
В. Куяльник	1860	1	0,05	1,40	1,10	65	0,49	2,73

Таблиця 4.3 – Характеристика ставків та водосховищ по басейнах річок в межах України (на 01. 01. 1985 р.) [74]

Річка, дільниця	площа водозбору, км^2	Ставки			Водосховища				Сумарно запруди та водосховища						
		кількість, шт.	площа водного дзеркала, тис. га	сумарний об'єм, млн. м^3	кількість, шт.	площа водного дзеркала при НПУ, тис. га	об'єм, млн. м^3		кількість, шт.	сумарна площа водного дзеркала		сумарний об'єм			
							повний	корисний		тис. га	на 1 км^2	млн. м^3	в % від нормиоку	розподілений за водозбором шаром, мм	на 1 мешканця на рік, м^3
Басейни малих річок Причорномор'я															
Великий Куяльник	1860	65	0,49	2,73	—	—	—	—	65	0,49	2,73	0,26	—	1	—

За довідниковими даними, наведеними в [4], сумарна площа водної поверхні становить 4,9 км^2, об'єм – 7,49 млн. м^3, що складає 18 % від середньої багаторічної величини стоку [74]. У водоспоживанні переважає тип сільськогосподарського водовикористання. Великі зрошувальні системи на території відсутні [70]. Кількість свердловин, з яких надходять підземні води в Ширяївському районі, становить 241 шт., в Іванівському – 210 шт. Експлуатаційні запаси підземних вод становлять 1,64 млн. м^3 та 4,85 млн. м^3 на рік у Ширяївському та Іванівському районах, відповідно [74].

Аналіз коливань річного стоку Правобережної України [75, 76] дозволив установити, що з 1984 р. водність цих річок знаходиться у маловодній фазі, на фоні якої відбувся сплеск водності, починаючи з 1995 року. За даними про стік р. В. Куяльник в створі с. Северинівка, отримано, що найбільший річний стік спостерігався у 2003 р. (34 мм), найменший – у 1993 році (0,5 мм).

Середня багаторічна величина річного стоку р. В. Куяльник за періоди 1986-1993 та 2001-2006 рр. становить 4,83 мм, коефіцієнт варіації – 1,87, коефіцієнт асиметрії – 3,26, відношення Cs/Cv дорівнює 1,7. Кореляція між річним стоком попередніх і наступних років відсутня (r(1)≈0,00). Відносна середня квадратична похибка розрахунку середньої багаторічної величини стоку становить 52 %, що обумовлено високим значенням коефіцієнта варіації. Забезпеченість водності року близьку до 50 %, має 1990 р., водність у який становила 1,4 мм, що значно відрізняється від середньої багаторічної величини стоку. Найбільша витрата води спостерігалася на річці 26.03.2003 р. і становила 35,9 $м^3/с$, найменша витрата води дорівнює нулю і спостерігається на протязі усіх років спостережень у період межені.

Коливання річного стоку у створі р. В. Куяльник – с. Северинівка є синхронними з коливаннями у створі р. Тілігул – с. Березівка. Коефіцієнт кореляції за 11 років сумісних спостережень становить 0,98. Таким чином, можна відмітити, що роки 1986, 1988, 1989, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 відносяться до середніх за водністю, 1991-1996 – до маловодних років і 2003 – багатоводний.

Розподіл стоку по сезонах і місяцях може описуватися згідно із типовою схемою (табл. 4.4), наведеною в [4]. Приблизно 50 % стоку р. В. Куяльник надходить до лиману у весняний сезон (III-V), а найменший приплив води спостерігається у осінній сезон (IX-XI) і становить 6 %. Розподіл стоку по характерних роках був отриманий також на основі даних спостережень (табл. 4.5). За фактичними даними, більшу частину року річка пересихає. Немає стоку й осінній сезон, незалежно від водності року. У багатоводний рік стік спостерігається з лютого до липня включно. При переході до років меншої водності наявність стоку на протязі року зменшується до двох місяців (березень, квітень). За цим розподілом у сезони літо-осінь річка пересихає.

На прикладі водозбору р. Тілігул – с. Березівка в роботі [61] установлено, що тривалість пересихання може становити близько 158 діб. Стік може бути відсутнім і у зимовий сезон (XII-II).

Таблиця 4.4 – Типові схеми розподілу (%) річного стоку річок України по сезонах та місяцях у характерні за водністю роки (1 – багатоводний, 2 – середній, 3 – маловодний)

Водність року	За місяцями												За сезонами			
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	Весна III-V	Літо VI-VIII	Осінь IX-XI	Зима XII-II
Річки південної частини України																
Район XV																
1	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	0,0	7,8
2	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	0,0	9,8
3	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

Таблиця 4.5 – Внутрішньорічний розподіл стоку (%) по характерних за водністю (1 – багатоводний, 2 – середній, 3 – маловодний) роках (на основі даних спостережень на р. В. Куяльник в с. Северинівка)

Рік	Р, %	Водність року	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	Весна III-V	Літо VI-VIII	Осінь IX-XI	Зима XII-II
2003	7	1	43,8	37,3	9,61	0,43	0,17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,59	90,7	0,59	0,00	8,59
1990	50	2	22,6	13,4	4,12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,5	43,2	40,1	0,0	0,0	60,7
1987	78	3	70,5	29,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100	0,0	0,0	0,0

Від’ємні температури повітря не сприяють надходженню поверхневого схилового стоку до русла річки. Отже, в зимовий сезон продовжується виснаження руслових запасів.

У багатоводний 2003 рік (Р = 7 %) у р. В. Куяльник стік спостерігався до серпня місяця, у середній за водністю рік – до травня місяця, у маловодний та дуже маловодний роки стік спостерігався лише у березні, квітні та травні.

Це дозволяє зробити висновок, що головна частина стоку проходить через замикаючий ствір у період весняного водопілля, а підземне живлення відіграє у формуванні стоку дуже незначну роль. Аналіз даних по стоку р. В. Куяльник та його використанню дозволяє зробити висновки про недостатність інформації по стоку води та необхідність його математичного моделювання на основі моделі «клімат-стік».

4.2 Обґрунтування методики визначення характеристик річного стоку за даними спостережень на метеорологічній мережі

Актуальність проблеми обумовлена необхідністю оцінки і прогнозу можливих змін водних ресурсів України в умовах антропогенного впливу, включаючи й зміни клімату, з метою раціонального та ефективного використання запасів води в народному господарстві України. Основою такого роду оцінок і прогнозів є природні (непорушені господарською діяльністю) водні ресурси території. Традиційним підходом в гідрології при вирішенні даної проблеми є приведення побутового (спостереженого) стоку до природного шляхом урахування за допомогою методу водогосподарського балансу усього комплексу антропогенних факторів, що впливають на стік. Однак, на більшій частині розглянутої території відомості про прихідні й витратні складові водогосподарчого балансу практично відсутні. Крім того, водогосподарський баланс розглядає процес стоку поза зв'язком із кліматичними умовами формування стоку, що не дозволяє надалі враховувати вплив змін клімату на стік. У зв'язку з цим першорядною постає задача розробки методики оцінки водних ресурсів на основі моделей типу «клімат-стік», яка спирається на використання у розрахунках стоку метеорологічних характеристик.

Рівняння водно-теплового балансу має наступну диференціальну форму [77]

$$\frac{\partial \beta_E}{\partial \beta_H} + \frac{\partial \beta_Y}{\partial \beta_H} = 1, \tag{4.1}$$

де $\beta_E, \beta_H, \beta_Y$ – складові рівняння водного балансу (H – ресурси зволоження, E – випаровування з поверхні суші, Y – стік води), представлені у виді відношень до характеристики теплоенергетичних ресурсів клімату E_m.

Величина E_m (максимально можливе випаровування) входить до прихідної частини теплового балансу й добуток LE_m розглядається як граничні ресурси енергії, які забезпечують процес випаровування у визначених кліматичних умовах

$$LE_m = R^+ + P^+ + (B_1 - B_2), \tag{4.2}$$

де R^+ – позитивна (прихідна) частина радіаційного балансу підстильної поверхні;

P^+ – позитивна складова турбулентного теплообміну або тепло, що приходить на ділянку суші в зв’язку з рухом повітря, тобто адвективне тепло;

$B_1 - B_2$ – зміна запасів тепла в діяльному шарі ґрунту (теплообмін у ґрунті ΔB);

L – приховане тепло пароутворення;

LE – витрата тепла на випаровування.

Величина E_m має назву «теплоенергетичний еквівалент» або «максимально можливе випаровування» і являє собою шар води, який міг би випаритися з поверхні суші, якби на процес випаровування були витрачені усі теплоенергетичні ресурси клімату LE_m

$$E_m = \frac{R^+ + P^+ + (B_1 - B_2)}{L}. \tag{4.3}$$

Під характеристикою зволоження H розуміють опади X, що випадають за розрахунковий період , та зміни $w_1 - w_2$ запасів вологи в ґрунті.

Граничні умови складових (4.1) записуються наступним чином

$$0 \le \beta_E \le 1 \text{при } 0 \le \beta_H \le \infty \text{та } 0 \le \beta_Y \le \beta_H \le \infty. \tag{4.4}$$

Після наближеного розв’язання (4.1) часткове рівняння зв’язку між складовими водного та теплового балансів представлене у такий спосіб [77]

$$\beta_E = (1 + \beta_H^{-n})^{-\frac{1}{n}}, \tag{4.5}$$

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

З урахуванням позначень $\beta_H = \frac{H}{E_m}$; $\beta_E = \frac{E}{E_m}$; $\beta_Y = \frac{Y}{E_m}$ прийдемо до рівняння, яке використовується для розрахунків випаровування з поверхні суші

$$E = E_m \left[1 + \left(\frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \tag{4.6}$$

Тоді рівняння водного балансу ділянки суші ($H = E + Y$) набуде вигляду

$$H = Y + E_m \left[1 + \left(\frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \tag{4.7}$$

Рівняння (4.7) містить складову, яка входить у тепловий баланс земної поверхні (випаровування з поверхні суші E), у зв'язку з чим вираз (4.7) отримав назву рівняння водно-теплового балансу.

Балансове співвідношення (4.7), виражене відносно величини стоку Y, можна представити в такий спосіб

$$Y = H - E_m \left[1 + \left(\frac{H}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \tag{4.8}$$

У випадку, коли розрахунковий шар стоку дорівнює глибині залягання ґрунтових вод або при глибокому заляганні ґрунтових вод (що характерно для степової й пустельної зон), рівняння (4.8) записується у вигляді

$$Y = X + w_1 - w_2 - E_m \left[1 + \left(\frac{X + w_1 - w_2}{E_m} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}. \tag{4.9}$$

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

$$w_1 - w_2 = 0, \tag{4.10}$$

у зв'язку з чим балансове співвідношення (1.9) набуває вигляду

$$\overline{Y} = \overline{X} - \overline{E_m} \left[1 + \left(\frac{\overline{X}}{\overline{E_m}} \right)^{-n} \right]^{-\frac{1}{n}}, \tag{4.11}$$

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

Результати досліджень [65] показали, що при розрахунках норм річного стоку достатньо використовувати $n = 3$.

Норма стоку, розрахована за (4.11) визначається кліматичними факторами – нормою річних опадів й максимально можливого випаровування, які підкоряються географічній зональності та можуть бути представлені у вигляді карт ізоліній. Отже, розраховані при постійному n величини стоку залежать від співвідношення ресурсів тепла $\overline{E}_m$ і вологи $\overline{X}$ 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 $\overline{E}_m$ від сум температур повітря, розроблені для території України [64]

$$\overline{E_m} = 13{,}3\sum_{V}^{IX}\overline{T_M} - 307, r = 0.94; \tag{4.12}$$

$$\overline{E}_m = 0{,}224\sum\overline{T}_{>10} + 226, r = 0.91; \tag{4.13}$$

$$\overline{E}_m = 0{,}209\sum\overline{T}_{>0} + 179, r = 0.87, \tag{4.14}$$

де $\sum_{V}^{IX}\overline{T_M}$ – сума норм середньомісячних температур повітря за літній період (з травня по вересень, включно);

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

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

r – коефіцієнт кореляції.

4.3 Розрахунки норм річного стоку у природних умовах

Еквівалентом ресурсів зволоження території є норма річних опадів. Для характеристики просторового розподілу норм опадів у межах України і Молдови використані дані більш, ніж по 80 метеорологічних станціях та постах.

У «Справочниках по климату СССР» надаються осереднені річні суми опадів, приведені до багаторічного періоду, за матеріалами спостережень до 1965 року. Подовження рядів до 1980 року показало, що середнє багаторічне значення річних опадів практично не змінюється: середнє відносне відхилення величин, що зіставляються, дорівнює ± 3 %, а найбільше відхилення становить ± 7 %.

До величин середньомісячних опадів, відповідно до рекомендацій в [78], крім виправлень на змочування опадоміру та вітрове видування додатково введене виправлення, що враховує втрати на випар з опадоміру. Введення виправлення здійснювалося за таким виразом

$$\overline{X} = \overline{X}' + k_E \overline{X}_H, \tag{4.15}$$

де $\overline{X}$ – місячна норма опадів з обліком усіх систематичних похибок у показаннях опадоміру, мм;

$\overline{X}'$ – місячна норма опадів з урахуванням виправлень на змочування відра опадоміру та вітрове видування, мм;

$\overline{X}_H$ – місячна норма опадів, розрахована за даними спостережень;

k_E – поправковий коефіцієнт, що враховує втрати місячних опадів на випаровування.

За уточненими значеннями річних норм опадів побудована карта ізоліній на топографічній основі 1: 500000 (рис. 4.1). Зменшення опадів відбувається з півночі на південь від 550 до 450 мм.

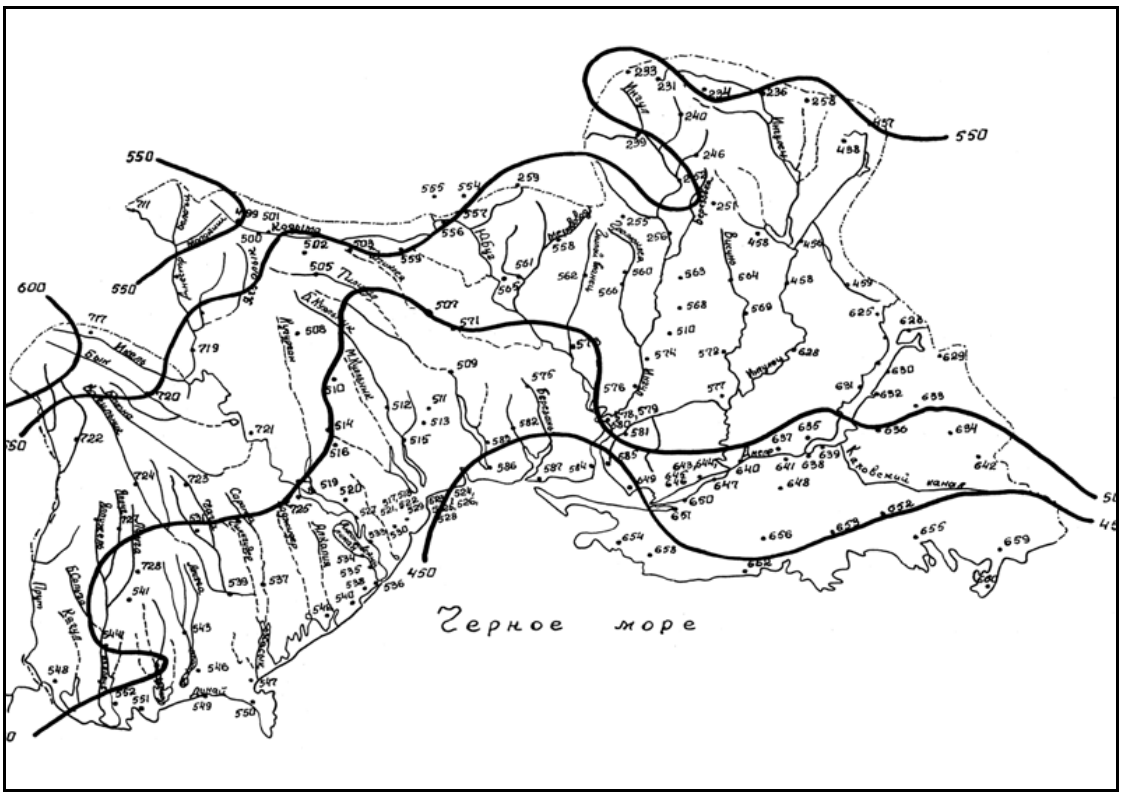


Рисунок 4.1 – Норми річних опадів (мм) на території Північно-Західного Причорномор’я [63]

На північному заході Причорноморської низовини спостерігаються найбільші величини річних опадів, що обумовлено як орографією (у цьому напрямі знаходяться Молдавські Кодри та Волино-Подільська височина), так і переважаючим в Україні західним переносом повітряних мас, які забезпечують більшу зволоженість західних областей України, ніж східних.

Карта ізоліній норм максимально можливого випаровування (рис. 4.2) побудована на топографічній основі 1:500000 за даними 20 метеорологічних станцій.

Просторова зміна максимально можливого випаровування підкоряється широтній географічній зональності. Величина $\overline{E}_m$ зростає від 900 мм на півночі до 1000 мм – на півдні.

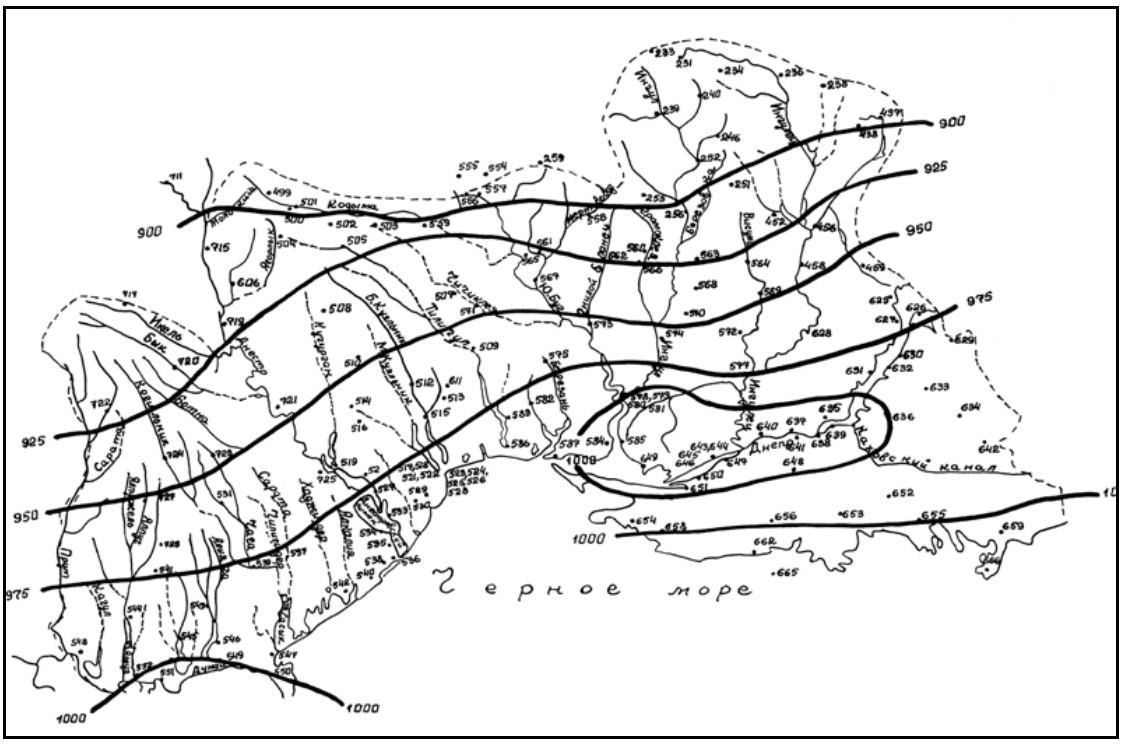


Рисунок 4.2 – Норми річного максимально можливого випаровування (мм) на території Північно-Західного Причорномор’я [63]

Норма річного стоку, розрахована за рівнянням водно-теплового балансу (4.11), як функція співвідношення ресурсів тепла і вологи, відображає вплив тільки кліматичних факторів і тому також представляється картою ізоліній (рис. 4.3). Розраховані величини норм кліматичного стоку відносяться до числа точкових характеристик. Карта ізоліній норм кліматичного стоку відповідає тим картам, що наведені в нормативних документах СНІП 2.01.14-83 та сучасній літературі [62, 79].

Зменшення загальної кількості опадів та зростання максимально можливого випаровування у напрямку північ-південь обумовлює малі величини річного стоку, норми якого зменшуються від 50 мм – на півночі Причорноморської низовини, до 20 мм – на узбережжі Чорного моря. Ізолінії норм кліматичного стоку відповідають характеру просторового розподілу норм річних опадів.

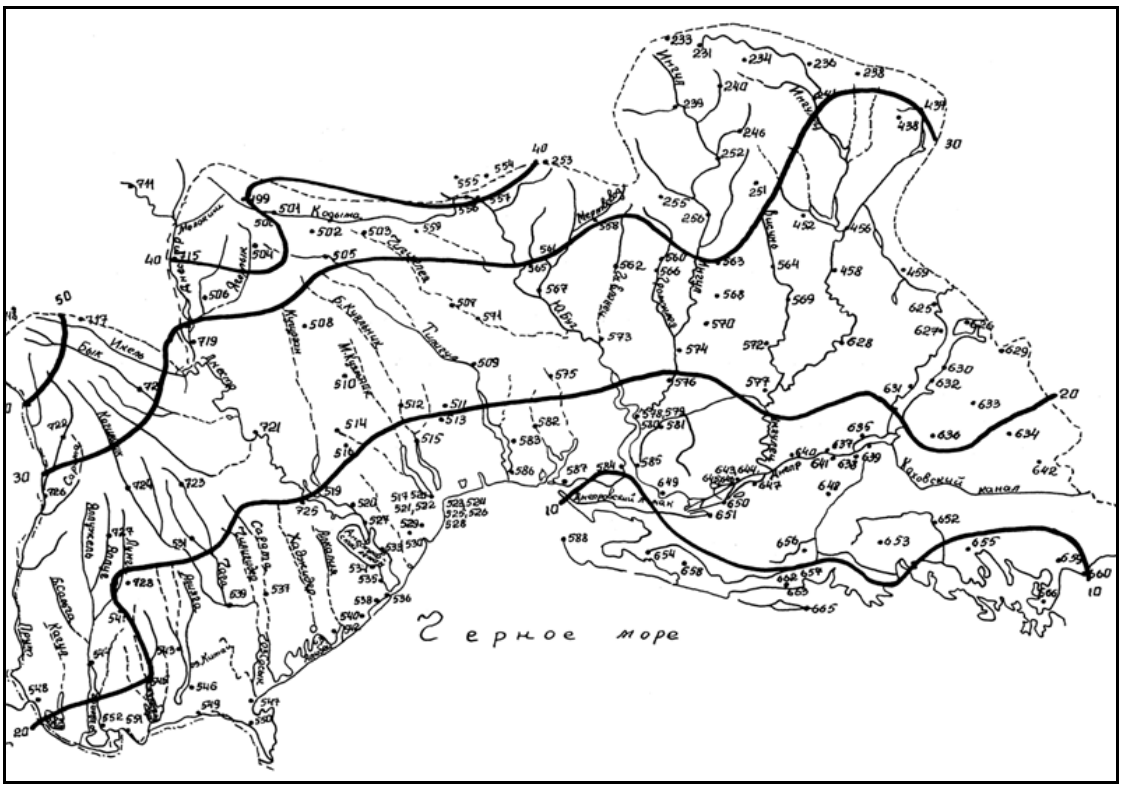


Рисунок 4.3 – Норми річного кліматичного стоку (мм) на території Північно-Західного Причорномор’я [63]

На базі даних про природний стік (здебільшого відновлений за рівнянням водогосподарського балансу) для різних регіонів України установлено, що для великих водозборів рівнинної частини норма кліматичного стоку може бути ототожненою з нормою природного (непорушеного водогосподарчою діяльністю) стоку [65]. За А.М. Бефані (1957) 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 ± 5 %, а у зоні недостатнього зволоження – у межах ± 10 %.

Побудова карти норм кліматичного стоку є особливо важливою для регіонів південної України, де річок зі стоком у природних умовах його формування практично не збереглося, а початок стаціонарних спостережень

збігається з інтенсифікацією водогосподарських перетворень. У сьогодення, як відомо, у практиці гідрологічних розрахунків використовується карта ізоліній норм річного стоку, яку рекомендовано нормативним документом СНІП 2.01.14-83, де ізолінії на території Причорномор'я і Степового Криму проведені пунктиром.

За рівнянням (4.9) 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 [65]

$$C_V = \frac{5{,}6}{\overline{Y}_K^{\,0{,}62}}\,;\; C_S = 1{,}7C_V\,;\; r(1) \cong 0, \qquad (4.16)$$

де C_V – коефіцієнт варіації річного стоку;

C_S – коефіцієнт асиметрії;

$r(1)$ – коефіцієнт автокореляції.

На більшості малих 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 водозборів та зростанням посушливості клімату. З метою урахування впливу факторів підстильної поверхні були встановлені поправкові коефіцієнти до норм кліматичного стоку $\overline{Y}_K$, визначених за картою ізоліній

$$k = \frac{\overline{Y}_П}{\overline{Y}_K}, \qquad (4.17)$$

де k – поправковий коефіцієнт до норм кліматичного річного стоку;

$\overline{Y}_П$ – норми 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. В області додатних виправлень $k = \frac{\bar{Y}_n}{\bar{Y}_K} > 1$, тобто кліматичний (зональний) стік нижче природного стоку малих та середніх річок, а в області від'ємних $k = \frac{\bar{Y}_n}{\bar{Y}_K} < 1$ – 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 зі збільшенням площі водозборів. 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

$$k = 2{,}4 - 0{,}7\left[\lg(F+1) - 1)\right], \text{ при } F < 1000 км^2 \text{ та } k = 1, \text{ при } F \geq 1000 км^2. \quad (4.18)$$

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 280 м:

$$k = 1 - 0{,}003 \cdot (280 - H_{cp}), \text{ при } H_{cp} < 280\,\text{м} \text{ та } k = 1, \text{ при } H_{cp} \geq 280\,\text{м}, \quad (4.19)$$

де H_{cp} – середня висота водозбору, м.

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.

Норма кліматичного стоку для водозбору р. В. Куяльник – гирло за прийнятою моделлю становить 22 мм. Басейн входить до області від’ємних виправлень. Середня висота водозбору складає 120 м. Коефіцієнт переходу від норми кліматичного стоку до природного, розрахований за (4.19), дорівнює 0,55. Таким чином, норма природного річного стоку дорівнює 12 мм, коефіцієнт варіації – 1,2, коефіцієнт асиметрії – 2,0 (табл. 4.6). На основі типового розподілу стоку по місяцях та сезонах [4] отримані величини стоку у характерні по водності роки (табл. 4.6). У роки різної водності найбільші шари стоку будуть спостерігатися у весняний сезон, а найменші – у осінній. Для багатоводного року ($Y_{25\%}$) за типовою схемою стік відсутній з вересня по листопад, у рік середній за водністю ($Y_{50\%}$) стік відсутній з серпня по листопад, у маловодний рік ($Y_{75\%}$) річка буде пересихати з липня по січень. Визначено розподіл природного стоку (табл. 4.7) по місяцях та сезонах для характерних по водності років за типовим розподілом для району XV (табл. 4.4).

Таблиця 4.6 – Параметри природного річного стоку водозбору річки Великий Куяльник

Норма кліматичного стоку $\overline{Y_K}$, мм	Середня висота водозбору $H_{ср.}$, м	Площа водозбору F, км^2	Перехідні коефіцієнти, K_1, K_2	Параметри природного стоку			Величина стоку у роки різної забезпеченості				
				$\overline{Y}_{ПР}$, мм	$Cv_{ПР}$	$Cs_{ПР}$	$Y_{ПР5\%}$, мм	$Y_{ПР25\%}$, мм	$Y_{ПР50\%}$, мм	$Y_{ПР75\%}$, мм	$Y_{ПР95\%}$, мм
22	120	1860	0,55	12,0	1,20	2,0	40,8	17,6	7,54	1,78	0,0

Таблиця 4.7 – Величини шарів стоку (мм)у характерні по водності роки за типовим розподілом стоку по місяцях та сезонах для XV району [4]

Водність року	Шар річного природного стоку, мм	Розподіл стоку, %															
		За місяцями												За сезонами			
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I	II	Весна III-V	Літо VI-VIII	Осінь IX-XI	Зима XII-II
		Шари стоку, мм															
Багатоводний P = 25%	$Y_{25\%}$ = 17,6	3,91	8,66	0,93	0,86	0,70	0,51	0,0	0,0	0,0	0,65	0,51	0,86	13,5	2,08	0,0	1,37
Середній за водністю P = 50%	$Y_{50\%}$ = 7,54	1,53	3,88	0,51	0,50	0,23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,14	0,22	0,53	5,93	0,73	0,0	0,74
Маловодний P = 75%	$Y_{75\%}$ = 1,78	0,44	0,87	0,22	0,14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,10	1,54	0,14	0,0	0,10

140

4.4 Обґрунтування методики визначення характеристик річного побутового стоку за стохастичною моделлю з урахуванням впливу ставків та водосховищ на норму природного річного стоку

Запропонована математична модель річного побутового стоку поєднує стохастичний та детерміністичний підходи [61, 63]. У її основу покладено рівняння водогосподарчого балансу водозбору, яке можна записати в такий спосіб [79]

$$W_{ПБ} = W_{ПР} - \Delta W_{БП} + \Delta W_{СК}, \qquad (4.20)$$

де $W_{ПБ}, W_{ПР}$ – об’єми побутового та природного стоку;

$\Delta W_{БП}$ – безповоротні вилучення стоку з поверхневих водотоків ;

$\Delta W_{СК}$ – скидання води в поверхневі водотоки.

Надалі здійснюється перехід до ймовірнісної форми запису загального рівняння (4.20), в якому розглядаються величини природного та побутового стоку заданої забезпеченості. Для стохастичного опису багаторічних коливань природного стоку залучено модель простого ланцюга Маркова [80], на вході в яку використовуються статистичні параметри природного стоку.

Основна проблема полягає в установленні зв’язків між природним стоком та складовими водогосподарських балансів у роки з різною забезпеченістю.

Такий вид водогосподарських перетворень у межах водозборів як створення штучних водойм для переважно сезонного регулювання стоку одержав інтенсивний розвиток наприкінці 50-х – початку 60-х років минулого сторіччя. Для Північно-Західного Причорномор'я було характерним створення так званих «копаней», розташованих у 50-200 м від русла річки, у які вода накачується насосом. Згодом з'ясувалося, що ефективність такого роду споруджень невисока. Рівнинна місцевість з ґрунтами, що легко змиваються,

примітивні водоскидні спорудження привели в кінцевому рахунку до замулення водойм і, отже, до погіршення якості води. В умовах посушливого клімату, з високими теплоенергетичними ресурсами, такі водойми починають відігравати роль штучних випарників, що істотно знижують стік річок. Вплив ставків і водойм як штучних (неприродних) об'єктів ландшафту може бути описаний наступним балансовим співвідношенням

$$Y_{ПБ}F = Y_{ПР}(F - \sum F_B) - (E_B - X)\sum F_B, \qquad (4.21)$$

де $Y_{ПР}, Y_{ПБ}$ – природний та побутовий річний стік, у мм шару стоку;

E_B – випаровування з водної поверхні;

X – сумарні опади на водну поверхню;

$\sum F_B$ – сумарна площа водної поверхні у межах водозбору.

Втрати стоку в результаті додаткового випару з водної поверхні визначаються різницею $(E_B - X)$, яка підкоряється зональному (широтному) розподілу гідрометеорологічних величин і зв'язана з водністю року. Площа водної поверхні встановлювалася з використанням постулатів інваріантності в морфології водойм посушливої зони [81]. Розглядаючи ставки і водойми Причорноморської низовини як генетично однорідну групу водойм, автори визначали основні морфологічні характеристики не для одного, а для декількох водойм, розташованих у межах водозбору. Безпосередньо для стохастичного моделювання використане балансове співвідношення виду

$$Y_{ПБ,P} = Y_{ПР,P}(1 - \alpha_P f_B), \qquad (4.22)$$

де f_B – сумарна площа водної поверхні штучних водойм, виражена в частках від загальної площі водозбору;

α_P – безрозмірний коефіцієнт, який можна представити у виді функції водності року заданої забезпеченості P, %.

Для Північно-Західного Причорномор'я ця функція може бути представленою у вигляді залежності

$$\alpha_P = \frac{602}{Y_P^{1,14}}. \tag{4.23}$$

У (4.22) виконане відокремлення невипадкової (задаваємої директивно) складової f_B та «кліматичної» α_P, яка є випадковою й описується стохастичним законом розподілу. Запропонований прийом дозволяє виконувати числові експерименти в моделюванні, при яких значення f_B в кожнім випробуванні задаються постійними, що дозволяє зберегти стаціонарність ряду, який моделюється. Результатом такого роду експерименту є залежність норми побутового стоку від f_B. Вплив штучних водойм, які не мають значної регулюючої ємності, у зоні недостатнього зволоження обертається для водних ресурсів не тільки зниженням норми річного стоку, але й збільшенням його багаторічної мінливості й асимметричности розподілу.

Посилення нерівномірності багаторічного розподілу стоку означає, в першу чергу, зниження стоку маловодних років, які й у природних умовах є лімітуючими для сільського господарства.

Інтенсивність змін стоку стає більш вираженою при переході від зони достатнього зволоження ($\overline{Y}_K = 50 мм$) до зони недостатнього зволоження ($\overline{Y}_K = 20 мм$), а також при збільшенні площ водної поверхні штучних водойм. Виходом моделі є статистичні параметри річного побутового стоку при заданих кліматичних умовах та масштабах водогосподарської діяльності. Результати стохастичного моделювання узагальнювалися у вигляді графічних рішень або аналітичних функцій, які являють собою «функції відгуку» характеристик річного стоку на водогосподарські перетворення [63]. Оскільки в межах однієї і тієї ж річки кількісний та якісний склад чинників може змінюватися, з метою урахування сумісного впливу водогосподарських чинників запропоновано використовувати «коефіцієнти антропогенного впливу»

$$k = \frac{A_f}{A_0}, \tag{4.24}$$

де A_0 – значення того або іншого статистичного параметра річного стоку в природних умовах;

A_f – значення параметра побутового стоку при заданих показниках антропогенного впливу.

Установлено, що вплив антропогенних чинників посилюється зі збільшенням площ, які знаходяться під дією водогосподарських перетворень, а також у міру переходу від зони достатнього зволоження до зони недостатнього [79]. Непрямим показником загального зволоження території може є норма природного річного стоку.

Сумісна дія m водогосподарських чинників може бути урахована за наступним рівнянням

$$A_f = A_0[k_1 + k_2 + k_3 ... + k_m - (m-1)] \ . \tag{4.25}$$

За наявності трьох чинників водогосподарської діяльності сумісний облік впливу чинників господарської діяльності виконувався за таким виразом

$$A_f = A_0(k_1 + k_2 + k_3 - 2) \ ; \tag{4.26}$$

за наявності двох чинників господарської діяльності

$$A_f = A_0(k_1 + k_2 - 1), \tag{4.27}$$

де $k_1, k_2, k_3, ... k_m$ – коефіцієнти, які кількісно враховують зміни статистичних параметрів річного стоку.

Для практичного застосування були виконані узагальнення результатів імітаційних випробувань на основі моделі множинної регресії [82, 83].

Загальний вигляд аналітичних рівнянь для оцінки коефіцієнтів антропогенного впливу при наявності на водозборах штучних водойм, які є штучними об’єктами ландшафту, описується таким чином

$$k'_{\overline{Y}} = e^{-\alpha_{Y\,A} f_B}, \tag{4.28}$$

$$k'_{Cv} = e^{\alpha_{Cv} f_B}, \tag{4.29}$$

$$k'_{Cs} = e^{-\alpha_{Cs} f_B}, \tag{4.30}$$

де $k'_{\overline{Y}}$, k'_{Cv}, k'_{Cs} – коефіцієнти впливу додаткового випаровування з поверхні штучних водойм на статистичні параметри A;

α_A – коефіцієнти, які залежить від співвідношення ресурсів вологи та тепла β_H або від норми кліматичного стоку як інтегрального показника зволоженості водозборів [63]

$$\alpha_{\overline{Y}} = 0{,}767\overline{Y_K}^{(-0{,}49)}, \quad r = 0{,}92, \tag{4.31}$$

$$\alpha_{Cv} = 0{,}247e^{(-0{,}0274\overline{Yk})}, \quad r = 0{,}91, \tag{4.32}$$

$$\alpha_{Cs} = 0{,}179e^{(-0{,}0246\overline{Yk})}, \quad r = 0{,}95. \tag{4.33}$$

Для побутового стоку норма стоку дорівнює 11 мм, коефіцієнт варіації – 1,26, коефіцієнт асиметрії – 2,1 (табл. 4.8). Різниця між природнім та побутовим стоком в роки різної водності представлена у табл. 4.9.

Таблиця 4.8 – Параметри побутового стоку р. В. Куяльник при наявності на водозборі штучних водойм

Площа водозбору F, км^2	Коефіцієнти антропогенного впливу			Параметри побутового стоку			Величина стоку у роки різної забезпеченості (метод моментів)				
	$k^{/}_{\overline{Y}}$	$k^{/}_{Cv}$	$k^{/}_{Cs}$	$\overline{Y_{поб}}$, мм	C_V	C_S	$Y_{5\%}$, мм	$Y_{25\%}$, мм	$Y_{50\%}$, мм	$Y_{75\%}$, мм	$Y_{95\%}$, мм
1860	0,92	1,05	1,04	11,0	1,26	2,1	38,9	16,1	6,56	1,16	0,0

Таблиця 4.9 – Зміна річного стоку при наявності на водозборі штучних водойм

Зміни водності	Дуже багатоводний	Багатоводний	Середній за водністю	Маловодний	Дуже маловодний
$\varepsilon = \frac{Y_{ПОБ,P} - Y_{ПР,P}}{Y_{ПР,P}} \cdot 100\%$	- 4,66 %	- 8,52 %	- 13,0 %	- 34,8 %	0,00 %

146

Згідно із даними, наведеними у [4], сумарна площа водної поверхні у межах водозбору р. В. Куяльник становить 4,90 км^2, а за результатами польових обстежень 2010 року – 6,00 км^2.

За формулами (4.28-4.33) були установлені коефіцієнти антропогенного впливу (табл. 4.8) та розрахований стік у роки різної водності.

Встановлено, що за рахунок додаткового випаровування з водної поверхні штучних водойм, стік води р. В. Куяльник у дуже багатоводний рік зменшується в незначній мірі – на 5 %, у багатоводний – на 9 %, у середній по водності – на 13%, у маловодний – на 34,8 %. У дуже маловодні роки стік відсутній як у природних умовах, так і при водогосподарських перетвореннях.

За даними, отриманими в результаті експедиційних досліджень 2010 р., кількість штучних водойм становить 135 шт., їх загальна ємність складає близько 15 млн. м^3, а загальна площа водної поверхні – 6 млн. м^2 або 6 км^2.

При величині природного річного стоку 12 мм загальний об’єм, який надходить до Куяльницького лиману становить 22 млн. м^3.

Таким чином, при одноразовому наповненні штучних водойм 68 % річного стоку буде вилучено.

Такі результати указують на те, що ставки та водойми здатні суттєво впливати на водний режим р. В. Куяльник. При поєднанні коефіцієнта регулюючої ємності та коефіцієнта антропогенного впливу сумарний антропогенний вплив буде становити $K_{\overline{Y}} = (0{,}68 + 0{,}92 - 1) = 0{,}6$.

Тоді $\overline{Y}_{ПОБ} = 7{,}2 мм$. Коефіцієнт варіації установлюється за (4.16) і дорівнює 1,65. Виходячи із $Cs = 1{,}7Cv$, коефіцієнт асиметрії буде дорівнювати 2,81. Параметри побутового річного стоку р. В. Куяльник при втратах на додаткове випаровування з водної поверхні представлені в табл. 4.10, а сумарна зміна річного стоку води при втратах на заповнення штучних водойм та додаткове випаровування – в табл. 4.11.

Таблиця 4.10 – Параметри побутового річного стоку річки Великий Куяльник при втратах на заповнення штучних водойм та додаткове випаровування з водної поверхні

Площа водозбору F, км^2	Сумарна площа водного дзеркала F_B, км^2	Відносна площа водного дзеркала f_B, %	Параметри побутового стоку			Величини побутового стоку у роки різної забезпеченості (метод моментів)				
			$\overline{Y}_{ПОБ}$, мм	C_V	C_S	$Y_{ПОБ\,5\%}$, мм	$Y_{ПОБ\,25\%}$, мм	$Y_{ПОБ\,50\%}$, мм	$Y_{ПОБ\,75\%}$, мм	$Y_{ПОБ\,95\%}$, мм
1860	6,00	0,30	7,00	1,65	2,8	30,1	9,54	2,50	0,0	0,0

Таблиця 4.11 – Сумарна зміна річного стоку при втратах на заповнення штучних водойм та додаткове випаровування з водної поверхні

Зміни водності	Дуже багатоводний	Багатоводний	Середній за водністю	Маловодний	Дуже маловодний
$\varepsilon = \frac{Y_{ПОБ,P} - Y_{ПР,P}}{Y_{ПР,P}} \cdot 100\%$	- 26,2 %	- 45,8 %	- 66,8 %	- 100 %	0,00 %

5 РЕКОМЕНДАЦІЇ ПО ОПТИМІЗАЦІЇ РІВНІВ І СОЛОНОСТІ ВОДИ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ

Водність Куяльницького лиману та його сольовий режим головним чином залежать від співвідношення величини атмосферних опадів, що випали на водне дзеркало лиману, і об’єму випаровування з нього та регулювання річкового стоку води на водозбірному басейні лиману [5, 6].

Враховуючи те, що при регулюванні водності лиману майже неможливо впливати на атмосферні опади та випаровування, залишається тільки варіант регулювання річкового стоку води у лиман.

Але, перш ніж перейти до цієї проблеми, потрібно обґрунтувати необхідні рівні наповнення Куяльницького лиману, які б забезпечили бальнеологічні та рекреаційні потреби, а також створили сприятливі для існування гідробіонтів водойми умови, продукти життєдіяльності яких входять до складу лікувальних грязей лиману.

При регулюванні водно-сольового режиму водойми необхідно враховувати, що нижня, сприятлива для лікувальних цілей, межа солоності, за даними фахівців-бальнеологів, становить 100 ‰, а верхня – 200 ‰ [1].

Крім того, відомо, що при солоності більше 250 ‰, всі специфічні організми, які живуть в солоній ропі Куяльницького лиману (коловертка, веслоногі рачки, жуки, молюски, муха ефедра, артемія, синьо-зелені водорості, сульфатредуційні бактерії) – гинуть, а утворення лікувальних грязей майже припиняється [8]. Отже, перш за все треба визначити рівні води в лимані, за яких солоність дорівнює вказаним величинам.

Солоність ропи Куяльницкого лиману тісно пов’язана з водним режимом водойми [5, 6]. Цей зв’язок апроксимовано рівнянням (5.1):

$$H = 82{,}2 \cdot S^{-0{,}86}. \qquad (5.1)$$

Далі можна встановлювати забезпеченості рівнів води при солоності ропи в Куяльницькому лимані, наприклад, 100, 150, 200, 250 ‰ та більше (рис. 5.1).

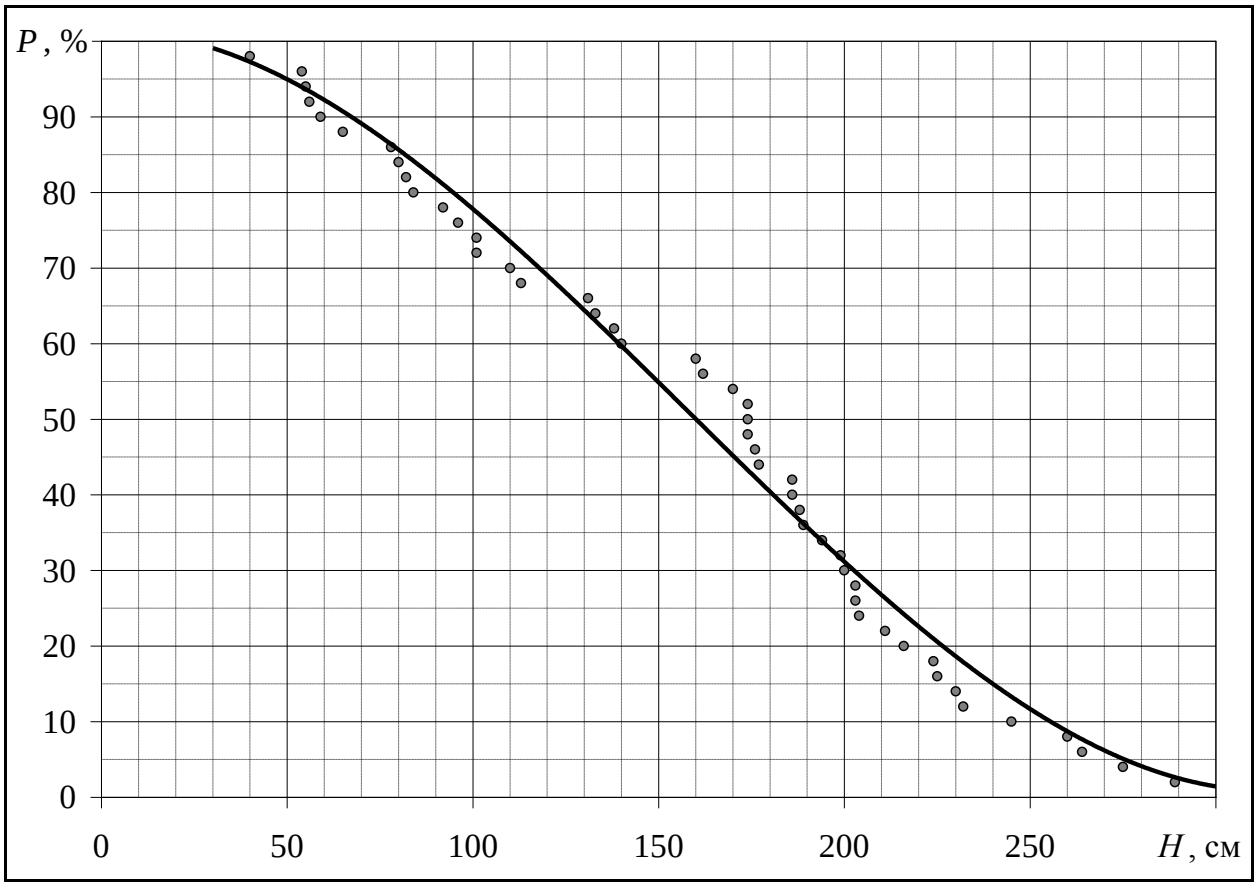


Рисунок 5.1 – Емпірична крива забезпеченості середньорічних рівнів води Куяльницького лиману за період з 1960 по 2009 рр.

Отже, за рівнянням (5.1) можна обчислити рівні наповнення водою лиману, при різній солоності ропи, та їхні забезпеченості (рис. 5.1). Результати розрахунків наведені табл. 5.1.

Таким чином, забезпеченість рівнів води, при яких солоність буде більше тієї, яка не задовольнятиме рекреаційним і бальнеологічним потребам (S = 200 ‰), становить більше 80 %, а при яких солоність буде нижче (S = 100 ‰) – більше 50 %.

Таблиця 5.1 – Солоність ропи, рівні води та їхня забезпеченість

S, ‰	*H*, см	*P*, %
100	155	53
150	110	74
200	85	84
250	70	89

Крім того, забезпеченість рівнів води, при яких солоність буде сягати величини, при якій життя у водоймі буде припинятися (S = 250 ‰), становить близько 90 %.

Отримані результати рекомендується використовувати для прийняття управлінських рішень щодо регулювання водно-сольового режиму Куяльницького лиману для забезпечення потреб рекреації, сприятливого екологічного стану та збереження унікальних природних ресурсів водойми.

ВИСНОВКИ

Основні результати та висновки, отримані при виконанні НДР, є наступні:

1. Оцінка біологічного різноманіття показала:

– видова різноманітність водоростей р. В. Куяльник нараховує 111 видів, які належать до 59 родів, 37 родин, 21 порядку, 11 класів і 6 відділів, домінуючу роль відіграють діатомові (79 видів) та синьо-зелені водорості (16 видів);

– за сапробністю, розрахованою за водоростями-індикаторами, гирлова ділянка р. В. Куяльник належить до β-мезосапробних зон;

– флора судинних рослин узбережжя становить більше 800 видів;

– серед видів флори багато рідкісних, ендемічних рослин, з них 17 видів занесені до Червоної книги України, 4 – до Європейського червоного списку, 15 – охороняється на території Одеської області;

– стан популяцій багатьох тварин екосистеми знаходиться в критичному стані, особливо рідкісні види птахів і ссавців; взагалі, окрім кажанів, налічується 28 видів ссавців, з них 5 видів – у списках Червоної книги України;

2. Загальним результатом досліджень з біологічного тестування гирлової області р. В. Куяльник за параметрами таксоценотичної структури водних жорскокрилих (*Coleoptera: Hydradephaga, Poliphaga*) встановлено стан водного об’єкту для періоду, передуючого зневодненню, та розроблена методика моніторингу для відстеження ходу майбутньої реабілітації.

3. За результатами інтегрованого таксоценотичного аналізу (гідротопічного розподілу і галотолерантності) встановлено, що на момент, передуючий зневодненню гирлової частини р. В. Куяльник, існувала певна екологічна сталість з гідроекологічними особливостями, обумовленими такими водними умовами як відсутність проточності (течії), початком засолення через інсоляцію і можливих вітрових нагонів збоку Куяльницького лиману.

4. У трофологічній структурі водних *Coleoptera* проглядається відносно невелика питома вага детрито- і сапрофагів – споживачів рослинного і тваринного опаду. З цього витікає, що для пониззя р. В. Куяльник не є

характерною підвищена евтрофікація з відповідним накопиченням у воді органічного вмісту: тобто, у попередні періоди існувала структуйована трофічна мережа, характерна для сталих мезотрофних умов з широким діапазоном сезонних коливань стоку.

5. Гідроекологічний моніторинг для р. В. Куяльник на основі колеоптероїдного комплексу в процесі реабілітації даного водного об’єкту полягає у відстеженні сезонної динаміки структури індикаторного таксоценозу водяних жорсткокрилих, яка відображає зміни у якості води за сапробністю, трофністю і водністю. Отримані данні призначені доповнювати результати гідрологічних та гідрохімічних обстежень, що у сукупності дозволить приймати науково-обґрунтовані рішення відносно корекції ходу реабілітації цього водного об’єкту.

6. За результатами експедиційних досліджень восени 2010 р. та обробки супутникових знімків і картографічного матеріалу встановлено:

– в басейні р. В. Куяльник існує близько 135 штучних водойм (ставки, водосховища, кар’єри, копані), частина яких заповнена водою та має глибину від 0,50 до 5,00 м;

– загальний об’єм всіх штучних водойм в басейні р. В. Куяльник сягає 15,6 млн. м^3, а площа їх водної поверхні – 6,26 км^2 (у випадках максимального наповнення цих водойм);

– навесні кожного року та після значних дощових опадів всі ставки і водосховища наповнюються водою, і навіть ті, які були пересохлими влітку та восени 2010 р., мають глибину до 2,50 м;

– вода з більшості цих водойм ніяким чином у господарській діяльності не використовується;

– до середини-кінця літа вода з багатьох ставків і водосховищ майже вся випаровується або фільтрується;

– більшість з обстежених гребель не мають шлюзів, тобто стік води через них відбувається тільки після їх наповнення (середня висота гребель становить близько 3 м);

– стік води в руслі річки Великий Куяльник восени 2010 р. спостерігався тільки вище с. Долинське і становив 50 л/с, але нижче за течією цей стік повністю перехоплювався ставками в с. Долинське та смт Ширяєве, а в смт Жовтень річка вже була пересохлою;

– виявлено повне порушення біоценозу низовій річки (нижче піщаного кар'єру в с. Адамовка), а верхів'я та середня частина річки характеризується високим ступенем деградації біоценозу;

– для відновлення біорізноманіття екосистеми річки необхідним є поновлення стоку води.

7. Польовими дослідженнями визначено, що на деяких водоймах в басейні р. В. Куяльник мінералізація води може сягати 14760 мг/дм^3. Це може бути визвано декількома чинниками – припливом високо мінералізованих підземних вод (чи верховодки); значним випаровуванням води, що за багато років призвело до поступового накопичення вмісту солей у водоймі; за рахунок біогенних елементів органічного походження (відмерлі рослини і тварини), мінеральних добрив й ін. Середня мінералізація води в басейні р. В. Куяльник восени 2010 р. склала 4260 мг/дм^3.

8. На основі моделі «клімат-стік», розробленої в ОДЕКУ, установлено, що природний річний стік р. В. Куяльник має такі статистичні параметри: $\overline{Y}_{ПР} = 12 мм$, $Cv = 1{,}2$, $Cs = 2{,}0$.

9. За рахунок додаткового випаровування з поверхні штучних водойм, статистичні параметри побутового стоку р. В. Куяльник отримують значення: $\overline{Y}_{ПОБ} = 11$мм, $C_v = 1{,}26$, $C_s = 2{,}1$.

10. Показано, що додаткове випаровування з поверхні штучних водойм з відносною площею $f_B = 0{,}3\%$ зменшує норму річного стоку на 13 %, а стік маловодних років – на 35 %.

11. Величина сумарного коефіцієнта антропогенного впливу штучних водойм на норму природного стоку становить 0,60. Норма побутового стоку при цьому дорівнює 7 мм, $C_v = 1{,}65$, $C_s = 2{,}8$.

12. За рахунок впливу штучних водойм величина річного стоку у багатоводні роки зменшується від 26 (Р = 5 %) до 46 (Р = 25 %) відсотків.

У середній за водністю рік за рахунок впливу штучних водойм можливе зменшення на 67 %. У маловодні роки (Р = 75 %) за рахунок впливу штучних водойм побутовий стік буде становити лише 1,16 мм. У дуже маловодні роки (Р = 95 %) річний стік наближається до нуля.

13. Розподіл побутового стоку по місяцях та сезонах відрізняється від типового розподілу, прийнятого для річок Причорномор'я. На відміну від типового розподілу, річка пересихає не тільки в осінній, але й в літній сезони.

14. Встановлено, що забезпеченість рівнів води, при яких солоність буде більше тієї, яка не задовольнятиме рекреаційним і бальнеологічним потребам (S = 200 ‰), становить більше 80 %, а при яких солоність буде нижче (S = 100 ‰) – більше 50 %. Крім того, забезпеченість рівнів води, при яких солоність буде сягати величини, при якій життя у водоймі буде припинятися (S = 250 ‰), становить близько 90 %.

15. На основі результатів та висновків, отриманих в НДР, можна упорядкувати регулювання поверхневого стоку штучними водоймами на басейні Куяльницького лиману так, щоб відновився та підтримувався екологічно-задовільний гідрологічний режим водойми (особливо з урахуванням 14 висновку).

16. За результатами наукових досліджень басейну річки Великий Куяльник в 2010 році та результатами НДР, виконаної ОДЕКУ в 2009 році [5], можна рекомендувати наступні заходи щодо поліпшення та підтримання екологічного стану Куяльницького лиману та річок його басейну:

а) визначити та здійснити ліквідацію тих ставків (гребель), які не використовуються в господарській чи іншій діяльності, а наповнюються навесні та пересихають влітку і тим самим перешкоджають вільному надходженню води в Куяльницький лиман (кінець 2010 р. – початок 2011 р.);

б) для забезпечення санітарного стоку води нижче гребель водойм в руслі річки Великий Куяльник (й інших річок і балок) та оптимальних рівнів і солоності води в Куяльницькому лимані, визначити максимальні рівні наповнення тих ставків і водосховищ, які впродовж року не пересихають (впродовж 2011 р.);

в) розчистити спрямлене русло або відновити старе меандруюче русло річки Великий Куяльник для забезпечення вільного надходження стоку в Куяльницький лиман (впродовж 2011-2012 рр.).

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Геоэкологический анализ ситуации и разработка схем мероприятий по улучшению водно–солевого режима Куяльницкого лимана: Отчёт о НИР. Од. гос. ун-т им. И.И. Мечникова. – Одесса, 1995. – 190 с.

2. Паспорт реки Большой Куяльник. – Одесса: Госкомводхоз Украины, 1992. – 130 с.

3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Т. 6. Вып. 1. Зап. Украина и Молдавия. – Л.: Гидрометеоиздат, 1960. – 882 с.

4. Справочник по водным ресурсам / Под ред. Б.И. Стрельца. – К.: Урожай, 1987. – 304 с.

5. Оцінка багаторічних змін складових водного балансу Куяльницького лиману для розробки рекомендацій по збереженню його природних ресурсів: Звіт з НДР. Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2009. – 90 с.

6. Гопченко Є.Д., Гриб О.М. Оцінка складових водного балансу Куяльницького лиману та визначення причин сучасного обміління водойми // Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – 2010. – Вип. 51. – С. 200-215.

7. Герасим’юк В.П., Шихалєєва Г.М., Еннан А.А. та ін. Водорості річки Великий Куяльник // Вісник Од. нац. ун-ту ім. І.І. Мечникова. Т. 13, вип. 14. Біологія. – Одеса, 2008. – С. 37-53.

8. Обоснование создания природоохранной территории «Куяльник» (Justification for developing a protected area «Kuialnik»). Региональная программа ТАСИС Европейского Союза. Технический отчет, 2004. – 70 с.

9. Адобовский В.В., Шихалеева Г.Н. Шурова Н.М. Современное состояние и экологические проблемы Куяльницкого лимана // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Сб. науч. тр. Вып 1 (6). – Севастополь, 2002. – С. 71-82.

10. Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.springerlink.com/ index/H06046R441066168.pdf.

11. Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.biolib.cz/en/taxon/id83498.

12. Закон України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000-2015 рр.» № 1989-III від 21.09.2000 р.

13. Закон України «Про екологічну мережу України» № 1864 від 24.06.2004 р.

14. Дьячков А.В. О необходимости создания универсальной классификации качества вод. // Гидробиол. ж. – 1984. – Т. XX, № 3 – С. 43-45.

15. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 152 с.

16. Алимов А.Ф. Разнообразие, сложность, стабильность, выносливость экологических систем. // Ж. общ. биол. – 1994. – Т. 55, № 3. – С. 285.

17. Криволуцкий Д.А. Биоиндикация в системе наук о состоянии окружающей человека среды. // Пробл. экол.: Матер. 1 Учредит. совещ. акад. наук соц. стран по пробл. «Экология» (г. Суздаль, май, 1990 г.) – Петрозаводск, 1990. – С. 42-69.

18. Chaphekar S.B. An overview on bio-indicators. // J. Environ. Biol. – 1991. – V. 12, Spec. Numb. – P. 163-168.

19. Aviles G.J. Application de los methods biologics para la determination de la calidad de las aquas en los rios. // Ing. civ. – 1992. – № 86. – P. 125-130.

20. Шуйский В.Ф. Закономерности лимитирования пресноводного макрозообентоса экологическими факторами: диссертация на соискание степени докт. биол. наук. – СПб, 1997. – 639 с.

21. Андреева Т.Р. Водные жесткокрылые подотряда Adephaga (Coleoptera) Южного Ямала и Полярного Урала / Т.Р. Андреева, П.Н. Петров // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2004. – Т. 109. – Вып. 3. – С. 9-20.

22. Березина Н.А. Роль некоторых групп хищных водных насекомых в трофике водоемов / Н.А. Березина // Труды Калининградского технического института рыбной промышленности им. А.И. Микояна. – М.: Пищепромиздат, 1968. – Вып. XX. – С. 158-168.

23. Брехов О. Г. Использование водных жесткокрылых для предварительной оценки экологического состояния водоемов / О.Г. Брехов // Материалы 3-й международной конференции «Экологические проблемы бассейнов крупных рек-3». – Тольятти, 2003. – С. 43.

24. Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell S.R. & Cushing C.E. The river continuum concept. // Can. J. Fish. aquat. Sci. – 1980. – № 37. – P. 130-137.

25. Дядичко В.Г. Водные плотоядные жуки (Coleoptera, Hydradephaga) Северо-Западного Причерноморья: Монография. / В.Г. Дядичко. – Одесса: Астропринт, 2009. – 204 с.

26. Рындевич С.К. Фауна и экология водных жесткокрылых Беларуси (Coleoptera: Haliplidae, Noteridae, Dytiscidae, Gyrinidae, Helophoridae, Georissidae, Hydrochidae, Spercheidae, Hydrophilidae, Hydraenidae, Limnichidae, Dryopiclae, Elmidae). В 2-х частях. – Минск: УП «Технопринт», 2004. – Ч. 1. – 272 с.

27. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий: В 5 т. – М.: РАН, 2001. – Т. 5. – 836 с. –Жесткокрылые или жуки.

28. Fery H. Dytiscidae: V. Taxonomic and distributional notes on Hygrotus Stephens, with emphasis on the Chinese fauna and a key to the Palearctic species (Coleoptera) / H. Fery // Water Beetles ofChina / Eds. JSch M. A., Ji L. – 2003. – Vol. III. – P. 133-193.

29. Galewski K. Klucze do oznaczania owadow Polski: W 22 cz. – Cz. 19 Chrzaszcze - Coleoptera: Zess. 7 Plywakowate - Dytiscidae / K. Galewski.// ANP. – Warszawa, 1971. – 112 s.

30. Kolbe R. 1927. Zur Okologie, Morpholoqie und Sistematik der Brackwasser Diatomeen. Pflanzenforschung, 7: 1-146.

31. Hustedt F. 1957. Die Diatomeenflora des Flu systems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. Abhandlungen Naturwissenschaftlicher, Verein, 34: P. 181-440.

32. Stoermer E.F., Smol J.P. (eds.). 1999. The diatoms: application for the environmental and earth sciences. Cambridge, Univ. Press: 469 pp.

33. Зимбалевская Л.Н. Фитофильные беспозвоночные равнинных рек и водохранилищ. – Киев: Наукова думка, 1981. – 216 с.

34. Mason W.T., Lewis P. A. J., Weber C.I. Anevaluation of benthic macroinvertebrate biomass methodology. // Environ. Monit. and Assessment, 1985. – V. 5, № 4. – P. 399-422.

35. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. – М.: МГУ, 1992. – 208 с.

36. Беляков В.П. Видовая и трофическая структура сообществ макрозообентоса в озерах разного типа. // Изменение структуры экосистем озер в условиях возрастающей биогенной загрузки. – Л.: Наука, 1988. – С. 245-267.

37. Белянина С.И., Сигарева Л.Е. Хирономиды как модельная группа для изучения влияния антропогенных факторов среды на состояние наследственного аппарата гидробионтов. // Тез. докл. V съезда ВГБО, Тольятти. Ч. II. – Куйбышев, 1986. – С. 175-176.

38. Rees H.L., Parker M.M. Assessment of the utility of benthos studies in pollution monitoring programmes. // Techn. Mar. Environ. Sci. – 1991. – № 16. – P. 3-20.

39. Жиров С.В. Хромосомный и геномный полиморфизм в популяциях хирономид Псковской области: автореф. дис. канд. биол. наук. – СПб, 1994. – 16 с.

40. Переладов М.В., Морозов Н.П. Оценка реакции различных уровней организации биотических компонентов морских экосистем на антропогенное воздействие. // Комплекс. методы контроля качества природ. среды. Тез. докл. симп. спец. стран – чл. СЭВ (Москва, 23-29 нояб. 1986 г.). – Черноголовка, 1986. – С. 103-104.

41. Закономерности лимитирования пресноводного макрозообентоса экологическими факторами: диссертация на соискание степени докт. биол. наук. – СПб, 1997. – 639 с.

42. Parker M.M. Assessment of the utility of benthos studies in pollution monitoring programmes. // Techn. Mar. Environ. Sci. – 1991. – № 16. – P. 3-20.

43. Marchant R., Mitchell P., Norris R. Distribution of benthic invertebrates along a disturbed section of the La Trobe River, Victoria: an analysis based on numerical classification. // Austral. J. Mar. and Freshwater Res. – 1984. – V. 35, № 3. – P. 355-374.

44. Cognetti G. The impact of various pollutions on benthic organisms // Rev. int. oceanogr. med. – 1987. – V. 85-86 – P. 65.

45. Попченко В.И. Закономерности именения сообществ донных беспозвоночных в условиях загрязнния природной среды. // Науч. основы биомониторинга пресновод. экосистем: Тр. сов.-фр. симп. (Астрахань, 9-12 сент. 1985 г.). – Л., 1988. – С. 135-141.

46. Алимов А.Ф. Введение в продукционную гидробиологию. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 152 с.

47. Информационно-аналитическая система «Экологический контроль природной среды по данным биологического и физико-химического мониторинга». Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.ecograde.belozersky.msu.ru/index.html.

48. Гідроекосистема естуарію р. Дністер: ресурси, ресурсозберігаючі технології природокористування: Звіт з НДР. Од. держ. екол. ун-т. – Одеса, 2009. – 120 с.

49. Баринова С.С. Биоразнообразие водорослей и оценка состояния водных экосистем. Современные проблемы альгологии, микологии и фитопатологии (Москва, МГУ, 21-23 апреля 1998 г.). – М.: МГУ, 1998. – С. 27-28.

50. Рысин Л.П. Тип экосистемы как элементарная единица в оценке биоразнообразия на экосистемном уровне. – Экология, 1995. – С. 259-262.

51. Carignan V., Villard M-A. Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. // Environmental Monitoring and Assessment. – 2002. – Vol. 78. – P. 45-61.

52. Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод. – Мн.: Орех, 2004. – 125 с.

53. Абакумов В. А. Гидробиологический анализ поверхностных вод и донных обложений. // Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – С. 7-21.

54. Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.zin.ru/animalia/coleoptera/rus/tsurikov.htm.

55. Дмитриев В.В., Мякишева Н.В., Третьяков В.Ю., Хованов Н.В. Многокритериальная оценка экологического состояния и устойчивости геосистем на основе метода сводных показателей. II. Трофический статус водных экосистем. – Вестник СПбГУ, 1997. – Сер. 7. – Вып. 1 (№ 7). – С. 51-66.

56. ГОСТ 17.1.2.04-77. Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. – 12 с.

57. Бобров С.Н. К вопросу об испарении морской воды в зависимости от её солёности // Труды института океан. – Т. XXXVII. – 1960. – 183 с.

58. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Крым. – Т. 6. – Вып. 4. – Л.: Гидрометеоиздат, 1966. – 347 с.

59. Супутникові знімки та карти поверхні Землі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://maps.google.com.

60. Розенгурт М.Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. – Киев: «Наукова думка», 1974. – 224 с.

61. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Водные ресурсы северо-западного Причерноморья (в естественных и нарушенных хозяйственной деятельностью условиях) : Монография. – Київ: КНТ. – 2005. – 188 с.

62. Пособие по определению расчётных гидрологических характеристик. – Л.: Гидрометеоиздат, 1984. – 447 с.

63. Лобода Н.С. Расчеты и обобщения характеристик годового стока рек Украины в условиях антропогенного влияния: Монография. – Одесса: Экология, 2005. – 208 с.

64. Гопченко Е.Д., Лобода Н.С. Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления // Гидробиологический журнал. – Киев: Институт гидробиологии НАН Украины. – Т. 36, № 3. – 2000. – С. 67-78.

65. Лобода Н.С., Гопченко Є.Д. Нормування характеристик природного річного стоку України // Наукові праці УкрНДГМІ. – Вип. 252. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – С. 5-10.

66. Швебс Г.І., Ігошин М.І. Каталог річок і водойм України: навчально-довідковий посібник (під ред. Гопченка Є.Д.). – Одеса: Астропринт. – 2003. – 390 с.

67. Атлас природных условий и естественных ресурсов УССР. М.: Главное управление по геодезии и картографии при Совете Министров СССР, отдел географи. – 1978. – 120 с.

68. Коротун І. М., Коротун Л.К., Коротун С.І. Природні ресурси України: Навчальний посібник. – Рівне, 2000. – 192 с.

69. Климат Украины / Под ред. Г.Ф. Прихотько, А.В. Ткаченко, В.Н. Бабиченко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1967. – 413 с.

70. Атлас Одеської області. – Одеса: Хорс. – 2002. – 80 с.

71. Гидрохимическое картирование с применением вероятностно-статистических методов. / Под ред. В.И. Пеляшенко. – Київ: Вища школа, 1979. – 100 с.

72. Шерешевский А.И., Вишневский П.Ф. Норма и изменчивость годового стока рек Украины. / Гидробиологический журнал. – 1997. – Т. 3. – С. 81- 91.

73. Вишневський В.І., Косовець О.О. Гідрологічні характеристики річок України. – К.: Ніка-Центр. – 2003. – 324 с.

74. Паламарчук М.М., Закорчевна Н.Б. Водний фонд України: Довідковий посібник. – К.: Ніка-Центр, 2001. – 392 с.

75. Лобода Н.С., Коробчинская А.А., Рудник А.А. Изменения климата и его влияние на реки Украины // Український Гідрометеорологічний журнал. Головний редактор С.М. Степаненко. – Одеса: Вид. ТЕС. – № 6. – 2010. – С. 199-204.

76. Лобода Н.С. Закономірності коливань річного стоку річок України при змінах клімату на початку XXI сторіччя // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Відповід. ред. Хільчевський В.К. – К.: ВГЛ «Обрії», Т. 18. – 2010. – С. 62-70.

77. Режимы влагообеспеченности и условия гидромелиораций степного края. / Под. ред. В.С. Мезенцева. – М.: Колос,1974. – 240 с.

78. Указания для управлений гидрометеорологической службы по вычислению поправок к измеренным величинам атмосферных осадков. – Л.: Гидрометеоиздат, 1969. – 54 с.

79. Шикломанов И.А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. – Л.: Гидрометеоиздат, 1989. – 335 с.

80. Болгов М.В. Марковские процессы в гидрологии / М.В. Болгов, И.О. Сарманов, О.В. Сарманов / Отв. ред. М.Г. Хубларян. – М.: Институт водных проблем РАН, 2009. – 210 с.

81. Молдаванов А.И. Заиление прудов и водохранилищ в степных районах. – Л.: Гидрометеоиздат, 1978. – 128 с.

82. Лобода Н.С., Бабаева О.В. Антропогенні навантаження та зміни річного стоку в басейні р. Сіверський Донець. // Міжвід. наук. зб. України. – Метеорологія, кліматологія та гідрологія. – Одеса. – 2008. – Вип. 50. – С. 31-36.

83. Шахман І.О., Лобода Н.С. Оцінка стану водних ресурсів Нижнього Подніпров’я в умовах водогосподарської діяльності. // Наукові записки Терноп. нац. пед. ун-ту ім. В. Гнатюка. Серія: біологія. Спец. вип.: Гідроекологія. – № 3(44). – 2010. – С. 530-533.