

УДК 556.551
№ держреєстрації 0118U000999
Інв. №

Міністерство освіти і науки України
Одеський державний екологічний університет
(ОДЕКУ)
65016, Україна, м. Одеса, вул. Львівська, буд. 15;
тел.: (0482) 32 67 35, факс: (0482) 42 77 67, E-mail: info@odeku.edu.ua

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи ОДЕКУ
д-р геогр. наук, проф.
_____ Ю. С. Тучковенко
(підпис)

06.12.2018 р. м. п.

ЗВІТ
ПРО НАУКОВО-ДОСЛІДНУ РОБОТУ
за договором від 29.08.2018 № 22

НАУКОВО-ДОСЛІДНІ РОБОТИ З ГІДРОЛОГІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ
СТАНУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ ТА МОРСЬКОЇ ВОДИ З ОДЕСЬКОЇ
ЗАТОКИ У 2018 РОЦІ
(остаточний)

Науковий керівник НДР
канд. геогр. наук, доц.

_____ О. М. Гриб
(підпис)

05.12.2018 р.

2018

Рукопис закінчено 5 грудня 2018 р.

Результати роботи розглянуті науково-технічною радою ОДЕКУ, протокол
від 6 грудня 2018 р. № 6

СПИСОК АВТОРІВ

Науковий керівник НДР, старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	_____	О. Гриб (вступ; розділи 2, 4; висновки; рекомендації)
	2018.12.05	
Відповідальний виконавець, науковий співробітник	_____	Я. Яров (розділ 1; висновки; додатки А, Б)
	2018.12.05	
Провідний науковий співробітник, доктор географічних наук, професор	_____	Н. Лобода (розділ 5; висновки; рекомендації)
	2018.12.05	
Провідний науковий співробітник, доктор географічних наук, професор	_____	Ю. Тучковенко (розділ 3; висновки; рекомендації)
	2018.12.05	
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук	_____	А. Куза (підрозділ 5.1; додаток Е)
	2018.12.05	
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук	_____	В. Пилип'юк (підрозділ 1.4)
	2018.12.05	
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	_____	Є. Бояринцев (підрозділи 2.1, 2.8, 4.3)
	2018.12.05	
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	_____	М. Сербов (підрозділи 2.6, 2.7, 4.6)
	2018.12.05	
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	_____	О. Вольвач (титульний аркуш; підрозділ 4.2)
	2018.12.05	
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	_____	Г. Хоменко (підрозділи 3.2, 4.4; перелік скорочень, умовних познач, одиниць і термінів)
	2018.12.05	

Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук	<u>2018.12.05</u>	А. Лужбін (список авторів; реферат; підрозділ 1.1)
Старший науковий співробітник, кандидат географічних наук, доцент	<u>2018.12.05</u>	О. Барсукова (підрозділ 1.3; додаток Г)
Науковий співробітник	<u>2018.12.05</u>	Д. Кушнір (підрозділ 3.3)
Науковий співробітник	<u>2018.12.05</u>	П. Терновий (підрозділи 2.3, 4.5; додаток Б)
Науковий співробітник	<u>2018.12.05</u>	К. Гриб (підрозділи 2.4, 2.5; додаток Б)
Науковий співробітник	<u>2018.12.05</u>	Т. Гращенкова (підрозділ 1.2; додаток В)
Науковий співробітник	<u>2018.12.05</u>	Ю. Тернова (підрозділ 2.2; перелік джерел посилань)
Молодший науковий співробітник	<u>2018.12.05</u>	М. Козлов (підрозділ 5.2; додаток Д)
Молодший науковий співробітник	<u>2018.12.05</u>	М. Діброва (підрозділ 1.3.1)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 262 с., 25 табл., 115 рис., 6 дод., 79 джерел.

КУЯЛЬНИЦЬКИЙ ЛИМАН, ГІДРОЛОГІЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, РІВЕНЬ, ОБ'ЄМ, МІНЕРАЛІЗАЦІЯ ВОДИ, МОРСЬКА ВОДА.

Об'єкт дослідження – Куяльницький лиман та Одеська затока.

Предмет дослідження – фізико-хімічні характеристики води, рівні води та об'єми наповнення лиману, мінералізація води, випаровування, опади та інші складові водно-сольового балансу лиману.

Мета роботи полягає у проведенні науково-дослідних робіт з гідрологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки для визначення умов функціонування його природної системи, забезпечення збереження та відновлення його природних ресурсів, попередження їх забруднення, засмічення і вичерпання, а також визначення змін стану природних ресурсів Куяльницького лиману в умовах штучного поповнення лиману морською водою з Одеської затоки та науково обґрунтоване визначення термінів подачі морської води до лиману.

Методи дослідження – гідрологічні обстеження (вимірювання) згідно діючих нормативних документів щодо проведення гідрологічних спостережень і робіт на станціях і постах; хімічний аналіз вод суші; математичне моделювання за моделями «клімат-стік», Delft3D-FLOW, оцінка складових водно-сольового балансу (рівнів і солоності води, опадів та випаровування, поверхневого стоку).

У роботі наведені результати вимірювання на прибережних постах в лимані і в Одеській затоці (в створі трубопроводу) та в трубопроводі (з сторони моря) рівня води, температури води, прозорості води, кольору води, глибини води, мутності води (вмісту завислих у воді речовин), питомої електропровідності води, густини води, сухого та прожареного залишку розчинених у воді речовин (мінералізації води); на виході з трубопроводу, в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків – рівня води, температури води, прозорості води, кольору води, глибини води, мутності води (вмісту завислих у воді речовин), питомої електропровідності води, густини води, сухого та прожареного залишку розчинених у воді речовин (мінералізації води), швидкості та напрямку течії, витрати води та завислих у воді наносів (речовин). Проведено оцінку складових водно-сольового балансу лиману. Здійснено порівняльний аналіз з даними попередніх років, а також оцінку втрат води на випаровування з водної поверхні лиману при зростанні рівнів води, аналіз тенденцій спостережених і прогнозованих чинників формування стоку (опадів і температур повітря) та очікуваний приплив прісних вод у лиман з його басейну (у період 2021-2050 рр.) за різними моделями сценарію RCP4.5. Складені науково-обґрунтовані висновки щодо стану лиману та рекомендації відносно його поповнення морською водою з Одеської затоки.

ЗМІСТ

С.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП	9
1 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ВИКОНАННЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ СТАНУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ ТА МОРСЬКОЇ ВОДИ З ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ У 2018 РОЦІ.....	12
1.1 Виконані роботи та вимірювання під час гідрологічних обстежень	12
1.2 Опис методик вимірювань	14
1.3 Використані засоби вимірювальної техніки, випробувальне та допоміжне обладнання	15
1.3.1 Відомості про оцінку придатності (перевірку й атестацію) засобів вимірювальної техніки та випробувального обладнання використаних для вимірювань під час гідрологічних обстежень у 2018 році	15
1.3.2 Основні характеристики використаних приладів та обладнання	15
1.4 Опис пунктів (постів) гідрологічних обстежень стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у 2018 році.....	25
2 ОПИС РЕЗУЛЬТАТІВ ГІДРОЛОГІЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ СТАНУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ ТА МОРСЬКОЇ ВОДИ З ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ У 2017 РОЦІ ТА ЇХ ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ З ДАНИМИ ПОПЕРЕДНІХ 2016-2017 РОКІВ	46
2.1 Результати вимірювань рівнів води	46
2.2 Результати вимірювань температури води.....	47
2.3 Результати вимірювань кольору води.....	49
2.4 Результати вимірювань мутності та прозорості води	49
2.5 Результати вимірювань питомої електропровідності, густини та мінералізації води (за сухим та прожареним залишками)	59
2.6 Зв'язок витрат води в трубопроводі «море-лиман» з рівнями води в Одеській затоці Чорного моря	66
2.7 Зв'язок між питомою електропровідністю, густиною та мінералізацією води (за сухим і прожареним залишками розчинених у воді речовин)	67
2.8 Результати вимірювань витрат води та завислих наносів на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків лиману	70
2.9 Характеристика основних результатів обстеження за 2018 рік та їх порівняльний аналіз з даними попередніх 2016-2017 років.....	71

3	ОЦІНКА ДОДАТКОВИХ ВТРАТ ВОДИ НА ВИПАРОВУВАННЯ З ВОДНОЇ ПОВЕРХНІ ЛИМАНУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ ЇХ НЕГАТИВНИМ НАСЛІДКАМ	74
3.1	Опис гідротермодинамічної моделі Delft3D-FLOW та результатів її застосування	75
3.2	Оцінки змін об'ємів випаровування з водної поверхні лиману при підвищенні рівня води в ньому.....	83
3.3	Моделювання мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману для середнього за водністю типового року сучасного кліматичного періоду	85
4	ВОДНО-СОЛЬОВИЙ БАЛАНС КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ	100
4.1	Структура математичної моделі водно-сольового балансу лиману	100
4.2	Визначення об'єму та мінералізації атмосферних опадів	103
4.3	Визначення об'єму та мінералізації припливних вод до лиману.....	108
4.4	Визначення випаровування з водної поверхні лиману	108
4.5	Визначення об'ємів припливу морських вод через трубопровід «море-лимани» та їх мінералізації.....	110
4.6	Загальний аналіз результатів визначення рівнів та мінералізації води в лимані	111
5	МОНІТОРИНГ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ ФОРМУВАННЯ СТОКУ У СУЧАСНОСТІ ТА ЗА КЛІМАТИЧНИМИ СЦЕНАРІЯМИ НАД КУЯЛЬНИЦЬКИМ ЛИМАНОМ ТА СУМІЖНИМИ ТЕРИТОРІЯМИ.....	113
5.1	Аналіз даних про температурний режим у сучасності та за кліматичними сценаріями над Куяльницьким лиманом та суміжними територіями	114
5.2	Аналіз даних про атмосферні опади у сучасності та за кліматичними сценаріями над Куяльницьким лиманом та суміжними територіями	129
5.3	Аналіз оцінок стану середніх багаторічних величин річного стоку, розрахованих за метеорологічними даними спостережень та даними кліматичного сценарію RCP4.5 над Куяльницьким лиманом та суміжними територіями.....	141
	ВИСНОВКИ.....	150
	РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	156
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	158
	Додаток А Картосхема маршруту гідрологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки..	165

Додаток Б Результати гідрологічних обстежень стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у 2018 році.....	169
Додаток В Методики виконання вимірювань	197
Додаток Г Загальний опис основних приладів та обладнання.....	224
Додаток Д Графіки хронологічних коливань сум опадів за сценарієм RCP4.5.....	235
Додаток Е Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів за сценарієм RCP4.5.....	249

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАК, ОДИНИЦЬ І ТЕРМІНІВ

GPS – Global position system (Система глобального позиціонування)

WGS – Word geodesic system (Світова геодезична система)

б. – балка

бб. – балки

БС – Балтійська система висот

В. Куяльник – Великий Куяльник

ВНС – водо-насосна станція

ВО – випробувальне обладнання

г – грам

год. – година

ДО – допоміжне обладнання

дм – дециметр

ЗВТ – засіб вимірювальної техніки

кг – кілограм

км – кілометр

ЛЕП – лінія електропередач

м – метр

МВ – методика вимірювання

м БС – позначка поверхні в метрах Балтійської системи висот

НД – нормативний документ

НДР – науково-дослідна робота

НЕЦ МНС – Науково-експертний центр моніторингу навколишнього середовища

НДЧ – науково-дослідна частина

ОДЕКУ – Одеський державний екологічний університет

ПЗ – прожарений залишок розчинених у воді речовин

ПЕП – питома електропровідність

РГЕННЛ – річкова гідроекологічна навчально-наукова лабораторія

р. – рік, річка

рр. – роки, річки

СЗ – сухий залишок розчинених у воді речовин

См – Сіменс

см ум. – позначка поверхні (в сантиметрах) в умовній (місцевій) системі

СРВ – самопис рівня води

ТЗ – технічне завдання

тис. – тисяча

хв. – хвилина

ВСТУП

За договором з Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації № 22 від 29.08.2018 р., Одеським державним екологічним університетом (ОДЕКУ) у 2018 р. виконувалась науково-дослідна робота (НДР) згідно **Код ДК 015-97 – І.1 03 Дослідження та розробки в галузі біологічних наук (код ДК 021:2015 – 73110000-6: Дослідницькі послуги) (Науково-дослідні роботи з гідрологічного, гідрохімічного, гідробіологічного та медикобіологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки): Лот № 1 – Науково-дослідні роботи з гідрологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки.**

Актуальність дослідження обумовлена необхідністю оцінки змін стану гідрологічного режиму Куяльницького лиману в умовах штучного поповнення лиману морською водою з Одеської затоки згідно із рекомендованим графіком [1, 2].

Регіональною програмою збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2018 роки, затвердженою рішенням Одеської облради від 28 жовтня 2011 року № 270-VI [3], передбачено збереження унікального водного об'єкта та раціонального використання курортних лікувальних ресурсів. Слід зазначити, що вивченість стану водної екосистеми Куяльницького лиману недостатня. На сьогодні державна система моніторингу екосистеми лиману складається лише з пунктів контролю абіотичних показників її стану на метеорологічних і гідрологічних станціях та постах, розташованих у басейні лиману та навколо нього: метеостанції «лиман Куяльницький-Одеса», «Одеса-Обсерваторія», «аеропорт-Одеса», «порт-Одеса», «Усатове», «порт-Южний», «Сербка»; гідрологічні пости в акваторії лиману – м. Одеса (санаторій ім. Пирогова) та в гирловій частині р. Великий Куяльник – с. Северинівка; пункти контролю якості поверхневих вод в гирловій частині р. В. Куяльник (с. Северинівка та с. Руська Слобідка).

Цей моніторинг здійснюється підрозділами Державної служби з надзвичайних ситуацій України (Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів, Первомайська гідрометеорологічна станція) та Державного агентства водних ресурсів України (Лабораторія моніторингу вод та ґрунтів Одеської гідрогеолого-меліоративної експедиції Одеського обласного управління водних ресурсів) [4-13].

На місцевому рівні моніторинг хімічного складу ропи і пелоїдів лиману та мінеральних підземних вод здійснює гідрогеологічна служба (раніше – гідрогеологічна режимно-експлуатаційна станція) ДП «Клінічний санаторій ім. Пирогова» ЗАТ «Укрпрофоздоровниця» [14].

На регіональному рівні моніторинг стану екосистеми лиману має реалізовуватися за трьома регіональними програмами [3, 15, 16], що були затверджені рішеннями Одеської обласної ради у 2011-2014 рр.

Крім того, 12.02.2015 р. фахівцями провідних наукових, проектно-вишукувальних та вищих навчальних закладів м. Одеси (включно з ОДЕКУ) було підготовлено програму моніторингу стану Куяльницького лиману в 2015 році, яку 25 лютого 2015 року було затверджено Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації (наказ № 17) [17].

Через відсутність фінансування, після початку подачі морської води 22.12.2014 р. моніторинг стану Куяльницького лиману в 2015 р., з січня по вересень 2016 р. та з січня по серпень 2018 р. виконувався не в повному обсязі – окремими науковцями та установами за власні кошти [1, 18].

З жовтня 2016 р. по грудень 2017 р. відповідно до договору з Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації № 28/10-16 від 18.10.2016 р. ОДЕКУ виконувалися гідрологічні обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки. Результати цих досліджень представлені у заключних звітах з НДР [19, 20]. Крім того, профільними установами Міністерства екології та природних ресурсів, Національної академії наук, Міністерства охорони здоров'я України виконували комплексні гідрохімічні, гідробіологічні та медико-біологічні обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської.

У 2018 році (як і у 2016 та 2017 рр.) загальна мета дослідження полягає у проведенні науково-дослідних робіт з гідрологічного, гідрохімічного, гідробіологічного та медико-біологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки для визначення умов функціонування його природної системи, забезпечення збереження та відновлення його природних ресурсів, попередження їх забруднення, засмічення і вичерпання, а також визначення змін стану природних ресурсів лиману в умовах штучного поповнення лиману морською водою з Одеської затоки та у науковому обґрунтуванні конкретних термінів подачі морської води до лиману.

Відповідно до Технічного завдання (ТЗ) ОДЕКУ в 2018 р. необхідно було виконати наступні обстеження:

- визначення на прибережних постах в лимані і в Одеській затоці (в створі трубопроводу) та в трубопроводі (з сторони моря) рівня води, температури води, прозорості води, кольору води, глибини води, мутності води (вмісту завислих у воді речовин), питомої електропровідності води, густини води, сухого та прожареного залишку розчинених у воді речовин (мінералізації води) – 7 разів;
- визначення на виході з трубопроводу, в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків рівня води, температури води, прозорості води, кольору води, глибини води, мутності води (вмісту завислих у воді речовин), питомої електропровідності води, густини води, сухого та прожареного залишку розчинених у воді речовин (мінералізації води), швидкості та напрямку течії, витрати води та завислих у воді наносів (речовин) – 7 разів;
- визначення в акваторії Одеської затоки температури води, прозорості води, кольору води, глибини води, мутності води (вмісту завислих у воді

речовин), питомої електропровідності води, густини води, сухого та прожареного залишку розчинених у воді речовин (мінералізації води), швидкості та напрямку течії – 7 разів.

Крім того, з використанням довідникової та наукової літератури і електронних джерел [1-38] здійснено збір інформації про результати гідрометеорологічних вимірювань в басейні лиману за попередні роки.

Основні конструкторські, технологічні і техніко-експлуатаційні характеристики і показники – характеристики гідрологічного режиму лиману, отримані в результаті проведених експедиційних досліджень та математичного моделювання. мінливості складових водно-сольового балансу лиману, отриманих в результаті проведеного обстеження, у т. ч. виконано порівняльний аналіз результатів обстеження в 2018 р. з даними моніторингу, отриманими протягом 2016-2017 рр., складено науково-обґрунтовані висновки щодо стану Куяльницького лиману у 2018 р. та розроблено рекомендації відносно його поповнення морською водою з Одеської затоки.

Ступінь впровадження – отримані результати у вигляді гідрологічних характеристик Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки, а також рекомендації відносно його термінів поповнення морською водою) будуть впроваджені в роботу замовника.

Зв'язок з іншими роботами – науково-дослідні роботи кафедри гідроекології та водних досліджень ОДЕКУ, виконані в галузі природоохоронної діяльності на базі оцінок гідроекологічного стану водойм в умовах змін клімату та господарської діяльності з метою оптимізації їх функціонування.

Рекомендації по використанню результатів роботи надані у вигляді пропозицій щодо установа оптимального режиму поповнення лиману морською водою.

Галузь використання – екологія та охорона навколишнього природного середовища, водне господарство, гідрометеорологія й ін.

Значущість роботи і висновки – результати досліджень надають можливість наукового обґрунтування гідроекологічного стану Куяльницького лиману після надходження морської води та прийняття рішення щодо доцільності і режиму подальшого поповнення лиману морською водою з Одеської затоки.

Пропозиції щодо подальшого розвитку дослідження – врахування результатів роботи та продовження досліджень у наступні роки сумісно з іншими науковими і виробничими установами, які пов'язані з розробкою заходів щодо управління водними екосистемами в умовах господарської діяльності та кліматичних змін.

В результаті виконання даної НДР всі вимоги ТЗ повністю виконані.

1 ОРГАНІЗАЦІЯ ТА ВИКОНАННЯ ГІДРОЛОГІЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ СТАНУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ ТА МОРСЬКОЇ ВОДИ З ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ У 2018 РОЦІ

Згідно з вимогами ТЗ за період з 29 серпня по 20 грудня 2018 р. проведено сім гідрологічних обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки: 1-й виїзд – 5 вересня, 2-й виїзд – 23 вересня, 3-й виїзд – 6 жовтня, 4-й виїзд – 20 жовтня, 5-й виїзд – 3 листопада, 6-й виїзд – 17 листопада, 7-й виїзд – 1 грудня. Вимірювання виконувалися на постах, показаних у Додатку А та описаних в п. 1.4.

1.1 Виконані роботи та вимірювання під час гідрологічних обстежень

Згідно Технічного завдання у 2018 р. виконані такі роботи.

1. На прибережних постах Куяльницького лиману (на ділянках санаторію ім. Пирогова, старого солепромислу та в районі ЛЕП поблизу с. Ковалівка) й Одеської затоки (Лузанівський парк) визначені значення рівня води, температури води, прозорості води, кольору води, глибини води, мутності води (вмісту завислих у воді речовин), питомої електропровідності води, густини води, сухого та прожареного залишку розчинених у воді речовин (мінералізації води).

2. На виході з трубопроводу «море-лиман», в гирлових ділянках річок Великий Куяльник (нижче с. Северинівка), Кубанка (нижче с. Кубанка), Довбока (нижче с. Новокубанка), балок Корсунцівська та Гільдендорфська і скидних лотків (скидного лотка з ставків пересипу і зливової каналізації з вулиць Лиманна та Залізнодорожна і з скидного лотка з ВНС № 5) визначені значення рівня води, температури води, прозорості води, кольору води, глибини води, мутності води (вмісту завислих у воді речовин), питомої електропровідності води, густини води, сухого та прожареного залишку розчинених у воді речовин (мінералізації води), швидкості течії води, напрямку течії води, витрати водити завислих у воді наносів (речовин).

3. В акваторії Одеської затоки в районі виходу до затоки скидного трубопроводу з СБО «Північна», готелю «Дім Павлових», в створі трубопроводу «море-лиман», траверсу на ділянці с. Крижанівка, пірсу в районі с. Ліски визначені значення температури води, прозорості води, кольору води, глибини води, мутності води (вмісту завислих у воді речовин), питомої електропровідності, густини води, сухого та прожареного залишку розчинених у воді речовин (мінералізації води), швидкості та напрямку течії.

Всього під час гідрологічних обстежень у вересні-грудні 2018 р. для визначення прозорості води (за стандартним шрифтом), мутності води (вмісту завислих у воді речовин), питомої електропровідності води, густини води, сухого та прожареного залишку розчинених у воді речовин (мінералізації води) **відібрано 224 проб води**, у тому числі: 112 проб – для визначення виду та інтенсивності запаху води (додаток Б). З них: 84 проби – вода (ропа) з Куяльницького лиману; 74 проби – морська вода з Одеської затоки (у тому числі з трубопроводу «море-лиман»); 66 проб – вода з річок, балок і скидних лотків, які впадають до лиману.

В періоди експедиційних (польових) гідрологічних обстежень з вересня по грудень 2018 р. **виконано 980 натурних вимірювань** (Додаток Б). З них: рівень води (висота поверхні води) вимірювався 112 разів; температура – 112 разів; прозорість води (за диском білим Секкі) – 112 разів; колір води – 112 разів; глибина води (в місцях натурних вимірювань і при відборі проб) – 112 разів; ширина русла (річок, балок, скидних лотків) – 51 раз; швидкість течії води – 112 разів; напрям течії води – 112 разів; витрата води та завислих наносів (речовин) – 33 рази; географічні координати (широта та довгота) пунктів відбору проб води та натурних вимірювань – 112 разів.

Під час камеральних досліджень відібраних проб води в 2018 р. було **здійснено 1344 лабораторних вимірювання**, у тому числі: мутність води (вміст завислих у воді речовин) визначалась 112 разів; прозорість води (за стандартним шрифтом) – 112 разів, питома електропровідність і загальна мінералізація води – 224 рази, густина води – 112 разів, сухий та прожарений залишок розчинених у воді речовин (мінералізація води) – 224 рази; об'єм води – 224 рази. Крім того, визначались вид та інтенсивність запаху води при температурах 20 та 60°C (224 рази) та рН води (112 разів).

Польові та камеральні дослідження виконувалися з використанням повірених засобів вимірювальної техніки та атестованого випробувального обладнання в Науково-експертному центрі моніторингу навколишнього середовища (НЕЦ МНС) у складі науково-дослідної частини (НДЧ) Одеського державного екологічного університету (ОДЕКУ) – Свідоцтво про відповідність системи вимірювань вимогам ДСТУ ISO 10012:2005 № 04-0045/2016 від 30.12.2016 р. (http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/Svidotstvo_2016.pdf).

Під час гідрологічних обстежень у вересні-грудні 2018 р. **усього здійснено 2324 вимірювання та складено 245 протоколів** (238 протоколів вимірювань, 7 протоколів відбору проб води). Оригінали всіх протоколів зберігаються в НЕЦ МНС у складі НДЧ ОДЕКУ.

1.2 Опис методик вимірювань

Всі вимірювання виконувалися згідно наступних методик вимірювань (МВ) та нормативної документації (НД) [39-49]:

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 2. Часть II. Гидрологические наблюдения на постах (Гидрометеиздат, 1975, 264 с.) [39].

2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть I. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках (Гидрометеиздат, 1978, 384 с.) [40].

3. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть II. Гидрологические наблюдения и работы на малых реках (Гидрометеиздат, 1972, 267 с.) [41].

4. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 7. Часть I. Гидрологические наблюдения на озёрах и водохранилищах (Гидрометеиздат, 1957, 240 с.) [42].

5. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях и постах. Часть I. Гидрологические наблюдения на береговых станциях и постах (Гидрометеиздат, 1984, 312 с.) [43].

6. Алёкин О.А., Семёнов А.Д., Скопинцев Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши (Гидрометеиздат, 1973, 270 с.) [44].

7. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Под ред. А.Д. Семёнова (Гидрометеиздат, 1977, 542 с.) [45].

8. Унифицированные методы анализа вод. Под. общ. ред. Ю.Ю. Лурье (Изд-во «Химия», 1971, 376 с.) [46].

9. Кондуктометр ЭКСПЕРТ-002. Руководство по эксплуатации и методика поверки. КТЖГ.414311.004 РЭ [47].

10. Garmin. Fishfinder 250/250C. Руководство пользователя [48].

11. Garmin. GPS 72. Руководство пользователя [49].

Всі методи широко застосовуються в Україні [50] та інших країнах для здійснення вимірювань показників (параметрів) поверхневих та морських вод, природних та штучних водних об'єктів, донних відкладів, тому були використані під час виконання даної науково-дослідної роботи.

1.3 Використані засоби вимірювальної техніки, випробувальне та допоміжне обладнання

Для виконання вимірювань ОДЕКУ використані повірені засоби вимірювальної техніки (ЗВТ), атестоване випробувальне обладнання (ВО) та належним чином підготовлене допоміжне обладнання (ДО).

1.3.1 Відомості про оцінку придатності (повідку й атестацію) засобів вимірювальної техніки та випробувального обладнання використаних для вимірювань під час гідрологічних обстежень у 2018 році

Оцінка придатності (повідка й атестація) ЗВТ та ВО (табл. 1.1), які використовувалися для вимірювань під час гідрологічних обстежень у 2018 р. здійснювалася наступними організаціями:

1. Повірку млинків гідрометричних ГР-21М (зав. № 1516) та ГР-55 (зав. № 3238) проведено у 2017 р. Головним центром технічного обслуговування засобів вимірювання Українського гідрометеорологічного центру. Свідоцтво про уповноваження № П 466-2015 від 15.05.2015 р. Адреса: 01601, Київ-30, МСП, вул. Золотоворітська, 6Б.

2. Повірку інших ЗВТ та атестацію ВО проведено у 2017-2018 рр. Державним підприємством «Одеський регіональний центр стандартизації, метрології та сертифікації» (ДП «Одесастандартметрологія»). Свідоцтво про уповноваження № ПК 014-2014 від 31.07.2014 р. Свідоцтво про атестацію № В 013-2009 від 31.07.2014 р. Адреса: 65014 м. Одеса, вул. Чорноморська, 10.

Оригінали свідоцтв про повірку і паспортів про придатність ЗВТ та атестацію ВО зберігаються в НЕЦ МНС у складі НДЧ ОДЕКУ.

Оцінка придатності використаного ДО здійснюється при випуску з виробництва.

1.3.2 Основні характеристики використаних приладів та обладнання

Інформація про основні характеристики використаних під час виконання НДР приладів (ЗВТ) та обладнання (ВО та ДО) представлена у табл. 1.2-1.4 та у додатку Г.

Крім того, для вимірювання прозорості води за стандартним шрифтом № 1 (шрифтом Снеллена) використано зразок шрифту, надрукованого літерами висотою 3,5 мм та з товщиною ліній 0,35 мм, а для визначення кольору води – шкала кольорів води.

Всі вимірювання виконувалися фахівцями НЕЦ МНС у складі НДЧ ОДЕКУ.

Таблиця 1.1 – Відомості про останню оцінку придатності та періодичність технічного обслуговування ЗВТ і ВО НЕЦ МНС у складі НДЧ ОДЕКУ

Назва та умовне позначення	Заводський номер	Періодичність технічного обслуговування	Відомості про оцінку придатності (повідку, калібрування, атестацію тощо)	Примітка
1	2	3	4	5
Засоби вимірювальної техніки (ЗВТ)				
Аналізатор рідини, ЭКОТЕСТ-2000-1 з електродами ЭКОМ-Еh, ЭВЛ-1М, з температурним датчиком Pt-1000	1353	12 місяців	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 793-ФХ від 11.04.2018 р. Чинне до 11.04.2019 р.	Є власністю ОДЕКУ
Аналізатор розчиненого кисню (Киснемір лабораторний), АЖА-101М	0041	Те саме	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 796-ФХ від 11.04.2018 р. Чинне до 11.04.2019 р.	Те саме
Апаратура супутникової навігації, GPS72	82335369	-//-	Свідоцтво про повірку ЗВТ № 2811/д-ГМ від 10.10.2018 р. Чинне до 10.10.2019 р.	-//-
Барометр-анероїд метеорологічний, БАММ-1	1551	-//-	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 2124/д-тд від 11.10.2018 р. Чинне до 11.10.2019 р.	-//-
Ваги лабораторні електронні, AS 220/C	314449	-//-	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 6094-МХ від 19.10.2018 р. Чинне до 19.10.2019 р.	-//-

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5
Гігрометр психрометричний, ВІТ-2	27	12 місяців	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 2574-тт від 08.10.2018 р. Чинне до 08.10.2019 р.	Є власністю ОДЕКУ
Ехолот, Fishfinder 250	50508248	Те саме	Свідоцтво про повірку ЗВТ № 2810/д-ГМ від 10.10.2018 р. Чинне до 10.10.2019 р.	Те саме
Кондуктометр з датчиком УЕП-Н-С, № 510, ЕКСПЕРТ-002	546	-//-	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 795-ФХ від 11.04.2018 р. Чинне до 11.04.2019 р.	-//-
Млинок гідрометричний, ГР-21М	1516	24 місяці	Свідоцтво про повірку робочого ЗВТ № 164 від 10.05.2017 р. Чинне до 10.05.2019 р.	-//-
Млинок гідрометричний, ГР-55	3238	Те саме	Свідоцтво про повірку робочого ЗВТ № 163 від 10.05.2017 р. Чинне до 10.05.2019 р.	-//-
Набір ареометрів, АОН-1	86, 80, 20, 23, 122, 80, 50, 3	-//-	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 4158-ФХ від 06.11.2017 р. Чинне до 06.11.2019 р.	-//-
Нівелір, Н-3	19674	12 місяців	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 2834-ГМ від 16.10.2018 р. Чинне до 16.10.2019 р.	-//-

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5
рН-метр-мілівольтметр з електродом ЭСКЛ-08М.1, № 0516, рН-150 М	0711	12 місяців	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 794-ФХ від 11.04.2018 р. Чинне до 11.04.2019 р.	Є власністю ОДЕКУ
Рейка водомірна переносна, L = 1000 мм, РВП-III-49	1972455	24 місяці	Свідоцтво про повірку ЗВТ № 2878/д-ГМ від 14.11.2017 р. Чинне до 14.11.2019 р.	Те саме
Рейка нівелірна, РН-3-3000С	11305276	18 місяців	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 2674-ГМ від 26.10.2017 р. Чинне до 26.04.2019 р.	-//-
Рулетка вимірювальна з фібергласовою стрічкою, STANLEY 34-296	5095	Те саме	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 2874-ГМ від 13.11.2017 р. Чинне до 13.05.2019 р.	-//-
Секундомір механічний, СОП пр-2а	9908	12 місяців	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 1421-Р від 03.10.2018 р. Чинне до 03.10.2019 р.	-//-
Термометр скляний мінусовий, ТМ 10-3	9297	36 місяців	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 495-тт від 03.04.2017 р. Чинне до 03.04.2020 р.	-//-

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5
Термометр скляний ртутний, ТТ	122	36 місяців	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 3271-тт від 20.10.2017 р. Чинне до 20.10.2020 р.	Є власністю ОДЕКУ
Термометр скляний ртутний, ТТ	14205	Те саме	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 3271-тт від 20.10.2017 р. Чинне до 20.10.2020 р.	Те саме
Термометр лабораторний скляний, ТЛС-4	01980	-//-	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 3260-тт від 20.10.2017 р. Чинне до 20.10.2020 р.	-//-
Фотометр, КФК-3-0.1	0106938	12 місяців	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 3789-ОФ від 23.10.2018 р. Чинне до 23.10.2019 р.	-//-
Хроматограф рідинний «Стайер-А» з детектором кондуктометричним CD510 № 5101272, «Стайер-А»	0552	Те саме	Свідоцтво про повірку законодавчо регульованого ЗВТ № 3790-ФХ від 23.10.2018 р. Чинне до 23.10.2019 р.	-//-
Піпетки мірні градуйовані	б/н	До та після кожного використання	При випуску з виробництва	-//-
Піпетки мірні з однією позначкою	б/н	Те саме	Те саме	-//-
Циліндри мірні	б/н	-//-	-//-	-//-
Колби мірні	б/н	-//-	-//-	-//-
Шприц медичний	б/н	-//-	-//-	-//-
Бюретка	б/н	-//-	-//-	-//-

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5
Випробувальне обладнання (ВО)				
Шафа сушильна, 2В-151	11305482 (інв.)	12 місяців	Атестат № 1771 ТТ-К від 22.10.2018 р. Термін дії атестату до 22.10.2019 р.	Є власністю ОДЕКУ
Електрична піч лабораторна (муфельна піч), СНОЛ-1,6.2,5.1/9-ИЗ	16213	Те саме	Атестат № 1773 ТТ-М від 22.10.2018 р. Термін дії атестату до 22.10.2019 р.	Те саме
Шафа сушильна, СП-50С	RS0041682	-//-	Атестат № 1772 ТТ від 22.10.2018 р. Термін дії атестату до 22.10.2019 р.	-//-
Термостат водяний, 1ТЖ-0-03	269	-//-	Атестат № 703 ТТ від 18.04.2018 р. Термін дії атестату до 18.04.2019 р.	-//-
Центрифуга, ОПн-8	8278	-//-	Атестат № 704 ТТ-Ц від 18.04.2018 р. Термін дії атестату до 18.04.2019 р.	-//-

Таблиця 1.2 – Інформація про основні характеристики використаних під час виконання НДР засобів виміральної техніки (ЗВТ)

Назва та умовне позначення	Основні характеристики
1	2
Апаратура супутникової навігації, GPS72	Похибка апаратури супутникової навігаційної: <14,8 м.
Барометр-анероїд метеорологічний, БАММ-1	Згідно з МИ 1802-87 в діапазоні від 80 до 106 кПа похибка не перевищує допустимого значення $\pm 0,2$ кПа.
Ваги лабораторні електронні, AS 220/C	Діапазон вимірювань: від 0,01 до 220 г. Клас точності: спеціальний (I).
Гігрометр психрометричний, ВІТ-2	Діапазон вимірювань: від 16 до 40°C. Допустима похибка: $\pm 0,2$ °C.
Ехолот, Fishfinder 250	Діапазон вимірювань: від 0,5 до 495 м. Відносна похибка: - 0,7%.
Кондуктометр з датчиком УЕП-Н-С, № 510, ЭКСПЕРТ-002-6-н	Діапазони вимірювань: від 0,01 мкСм/см до 199,9 мСм/см. $\gamma = \pm 2\%$. Діапазон вимірювання температури від 0 до 100°C, $\Delta = \pm 0,5$ °C
Млинок гідрометричний, ГР-21М	Діапазон вимірювання швидкостей: 0,04-3,94 м/с. Похибка не більше: 0,044%.
Млинок гідрометричний, ГР-55	Діапазон вимірювання швидкостей: 0,08-4,28 м/с. Похибка не більше: 0,052%.
Набір ареометрів, АОН-1	Діапазон вимірювань: 940-1420 кг/м ³ ; $\Delta = \pm 1,0$ кг/м ³ .
Нівелір, Н-3	Середня квадратична похибка перевищення на 1 км подвійного ходу ≤ 3 мм. Середня квадратична похибка перевищення на станції при відстані від нівеліра до рейок 100 м ≤ 2 мм.

Продовження табл. 1.2

1	2
Рейка водомірна переносна, L = 1000 мм, РВП-III-49	Діапазон вимірювань: від 0 до 1000 мм. Відхилення від номінального значення довжини шкали рейки і відстаней між будь-якою поділкою та початком (торцевою гранню): мінус 0,5 мм.
Рейка нівелірна, РН-3-3000С	Діапазон вимірювань: від 0 до 3000 мм. Допустима похибка: $\pm 0,5$ мм/м.
Рулетка вимірювальна з фібергласовою стрічкою, Stanley 34-296	Діапазон вимірювань: від 0 до 20 м. Допустима похибка: $\pm 8,6$ мм. Клас точності: 3.
Секундомір механічний, СОП пр.-2а	Границі вимірювань: від 0 до 30 хв. Клас: кл. 2.
Термометр скляний мінусовий, ТМ 10-3	Границі вимірювань: від -6 до 41°C . Допустима похибка: від -5 до $0^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$; від 1 до $40^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$.
Термометри скляні ртутні, ТТ	Границі вимірювань: від 0 до 160°C . Допустима похибка: до $100^{\circ}\text{C} \pm 1,0^{\circ}\text{C}$; більше $100^{\circ}\text{C} \pm 2,0^{\circ}\text{C}$.
Термометр лабораторний скляний, ТЛС-4	Границі вимірювань: від 0 до 50°C . Ціна поділки шкали: $0,1^{\circ}\text{C}$. Допустима похибка: від 0 до $50^{\circ}\text{C} \pm 0,2^{\circ}\text{C}$
рН-метр з електродом ЭСКЛ 08М.1, рН-150М	Допустима похибка: $\Delta = \pm 0,05$ рН, $\Delta = \pm 3$ мВ
Піпетки мірні градуйовані	Ємність $0,5, 1,0, 2,0, 5,0, 10,0, 25,0$ см ³
Піпетки мірні з однією позначкою	Ємність $5,0, 10,0, 50,0$ см ³
Циліндри мірні	Ємність $25, 50, 100, 250, 500, 1000, 2000$ см ³
Колби мірні	Ємність $25, 50, 100, 500, 1000$ см ³

Таблиця 1.3 – Інформація про основні характеристики використаного під час виконання НДР випробувального обладнання (ВО)

Назва та умовне позначення 1	Основні характеристики 2
Шафа сушильна, 2В-151	Робочі температури: $105 \pm 2^{\circ}\text{C}$; $107 \pm 2^{\circ}\text{C}$
Шафа сушильна, СП-50С	Робоча температура: $107 \pm 2^{\circ}\text{C}$
Електрична піч лабораторна (муфельна піч), СНОЛ-1,6.2,5.1/9-ИЗ	Робочі температури: $450 \pm 50^{\circ}\text{C}$, $600 \pm 50^{\circ}\text{C}$
Термостат водяний, 1ТЖ-003	Робочі температури: $45,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$, $25,0 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$

Таблиця 1.4 – Інформація про основні характеристики використаного під час виконання НДР допоміжного обладнання (ДО)

Назва та умовне позначення	Основні характеристики
1	2
Аквадистилятор електричний, ДЭ-10	Продуктивність 10 дм ³ /год
Прилад фільтрувальний, ГР-60	Об'єм 1 дм ³
Диск білий (Секкі), ДБ	Діаметр 30 см
Циліндр Снеллена, ЦС	Діаметр 2 см, висота 50 см
Плитка електрична	220 В, 50 Гц, 1500 Вт, 6 А
Водяна баня	—
Штатив лабораторний, ШЛ	—
Щіпці тигельні	—
Щіпці муфельні	—
Пінцет	—
Батометр, ГР-16М	Об'єм 1 дм ³
Штанга гідрометрична	Довжина 3 м
Захисна оправка для термометра ТМ10-3	—
Штатив для нівеліра	—
Колби конічні	Ємність 250, 500 см ³
Паперовий фільтр	«синя стрічка»
Ексикатор	—
Аерометричний стакан	Діаметр 6 см
Фарфорові чашки	—
Холодильник	—

1.4 Опис пунктів (постів) гідрологічних обстежень стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у 2018 році

У 2018 р. гідрологічні обстеження проводилися на 22 пунктах (постах, станціях), з них: 5 постів – в Одеській затоці, 2 – в трубопроводі «море-лиман», 6 – в Куяльницькому лимані, 7 – на штучних і природних притоках лиману (рис. 1.1.). Опис гідрологічних постів та схеми їх розташування наведені нижче.

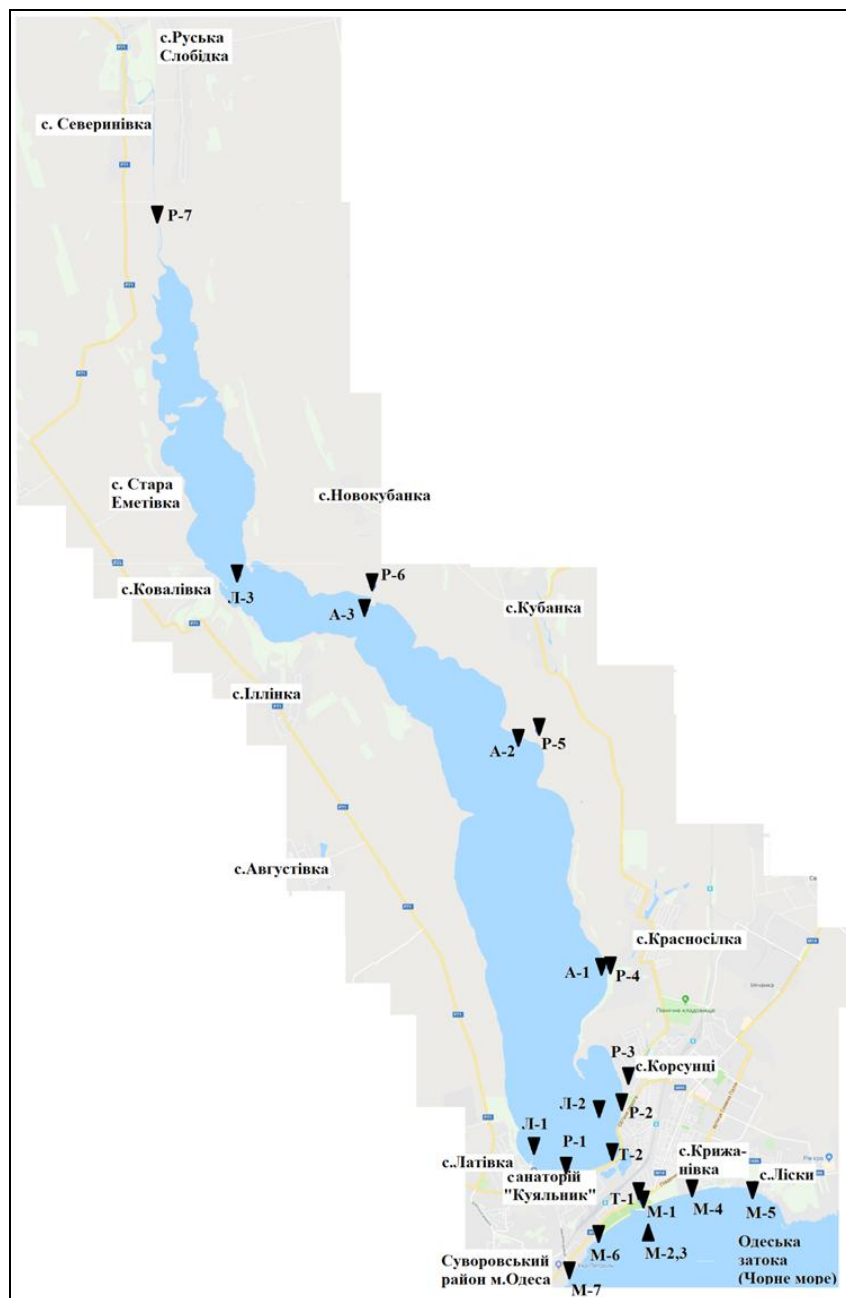


Рисунок 1.1 – Картосхема положення пунктів (постів) гідрологічних обстежень стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у 2018 р.

«Одеська затока – с. Лузанівка (М-1)»

Пост розташований на березі Одеської затоки в районі парку «Лузанівка», на урізі води в створі трубопроводу «Чорне море – Куяльницький лиман».

Координати GPS (WGS-84): 46,55246 пн. ш.; 30,76798 сх. д.

Прилегла місцевість – рівнинна. Береги без схилів. Берегова лінія звивиста. Дно піщане.

При вітрах на посту спостерігається хвилювання.

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі, біля берега. Проби води відбираються безпосередньо на станції спостережень, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Висота водомірних пристроїв 2,049 м (система висот: Балтійська).

Рівень Чорного моря вимірюється шляхом нівелювання відносно репера, закладеного у фундаменті капітального будинку рятувальної станції.

Схема розташування станції М-1 наведена на рис. 1.2.

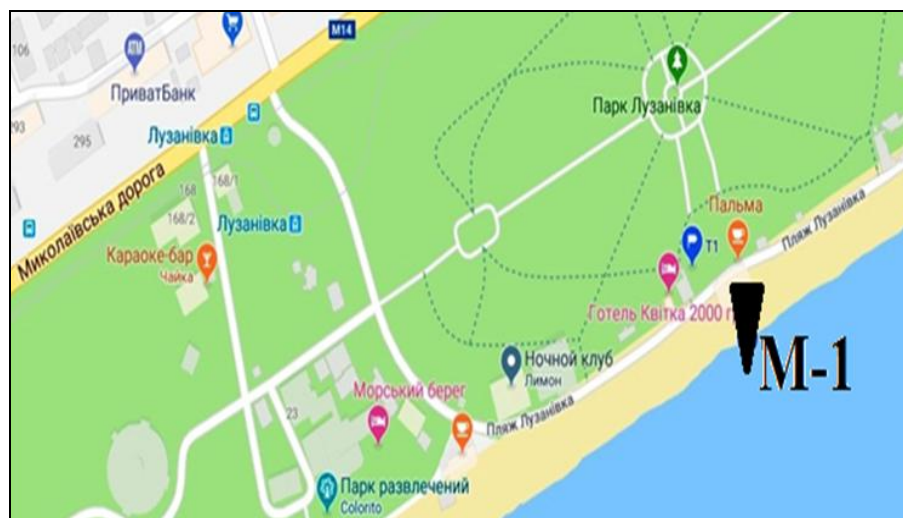


Рисунок 1.2 – Схема розташування поста спостережень М-1

«Одеська затока – с. Крижанівка (М-4)»

Пост розташований в 2.8 км на схід від оздоровчого табору «Молода Гвардія» з лівої сторони захисної буни, що була влаштована з гранітних глибо для захисту берегом зони с. Крижанівка від руйнування за рахунок зсувно-абразивних явищ.

Координати GPS (WGS-84): 46.55636 пн. ш.; 30.78600 сх. д.

Прилегла місцевість являє собою зсувний схил. Береги круті, висотою до 50 м. Берегова лінія звивиста. Узбережжя нерівне. Дно піщане.

При вітрах на посту спостерігається хвилювання.

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Схема розташування станції М-4 наведена на рис. 1.3.



Рисунок 1.3 – Схема розташування поста спостережень М4

«Одеська затока – с. Ліски (М-5)»

Пост розташований в 0.5 км на південний захід від присадибно – садового товариства «Ветеран ВМФ», на околиці с. Ліски, на захисній буні, яка була споруджена для захисту берега с. Ліски від руйнування за рахунок зсувно - образивних явищ.

Координати GPS (WGS-84): 46.55690 пн. ш.; 30.80890 сх. д.

Прилегла місцевість являє собою зсувний схил. Береги круті, висотою до 50 м. Яскраво виражені зсуви і абразивні процеси. Берегова лінія звивиста. Узбережжя нерівне. Дно глинисто – піщане, є окремі каміння вапняку.

При вітрах на посту спостерігається хвилювання.

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Висота рівня води Чорного моря визначається відносно поверхні буни.

Схема розташування станції М-5 наведена на рис. 1.4.

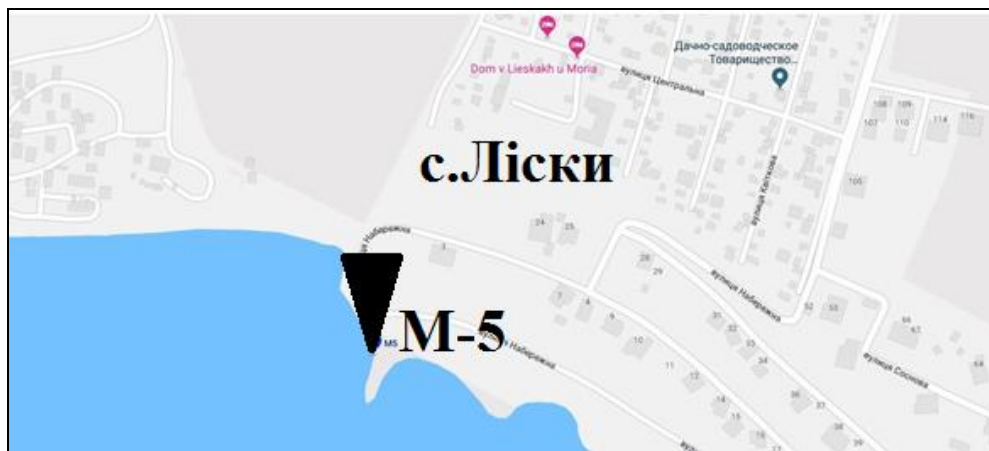


Рисунок 1.4 – Схема розташування поста спостережень М-5

«Одеська затока – готель «Дім Павлових» (М-6)»

Пост розташований в 185 м на південний захід від готеля «Дім Павлових».

Координати GPS (WGS-84): 46.54473 пн. ш.; 30.75142 сх. д.

Прилегла місцевість рівнинна. Береги без схилів. Берегова лінія звивиста. Дно піщане.

При вітрах на посту спостерігається хвилювання.

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Схема розташування станції М-6 наведена на рис. 1.5.



Рисунок 1.5 – Схема розташування поста спостережень М-6

«Одеська затока – СБО «Північна» (М-7)»

Пост розташований в 35 м на південній схід від берегової смуги Одеської затоки в створі трубопроводу, який слугує для виведення в Одеську затоку Чорного моря очищених стічних вод від СБО «Північна» на відстані 500 м від берега.

Координати GPS (WGS-84): 46.53493 пн. ш.; 30.74115 сх. д.

Прилегла місцевість рівнинна. Береги без схилів. Берегова лінія звивиста. Дно піщане.

При вітрах на посту спостерігається хвилювання.

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Схема розташування станції М-7 наведена на рис. 1.6.

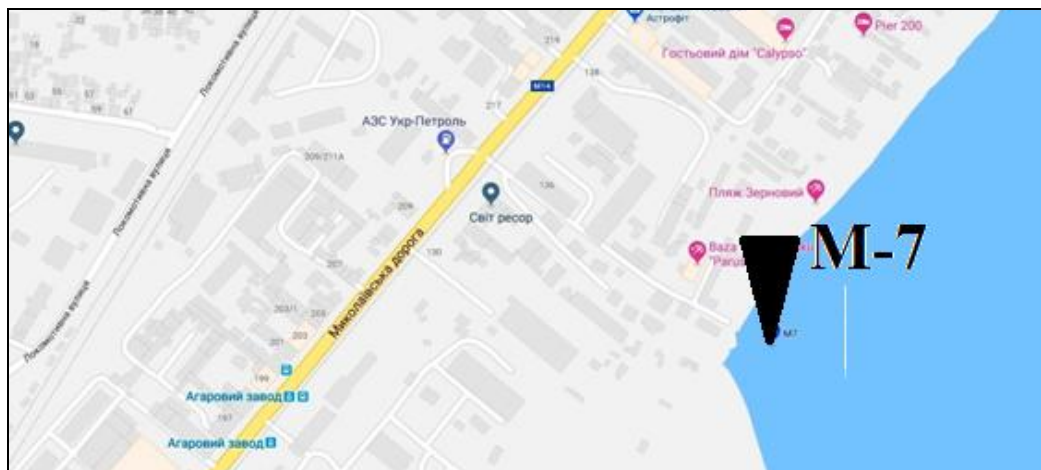


Рисунок 1.6 – Схема розташування поста спостережень М-7

«Трубопровід «море-лиман» – колодязь з сторони моря (Т-1)»

Пост розташований на березі Одеської затоки в районі парку «Лузанівка», в 100 м на південь від центру парку, безпосередньо в приймальному колодязі трубопроводу «Чорне море – Куяльницький лиман», який в сезонному режимі використовується для наповнення Куяльницького лиману водами Чорного моря.

Координати GPS (WGS-84): 46.55292 пн. ш.; 30.76742 сх. д.

Прилегла місцевість - рівнинна. Береги без схилів. Берегова лінія звивиста. Дно піщане.

Температура води вимірюється в приймальному колодязі в поверхневому шарі води. Проби води відбираються безпосередньо на станції спостережень батометром пляшкою, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Висота водомірних пристроїв 0.38 м (система висот: Балтійська).

Рівень води в колодязі вимірюється переносною нівелірною рейкою відносно відмітки цегляного фундаменту приймального колодязя.

Схема розташування станції Т-1 наведена на рис. 1.7.

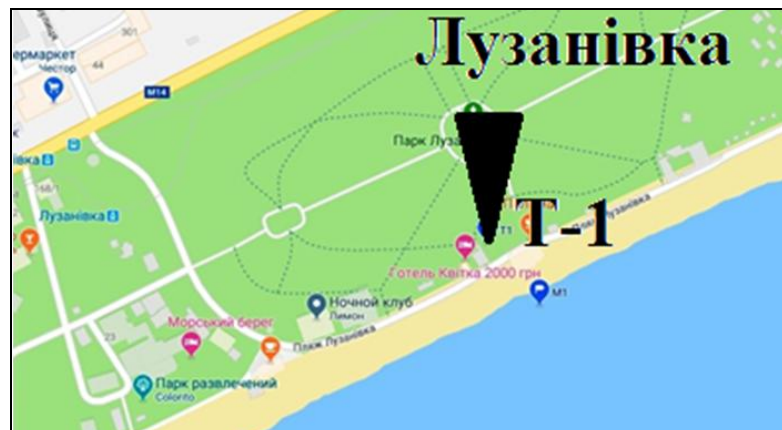


Рисунок 1.7 – Схема розташування поста спостережень Т-1

«Трубопровід «море лиман» – гирло з сторони лиману (Т-2)»

Пост розташований в 2 км на схід від санаторію ім. І.І.Пірогова і являє собою гідротехнічну споруду – водовипуск трубопроводу «Чорне море – Куяльницький лиман», який в сезонному режимі використовується для наповнення Куяльницького лиману водами Чорного моря.

Координати GPS (WGS-84): 46.56493 пн. ш.; 30.75679 сх. д.

Прилегла місцевість рівнинна. Берегова лінія звивиста. Узбережжя низинне, складено піском і черепашником.

Ширина лотка (в створі) 4.46 м. Довжина лотка 21.8 м.

Температура води вимірюється в створі поста, безпосередньо в лотку, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень батометром пляшкою, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Витрата води вимірюється в основному створі за допомогою гідрометричного млинка.

Висота водної поверхні вимірюється переносною водомірною рейкою відносно поверхні скидної труби, яка безпосередньо виводить морську воду в залізобетонний лоток, через який вони скидаються в Куяльницький лиман.

Схема розташування станції Т-2 наведена на рис. 1.8.



Рисунок 1.8 – Схема розташування поста спостережень Т-2

«Куяльницький лиман – санаторій ім. І. І. Пирогова (Л-1)»

Пост розташований в 0,1 км від села, в південно-західній частині лиману, в місці видобування ропи лиману для лікувальних потреб санаторію ім. І.І. Пирогова.

Координати GPS (WGS-84): 46.56621 пн. ш.; 30.72852 сх. д.

Прилегла місцевість рівнинна з бідною рослинністю. Береги лиману високі, висотою до 50 м, місцями обривисті, розсічені ярами і балками, складені глиною з окремими виходами вапняків. Берегова лінія звивиста. Узбережжя низинне, складено піском і черепашиком. Дно мулисте.

Уздовж берега є дамба, що оберігає від затоплення район м. Одеси - Пересип.

При вітрах північній чверті на посту спостерігається сильне хвилювання.

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Система висот – Балтійська. Висота водомірних пристроїв -6,77 м БС. Рівні води в лимані визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Схема розташування станції Л-1 наведена на рис. 1.9.



Рисунок 1.9 – Схема розташування поста спостережень Л-1

«Куяльницький лиман – ділянка старого солепромислу (Л-2)».

Пост розташований в 0,7 км на захід від об'їзної дороги, в нижній частині лиману, в створі поста видобуваються грязі для потреб санаторію ім. І.І. Пирогова.

Координати GPS (WGS-84): 46.57558 пн. ш.; 30.75217 сх. д.

Прилегла місцевість рівнинна з бідною рослинністю. Береги лиману високі, місцями обривисті, розсічені ярами і балками, складені глиною з окремими виходами вапняків. Берегова лінія звивиста. Узбережжя низинне, складено піском і черепашником. Дно черепашниково-мулисте.

Уздовж берега є залишки дамби, яка в минулому була частиною солевидобувної системи.

При вітрах північній чверті на посту спостерігається сильне хвилювання.

Водомірний пост – рейковий. Система висот – Балтійська. Висота водомірних пристроїв мінус 6.78 м БС.

Температура води вимірюється в створі поста, біля берега, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Рівні води в Куяльницькому лимані визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Схема розташування станції Л-2 наведена на рис. 1.10.

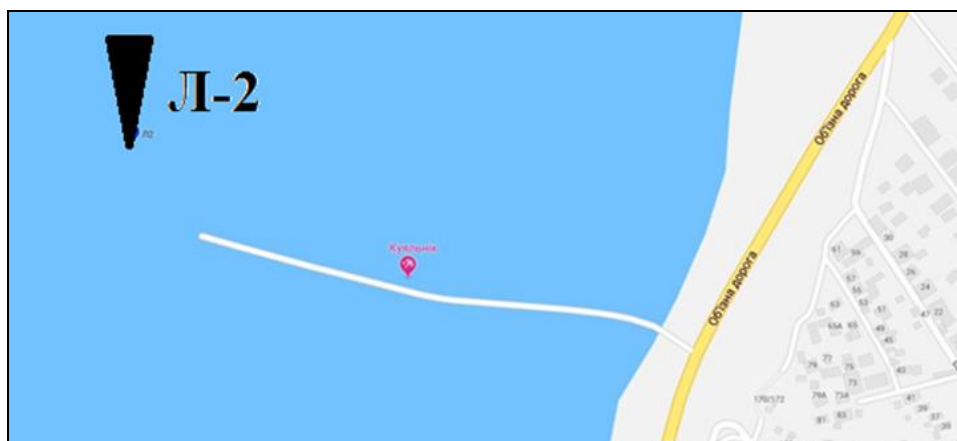


Рисунок 1.10 – Схема розташування поста спостережень Л-2

«Куяльницький лиман – в створі ЛЕП, с. Ковалівка (Л-3)»

Пост розташований в 1.1 км на схід від центру с. Ковалівка.

Координати GPS (WGS-84): 46.71105 пн. ш.; 30.62111 сх. д.

Прилегла місцевість горбиста.

Схили круті, відкриті, сильно розсічені балками і ярами. Складені глинистими і суглинними ґрунтами, використовуються під сільськогосподарські угіддя.

Водопост знаходиться на акваторії лиману і складається з водомірної рейки.

Висота водомірних пристроїв мінус 6.7 м (система висот: Балтійська).

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Рівні води визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Схема розташування станції Л-3 наведена на рис. 1.11

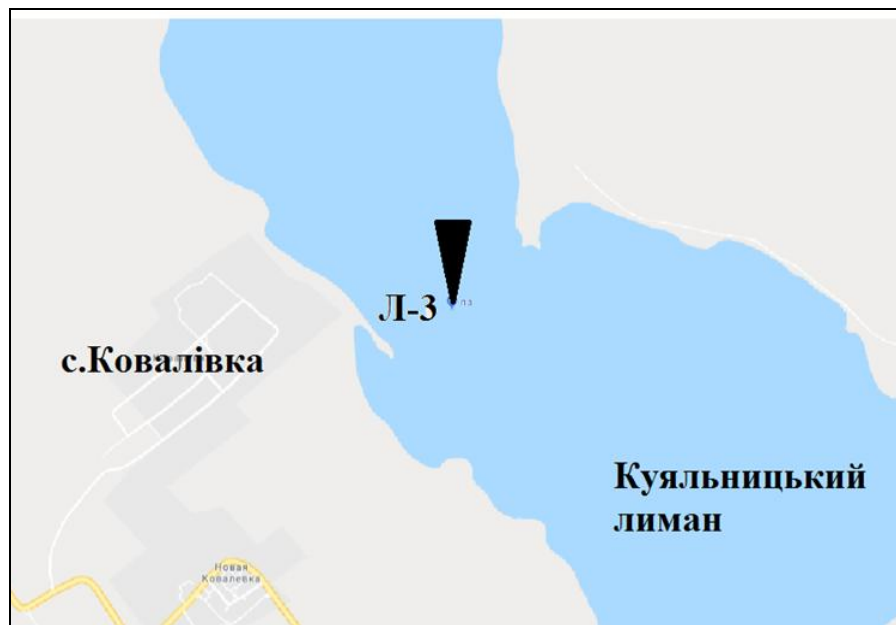


Рисунок 1.11 – Схема розташування поста спостережень Л-3

«Куяльницький лиман – в створі балки Гільдендорфська (А-1)»

Пост розташований в 0,2 км на захід від околиці с. Красносілка, в південно-західній частині лиману, в створі гирла балки Гільдендорфська.

Координати GPS (WGS-84): 46.61173 пн. ш.; 30.75348 сх. д.

Прилегла місцевість горбиста з бідною рослинністю. Береги лиману високі, місцями обривисті, розсічені ярами і балками, складені глиною з окремими виходами вапняків. Берегова лінія звивиста. Узбережжя низинне, складено піском і черепашником. Дно мулисте.

При вітрах північній чверті на посту спостерігається сильне хвилювання.

Водпост знаходиться на акваторії лиману і складається з водомірної рейки.

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Рівні води визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Схема розташування станції Р-5 наведена на рис. 1.12.



Рисунок 1.12 – Схема розташування поста спостережень А-1

«Куяльницький лиман – в створі річки Кубанка (А-2)»

Пост розташований в 3 км на південь від с. Кубанка, в західній частині лиману.

Координати GPS (WGS-84): 46.66918 пн. ш.; 30.72316 сх. д.

Прилегла місцевість рівнинна з бідною рослинністю. Береги лиману високі, місцями обривисті, розсічені ярами і балками, складені глиною з окремими виходами вапняків. Берегова лінія звивиста. Узбережжя низинне, складено піском і черепашником. Дно мулисте.

При вітрах північній чверті на посту спостерігається сильне хвилювання.

Водпост знаходиться на акваторії лиману і складається з водомірної рейки.

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Рівні води визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Схема розташування станції Р-5 наведена на рис. 1.13.

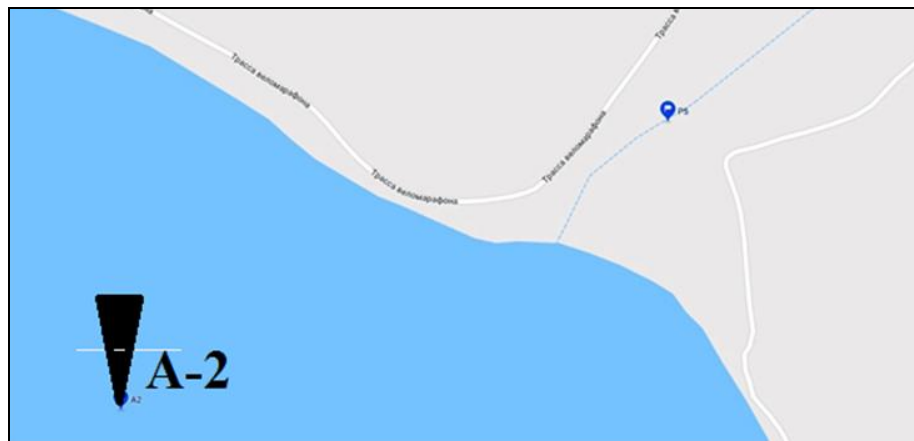


Рисунок 1.13 – Схема розташування поста спостережень А-2

«Куяльницький лиман – в створі річки Довбока (А-3)»

Пост розташований в 3,5 км на південь від с. Новакубанка, в західній частині лиману.

Координати GPS (WGS-84): 46.70215 пн. ш.; 30.66729 сх. д..

Прилегла місцевість рівнинна з бідною рослинністю. Береги лиману високі, місцями обривисті, розсічені ярами і балками, складені глиною з окремими виходами вапняків. Берегова лінія звивиста. Узбережжя низинне, складено піском і черепашником. Дно мулисте.

При вітрах північній чверті на посту спостерігається сильне хвилювання.

Водпост знаходиться на акваторії лиману і складається з водомірної рейки.

Температура води вимірюється в створі поста, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Рівні води визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Схема розташування станції Р-5 наведена на рис. 1.14.

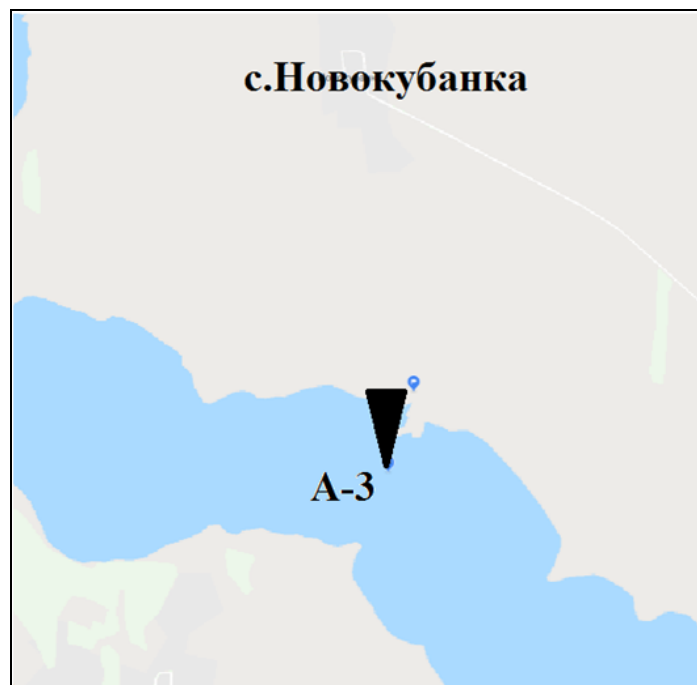


Рисунок 1.14 – Схема розташування поста спостережень А-3

«Скидний лоток з ставків пересипу – гирло лотка (Р-1)»

Пост розташований в 0.75 км на північний схід від санаторію ім. І.І. Пирогова в залізобетонному лотку, який призначений для відведення дренажних вод в Куяльницький лиман з прилеглої території та ставків Пересипу.

Координати GPS (WGS-84): 46.56111 пн. ш.; 30.74038 сх. д.

Прилегла місцевість рівнинна з бідною рослинністю. Берегова лінія звивиста. Узбережжя низинне, складено піском і черепашником. Дно піщане.

Температура води вимірюється в створі поста, безпосередньо в лотку, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Рівні води визначаються відносно поверхні лотка.

Витрати води вимірюються за допомогою поверхневих поплавців.

Схема розташування станції Р-1 наведена на рис. 1.15.

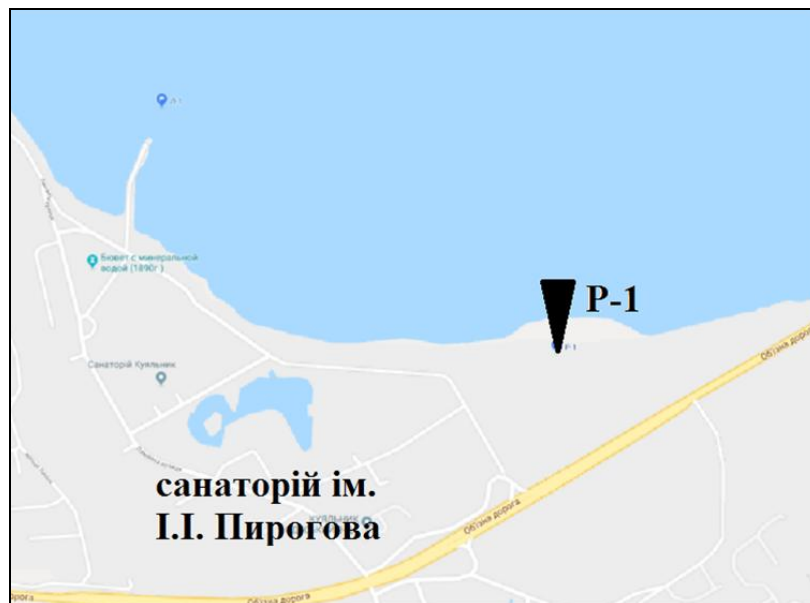


Рисунок 1.15 – Схема розташування поста спостережень Р-1

«Скидний лоток з ВНС № 5 – гирло лотка (Р-2)»

Пост розташований в 0,2 км на північний захід від об'їзної дороги, в нижній частині лиману, де розташована гідротехнічна споруда – лоток для скидання технічних вод з водогінної системи ВНС №5 ОФ «Інфоксводоканал».

Координати GPS (WGS-84): 46.57792 пн. ш.; 30.76036 сх. д.

Прилегла місцевість – береги лиману, з бідною рослинністю. Береги лиману високі, до 50 м, місцями обривисті, розсічені ярами і балками, складені глиною з окремими виходами вапняків. Берегова лінія звивиста. Узбережжя низинне, мулисте.

Ширина лотка в створі – 1.5 м.

Температура води вимірюється в створі поста, безпосередньо в лотку, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Витрати води вимірюються за допомогою поверхневих поплавців.

Схема розташування станції Р-2 наведена на рис. 1.16.



Рисунок 1.16 – Схема розташування поста спостережень Р-2

«Балка Корсунцівська – гирло балки (Р-3)»

Пост розташований в 0.4 км на південний захід від другої Одеської церкви ЕХБ в с. Корсунці.

Координати GPS (WGS-84): 46.58471 пн. ш.; 30.76291 сх. д.

Прилегла місцевість являє собою схили балки Корсунцівська. Береги круті, висотою до 15 м. Дно мулисте.

Водпост знаходиться в гирлі балки Корсунцівська, нижче від ставка №4 в с. Корсунці і складається з водомірної рейки.

Ширина в створі – 0.8 м.

Температура води вимірюється в створі поста, біля берега, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Рівні води визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Витрати води вимірюється поверхневими поплавцями.

Схема розташування станції Р-3 наведена на рис. 1.17.



Рисунок 1.17 – Схема розташування поста спостережень Р-3

«Балка Гільдендорфська – гирло балки (Р-4)»

Пост розташований на південно західній околиці с. Красносілка в гирлі балки Гільдендорфська.

Координати GPS (WGS-84): 46.61168 пн. ш.; 30.75628 сх. д.

Прилегла місцевість являє собою схили балки. Дно мулисте.

Водопост знаходиться в гирлі балки Гільдендорфська і складається з водомірної рейки.

Ширина в створі – 0.7 м.

Температура води вимірюється в створі поста, біля берега, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Рівні води визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Витрати води вимірюються поверхневими поплавцями.

Схема розташування станції Р-4 наведена на рис. 1.18.



Рисунок 1.18 – Схема розташування поста спостережень Р-4

«Річка Кубанка – гирло річки (Р-5)»

Пост розташований в 2.8 км на південь від с. Кубанка, в 180 м від гирла річки.

Координати GPS (WGS-84): 46.67184 пн. ш.; 30.73050 сх. д.

Прилегла місцевість горбиста.

Долина річки V - образна, шириною до 1.0 км. Схили її круті, відкриті, сильно розсічені балками і ярами. Складені глинистими і суглинними ґрунтами, використовуються під сільськогосподарські угіддя. Дно долини широке, рівне.

Заплава двостороння, відкрита, суха, місцями в прируслової частини заболочена.

Русло річки помірно звивисте, місцями пряме, сильно заростає болотними травами і очеретом, замулене. Дно мулисте.

Тип поста - рейка, знаходиться біля лівого берега.

Температура води вимірюється в створі поста, біля берега, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Рівні води визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Витрати води вимірюється поверхневими поплавцями.

Схема розташування станції Р-5 наведена на рис. 1.19.

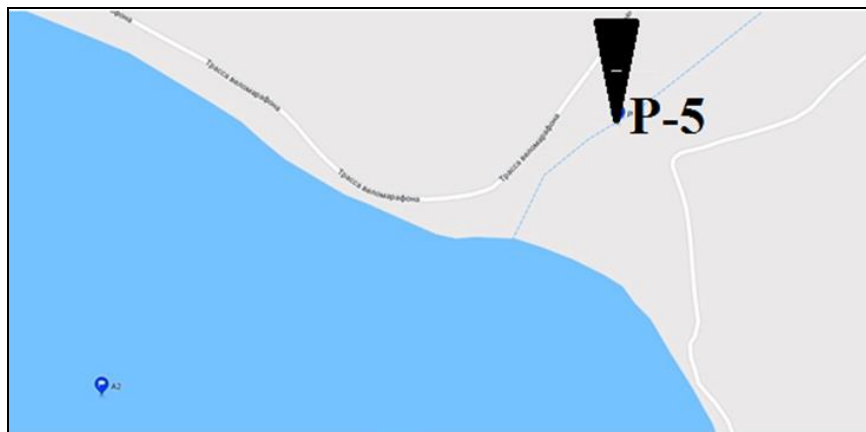


Рисунок 1.19 – Схема розташування поста спостережень Р-5

«Річка Довбока – гирло річки (Р-6)»

Пост розташований в 3 км на південь від с. Новокубанка.

Координати GPS (WGS-84): 46.70718 пн. ш.; 30.66999 сх. д.

Прилегла місцевість горбиста.

Долина річки V - образна, шириною до 1.0 км. Схили її круті, відкриті, сильно розсічені балками і ярами. Складені глинистими і суглинними ґрунтами, використовуються під сільськогосподарські угіддя. Дно долини широке, рівне.

Заплава двостороння, відкрита, суха, місцями в прируслової частини заболочена.

Русло річки помірно звивисте, місцями пряме, сильно заростає болотними травами і очеретом, замулене. Дно мулисте.

Тип поста - рейка, знаходиться біля лівого берега.

Температура води вимірюється в створі поста, біля берега, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Рівні води визначаються по водомірній рейці типу М-104, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Витрати води вимірюється поверхневими поплавцями.

Схема розташування станції Р-6 наведена на рис. 1.20.

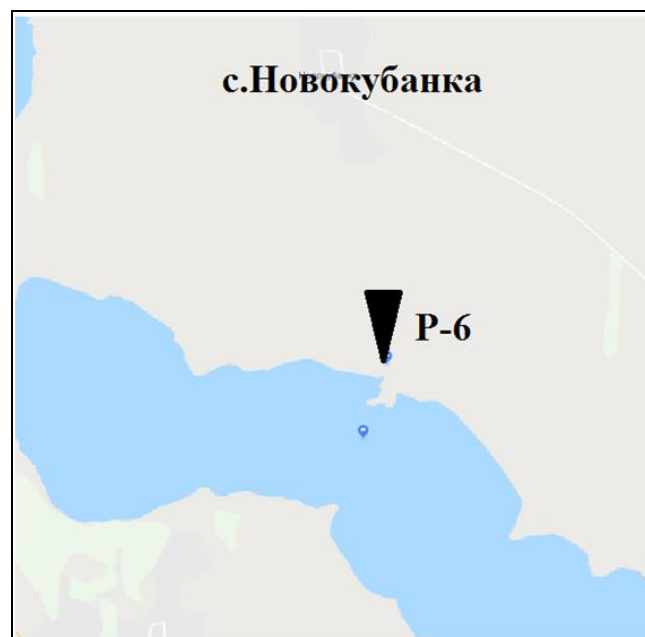


Рисунок 1.20 – Схема розташування поста спостережень Р-6

«Річка Великий Куяльник – гирлова ділянка річки (Р-7)»

Пост розташований в 2.8 км на південь від с. Северинівка.

Координати GPS (WGS-84): 46.80187 пн. ш.; 30.59222 сх. д.

Прилегла місцевість горбиста.

Долина річки V - образна, шириною до 1.0 км. Схили її круті, відкриті, сильно розсічені балками і ярами. Складені глинистими і суглинними ґрунтами, використовуються під сільськогосподарські угіддя. Дно долини широке, рівне.

Заплава двостороння, відкрита, суха, місцями в прируслової частини заболочена.

Русло річки помірно звивисте, місцями пряме. Замість природного русла в районі поста проритий канал, шириною до 20 м з крутими обривистими берегами, сильно заростає болотними травами і очеретом. У посушливі роки повністю пересихає. Дно мулисте.

Тип поста - рейка, знаходиться на лівому березі.

Температура води вимірюється в створі поста, біля берега, в поверхневому шарі води. Проби води відбираються на станції спостережень в поверхневому шарі, аналіз проб виконується в НЕЦ МНС ОДЕКУ.

Водомірний пост – рейковий. Рівні води визначаються по водомірній рейці типу М-103, яка була встановлена 06.10.2018 р.

Витрати води вимірюється поверхневими поплавцями.

Схема розташування станції Р-7 наведена на рис. 1.21.

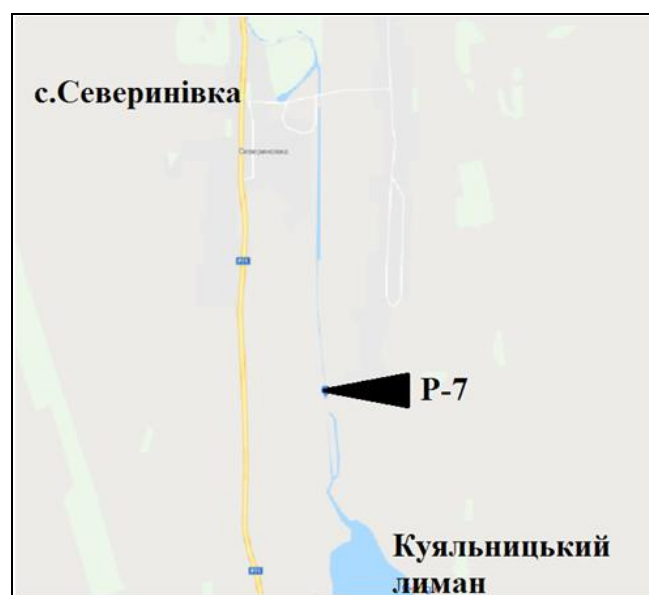


Рисунок 1.21 – Схема розташування поста спостережень Р-7

2 ОПИС РЕЗУЛЬТАТІВ ГІДРОЛОГІЧНИХ ОБСТЕЖЕНЬ СТАНУ КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ ТА МОРСЬКОЇ ВОДИ З ОДЕСЬКОЇ ЗАТОКИ У 2017 РОЦІ ТА ЇХ ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ З ДАНИМИ ПОПЕРЕДНІХ 2016-2017 РОКІВ

2.1 Результати вимірювань рівнів води

Результати вимірювань рівнів води за період з вересня по грудень 2018 р. представлені у Додатку Б (табл. Б.1-Б.7) та на наступних рисунках: рис. 2.1 – за даними вимірювань в Одеській затоці; рис. 2.2 – за даними вимірювань на в Куяльницькому лимані.

З рис. 2.1 та табл. Б.1-Б.7 (Додаток Б) видно, що в Одеській затоці найвищі значення рівнів води (0,39 м БС) спостерігались в квітні 2018 р., найнижчі (мінус 0,52 м БС) – в жовтні-листопаді 2018 р. Рівні води в морі в середньому дорівнювали позначці мінус 0,04 м БС.

З рис. 2.2 та табл. Б.1-Б.12 (Додаток Б) видно, що в окремі дні рівні води в лимані найвищі значення рівнів води (мінус 5,76 м БС) спостерігались 20 квітня 2018 р., найнижчі (мінус 6,42 м БС) – в 28 жовтня 2018 р. Рівні води в лимані в середньому дорівнювали позначці мінус 6,16 м БС та були на 6 м нижчі ніж в морі.

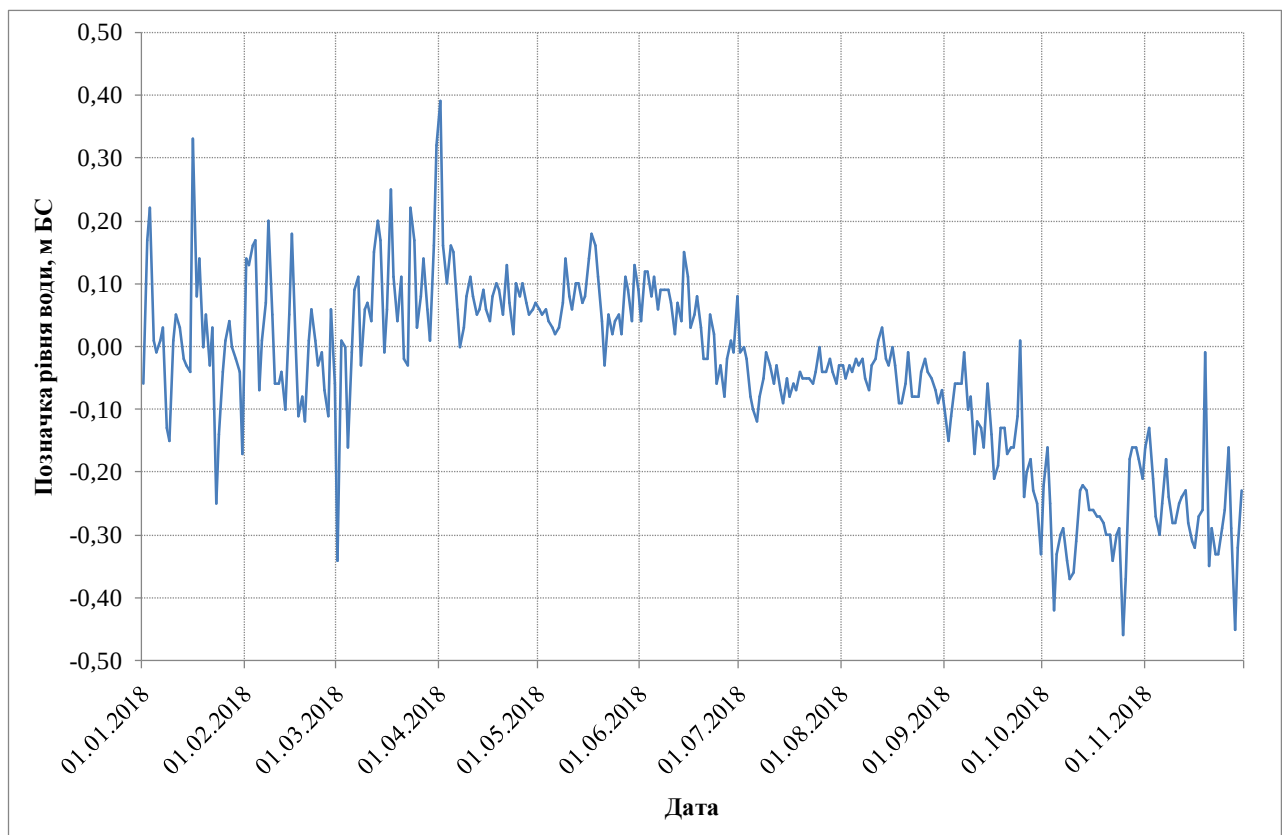


Рисунок 2.1 – Мінливість середньодобових позначок рівня води в Одеській затоці за період з 1 січня по 1 грудня 2018 р. (за даними ОДЕКУ та ГМЦ ЧАМ)

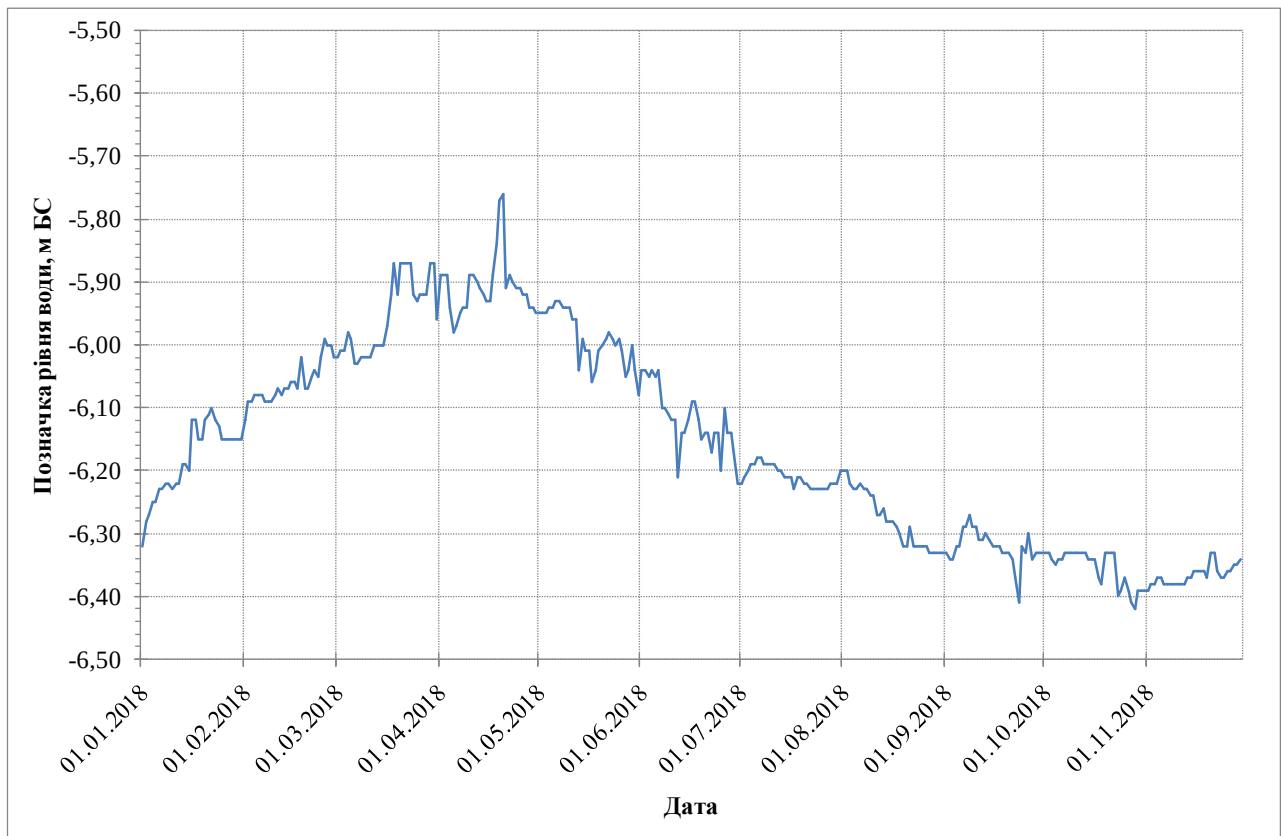


Рисунок 2.2 – Мінливість виміряних значень позначок рівня води в Куяльницькому лимані за період з 1 січня по 1 грудня 2018 р. (за даними ОДЕКУ та ГМЦ ЧАМ)

2.2 Результати вимірювань температури води

Температура води вимірювалася на всіх постах.

Основні результати вимірювань температури води представлені у Додатку Б та на рис. 2.3 та 2.4.

З рис. 2.3 видно, що під час подачі морської води з Одеської затоки в лиман її температура не перевищувала 8°C , а в літні місяці (коли морська вода в лиман не надходила) максимальна температура досягала $25,8^{\circ}\text{C}$ (02.07.2018 р.). Мінімальна температура дорівнювала $0,1^{\circ}\text{C}$ (01.03.2018 р.). Температура води в морі за період з 1 січня по 1 грудня 2018 р. в середньому дорівнювали $13,8^{\circ}\text{C}$.

Температура води в лимані змінювалася від мінус $3,0-3,5^{\circ}\text{C}$ (в січні та грудні 2018 р.) до $29,2^{\circ}\text{C}$ (31 липня 2018 р.). Однак, в мілководній північній частині лиману вона може бути і вище. Наприклад, 5 вересня 2018 р. температура води в південній частині лиману дорівнювала $25,0-26,3^{\circ}\text{C}$, а в північній – $28,1-31,0^{\circ}\text{C}$, тобто на $3-6^{\circ}\text{C}$ вища.

Температура води в лимані в період квітень-липень була вище ніж в морі на $3-10^{\circ}\text{C}$, а більшу частину часу в інші місяці – нижча.

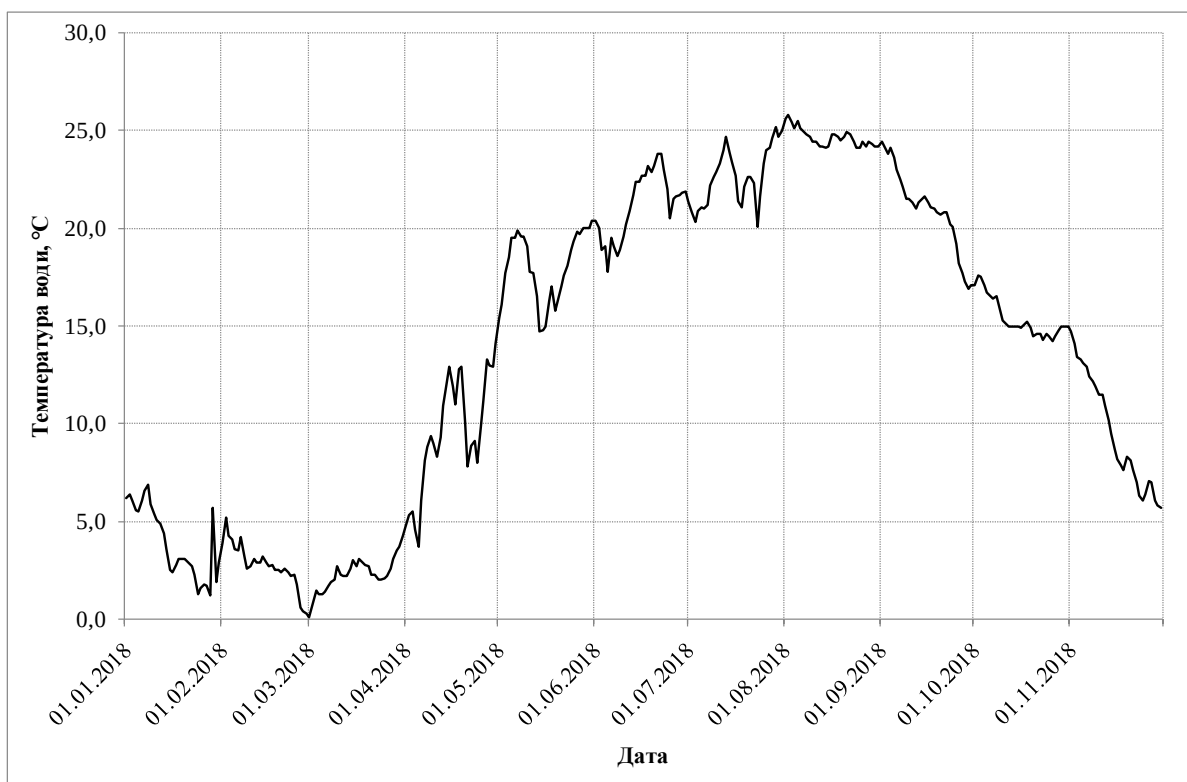


Рисунок 2.3 – Мінливість середньодобових значень температури води в Одеській затоці за період з 1 січня по 1 грудня 2018 р. (за даними ОДЕКУ та ГМЦ ЧАМ)

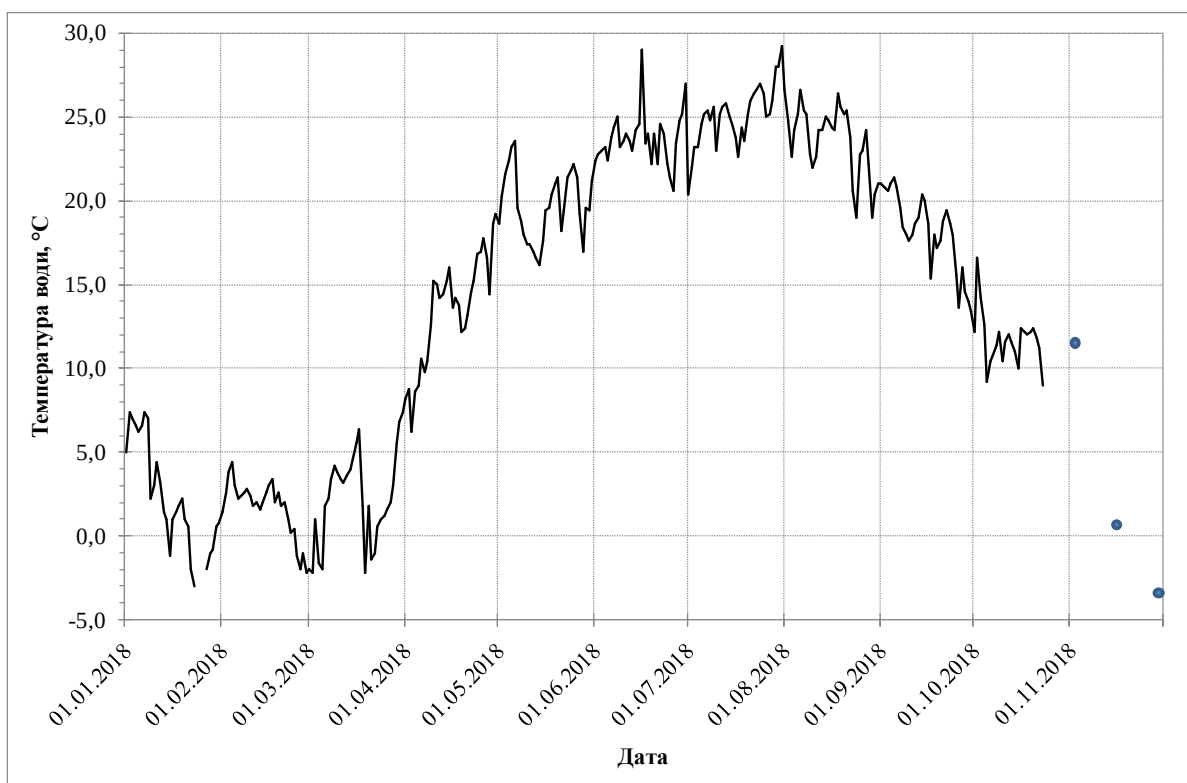


Рисунок 2.4 – Мінливість виміряних значень температури води в Куяльницькому лимані за період з 1 січня по 1 грудня 2018 р. (за даними ОДЕКУ та ГМЦ ЧАМ)

2.3 Результати вимірювань кольору води

Результати визначення кольору води представлені у Додатку Б та на наступних рисунках:

- рис. 2.5 – на постах в Одеській затоці;
- рис. 2.6 – на прибережних постах в Куяльницькому лимані;
- рис. 2.7 – на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків.

З рис. 2.5 видно, що за період з вересня по грудень 2018 р. колір води в морі змінювався від жовтого до жовтуватого-коричневого. В середньому вода в Одеській затоці була коричнюватого-жовтого кольору (номер за шкалою 17).

Вода лиману мала переважно жовтуватого-коричневий колір (рис. 2.6), який на окремих ділянках змінювався на коричнюватого-жовтий і коричневий кольори.

У водотоках, що впадають в лиман, вода в середньому була коричнюватого-жовтого кольору, змінюючись від жовтого до коричневого, який в окремі дати спостерігався в р. Кубанка (рис. 2.7).

2.4 Результати вимірювань мутності та прозорості води

Результати визначення мутності води (вмісту завислих у воді речовин) та прозорості води представлені у Додатку Б та на рис. 2.8-2.10 (мінливість мутності води) і на рис. 2.11-2.13 (мінливість прозорості води).

Мутність води в Одеській затоці була не більше $1,4 \text{ г/дм}^3$ (рис. 2.8), тому середня прозорість морської води (за стандартним шрифтом) складає 35 см (рис. 2.11). В окремі дні прозорість на всіх постах була вище 50 см, наприклад, у жовтні 2018 р.

З рис. 2.8-2.10 видно, що за період з вересня по грудень 2018 р. вміст завислих речовин у воді лиману був не великим (переважно не більше $0,5 \text{ г/дм}^3$). Середня мутність води в лимані становить $0,22 \text{ г/дм}^3$. Найбільша ($3,0 \text{ г/дм}^3$) та найменша ($0,013 \text{ г/дм}^3$) мутність води визначені в південній частині (пост Л1) лиману, відповідно 23 вересня та 20 жовтня 2018 р. Найбільша прозорість води в лимані (більш ніж 50 см) з вересня по грудень 2018 р. спостерігалась на різних станціях впродовж всього періоду обстежень, а найменша (лише 2 см) – виміряна 23.09.2018 р. у пробі води з найбільшою мутністю (рис. 2.12).

У водотоках, що впадають в лиман, найбільша прозорість води (майже завжди більш ніж 50 см) спостерігалась в скидних лотках з ставків пересипу та з ВНС № 5. В річках і балках прозорість води змінювалась від 1-2 до 11-30 см, інколи досягаючи 50 см (рис. 2.13).

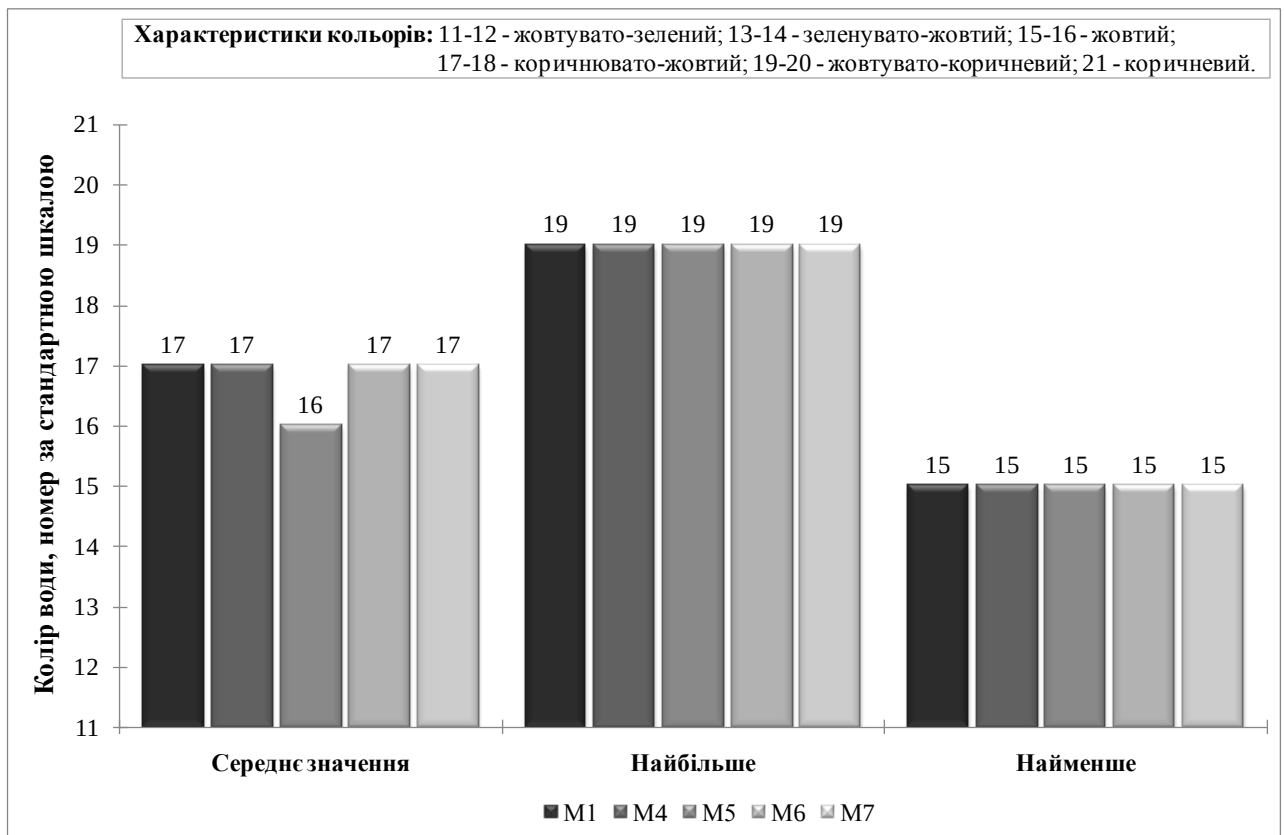
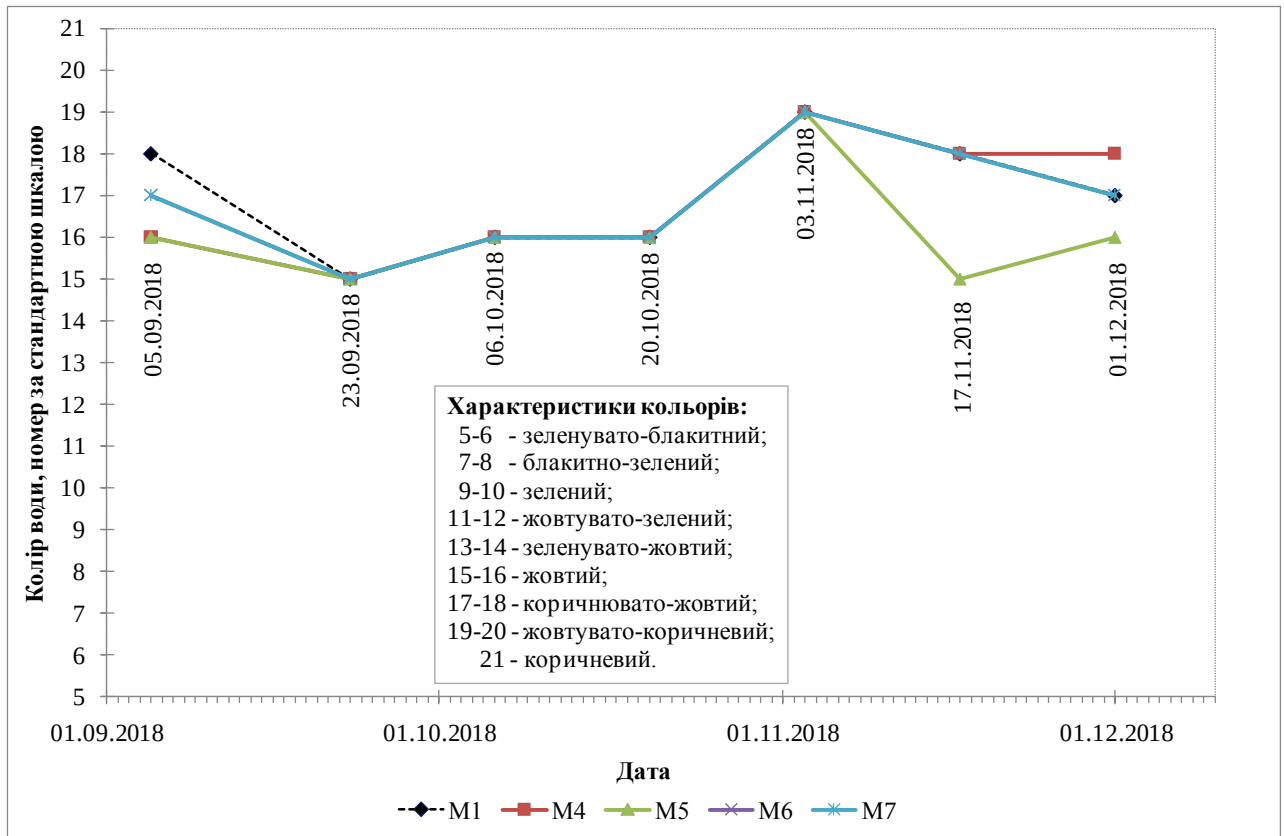


Рисунок 2.5 – Характеристики кольору води в Одеській затоці за період з вересня по грудень 2018 р.: верхній графік – значення кольору на дати вимірювань; нижній – узагальнені величини за весь період

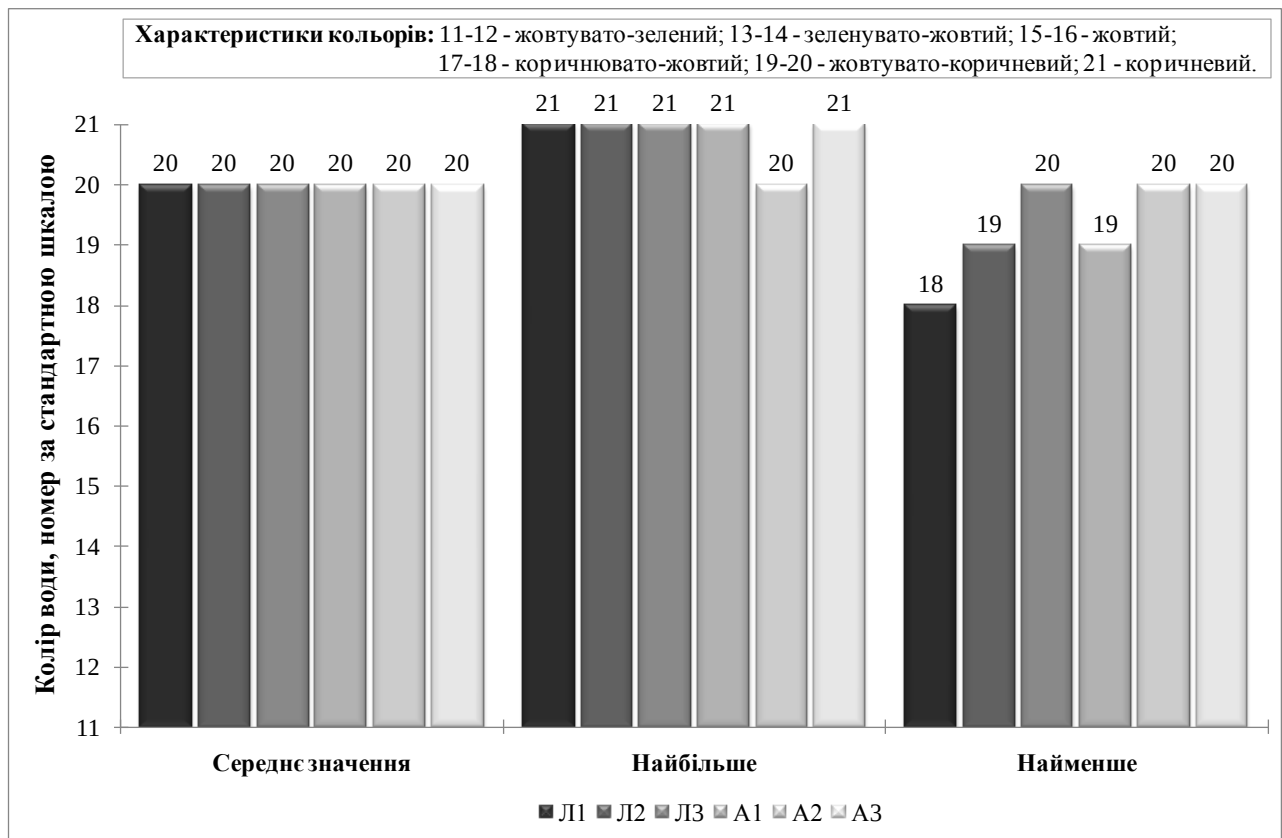
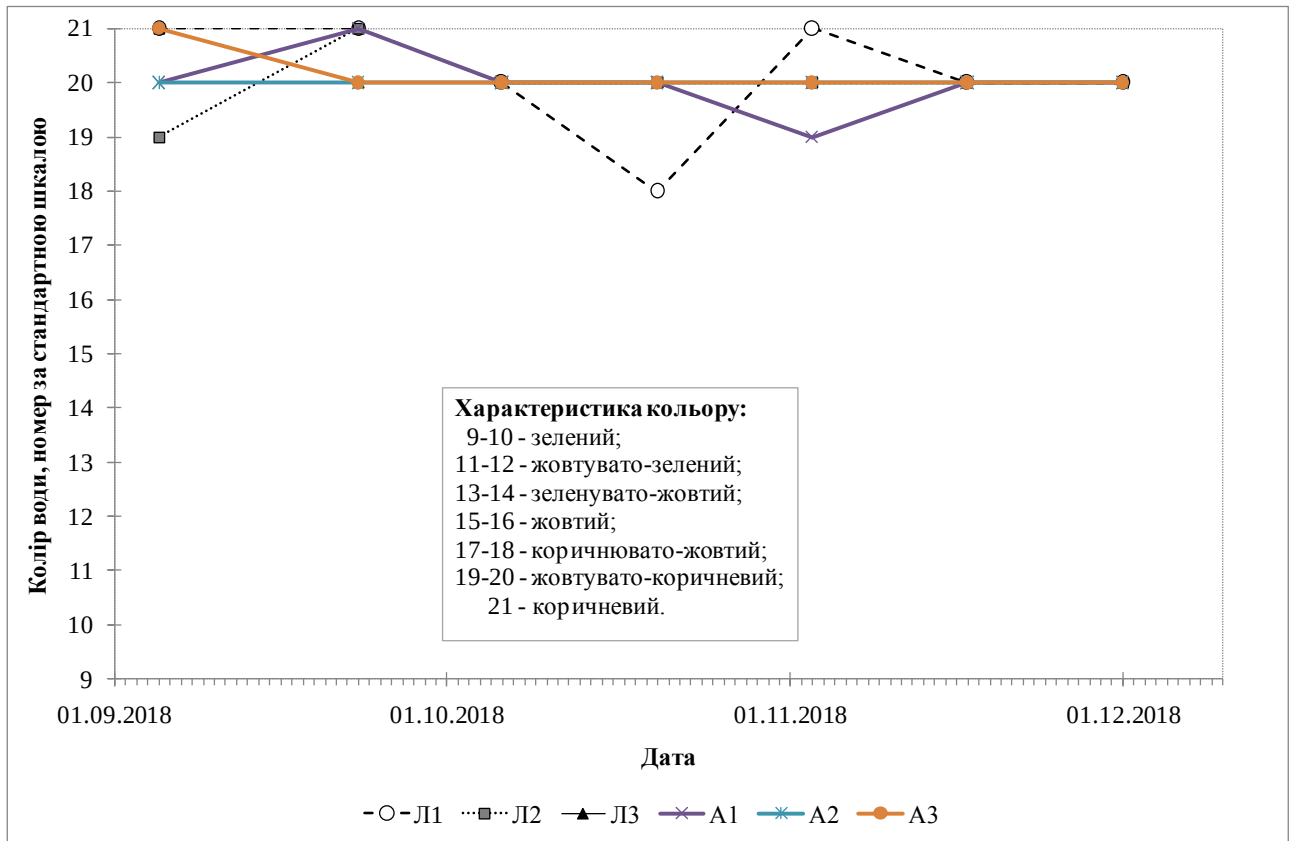


Рисунок 2.6 – Характеристики кольору води в Куяльницькому лимані за період з вересня по грудень 2018 р.: верхній графік – значення кольору на дати вимірювань; нижній – узагальнені величини за весь період

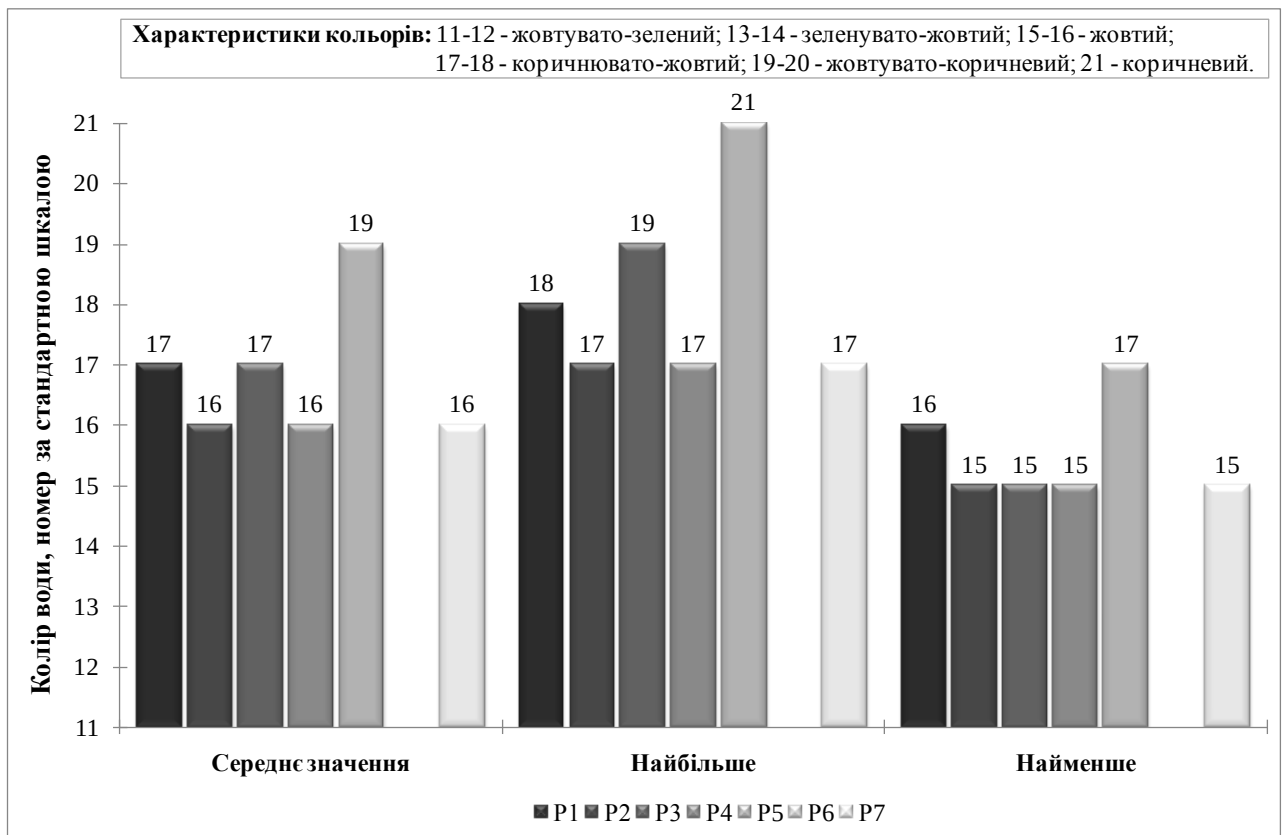
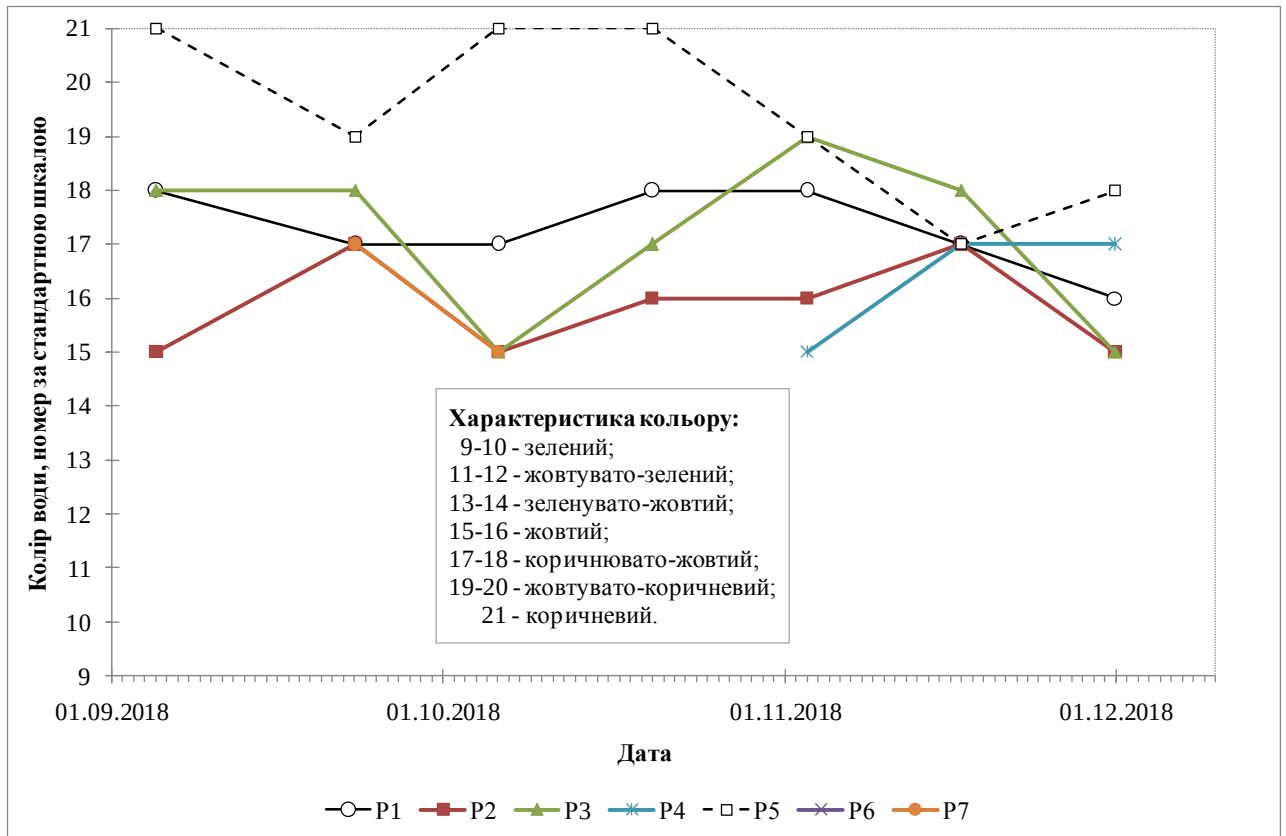


Рисунок 2.7 – Характеристики кольору води в гирлах річок, балок і скидних лотків лиману за період з вересня по грудень 2018 р.: верхній графік – значення кольору на дати вимірювань; нижній – узагальнені величини за весь період

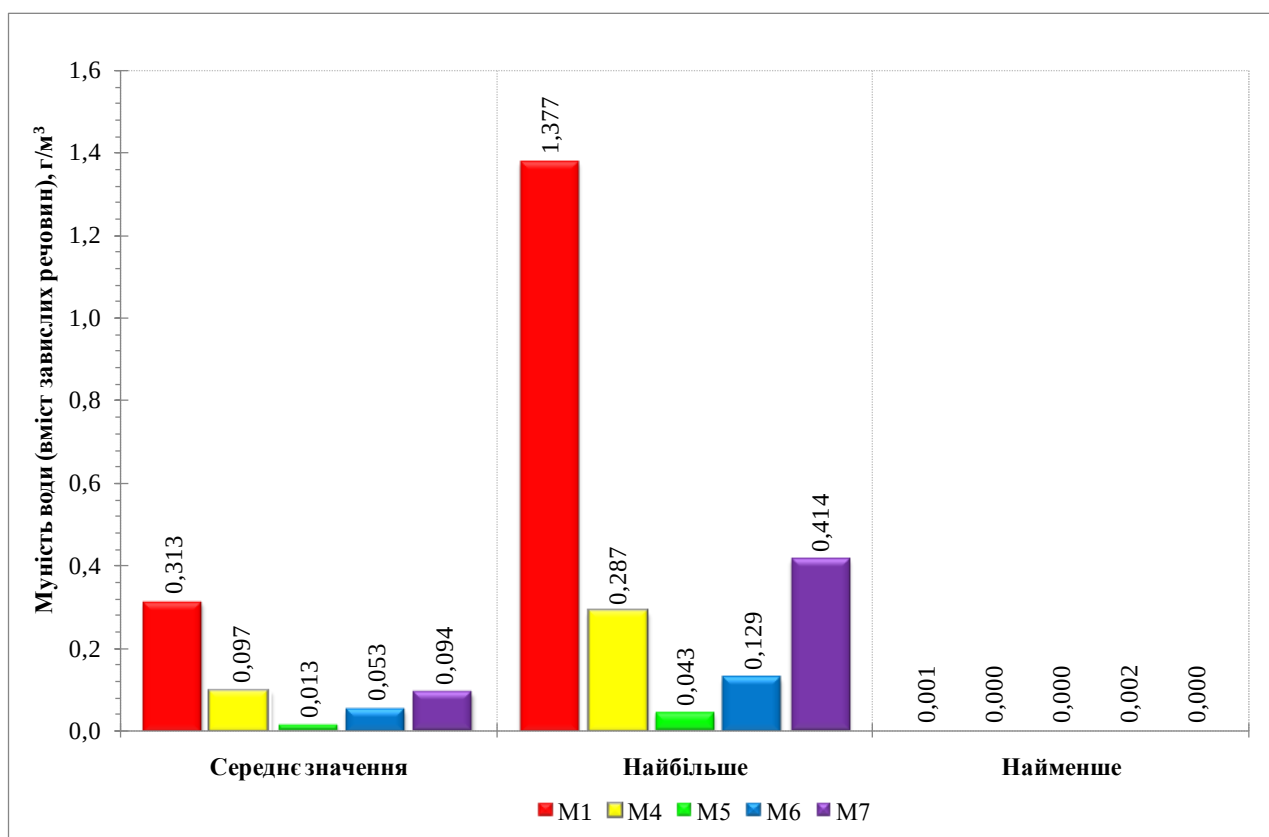
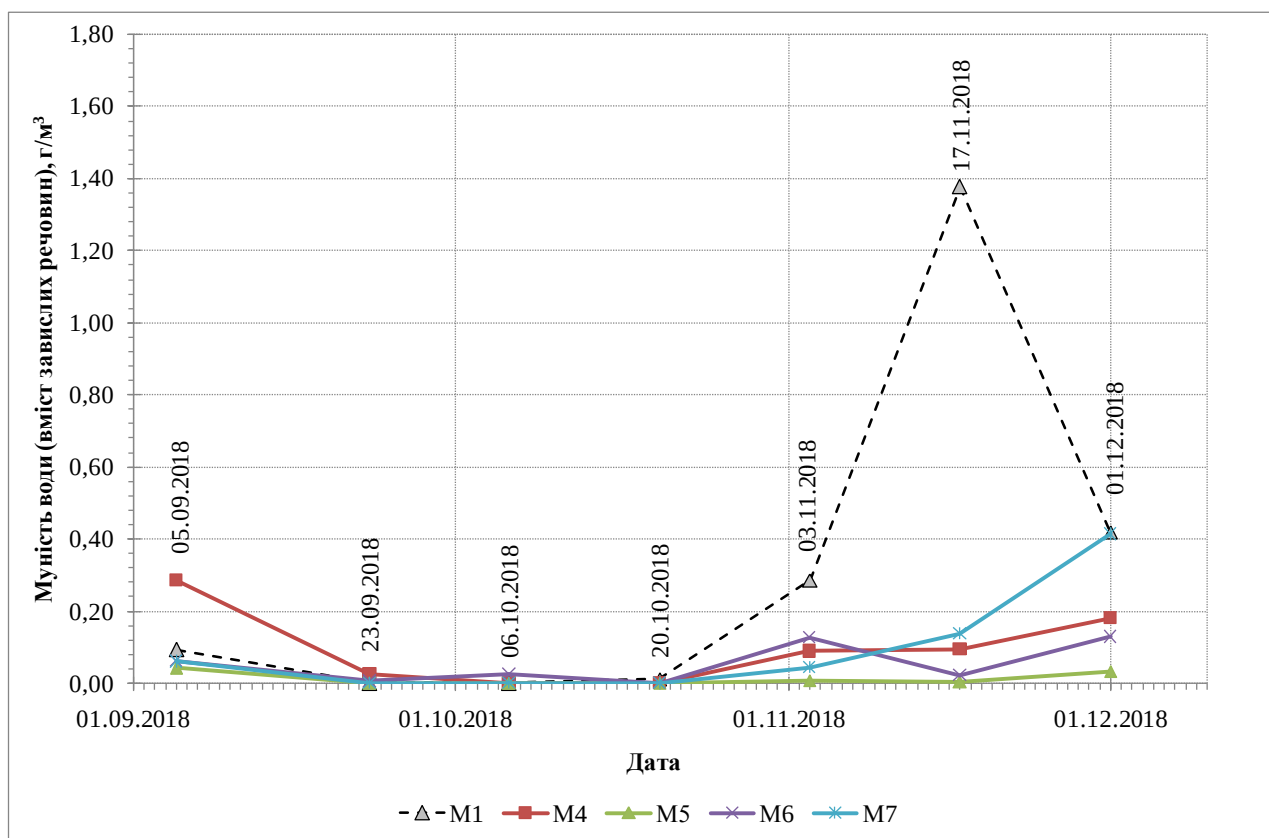


Рисунок 2.8 – Мінливість величин мутності води (вмісту завислих у воді речовин) на постах в Одеській затоці за період з вересня по грудень 2018 р. : верхній графік – значення кольору на дати вимірювань; нижній – узагальнені величини за весь період

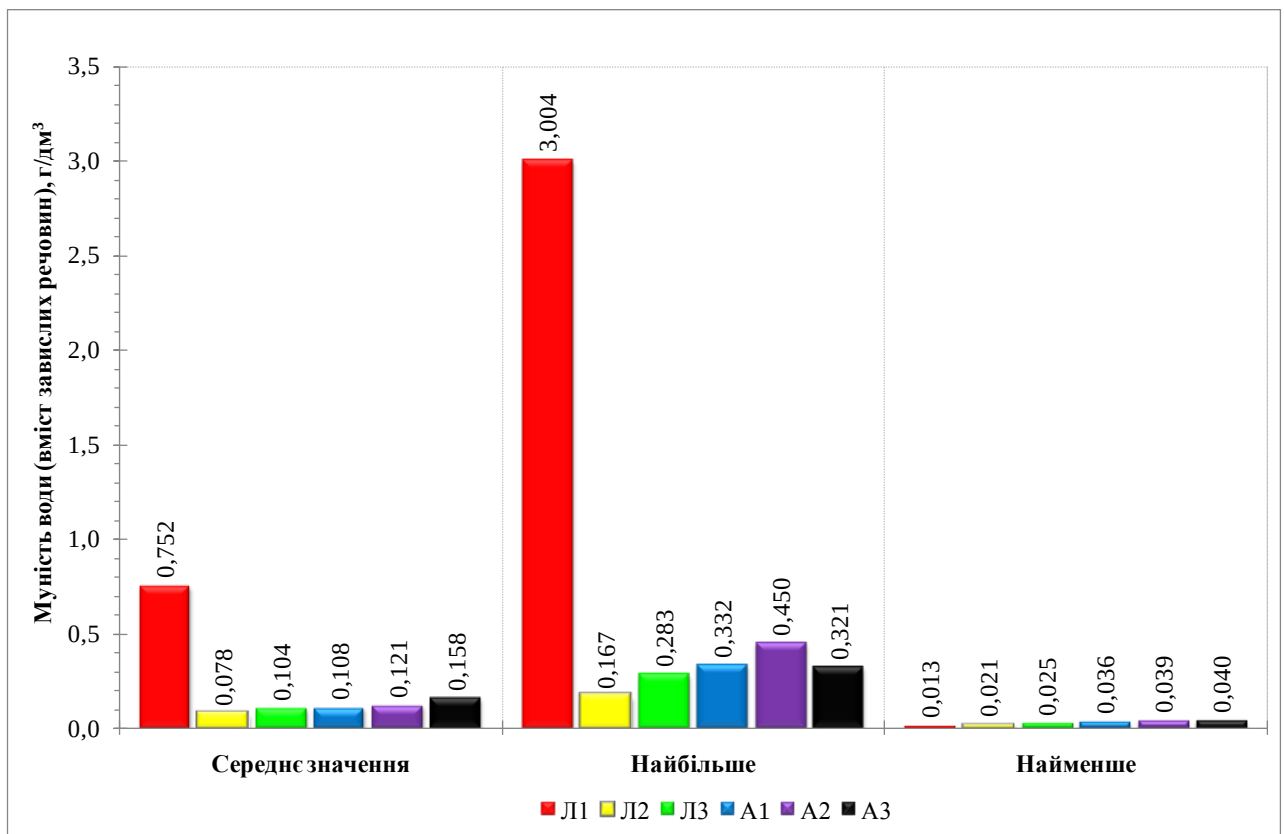
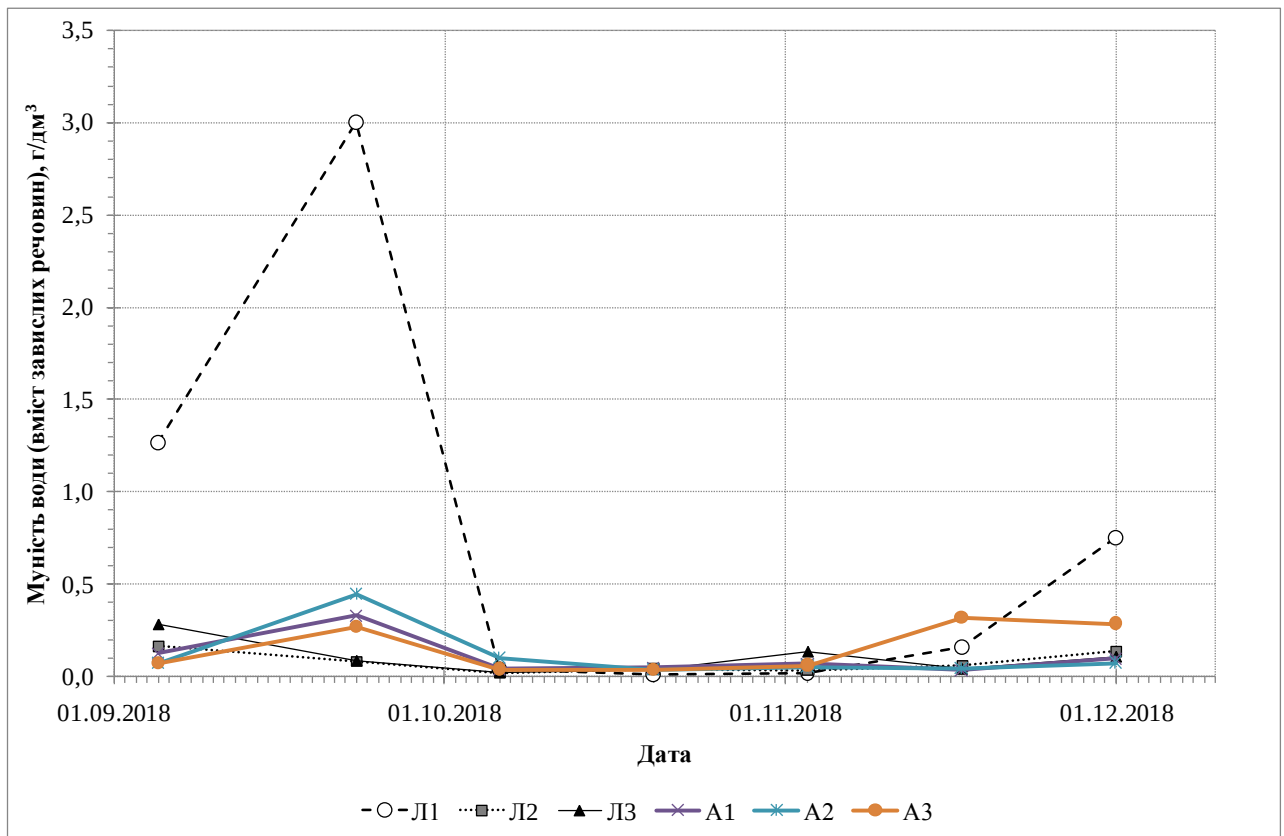


Рисунок 2.9 – Мінливість величин мутності води (вмісту завислих у воді речовин) в лимані за період з вересня по грудень 2018 р.: верхній графік – значення кольору на дати вимірювань; нижній – узагальнені величини

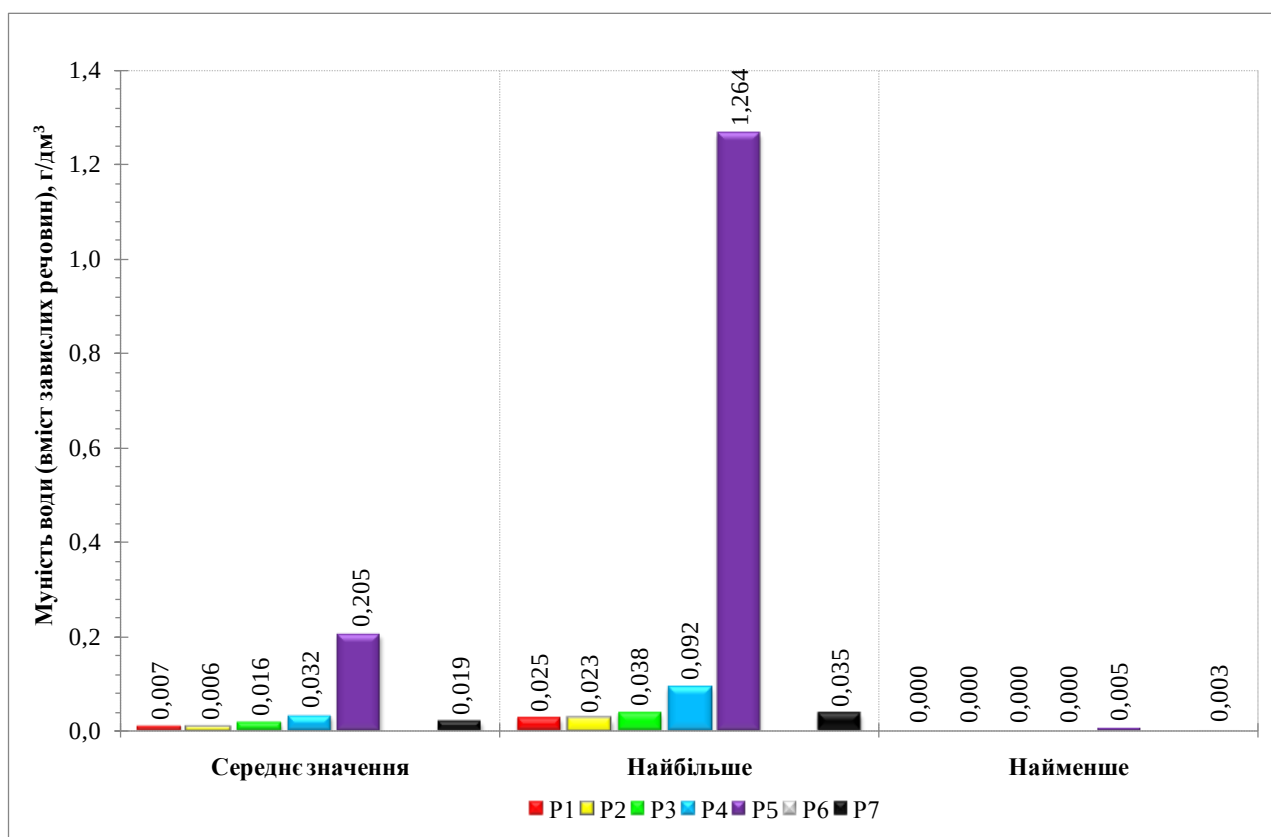
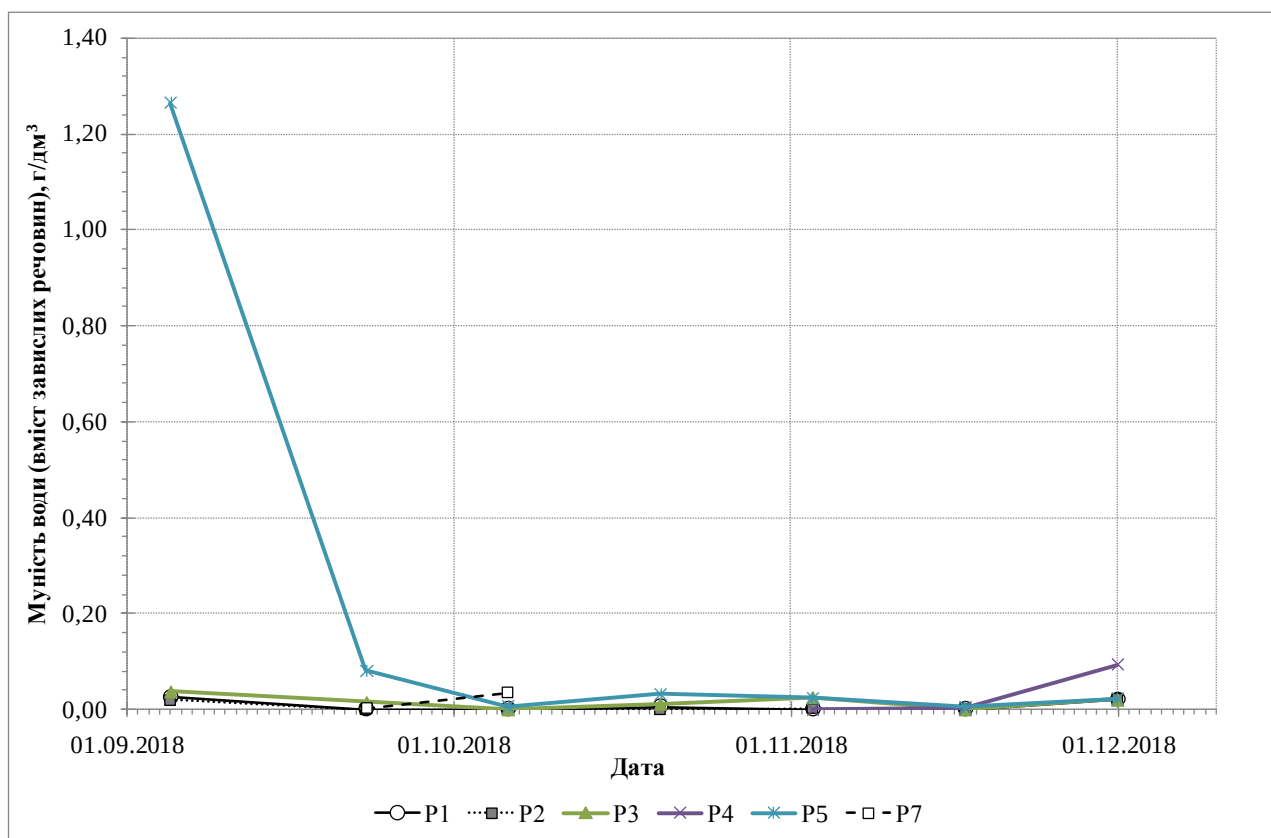


Рисунок 2.10 – Мінливість величин мутності води (вмісту завислих у воді речовин) в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків лиману за період з вересня по грудень 2018 р.: верхній графік – значення кольору на дати вимірювань; нижній – узагальнені величини за весь період

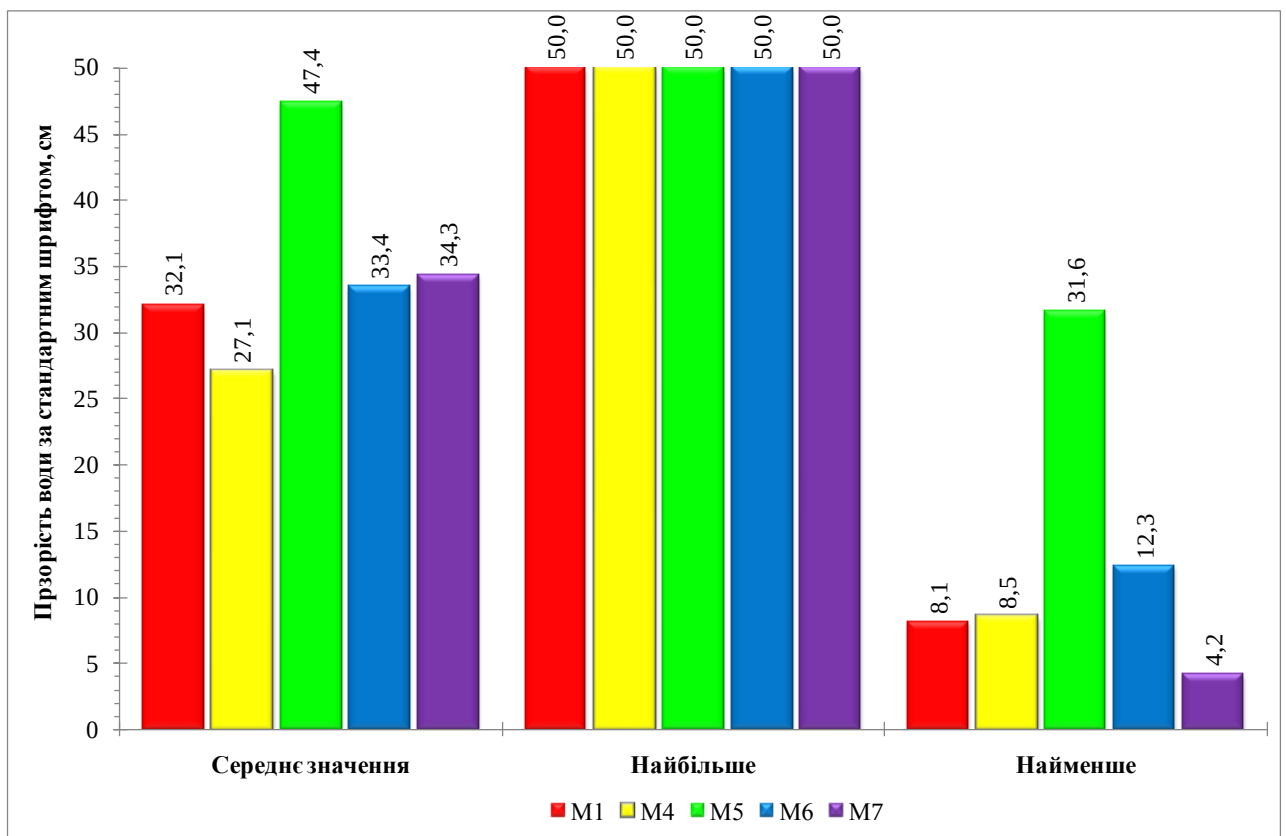
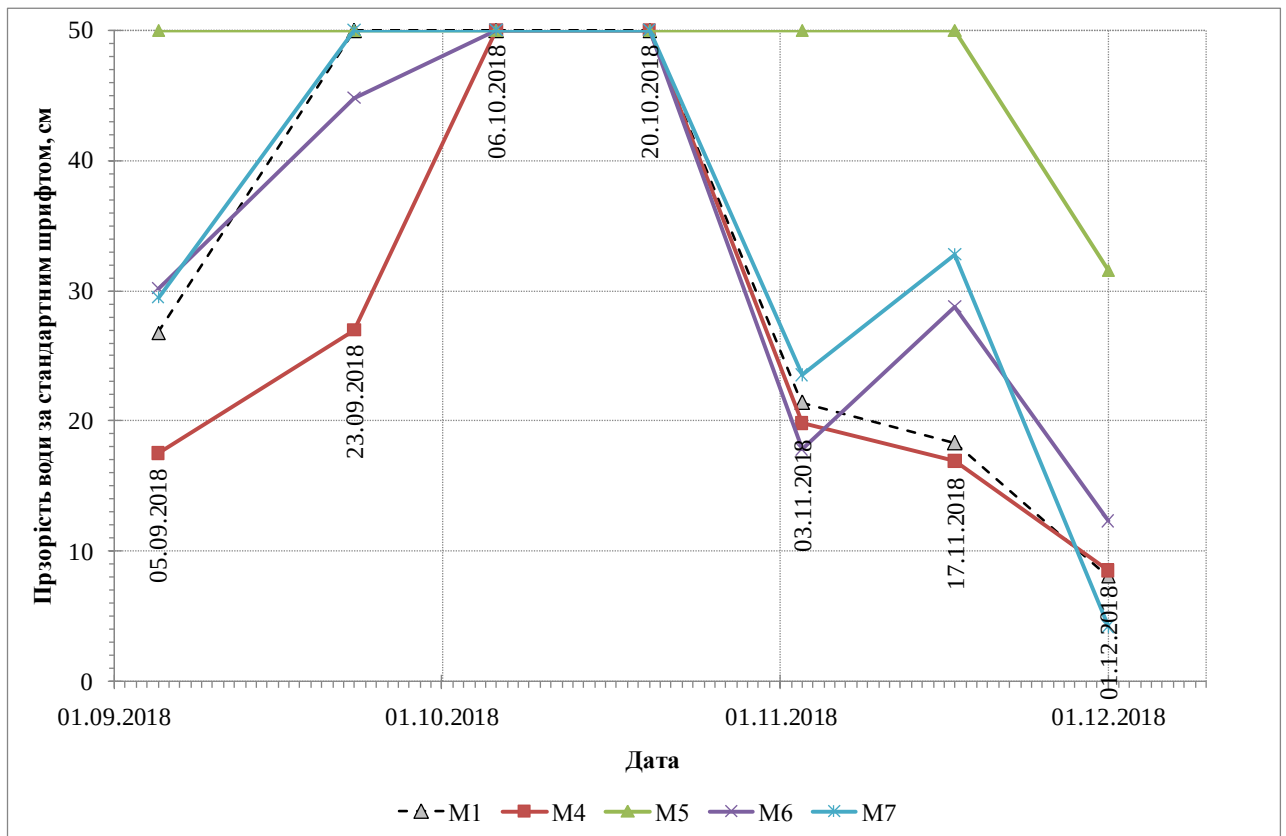


Рисунок 2.11 – Мінливість прозорості води (за стандартним шрифтом) в Одеській затоці за період з вересня по грудень 2018 р.: верхній графік – значення кольору на дати вимірювань; нижній – узагальнені величини за весь період

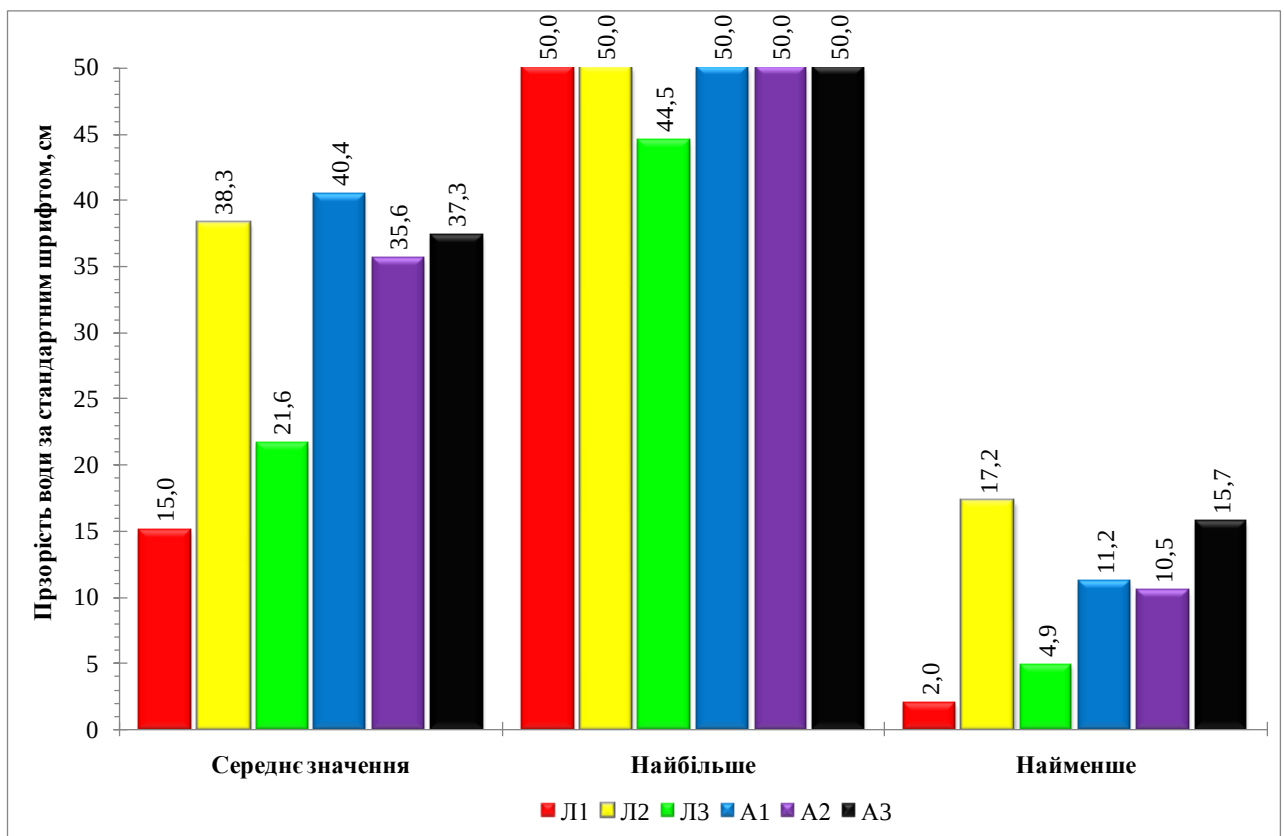
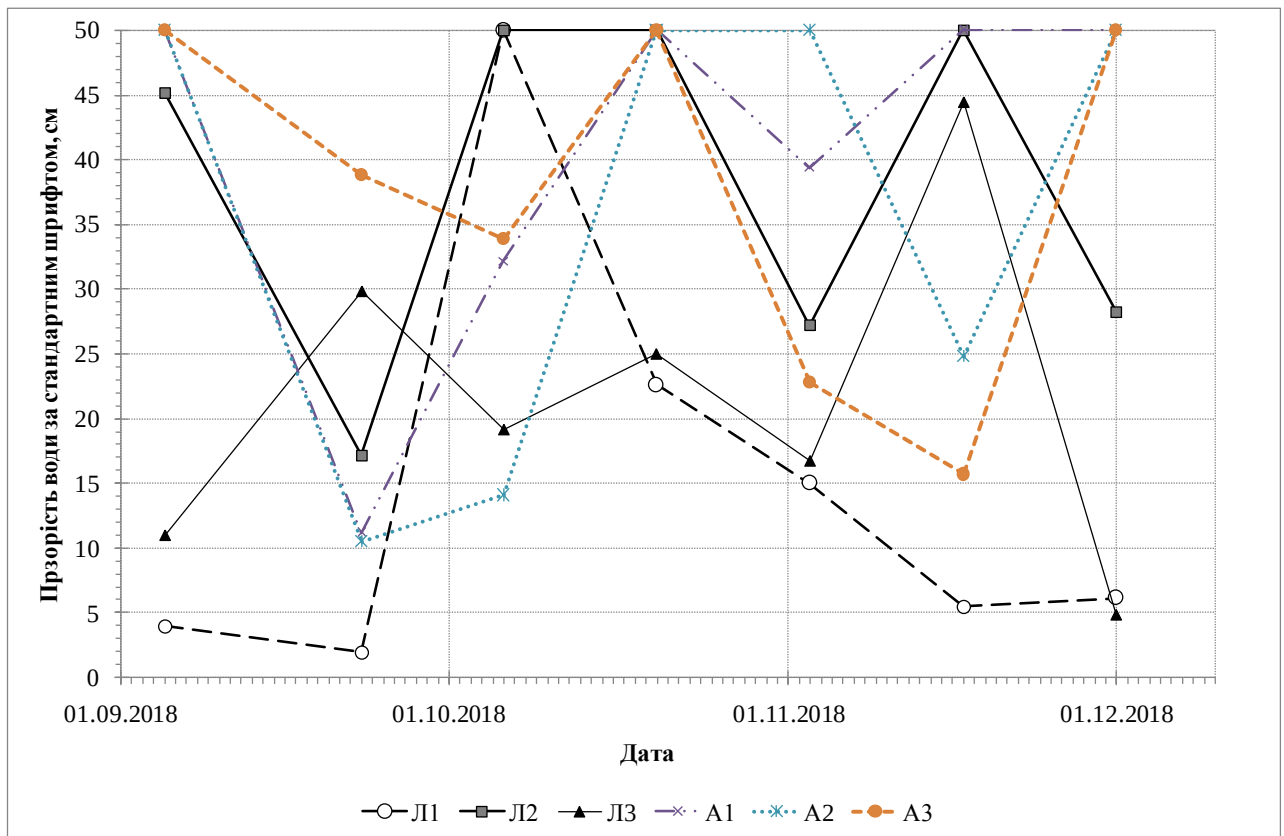


Рисунок 2.12 – Мінливість прозорості води (за стандартним шрифтом) на прибережних постах в Куяльницькому лимані за період з вересня по грудень 2018 р.: верхній графік – значення кольору на дати вимірювань; нижній – узагальнені величини за весь період

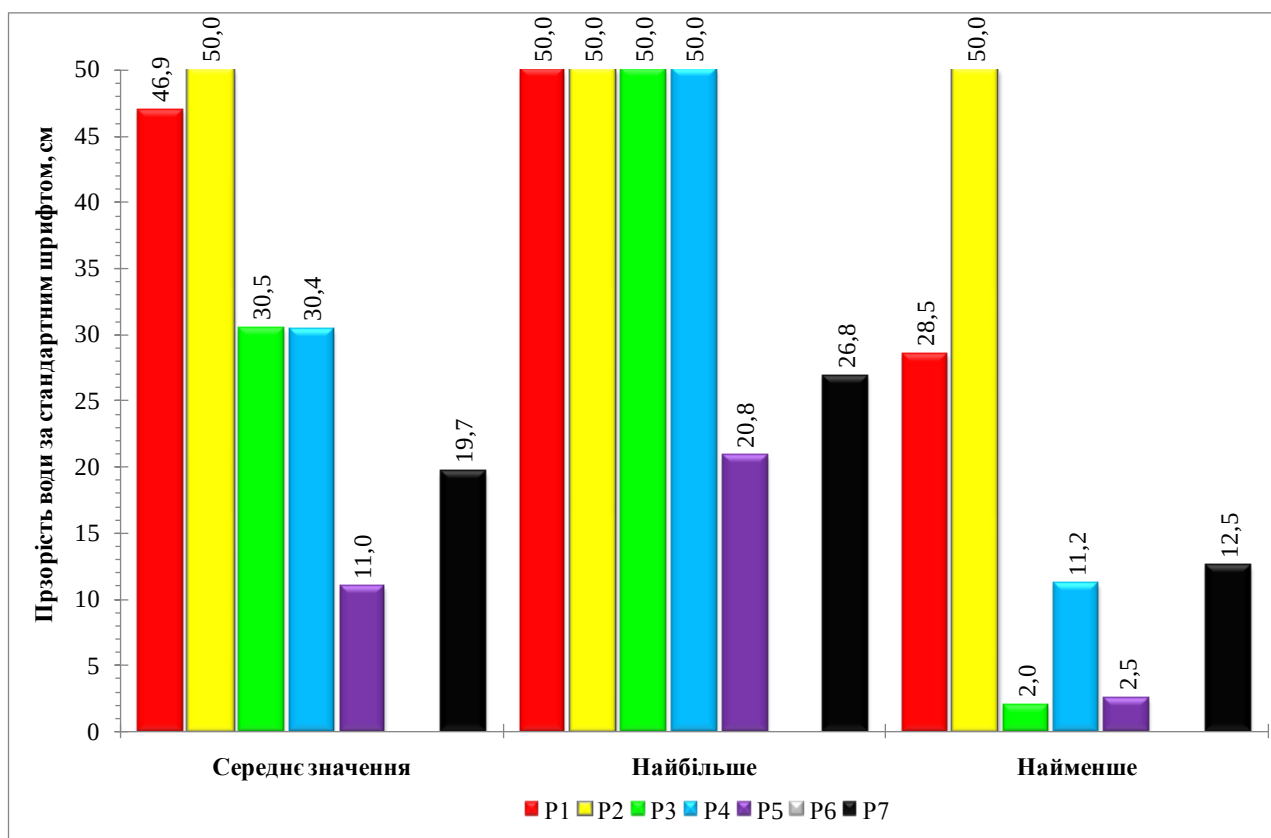
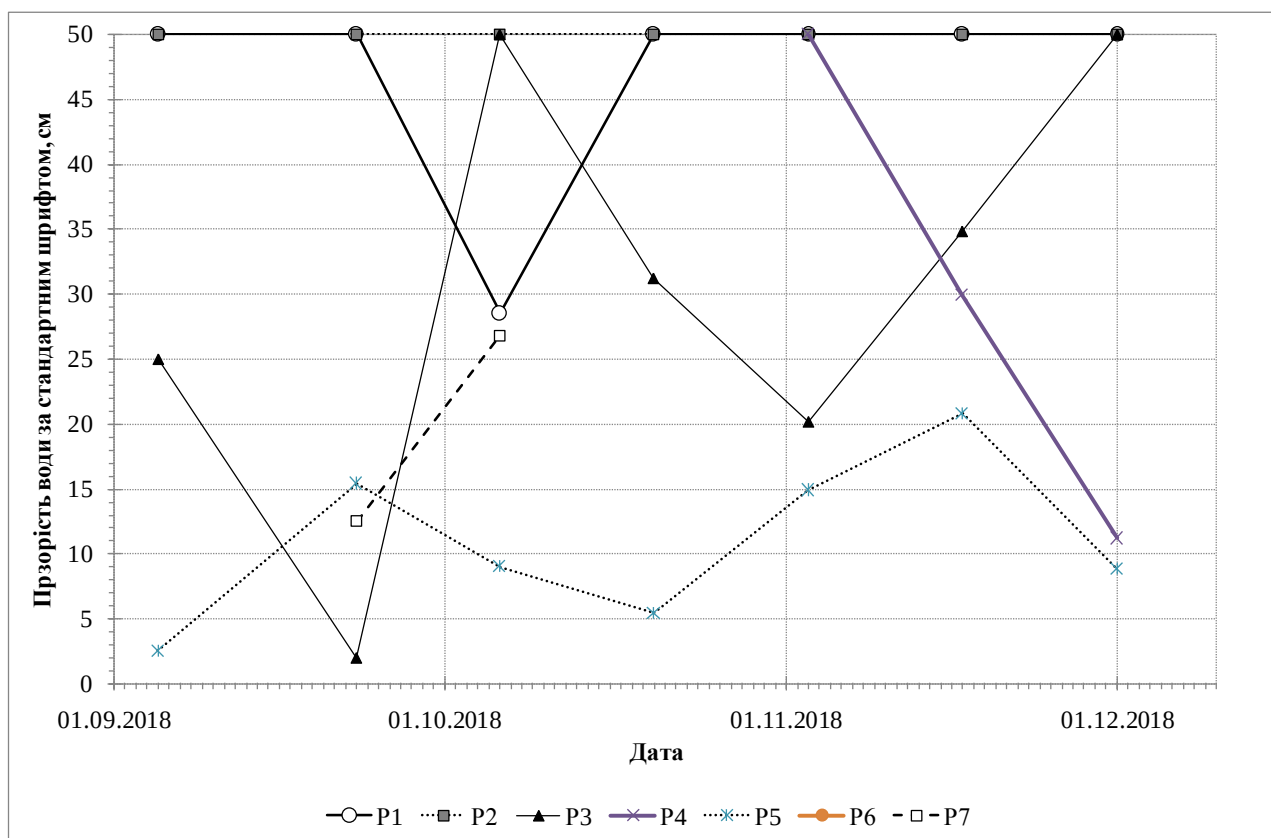


Рисунок 2.13 – Мінливість прозорості води (за стандартним шрифтом) на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків Куяльницького лиману за період з вересня по грудень 2018 р.: верхній графік – значення кольору на дати вимірювань; нижній – узагальнені величини за весь період

2.5 Результати вимірювань питомої електропровідності, густини та мінералізації води (за сухим та прожареним залишками)

Питома електропровідність (ПЕП) та густина води збільшуються при збільшенні вмісту розчинених у воді речовин (мінералізації води), тому при гідрологічних обстеженнях лиману обов'язково вимірювалися значення цих параметрів води. Результати вимірювань ПЕП, густини та мінералізації води (за сухим та прожареним залишками) представлені у Додатку Б та на графіках:

- рис. 2.14-2.16 – мінливість ПЕП води;
- рис. 2.17-2.19 – мінливість густини води;
- рис. 2.20-2.26 – графіки мінералізації води;

З рис. 2.14 видно, що ПЕП морських вод у вересні-грудні 2018 р. змінювалась від 23,3 до 29,9 мСм/см.

В лимані (рис. 2.15) ПЕП води досягала 228 мСм/см – 05.09.2018 р. (в період відсутності припливу морських вод), знижуючись до 166 мСм/см – 01.12.2018 р. (під час подачі морських вод).

В водотоках (рис. 2.16) ПЕП води змінювалась від 0,5-10,0 мСм/см (в скидних лотках і балках) до 13-45 мСм/см (річки В. Куяльник та Кубанка).

Густина води дорівнювала: 1008-1011 г/дм³ – в морі, та 1074-1215 г/дм³ – в лимані. У водотоках густина води змінювалась від 998-1004 г/дм³ – при наявності стоку, до 1006-1021 г/дм³ – в умовах стоячої води. Слід зазначити, що мінливість величин густини води майже синхронна з мінливістю значень ПЕП та мінералізації води (як за сухим, так і за прожареним залишками).

За результатами визначення сухого та пожареного залишку розчинених у воді лиману речовин (Додаток Б, табл. Б.1-Б.7) встановлено, що сухий залишок може досягати величини майже 458 г/дм³, при цьому прожарений залишок не перевищує 284 г/дм³. Тому наголошуємо, що мінералізацію води в лимані слід визначати лише за величиною пожареного залишку розчинених у воді речовин, яка в 1,5-2 рази нижча ніж величина сухого залишку.

З графіку розподілу мінералізації води (за пожареним залишком) за довжиною Куяльницького лиману за вересень-грудень 2018 р. (рис. 2.26) видно, що найменша мінералізація води (108,7 г/дм³) була в південній частині лиману 17.11.2018 р. (ще до початку подачі води з моря), а найбільша (262,4 г/дм³) – в північній (20.10.2018 р.).

Крім того, визначено, що середня мінералізація води в лимані за період з 1 вересня по 1 грудня 2018 р. становила 224,8 г/дм³, змінюючись від 241 г/дм³ – 1 вересня 2018 р., до 200 г/дм³ – 1 грудня 2018 р.

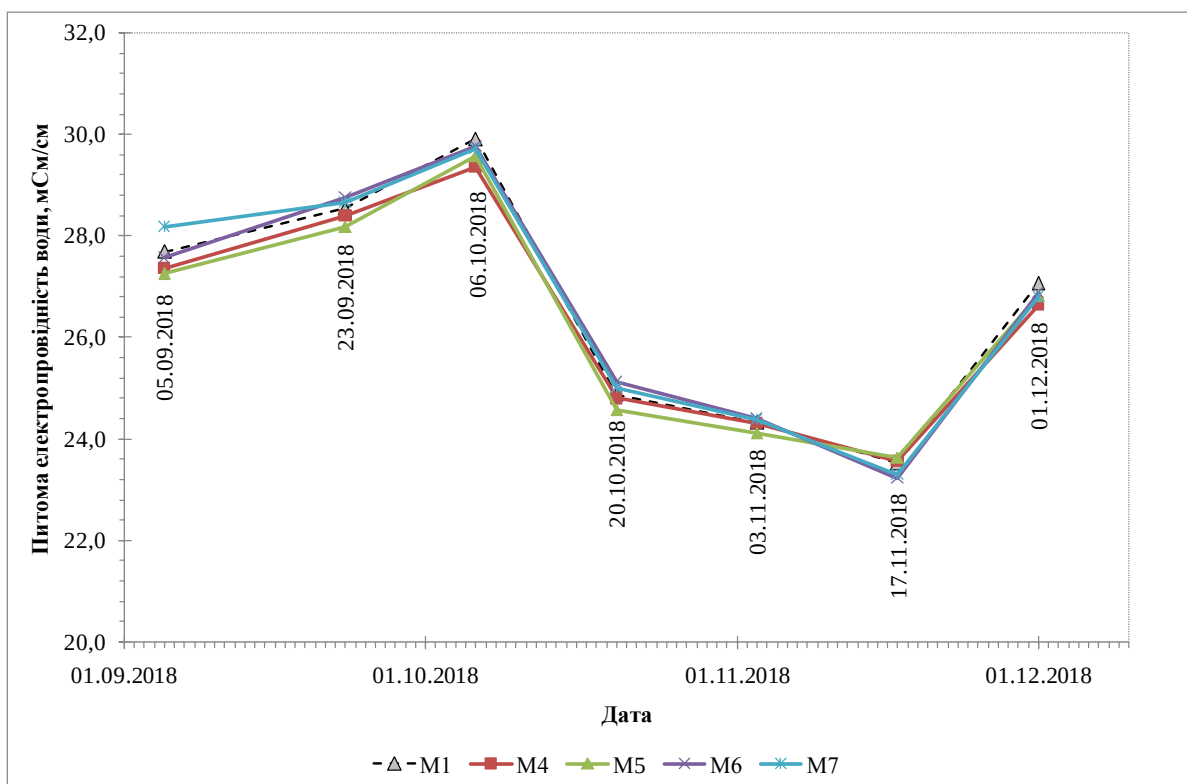


Рисунок 2.14 – Мінливість вимірних значень питомої електропровідності води в Одеській затоці за період з вересня по грудень 2018 р.

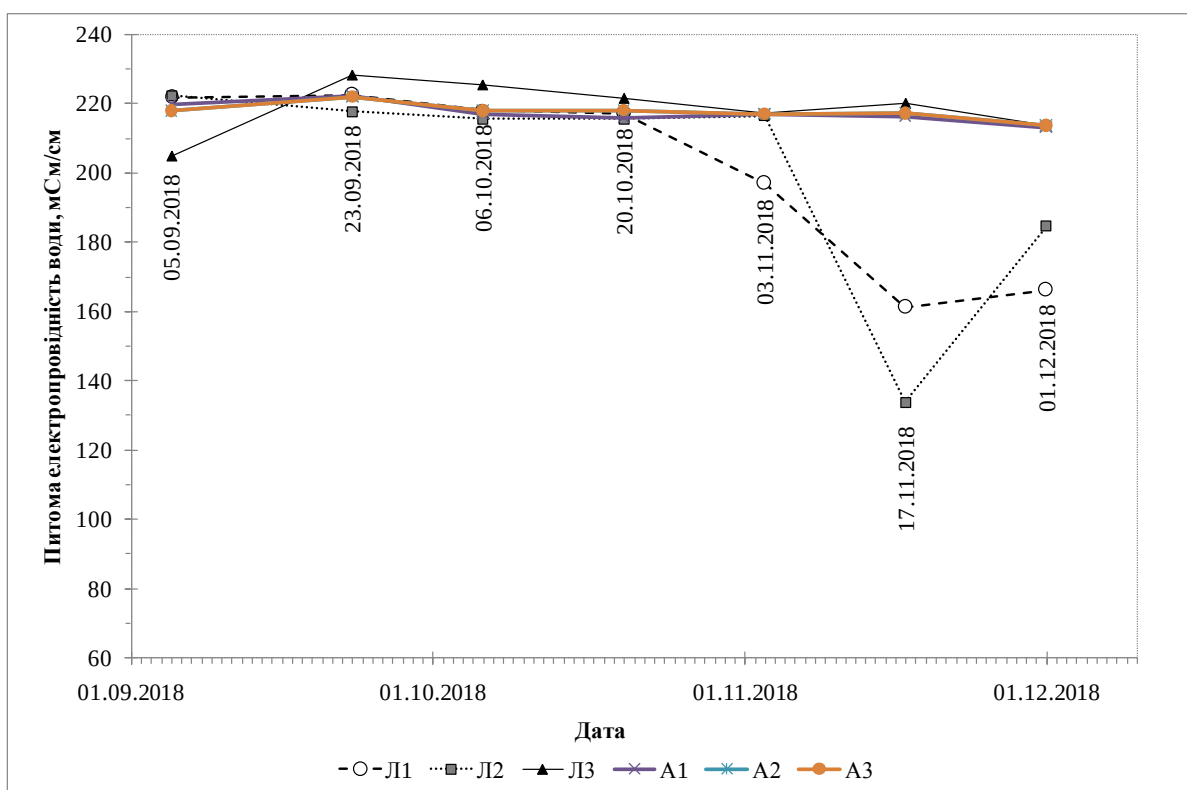


Рисунок 2.15 – Мінливість вимірних значень питомої електропровідності води на прибережних постах в Куяльницькому лимані за період з вересня по грудень 2018 р.

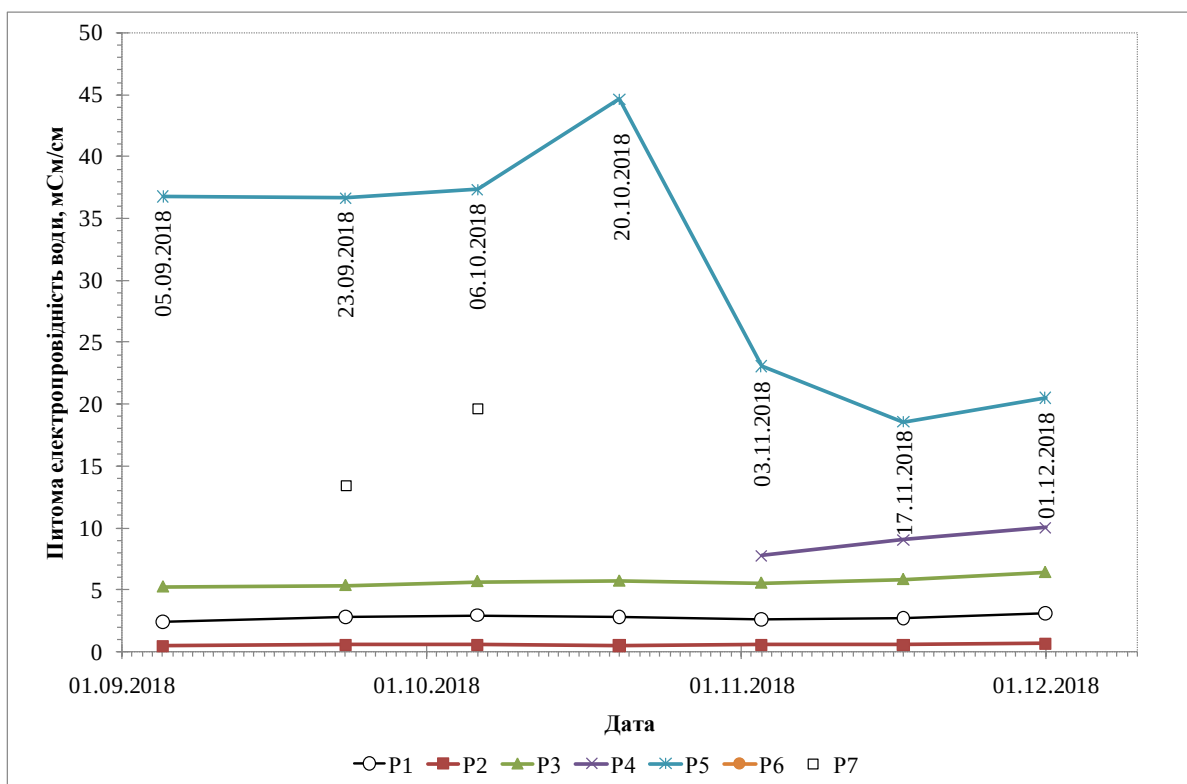


Рисунок 2.16 – Мінливість вимірних значень питомої електропровідності води на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків Куяльницького лиману за період з вересня по грудень 2018 р.

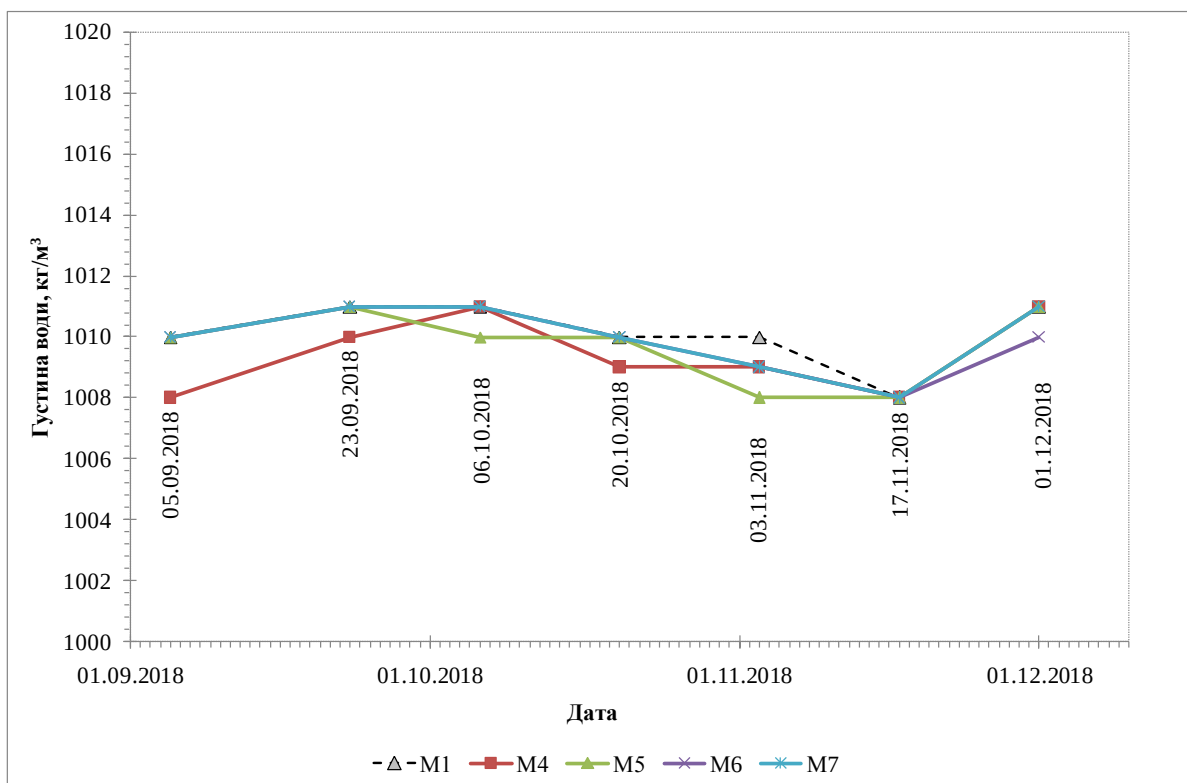


Рисунок 2.17 – Мінливість вимірних значень густини води в Одеській затоці за період з вересня по грудень 2018 р.

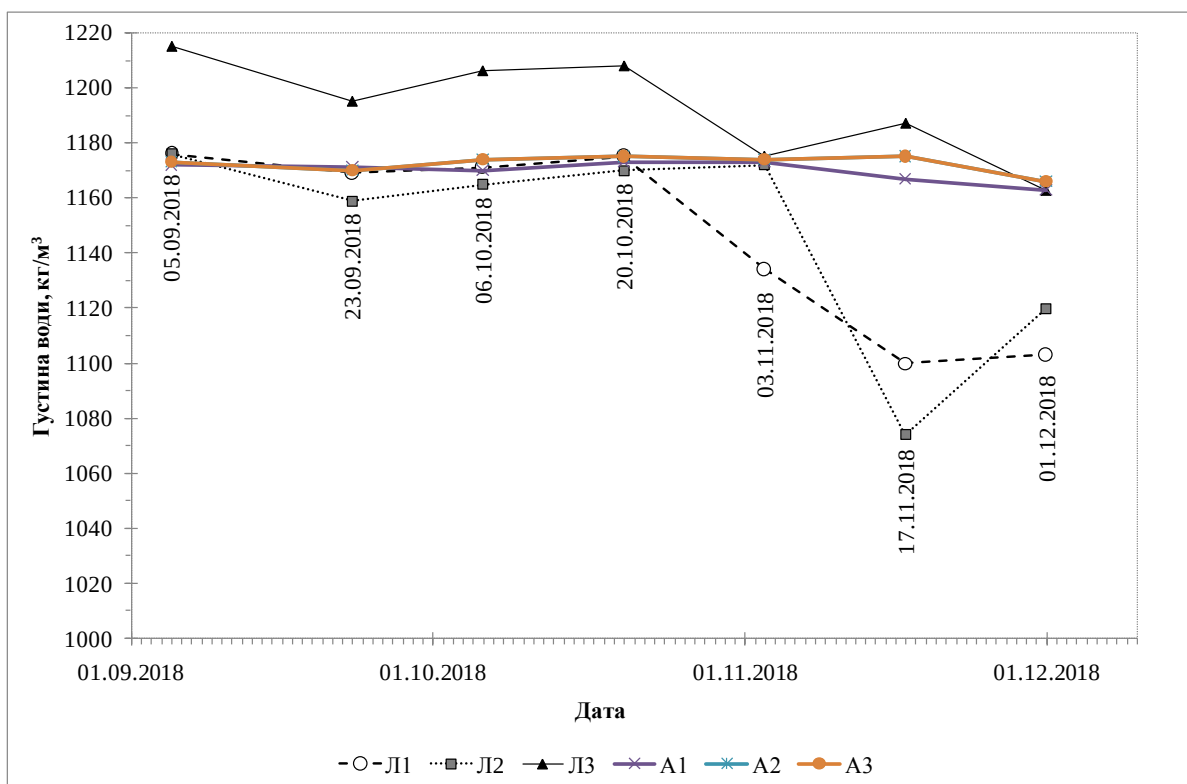


Рисунок 2.18 – Мінливість вимірних значень густини води на прибережних постах в Куяльницькому лимані за період з вересня по грудень 2018 р.

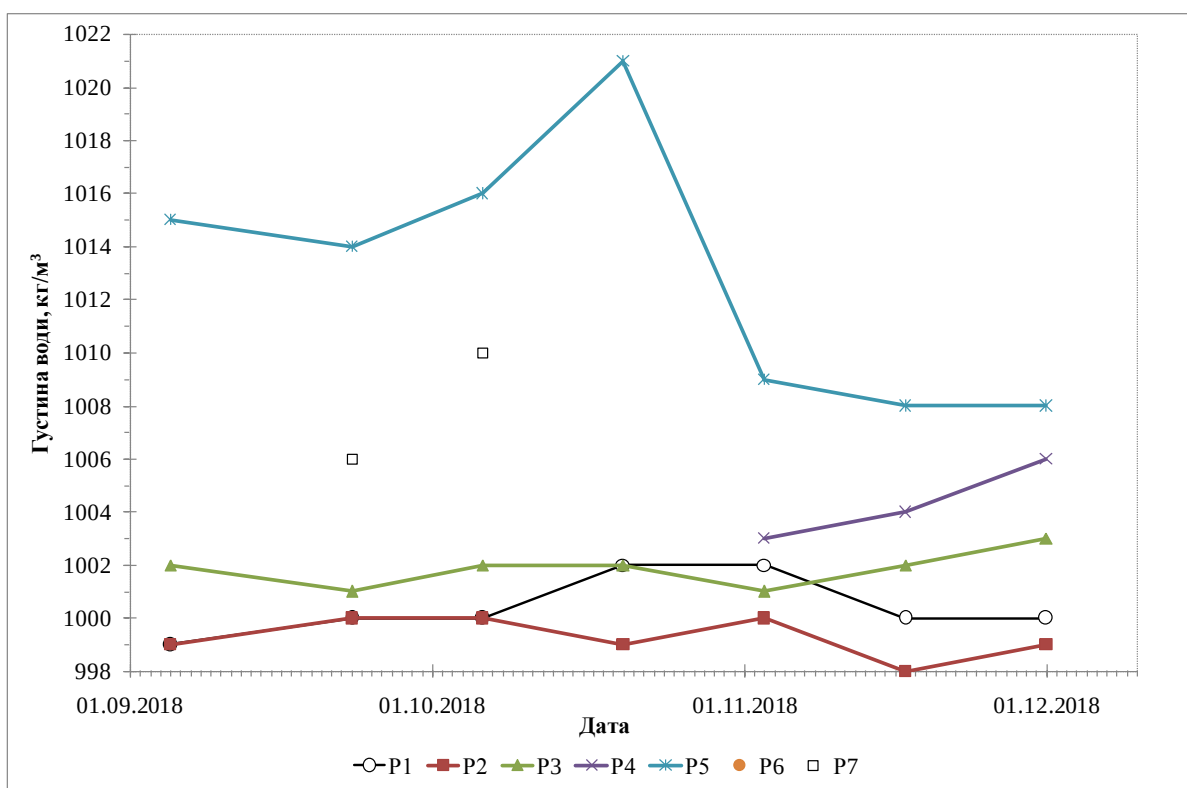


Рисунок 2.19 – Мінливість вимірних значень густини води на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків Куяльницького лиману за період з вересня по грудень 2018 р.

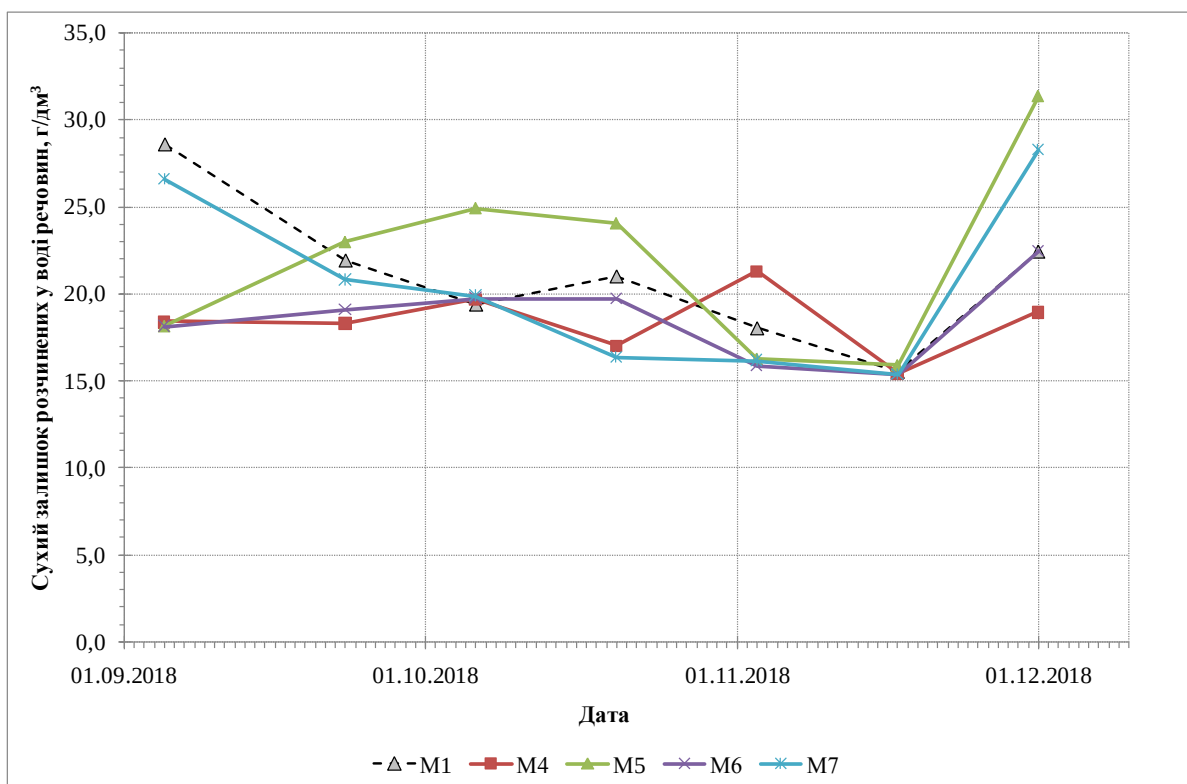


Рисунок 2.20 – Мінливість вимірних значень сухого залишку розчинених у воді речовин в Одеській затоці за період з вересня по грудень 2018 р.

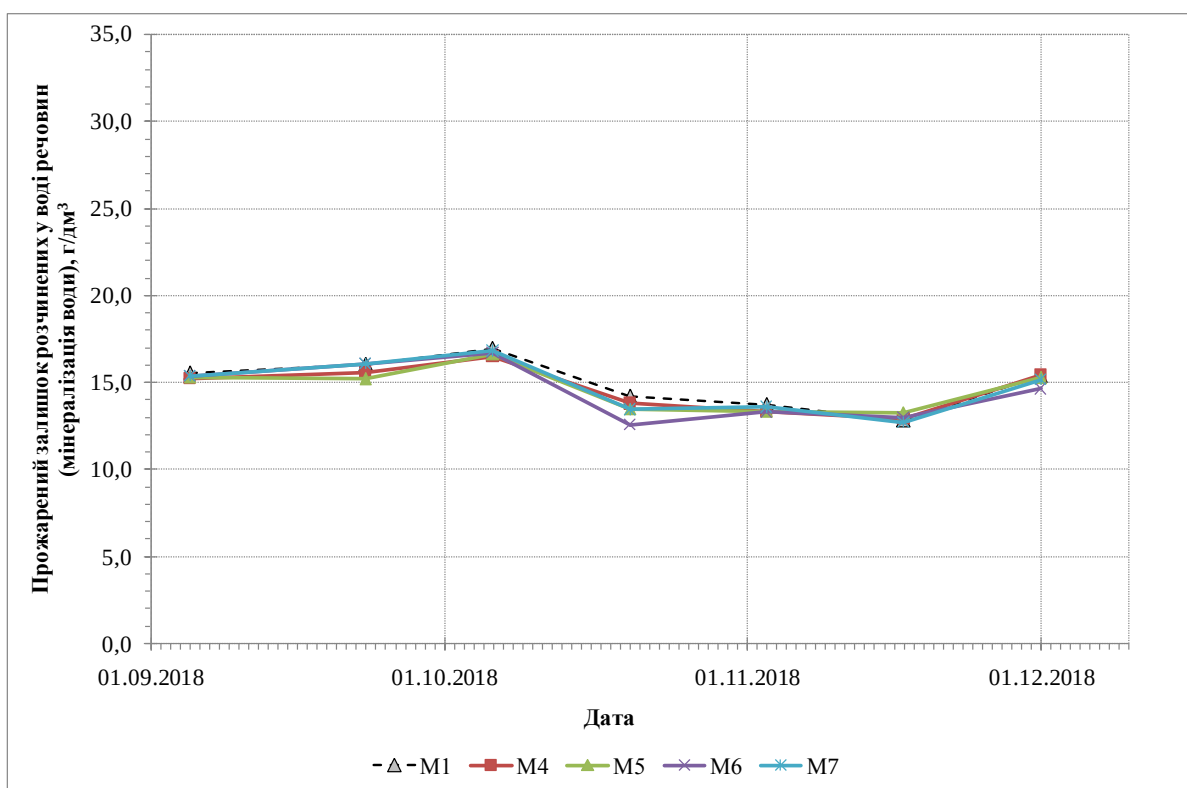


Рисунок 2.21 – Мінливість вимірних значень мінералізації води (за прожареним залишком) в Одеській затоці за період з вересня по грудень 2018 р.

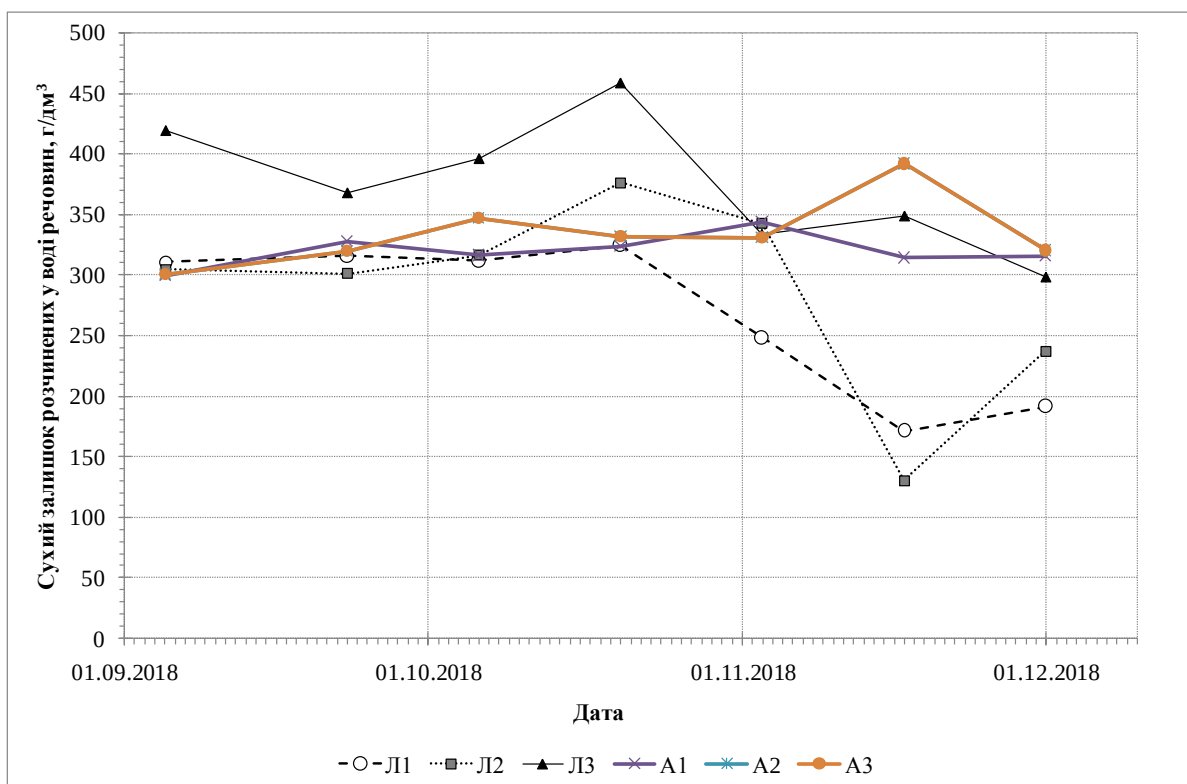


Рисунок 2.22 – Мінливість вимірних значень сухого залишку розчинених у воді речовин на прибережних постах в Куяльницькому лимані за період з вересня по грудень 2018 р.

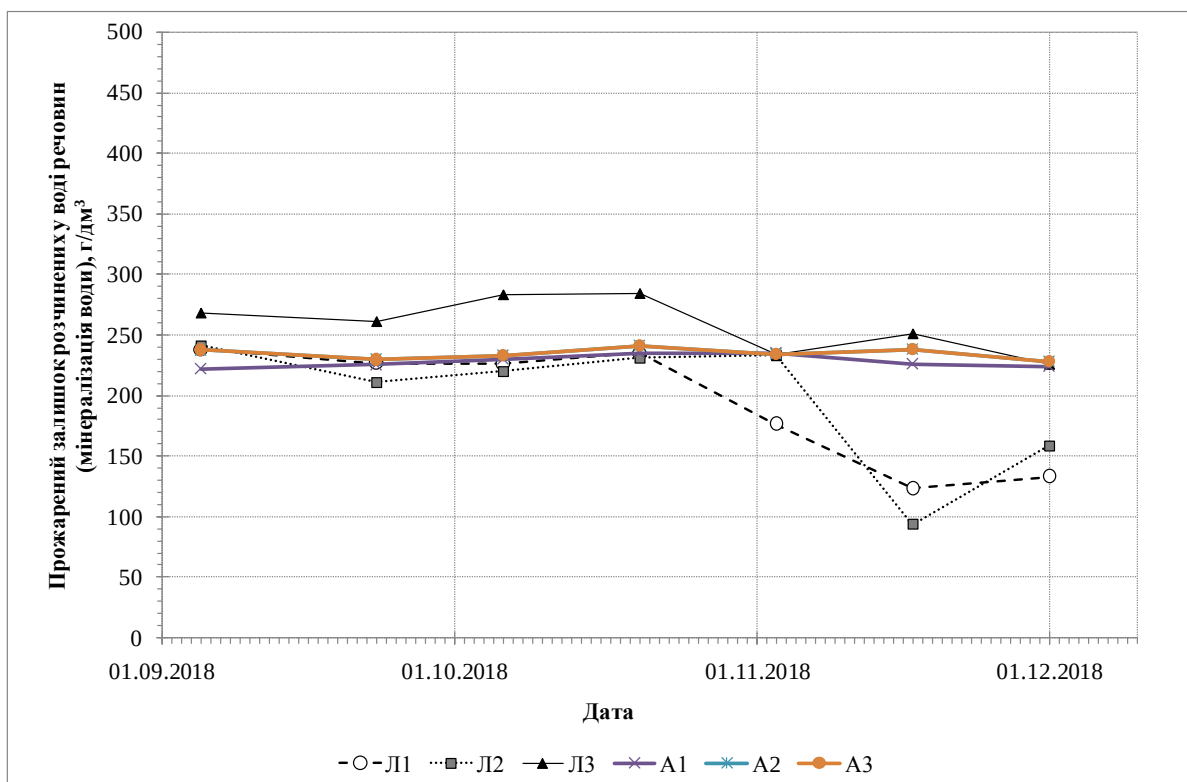


Рисунок 2.23 – Мінливість вимірних значень мінералізації води (за прожареним залишком) на прибережних постах в Куяльницькому лимані за період з вересня по грудень 2018 р.

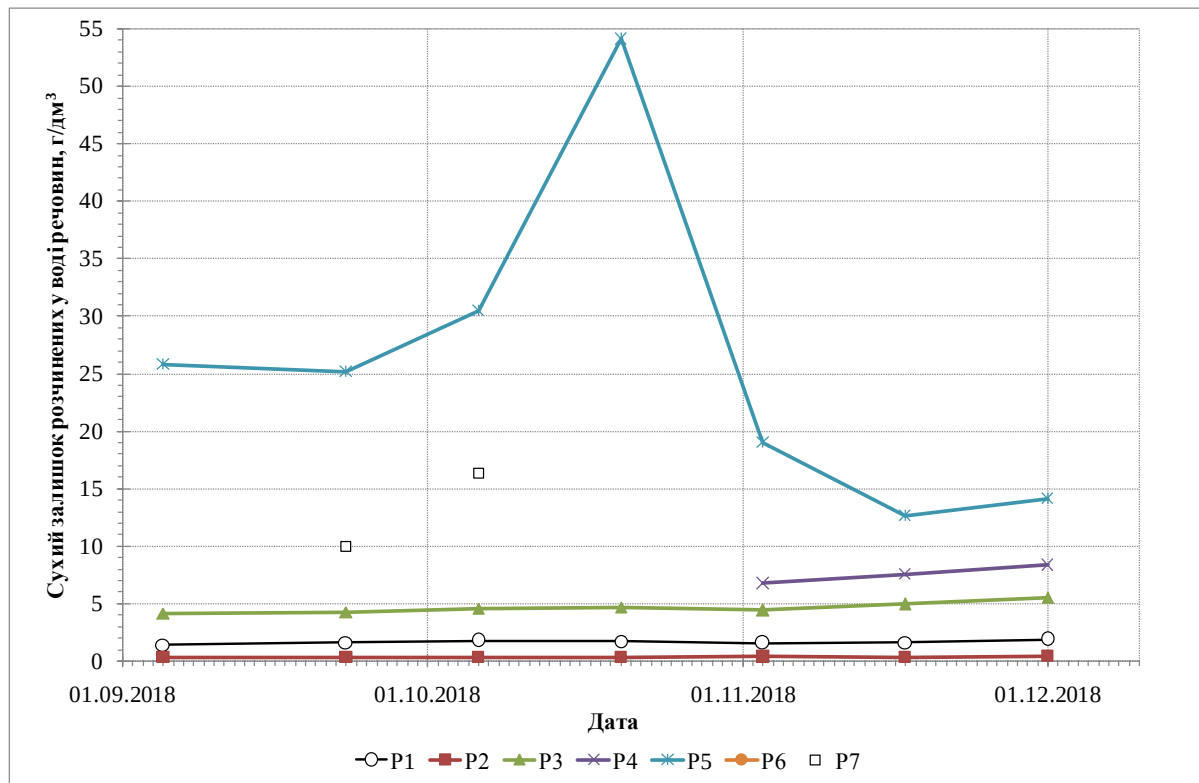


Рисунок 2.24 – Мінливість вимірних значень сухого залишку розчинених у воді речовин на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків Куяльницького лиману за період з вересня по грудень 2018 р.

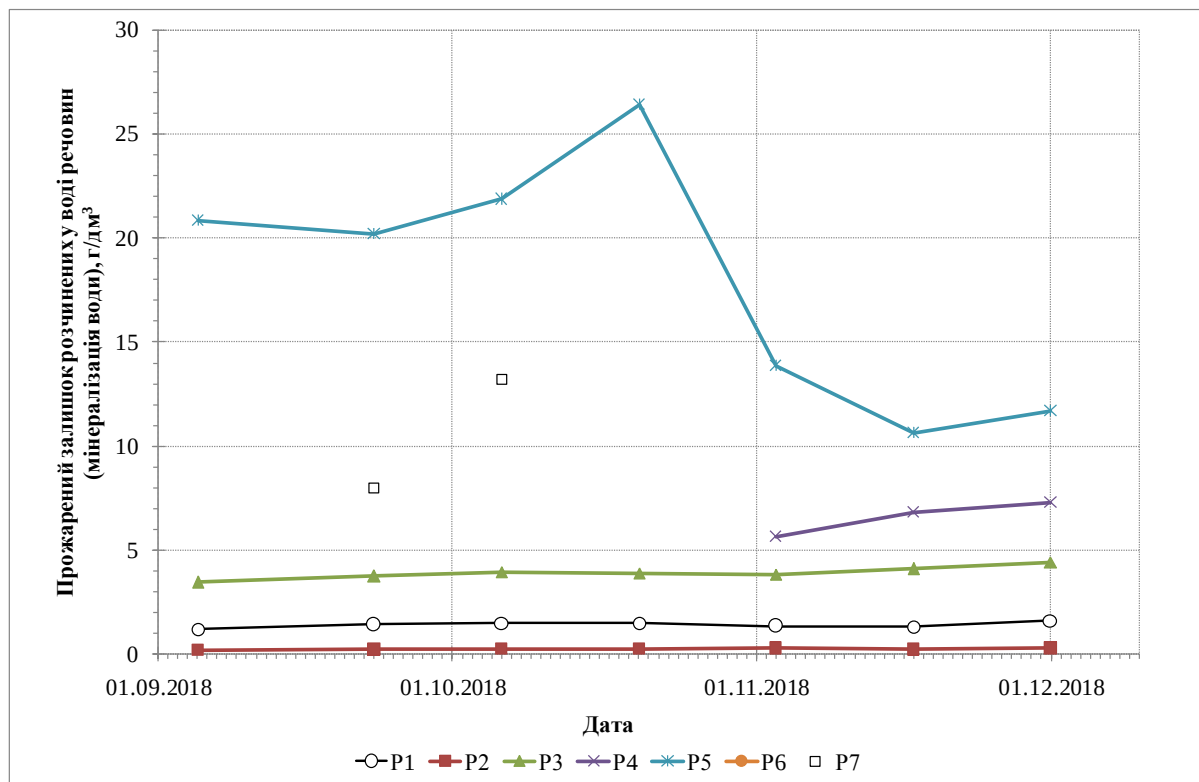


Рисунок 2.25 – Мінливість вимірних значень мінералізації води (за прожареним залишком) на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків Куяльницького лиману за період з вересня по грудень 2018 р.

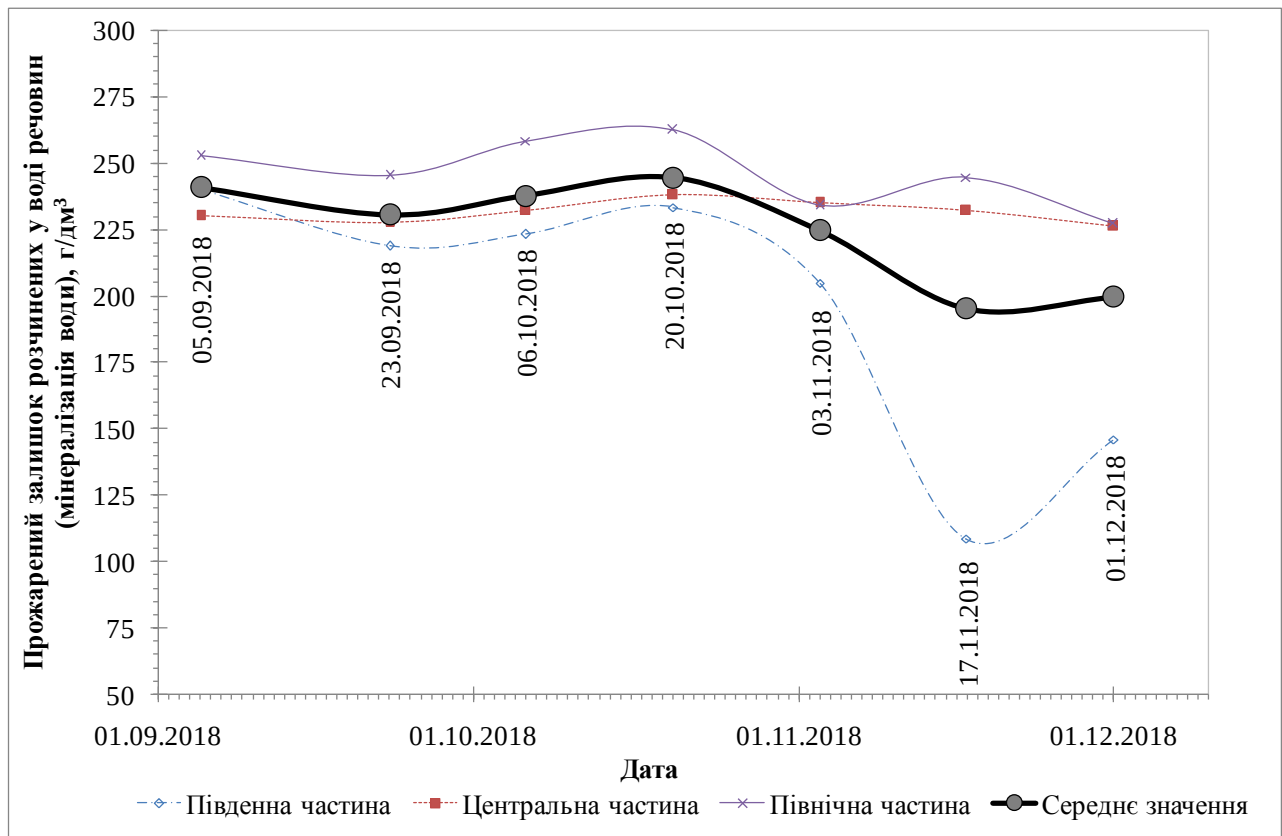


Рисунок 2.26 – Розподіл вимірених значень мінералізації води (за прожареним залишком) по довжині Куяльницького лиману за період з вересня по грудень 2018 р.

2.6 Зв'язок витрат води в трубопроводі «море-лиман» з рівнями води в Одеській затоці Чорного моря

За результатами синхронних вимірювань витрат води на виході з трубопроводу «море-лиман» та рівнів води на прибережному посту в створі трубопроводу в Одеській затоці (Додаток Б, табл. Б.7 та [19, 20]) визначено, що при підвищенні позначок рівня води в морі дещо збільшуються величини витрат води в трубопроводі (рис. 2.27).

Встановлено, що при підвищенні рівнів води в Одеській затоці (ζ) на 0,30 м (з позначки мінус 0,40 м БС до мінус 0,10 м БС) витрата води в трубопроводі (Q) збільшується на 0,15 м³/с, а об'єм добового припливу морських вод – на 12960 м³ (або майже на 2 млн. м³ – за грудень-квітень).

З урахування цього, пропонується при розрахунках об'ємів припливу морських вод до Куяльницького лиману крізь трубопровід «море-лиман» застосовувати рівняння, яке показано на рис. 2.27: $Q = 1,25 + 0,5 \cdot \zeta$.

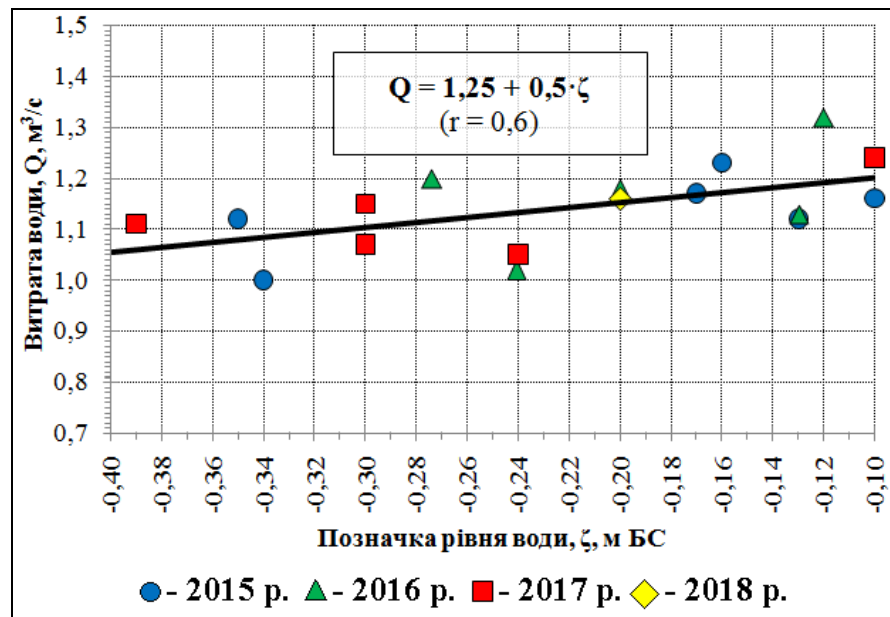


Рисунок 2.27 – Зв'язок між витратами морської води на виході з трубопроводу (пост Т2) та рівнями води в Одеській затоці (пост М1) за даними вимірювань за період з 2015 по 2018 рр. (дані ОДЕКУ)

2.7 Зв'язок між питомою електропровідністю, густиною та мінералізацією води (за прожареним залишком розчинених у воді речовин)

За результатами гідрологічних вимірювань в Одеській затоці, лимані та водотоках, що впадають до лиману, визначені зв'язки між значеннями питомої електропровідності, густини та мінералізації води (за прожареним залишком розчинених у воді речовин), які показані на рис. 2.28 (для Одеської затоки), рис. 2.29 (для Куяльницького лиману), рис. 2.30 (для річок, балок і скидних лотків лиману). Крім того, у табл. 2.1 представлені емпіричні рівняння зв'язків між значеннями питомої електропровідності та мінералізації води (за прожареним залишком) окремо для кожної річки, балки та скидного лотка.

Для отримання зв'язків використані результати вимірювань за період з 2016 по 2018 рр.

Дані зв'язки апроксимовані лінійними рівняннями та мають високі коефіцієнти кореляції (r) вище 0,9, тому можуть бути використані для експрес-визначення (не більш ніж за 5 хв.) мінералізації води цих водних об'єктів у майбутньому.

Отримані рівняння лінійної регресії, мають бути уточнені в процесі подальшого дослідження Куяльницького лиману за рахунок подовження рядів з результати вимірювань питомої електропровідності, густини та мінералізації води (за прожареним залишком розчинених у воді речовин).

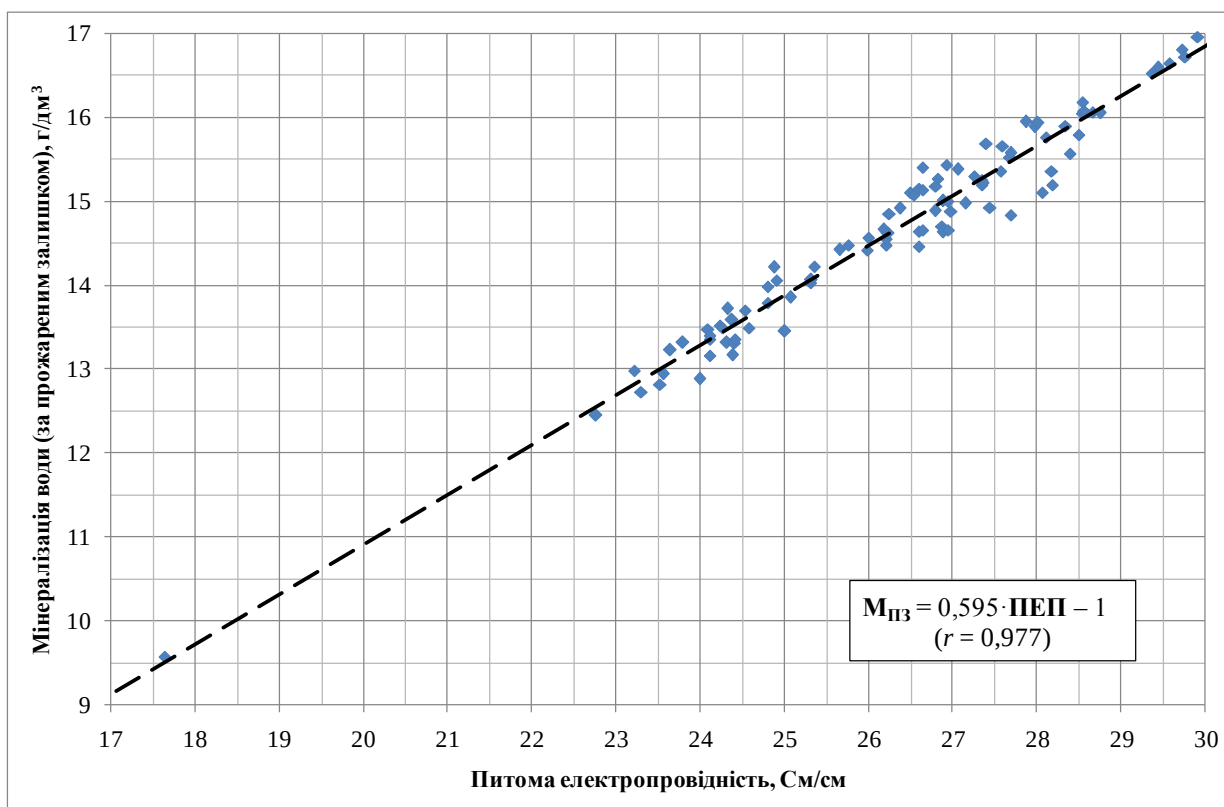


Рисунок 2.28 – Зв’язок між питомою електропровідністю та мінералізацією води (за прожареним залишком) в Одеській затоці за даними вимірювань у 2016-2018 рр.

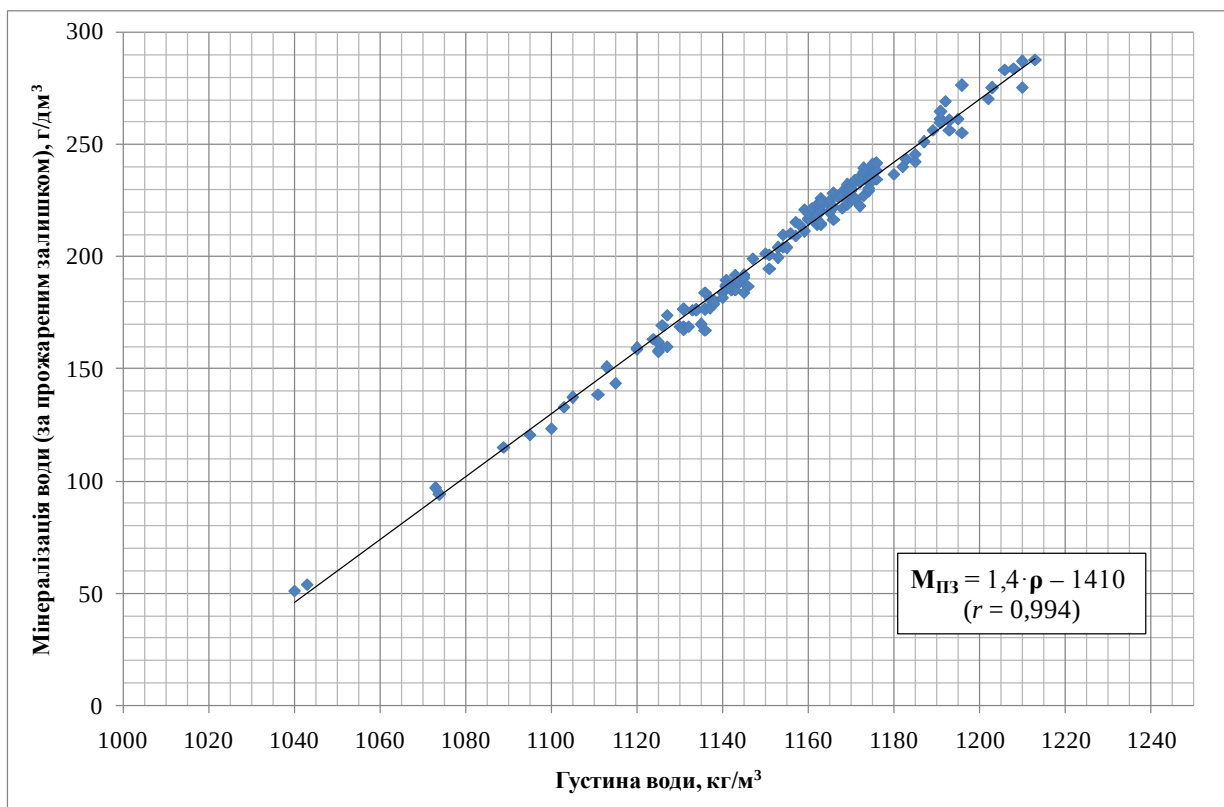


Рисунок 2.29 – Зв’язок між густиною та мінералізацією води (за прожареним залишком) в Куюльницькому лимані за даними вимірювань у 2016-2018 рр.

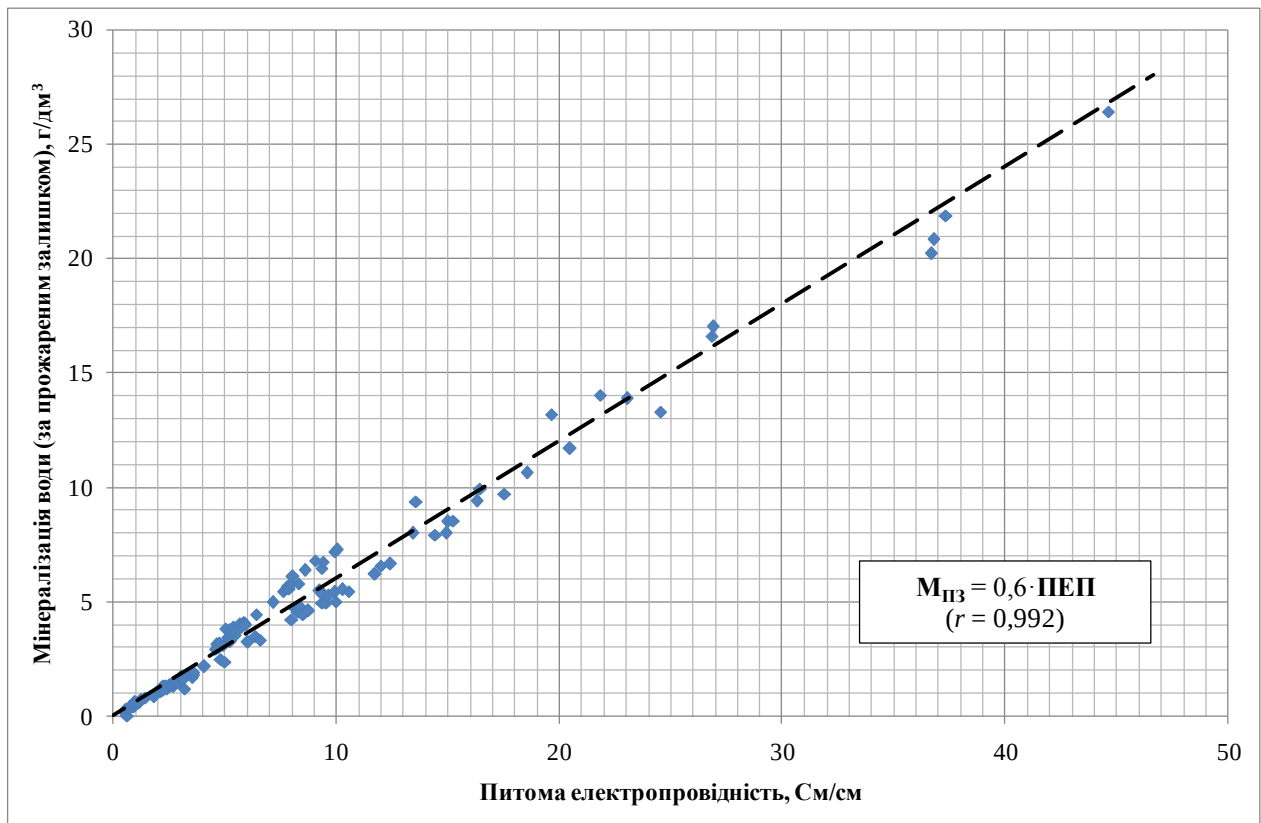


Рисунок 2.30 – Зв’язок між питомою електропровідністю та мінералізацією води (за прожареним залишком) в річках, балках і скидних лотках лиману за даними вимірювань у 2016-2018 рр.

Таблиця 2.1 – Емпіричні рівняння зв’язків між значеннями питомої електропровідності та мінералізації води (за прожареним залишком розчинених у воді речовин) в річках, балках і скидних лотках Куяльницького лиману, отримані за даними вимірювань у 2016-2018 рр.

Річка, балка, скидний лоток	Рівняння зв’язку	Коефіцієнт кореляції, r
скидний лоток з пересипу	$M_{ПЗ} = 0,526 \cdot \text{ПЕП}$	0,958
скидний лоток з ВНС № 5	$M_{ПЗ} = 0,600 \cdot \text{ПЕП} - 0,085$	0,990
балка Корсунцівська	$M_{ПЗ} = 0,826 \cdot \text{ПЕП} - 0,822$	0,947
балка Гільдендорфська	$M_{ПЗ} = 0,744 \cdot \text{ПЕП} - 0,212$	0,971
річка Кубанка	$M_{ПЗ} = 0,586 \cdot \text{ПЕП} - 0,335$	0,999
річка Довбока	$M_{ПЗ} = 0,544 \cdot \text{ПЕП} - 0,131$	1,000
річка Великий Куяльник	$M_{ПЗ} = 0,693 \cdot \text{ПЕП} - 1,550$	0,995

2.8 Результати вимірювань витрат води та завислих наносів на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків лиману

При виконанні гідрологічних обстежень водотоків, що впадають в лиман, обов'язково вимірювалися витрати води та завислих наносів (речовин). Ці дані необхідні для визначення об'ємів припливу до лиману прісних вод з його водозбірного басейну. Результати вимірювань витрат води та наносів в гирлових ділянках річок, балок та скидних лотків за період з вересня по грудень 2018 р. показані в Додатку Б (табл. Б.1-Б.7) та на рис. 2.31 та 2.32.

З рис. 2.31 видно, що найбільші витрати води виміряні 17.11.2018 р. ($0,080 \text{ м}^3/\text{с}$ – в б. Корсунцівська, $0,075 \text{ м}^3/\text{с}$ – в скидному лотку з ВНС № 5, та $0,060 \text{ м}^3/\text{с}$ – в б. Гільдендорфська) і 05.09.2018 р. – $0,051 \text{ м}^3/\text{с}$ (в скидному лотку з пересипу). Встановлено, що у вересні-грудні 2018 р. приплив води відбувався лише в південну частину лиману, а стік річок у середню та північну частини лиману під час обстежень дорівнював нулю.

З рис. 2.32 видно, що стік завислих наносів був не значний і становив у вересні-грудні 2018 р. з усіх водотоків не більше 2 г/с . Лише після дощів витрати наносів збільшувались до $0,3\text{-}1,3 \text{ г/с}$ – в скидному лотку з пересипу, та $0,1\text{-}0,9 \text{ г/с}$ – на інших водотоках, що пояснюється змивом наносів з водозбору.

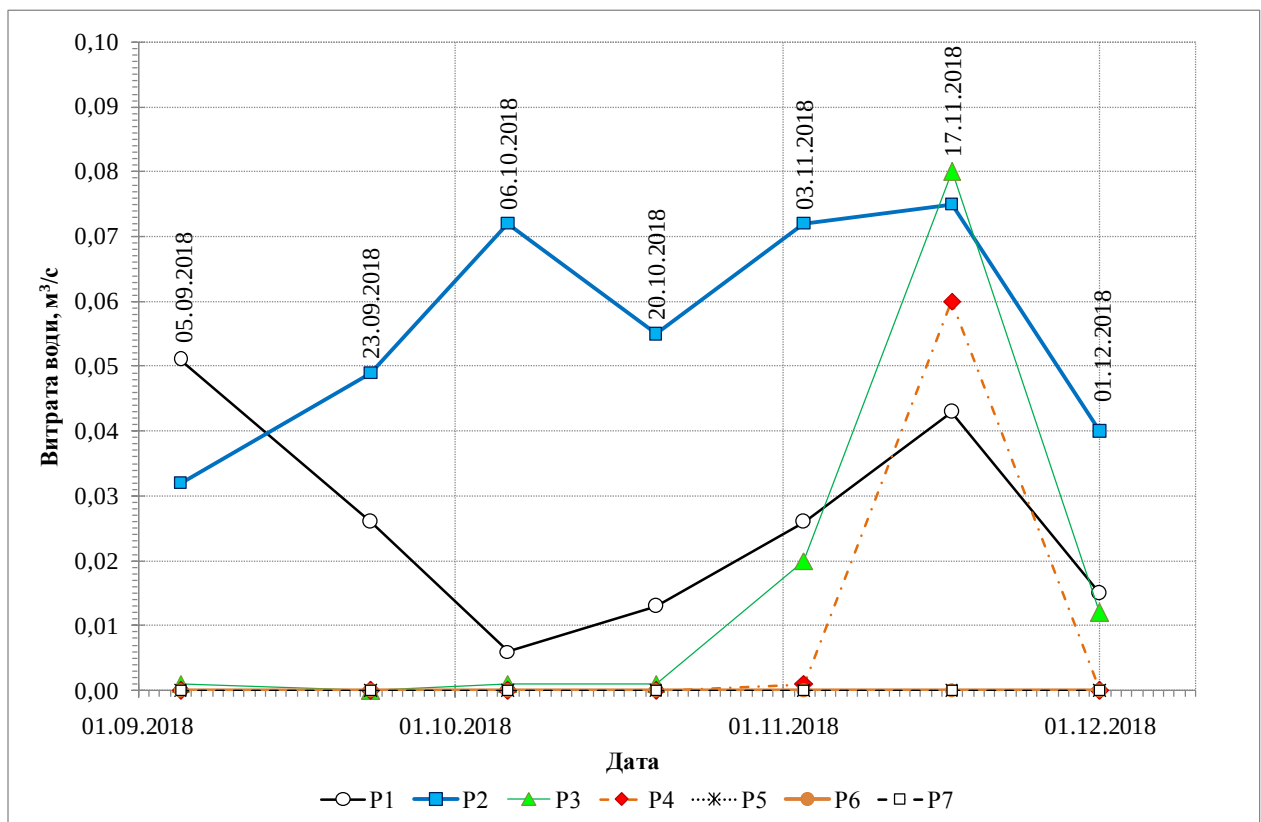


Рисунок 2.31 – Мінливість виміряних значень витрат води на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків Куяльницького лиману за період з вересня по грудень 2018 р. (дані ОДЕКУ)

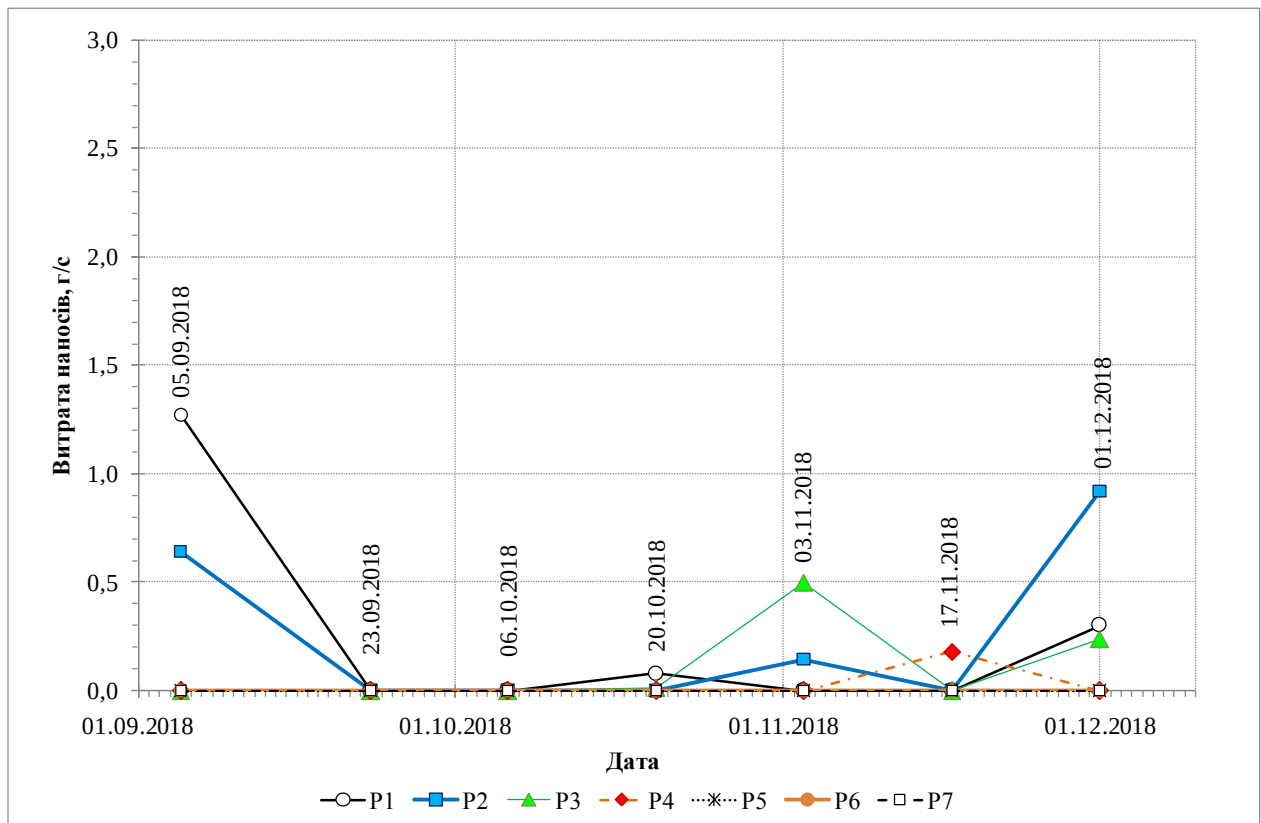


Рисунок 2.32 – Мінливість вимірних значень витрат завислих наносів на постах в гирлових ділянках річок, балок і скидних лотків Куяльницького лиману за період з вересня по грудень 2018 р. (дані ОДЕКУ)

2.9 Характеристика основних результатів обстеження за 2018 рік та їх порівняльний аналіз з даними попередніх 2016-2017 років

За результатами вимірювань об'ємів припливу морських вод установлено, що 1 грудня 2018 р. витрата води на виході з трубопроводу «море-лиман» дорівнювала $1,16 \text{ м}^3/\text{с}$. Подачу води з Одеської затоки в Куяльницький лиман розпочато 20 листопада 2018 р. Отже, до кінця 2018 р. лиман додатково поповнився морською водою майже на $4,11 \text{ млн. м}^3$.

Морська вода, яка надходила в лиман з моря у листопаді-грудні 2018 р., на виході з трубопроводу була коричнювато-жовтого кольору, без запаху, з температурою $4,0^\circ\text{C}$ та густиною 1010 кг/м^3 , з прозорістю (за стандартним шрифтом) $28,0 \text{ см}$ та майже без завислих речовин (значення мутності води – $0,023 \text{ г/дм}^3$), належала до слабколужних вод (середнє значення рН води становило $8,21$), за ступенем мінералізації була солонa (середня мінералізація води дорівнювала $15,09 \text{ г/дм}^3$).

Води, які надходили в південно-східну частину лиману зі стоком балки Корсунцівська та скидних лотків, були в середньому коричнювато-жовтого кольору, з мінералізацією $0,18-4,42 \text{ г/дм}^3$, дуже прозорі (середня прозорість за стандартним шрифтом дорівнює 43 см), майже без вмісту завислих речовин (середня мутність води становить $0,010 \text{ г/дм}^3$) та належали до слабколужних вод ($\text{pH} = 7,72-8,37$), з середньою густиною 1000 кг/м^3 .

Під час проведення гідрологічних обстежень установлено, що приплив води з річок і балок у центральну та північну частину Куяльницького лиману дорівнює нулю. Крім того, сміття, наявності нафтових або маслянистих плівок на поверхні води не виявлено. Однак на окремих ділянках прибережної захисної смуги лиману існують стихійні несанкціоновані звалища побутового сміття (у тому числі предмети з поліетилену, залишки скляних виробів, ламп денного освітлення, телевізорів тощо). Такі звалища утворилися між об'їзною дорогою та ділянкою добичі лікувальних грязей (район старого солепромислу), на схилах долини б. Гільдендорфська (с. Красносілка. Це сміття під час весняного сніготанення та в періоди дощових злив буде частково чи повністю змите водою до акваторії лиману, що призведе до погіршення його стану.

В ході обстеження стану Куяльницького лиману визначено, що вода в акваторії лиману була переважно жовтувато-коричневого кольору, без запаху (при 20°C) та переважно з рибним запахом інтенсивністю 1-3 бали (при 60°C), належала до слабколужних вод (значення pH води становило $7,26-7,93$). Вміст завислих речовин в середньому становить $0,22 \text{ г/дм}^3$, змінюючись від $0,013$ до $3,0 \text{ г/дм}^3$, які визначені в південній частині лиману (пост Л1), відповідно 20.10.2018 р. та 23.09.2018 р. Прозорість води в лимані змінювалася впродовж всього періоду обстежень з більш ніж 50 см до 2 см (виміряна 23.09.2018 р. у пробі води з найбільшою мутністю). Густина води дорівнювала $1074-1215 \text{ г/дм}^3$. Її значення пов'язано вмістом розчинених речовин, який за прожареним залишком (мінералізація води) може досягати 284 г/дм^3 , а за сухим залишком – 458 г/дм^3 .

Мінералізації води лиману за вересень-грудень 2018 р. змінювалася від $108,7 \text{ г/дм}^3$ – в південній частині (17.11.2018 р.), до $262,4 \text{ г/дм}^3$ – в північній частині (20.10.2018 р.). Середня мінералізація води в лимані за досліджений період становила $224,8 \text{ г/дм}^3$. За ступенем мінералізації вода в лимані належала до слабких і міцних розсолів. Слід зазначити, що середня мінералізація води в Куяльницькому лимані у вересні-грудні 2018 р. майже дорівнювала значенням вимірним у вересні-грудні у 2017 та 2016 рр., але була до 30 г/дм^3 меншою ніж у 2015 р.

У період з 1 вересня по 1 грудня 2018 р. рівень води лиману в середньому дорівнював позначці мінус 6,35 м БС. Короточасні зміни позначки рівня води

за цей період відбувалися в межах $\pm 0,07-0,08$ м переважно під впливом вітру. Порівнюючи позначки рівнів води в лимані у за досліджений період у 2018 р. з аналогічними періодами минулих років слід зазначити, що вони в середньому на 0,05 м вищі за рівні у 2017 р., на 0,09 м вищі за рівні у 2016 р. та на 0,22 м вищі за рівні 2015 р. При порівнянні із даними 2014 р. зростання рівнів становить 0,30 м. В цілому виміряні у 2018 р. рівні є найвищими серед рівнів води за період з 2009 по 2017 рр.

Аналіз основних результатів гідрологічних обстежень Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у вересні-грудні 2018 р. та їх порівняння з даними вимірювань у відповідні місяці минулих років (з 2009 по 2017 рр.) показав, що водно-сольовий режим лиману покращився (рівень наповнення лиману зріс, середня мінералізація води – не перевищувала верхню допустиму межу 250 г/дм^3). Таким чином, можна рекомендувати подальше поповнення лиману морською водою поки середньодобова температура води в Одеській затоці буде нижча 8°C .

3 ОЦІНКА ДОДАТКОВИХ ВТРАТ ВОДИ НА ВИПАРОВУВАННЯ З ВОДНОЇ ПОВЕРХНІ ЛИМАНУ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ЗАХОДІВ ЩОДО ЗАПОБІГАННЯ ЇХ НЕГАТИВНИМ НАСЛІДКАМ

Розпочате наприкінці 2014 р. поповнення Куяльницького лиману морською водою з Одеської затоки за допомогою спеціально прокладеного трубопроводу дозволило не тільки запобігти повному висиханню лиману, але й сприяло формуванню міжрічної тенденції поступового підвищення рівня води у лимані в останні роки (рис. 3.1). Середньорічна відмітка рівня води збільшилась з -6,38 м БС у 2015 р. до -6,17 м БС у 2018 р. Зрозуміло, що це призвело до збільшення площі водного дзеркала лиману (рис. 3.2) та, відповідно, до збільшення втрат води на випаровування.

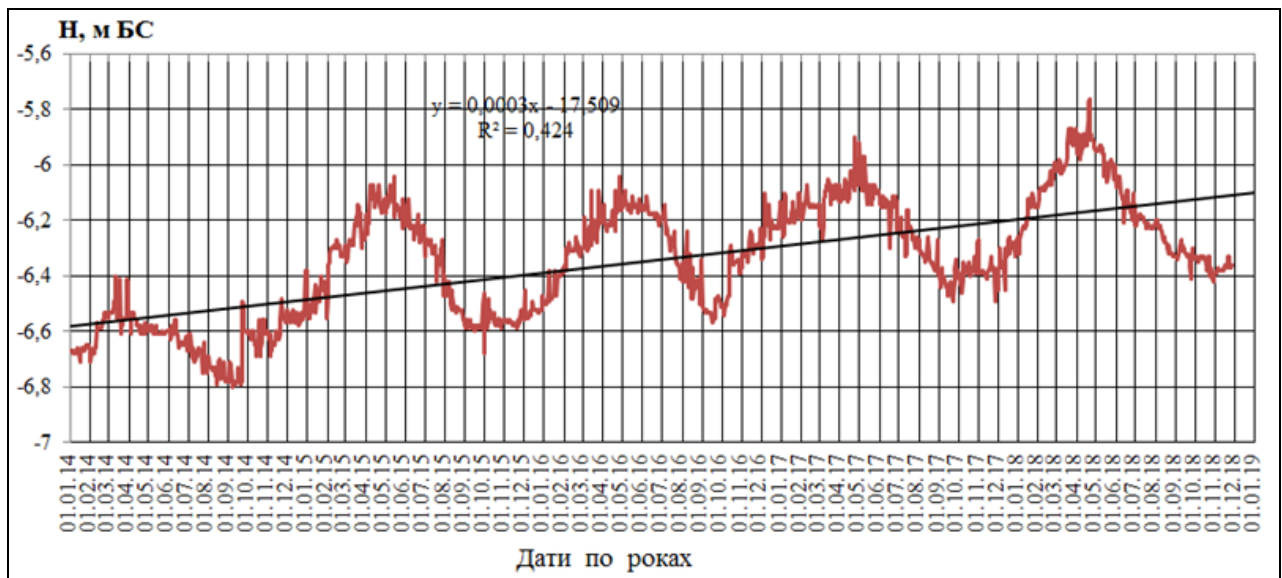


Рисунок 3.1 – Мінливість відміток рівня води у Куяльницькому лимані, в м БС, за даними спостережень на водпосту «Одеса-Куяльник» протягом 2014-2018 рр.

Для оцінки зміни обсягів втрат води на випаровування з водної поверхні Куяльницького лиману, внаслідок підвищення відміток рівня води в ньому, використовувались щомісячні шари випаровування, розраховані за гідродинамічною моделлю Delft3D FLOW [51, 65], яка включає до себе блок розрахунку інтенсивності випаровування з водної поверхні, який, зокрема, враховує вплив на інтенсивність випаровування швидкості вітру.

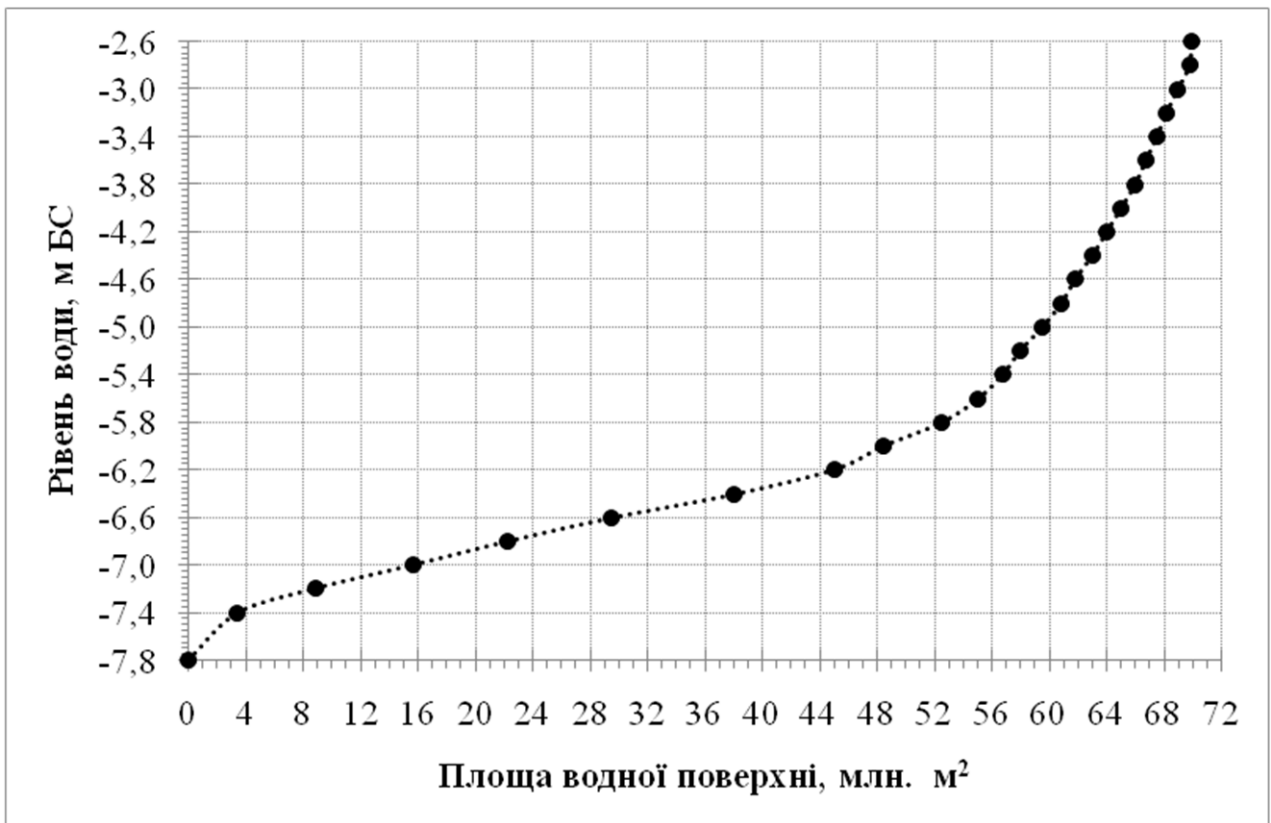


Рисунок 3.2 – Крива залежності площі водної поверхні лиману, млн. м², від відміток рівня води у Куяльницькому лимані, в м БС

3.1 Опис гідротермодинамічної моделі Delft3D-FLOW та результатів її застосування

Модель Delft3D-FLOW базується на чисельному рішенні рівняння Нав'є-Стокса для нестисливої рідини на мілкій воді у наближенні Бусінеска. Система диференціальних прогностичних рівнянь моделі складається з рівнянь руху у горизонтальній площині, рівняння нерозривності, рівнянь переносу тепла і солей, а також з двопараметричної $k-\epsilon$ -моделі турбулентності [54], яка замикає ці рівняння.

Тривимірні рівняння руху, представлені для зручності читання у прямолінійній системі координат по горизонталі та σ -системі координат по вертикалі, мають наступний вигляд:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\omega}{d + \zeta} \frac{\partial u}{\partial \sigma} - fv = -\frac{1}{\rho} P_u + F_u + \frac{1}{(d + \zeta)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\nu_v \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right), \quad (3.1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\omega}{d + \zeta} \frac{\partial v}{\partial \sigma} + fu = -\frac{1}{\rho} P_v + F_v + \frac{1}{(d + \zeta)^2} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left(\nu_v \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right), \quad (3.2)$$

$$\frac{\partial \omega}{\partial \sigma} = -\frac{\partial \zeta}{\partial t} - \frac{\partial[(d + \zeta)u]}{\partial x} - \frac{\partial[(d + \zeta)v]}{\partial y} + H(q_{in} - q_{out}) + P - E, \quad (3.3)$$

де $u(x, y, \sigma, t)$, $v(x, y, \sigma, t)$ та $\omega(x, y, \sigma, t)$ – компоненти векторів швидкості течії у горизонтальному (x, y) та вертикальному (σ) напрямках відповідно, м/с; $\zeta(x, y)$ – рівень води вище відлікової площини, м; $d(x, y)$ – глибина води нижче відлікової площини, м; $H(x, y) = d(x, y) + \zeta(x, y)$ – повна локальна глибина, м; t – час; $f = 2\Omega \sin \varphi$ – параметр Коріоліса; ρ – густина води, кг/м³; P_u та P_v – члени, що описують горизонтальний тиск; F_u та F_v – члени, що описують горизонтальну в'язкість рідини; q_{in} та q_{out} – члени, що описують локальні джерела та стоки води на одиницю об'єму (1/с) відповідно; P – член для нелокального джерела води від атмосферних опадів; E – член для нелокального стоку води через випаровування; ν_v – коефіцієнт вертикальної турбулентної в'язкості.

Сили F_u та F_v у рівняннях руху (3.1-3.2) представляють горизонтальні напруги Рейнольдса у спрощеній, відповідно до [56], формі:

$$F_u = \nu_H \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right), \quad (3.4)$$

$$F_v = \nu_H \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right), \quad (3.5)$$

де ν_H – коефіцієнт горизонтальної турбулентної в'язкості.

Коефіцієнти горизонтальної та вертикальної турбулентної в'язкості визначаються наступним чином:

$$\nu_H = \nu_{3D} + \nu_H^{back}, \quad (3.6)$$

$$\nu_V = \nu_{mol} + \max(\nu_{3D}, \nu_V^{back}), \quad (3.7)$$

де ν_{3D} – в'язкість, що розраховується в k - ϵ моделі турбулентності; ν_H^{back} , ν_V^{back} – порогові значення коефіцієнтів горизонтальної та вертикальної турбулентної в'язкості відповідно; ν_{mol} – коефіцієнт молекулярної в'язкості.

Для рівняння швидкості вертикального руху приймається гідростатичне наближення. Вертикальна швидкість течії ω у σ -системі координат розраховується через рівняння нерозривності інтегруванням по вертикалі від дна до рівня σ ($-1 \leq \sigma \leq 0$):

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial[(d + \zeta)U]}{\partial x} + \frac{\partial[(d + \zeta)V]}{\partial y} = Q. \quad (3.8)$$

де Q – вклад на одиницю площі внаслідок надходження або вилучення води, опадів та випаровування:

$$Q = H \int_{-1}^0 (q_{in} - q_{out}) d\sigma + P - E. \quad (3.9)$$

Рівняння стану морської води визначається за формулою ЮНЕСКО [57].

Граничні умови для рівнянь руху на верхній вільній поверхні моделі ($\sigma = 0$) мають наступний вигляд:

$$\left. \frac{\nu_H}{H} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right|_{\sigma=0} = \frac{1}{\rho_0} |\vec{\tau}_s| \cos(\theta); \quad \left. \frac{\nu_H}{H} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right|_{\sigma=0} = \frac{1}{\rho_0} |\vec{\tau}_s| \sin(\theta), \quad (3.10)$$

де θ – кут між вектором вітрової напруги тертя $\vec{\tau}_s$ та напрямом локальної системи координат.

Вітрова напруга тертя на вільній поверхні моделі $\vec{\tau}_s = (\tau_{sx}, \tau_{sy})$, визначається як:

$$|\vec{\tau}_s| = \rho_a c_d U_{10}^2, \quad (3.11)$$

де: ρ_a – густина повітря; $U_{10} = (U_x, U_y)$ – швидкість вітру на висоті 10 м; c_d – коефіцієнт поверхневого вітрового тертя, який задається у відповідності з наступним відношенням:

$$c_d(U_{10}) = \begin{cases} c_d^A, & U_{10} < U_{10}^A \\ c_d^A + \frac{c_d^B - c_d^A}{U_{10}^B - U_{10}^A} (U_{10} - U_{10}^A), & U_{10}^A \leq U_{10} \leq U_{10}^B \\ c_d^B, & U_{10} \geq U_{10}^B \end{cases} \quad (3.12)$$

де c_d^A , c_d^B – значення коефіцієнту вітрового тертя при швидкостях вітру U_{10}^A та U_{10}^B відповідно.

Граничні умови для рівнянь руху на дні ($\sigma = -1$) мають вигляд:

$$\left. \frac{\nu_V}{H} \frac{\partial u}{\partial \sigma} \right|_{\sigma=-1} = \frac{\tau_{bx}}{\rho}; \quad \left. \frac{\nu_V}{H} \frac{\partial v}{\partial \sigma} \right|_{\sigma=-1} = \frac{\tau_{by}}{\rho}. \quad (3.13)$$

Придонна напруга тертя на дні визначається через швидкість придонної течії. Передбачається, що вектор придонної напруги тертя $\vec{\tau}_b = (\tau_{bx}, \tau_{by})$ співпадає по напрямку з вектором швидкості придонної течії $\vec{u}_b = (u_b, v_b)$, а його величина визначається квадратичним законом:

$$\bar{\tau}_b = \frac{g \rho_0 \bar{u}_b |\bar{u}_b|}{c_{3D}^2}, \quad (3.14)$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння; ρ_0 – початкова густина води; c_{3D} – коефіцієнт донного тертя:

$$c_{2D} = \frac{\sqrt[6]{H}}{n}, \quad (3.15)$$

де: n – коефіцієнт Маннінга, $\text{м}^{-1/3} \text{ с}$.

Рівняння транспорту речовин, сформульоване у консервативній формі у прямолінійній системі координат по горизонталі та σ -системі координат по вертикалі, має наступний вигляд:

$$\begin{aligned} & \frac{\partial[(d+\zeta)C]}{\partial t} + \frac{\partial[(d+\zeta)uC]}{\partial x} + \frac{\partial[(d+\zeta)vC]}{\partial y} + \frac{\partial(\omega C)}{\partial \sigma} = \\ & = \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(D_h (d+\zeta) \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_h (d+\zeta) \frac{\partial C}{\partial y} \right) \right] + \\ & + \frac{1}{d+\zeta} \frac{\partial}{\partial \sigma} \left[D_v \frac{\partial C}{\partial \sigma} \right] + -\lambda_d (d+\zeta) C + S, \end{aligned} \quad (3.16)$$

де C – масова концентрація, кг/м^3 ; D_h – коефіцієнт горизонтальної дифузії; D_v – коефіцієнт вертикальної дифузії; λ_d – процес розпаду першого порядку; S – член для джерел та стоків на одиницю площі внаслідок надходження або вилучення води та теплообміну з атмосферою на вільній поверхні Q_{tot} :

$$S = (d+\zeta)(q_{in}C_{in} - q_{out}C_{out}) + Q_{tot}. \quad (3.17)$$

Коефіцієнти горизонтальної та вертикальної дифузії визначаються наступним чином:

$$D_h = D_{3D} + D_h^{back}, \quad (3.18)$$

$$D_h = \frac{V_{mol}}{\sigma_{mol}} + \max(D_{3D}, D_v^{back}), \quad (3.19)$$

$$D_{3D} = \max \left(D_{3D}, 0,2 L_{oz}^2 \sqrt{-\frac{g}{\rho} \frac{\delta \rho}{\delta \sigma}} \right), \quad (3.20)$$

де D_{3D} – дифузія, яка розраховується в k - ε моделі турбулентності; D_h^{back} , D_v^{back} – порогові значення коефіцієнтів горизонтальної та вертикальної дифузії; L_{oz} – масштаб довжини Озмідова; σ_{mol} – число Прандтля-Шмідта для молекулярного перемішування.

Порогові значення коефіцієнтів горизонтальної турбулентної в'язкості та дифузії визначаються за допомогою «закону чотирьох третин», встановленого Річардсоном (1926), з урахуванням горизонтального шагу розрахункової сітки:

$$\nu_H^{back}, D_H^{back} = \gamma \Delta^{4/3}, \quad (3.21)$$

де Δ – горизонтальний шаг розрахункової сітки; $\gamma = 0,03$ – безрозмірний емпіричний коефіцієнт [58].

Для розрахунку теплообміну з атмосферою на верхній поверхні моделі Q_{tot} та випаровування з водної поверхні E у моделі використовується ряд напівемпіричних формул [59, 60].

Випаровування з водної поверхні E розраховується в моделі як сума випаровування під дією вимушеної конвекції E_{FORCED} та випаровування при вільній конвекції E_{FREE} [53].

Випаровування під дією вимушеної конвекції визначається наступним чином:

$$E_{FORCED} = \rho_a f(U_{10}) \{q_s(T_s) - q_a(T_a)\}, \quad (3.22)$$

де ρ_a – густина повітря; q_s – питома вологість насиченого водяного пару; q_a – питома вологість повітря на висоті 10 м.

$$q_s(T_s) = \frac{0,62 e_s}{P_{atm} - 0,38 e_s}, \quad (3.23)$$

$$q_a(T_a) = \frac{0,62 e_a}{P_{atm} - 0,38 e_a}, \quad (3.24)$$

де P_{atm} – атмосферний тиск; e_s – пружність насиченого водяного пару; e_a – дійсна пружність пару, які розраховуються відповідно до наступних відношень:

$$e_s = 10^{\frac{0,7859 + 0,03477 T_s}{1 + 0,00412 T_s}}, \quad (3.25)$$

$$e_a = r_{hum} 10^{\frac{0,7859 + 0,03477 T_a}{1 + 0,00412 T_a}}, \quad (3.26)$$

де r_{hum} – відносна вологість повітря; T_s – температура води у поверхневому шарі; T_a – температура повітря.

Функція швидкості повітря на висоті 10 м $f(U_{10})$ у формулі (3.22) визначається як:

$$f(U_{10}) = c_e U_{10}, \quad (3.27)$$

де c_e – число Дальтона (калібрувальний коефіцієнт); U_{10} – швидкість вітру на висоті 10 м, м/с.

Випаровування при вільній конвекції розраховується наступним чином:

$$E_{FREE} = k_S \bar{\rho}_a \{q_s(T_s) - q_a(T_a)\}, \quad (3.28)$$

де $\bar{\rho}_a$ – середня густина повітря; k_S – коефіцієнт теплопередачі, який розраховується за наступною залежністю:

$$k_S = \begin{cases} 0, & \rho_{a10} - \rho_{a0} \leq 0 \\ c_{fr.conv} \left\{ \frac{g \alpha^2}{\nu_{air} \bar{\rho}_a} (\rho_{a10} - \rho_{a0}) \right\}^{1/3}, & \rho_{a10} - \rho_{a0} > 0 \end{cases} \quad (3.29)$$

де $c_{fr.conv}$ – коефіцієнт вільної конвекції, який калібрується; ρ_{a0} – густина насиченої водяної пари (біля водної поверхні), кг/м³; ρ_{a10} – густина повітря на висоті 10 м, кг/м³; ν_{air} – в'язкість повітря, яка береться рівною константі $16,0 \times 10^{-6}$ м²/с; α – молекулярна дифузія повітря, яка визначається наступним чином:

$$\alpha = \frac{\nu_{air}}{\sigma}, \quad (3.30)$$

де $\sigma = 0,7$ – число Прандтля (для газів).

Густина насиченої водяної пари ρ_{a0} та густина повітря на висоті 10 м ρ_{a10} у залежності (3.28) розраховуються відповідно як:

$$\rho_{a0} = \frac{\frac{100P_{atm} - 100e_s}{R_{dry}} + \frac{100e_s}{R_{vap}}}{T_s + 273,15}, \quad (3.31)$$

$$\rho_{a10} = \frac{\frac{100P_{atm} - 100e_a}{R_{dry}} + \frac{100e_a}{R_{vap}}}{T_a + 273,15}, \quad (3.32)$$

де $R_{dry} = 287,05$ Дж/(кг К) – газова стала для сухого повітря; $R_{vap} = 461,495$ Дж/(кг К) – газова стала для пари.

Для врахування залежності інтенсивності випаровування з водної поверхні від солоності води лиману, розраховане в моделі випаровування помножувалось на корегувальний коефіцієнт відповідно до емпіричної залежності, наведеної в [61]:

$$E_S = E \times (0,75 + 0,25 e^{-0,065 \cdot S}) \quad (3.33)$$

де S – солоність води у поверхневому шарі, ‰.

Ступінь прозорості води, яка впливає на інтенсивність поглинання короткохвильової радіації у водному стовпі, задається в моделі у вигляді константи або ряду значень, перемінних як у просторі, так і за часом.

Для дискретизації гідродинамічних рівнянь у 3-D просторі використовувалась структурована криволінійна система координат в горизонтальній площині та σ -система координат – по вертикалі. Криволінійна розрахункова сітка, яка була згенерована та пристосована до меж акваторії лиману, складалась з 40×280 розрахункових осередків у горизонтальній площині (рис. 3.3а). Осередки сітки мають змінні розміри по горизонталі, які плавно змінюються в межах 60-210 м вздовж повздовжньої вісі лиману та 40-280 м – у поперечному напрямку. По вертикалі задавались 3 розрахункових рівня рівної товщини, реалізовані у криволінійній σ -системі координат. Глибини в лимані, приведені до позначки рівня води мінус 4,8 м БС (рис. 3.3б), задавались на основі батиметричних даних, знятих з відцифрованої карти Одеської області масштабу 1:25000 та відміток дна лиману, отриманих за результатами батиметричних зйомок 2009 та 2016 рр. [1, 19].

Програмна реалізація чисельних рівнянь моделі дозволила враховувати під час проведення модельних розрахунків осушення-затоплення окремих мілководних ділянок ложа лиману при змінах рівня води у ньому.

Часовий крок рішення рівнянь моделі приймався рівним 30 с. Початкові умови для модельних розрахунків (відмітка рівня води у лимані, температура, солоність води) задавались на основі даних спостережень та приймалися однорідними у просторі.

Результати адаптації моделі до умов Куяльницького лиману та її верифікації наведені в [32, 62-64]. В межах виконання науково-дослідної роботи [51] було виконано моделювання внутрішньорічної мінливості гідрологічних характеристик лиману за метеорологічних умов середнього за водністю типового року сучасного кліматичного періоду ХХІ ст. (1990-2030 рр.). Було отримано оцінки змін внутрішньорічної просторово-часової мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману (відміток рівня, солоності води) у разі відновлення на 80% природного стоку річки Великий Куяльник шляхом скорочення об'єму заповнення штучних водойм на водозборі річки з 12 до 2 млн. м³, та скорочення періоду поповнення лиману морської водою з Одеської затоки до 1-1,5 місяців.

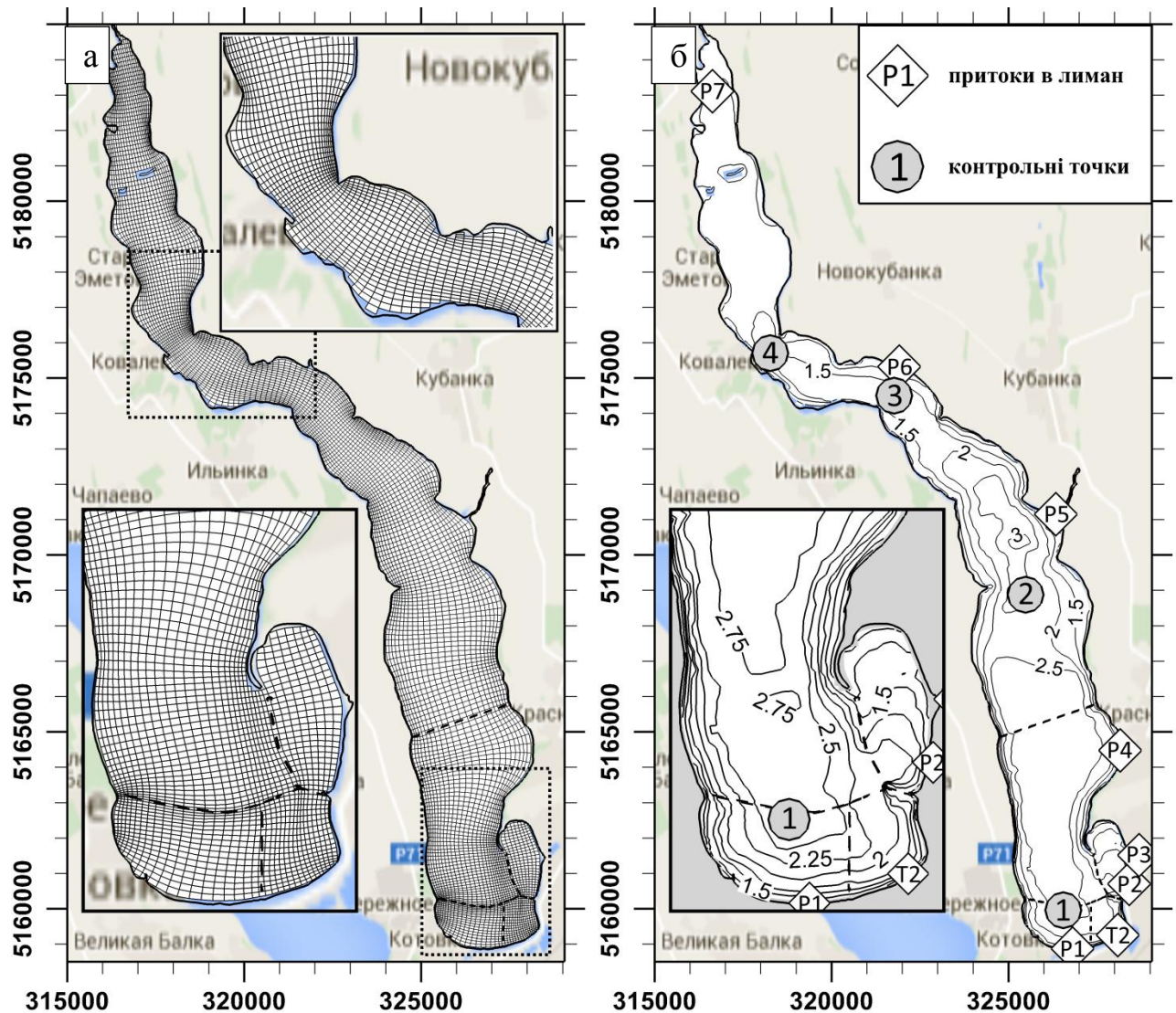


Рисунок 3.3 – Розрахункова сітка (а) та схема розташування на акваторії Куяльницького лиману (б) контрольних точок для аналізу результатів моделювання (позначені 1-4) та притоків в лиман (позначені Т2, Р1-Р7): Т2 – водопропуск «лиман-море»; Р1 – лоток зі ставків пересипу; Р2– лоток з ВНС № 5; Р3 – б. Корсунцівська; Р4 – б. Гільдендорфська; Р5 – р. Кубанка; Р6 – р. Довбока; Р7 – р. В. Куяльник (на осях координат позначені відмітки сітки Універсальної поперечної проекції Меркатора (UTM) з кроком 1000 м, зона 36N; глибини в лимані, приведені до відмітки рівня води мінус 4,8 м БС, показані на рис. 3.3б контурами та цифрами)

3.2 Оцінки змін об'ємів випаровування з водної поверхні лиману при підвищенні рівня води в ньому

Для оцінки змін об'ємів випаровування з водної поверхні Куяльницького лиману внаслідок підвищення рівня води в ньому використовувались середньомісячні відмітки рівня води в лимані за даними вод поста «Одеса-Куяльник» у 2015 та 2018 рр. (рис. 3.1), крива залежності площі водної поверхні лиману відміток рівня води у ньому (рис. 3.2) у табличному виді, а також розраховані за моделлю Delft3D- FLOW щомісячні шари випаровування з водної поверхні лиману (табл. 3.1) за умов 2015 р. [63, 64] та метеорологічних умов середнього за водністю типового року сучасного кліматичного періоду ХХІ ст. (1990-2030 рр.)у разі відновлення на 80% природного стоку річки Великий Куяльник та скороченні періоду поповнення лиману морської водою з Одеської затоки до 1-1,5 місяців [51]. Зауважимо, що шари випаровування з водної поверхні лиману у середній за водністю типовий рік збільшуються внаслідок зменшення солоності вод при надходженні прісної води річки Великий Куяльник.

Таблиця 3.1 – Отримані в результаті моделювання місячні шари випаровування, мм, з поверхні Куяльницького лиману для умов 2015 року та середнього за водністю типового року сучасного кліматичного періоду ХХІ ст.

Місяць	2015 рік	Типовий рік
Січень	22,28	27,00
Лютий	26,57	21,08
Березень	29,48	33,96
Квітень	57,62	111,10
Травень	90,70	123,48
Червень	140,39	207,61
Липень	159,17	241,14
Серпень	186,19	228,62
Вересень	100,68	99,92
Жовтень	46,32	81,66
Листопад	21,30	43,50
Грудень	0,01	16,29
Усього за рік:	880,7242	1235,37

За результатами розрахунків встановлено:

➤ за умови незмінності інтенсивності випаровування, розрахованої за умов 2015 р., тільки за рахунок підвищення рівня води в лимані до значень спостережених у 2018 р., річний об'єм випаровування збільшився на 5,44 млн. м³;

➤ у разі збільшення середньорічного рівня води в лимані на 0,4 м порівняно з 2015 р. (близько до мінус 6,0 м БС) та за умови незмінності інтенсивності випаровування, розрахованої за умов 2015 р., тільки за рахунок підвищення рівня води в лимані річний об'єм випаровування збільшиться на 9,4 млн. м³;

➤ за умови застосування інтенсивності випаровування, розрахованої за умов середнього за водністю типового року сучасного кліматичного періоду ХХІ ст., тільки за рахунок підвищення рівня води в лимані до значень спостережених у 2018 р., річний об'єм випаровування збільшується на 7,36 млн. м³, а у разі збільшення середньорічного рівня води в лимані на 0,4 м порівняно з 2015 р. (близько до мінус 6,0 м БС) – на 13,0 млн. м³;

➤ у разі відновлення на 80% природного стоку річки Великий Куяльник та скороченні періоду поповнення лиману морської водою з Одеської затоки до 1-1,5 місяців, за рахунок сукупної дії підвищення рівня та зменшення солоності води в лимані, річний об'єм випаровування при відмітках рівня води спостережених протягом 2018 р. може збільшитися на 21,8 млн. м³ порівняно з 2015 р., тобто перевищити обсяги надходження до лиману відновленого стоку р. В. Куяльник та морської води.

Наведені оцінки дозволяють зробити висновок, що існує деяке порогове значення відмітки рівня води в Куяльницькому лимані, після якого підвищення рівня в лимані припиниться через великі втрати води на випаровування з його водної поверхні, які урівноважать надходження до нього води з зовнішніх джерел. На думку авторів, це порогове середньорічне значення відмітки рівня води в лимані знаходиться в діапазоні мінус 5,8-6,0 м БС, якому відповідає північна межа водної поверхні лиману в районі с. Ковалівка (див. рис. 3.3б). Точне його визначення потребує додаткових розрахунків із використанням сучасних методів оцінки випаровування з водної поверхні солоних водойм, з урахуванням вітрового режиму.

З врахуванням вище вказаного, а також через те, що інтенсивне випаровування у літньо-осінній період призводить до появи гіпсової корки на окремих мілководних ділянках акваторії Куяльницького лиману, до числа яких належить, насамперед, вся північна частина лиману, в рішенні міжгалузевого наукового семінару від 23.11.2018 р. «Про деякі результати гідрохімічного моніторингу Куяльницького лиману протягом 2016-2018 рр.» була надана рекомендація вжити заходів щодо зменшення ймовірності утворення мілководдя за рахунок, зокрема, обваловування окремих ділянок узбережжя лиману і можливого відгороджування дамбою північної частини лиману з метою її подальшої рекультивації та використання для виробництва лікувальних солей.

Для попередньої оцінки ефективності відгороджування дамбою північної частини лиману та визначення місця розташування цієї дамби були виконані додаткові до наведених в [51] розрахунки із використанням гідротермодинамічної моделі Delft3D- FLOW.

3.3 Моделювання мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману для середнього за водністю типового року сучасного кліматичного періоду

Моделювання внутрішньорічної мінливості гідрологічних характеристик лиману виконувалось за метеорологічних умов середнього за водністю типового року (2025 р.) сучасного кліматичного періоду XXI ст. (1990-2030 рр.) для наступних варіантів надходження до лиману річкового стоку та поповнення його морськими водами.

За основу було обрано Варіант 1б (основний рекомендований [51]): середньомісячні витрати відновленого на 80% стоку р. Великий Куяльник, враховувався стік малих водотоків в лиман протягом року, надходження до лиману морських вод – протягом січня та грудня.

В межах основного рекомендованого варіанту (Варіант 1б-1) були виділені ще два варіанти розрахунків:

- Варіант 1б-2: не обвалований канал глибиною 1,5 м (при відмітці рівня води в лимані мінус 4,8 м БС) в північній частині лиману, який сприяє прискореному транзитному проходженню стоку р. В. Куяльник до центральної частини лиману (рис. 3.4б);
- Варіант 1б-3: канал глибиною 1,5 м при відмітці рівня води в лимані мінус 4,8 м БС, з непроникненими стінками (обвалований) та дамбою в районі с. Стара Еметівка, що відгороджує саму північну мілководну ділянку лиману (рис. 3.5).

Для всіх додаткових варіантів розрахунків на верхній граничній (з атмосферою) межі моделі задавались: часові ряди мінливості швидкості і напрямку вітру, температури та відносної вологості повітря, відсотку загальної хмарності, атмосферних опадів для умов середнього за водністю (2025) року періоду 1990-2030 рр., кліматичного сценарію А1В. Випаровування з водної поверхні лиману розраховувалось у самій моделі.

Часовий крок рішення рівнянь моделі для всіх варіантів розрахунків приймався рівним 30 с. Відмітка рівня води у лимані у початковий момент часу приймалась рівною мінус 6,35 м БС. Початкове значення солоності води у лимані складало 202‰.

Результати моделювання наведені на рис. 3.6-3.16. Їх аналіз дозволяє зробити наступні висновки.

1. Варіант 1б-2 з необвалованими стінками каналу для сприяння прискореному транзитному проходженню стоку р. В. Куяльник до центральної частини лиману є неприйнятним, оскільки канал також буде збирати та прискорено пропускати воду, яка надходить в північну частину лиману з атмосферними опадами та значно осолонюється внаслідок змиву солей, що раніше випали на дно цієї частини лиману в осад.
2. Результати отриманні для варіанту 1б-3 свідчать, що відокремлення каналу від прилеглих до нього ділянок північної частини лиману та спорудження дамби, що відгороджує північну мілководну частину лиману від основного його ложа, може надати значний позитивний ефект щодо зменшення значень солоності вод в лимані, але лише у разі поширення відокремленої площі на всю північну його частину.
3. Зміни площі водної поверхні лиману, визначені при моделюванні мінливості відміток рівня води в ньому протягом року, дозволяють рекомендувати розмістити дамбу впоперек лиману, з водопропускною спорудою для проходження стоку р. В. Куяльник, в районі с. Нова Ковалівка. Однак обґрунтування цього варіанту та визначення його наслідків потребує додаткових розрахунків.

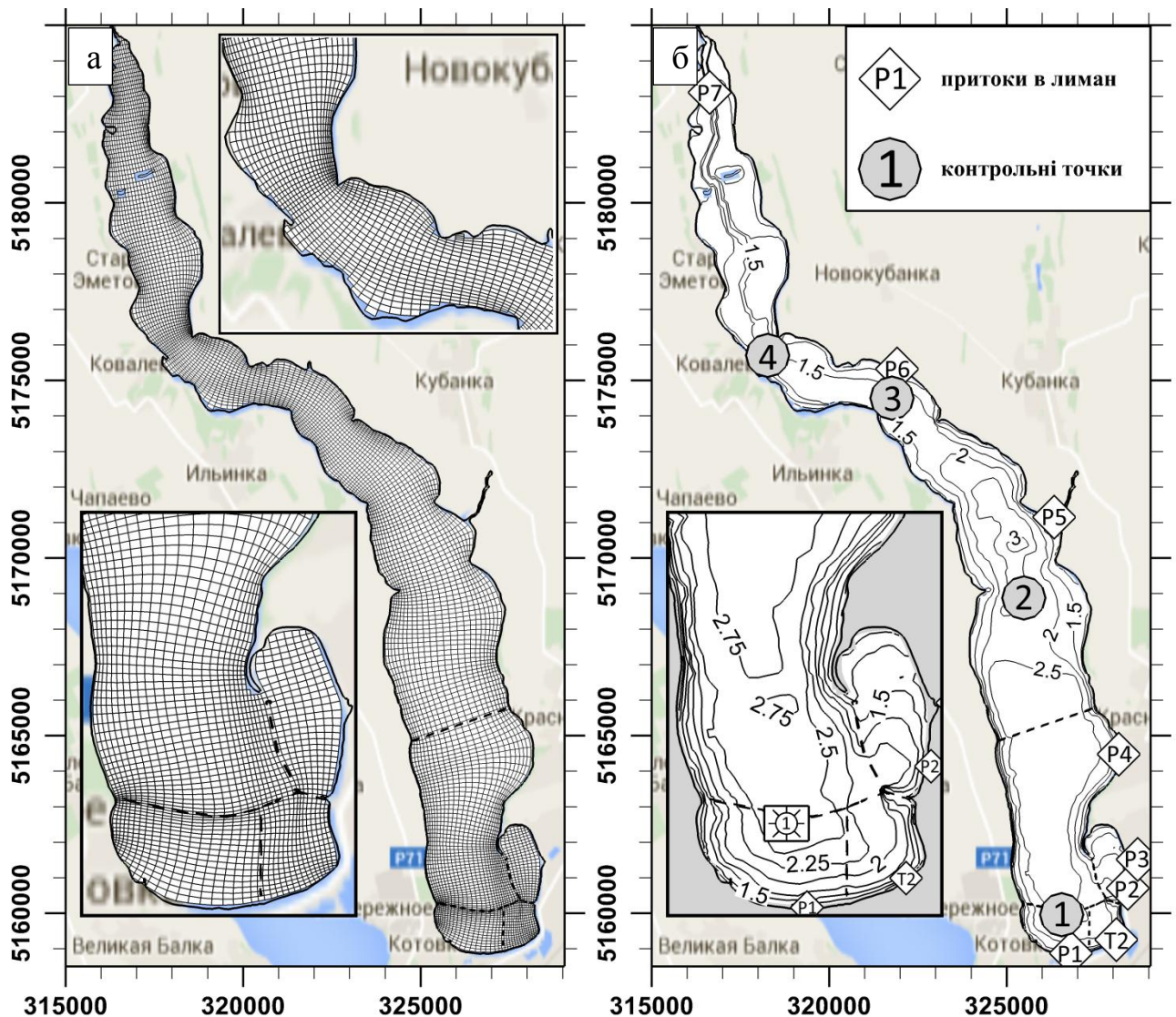


Рисунок 3.4 – Розрахункова сітка (а) та схема розташування на акваторії Куяльницького лиману (б) контрольних точок для аналізу результатів моделювання (позначені 1-4) та приток в лиман (позначені Т2, Р1-Р7): Т2 – водопропуск «лиман-море»; Р1 – лоток зі ставків пересипу; Р2– лоток з ВНС № 5; Р3 – б. Корсунцівська; Р4 – б. Гільдендорфська; Р5–р. Кубанка; Р6 – р. Довбока; Р7 – р. В. Куяльник (на осях координат позначені відмітки сітки Універсальної поперечної проекції Меркатора (UTM) з кроком 1000 м, зона 36N; глибини в лимані, приведені до відмітки рівня води мінус 4,8 м БС, показані на рис. 3.5б контурами та цифрами)

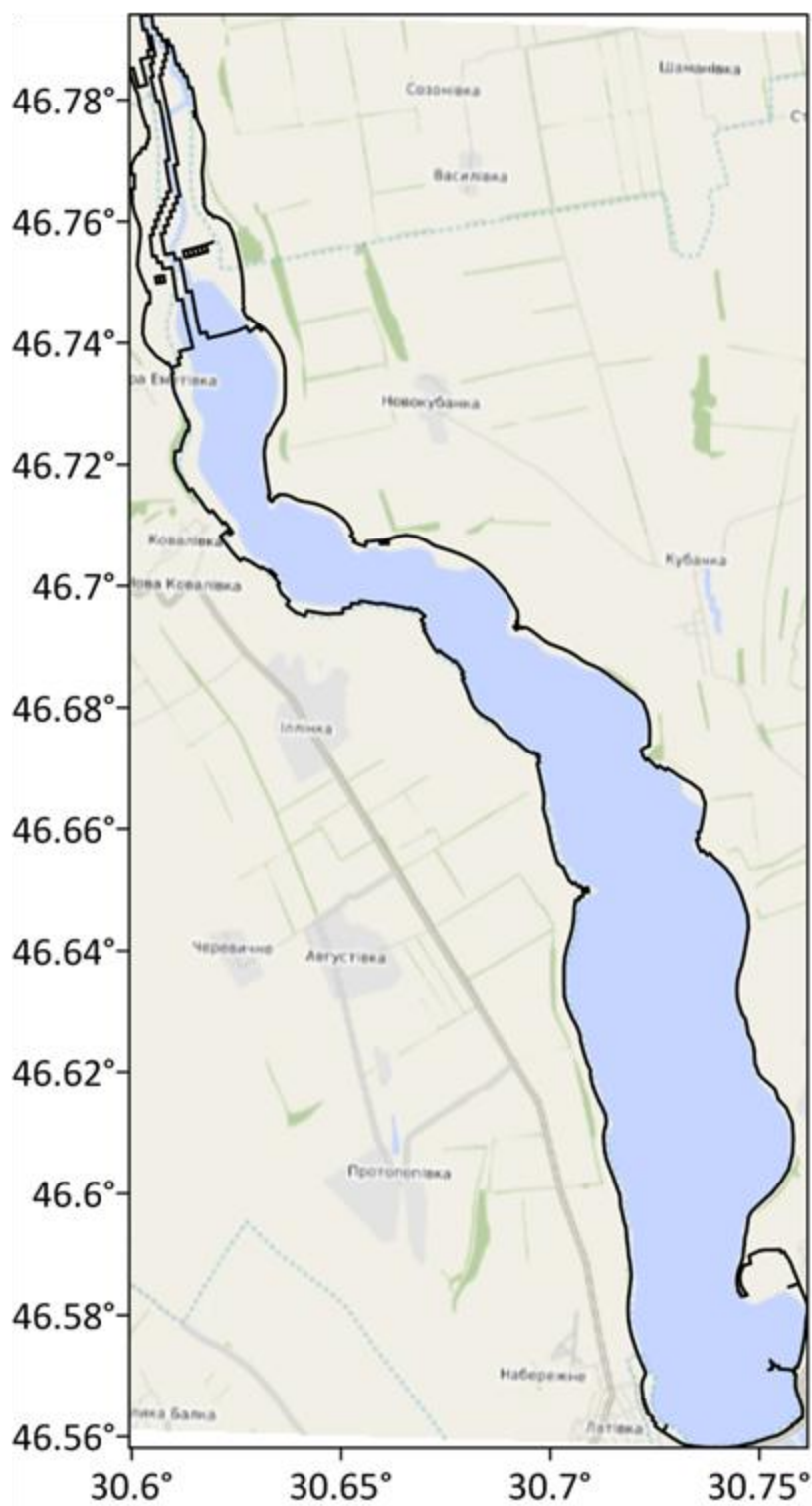


Рисунок 3.5 – Схема розташування обвалованого каналу та дамби в північній частині Куяльницького лиману

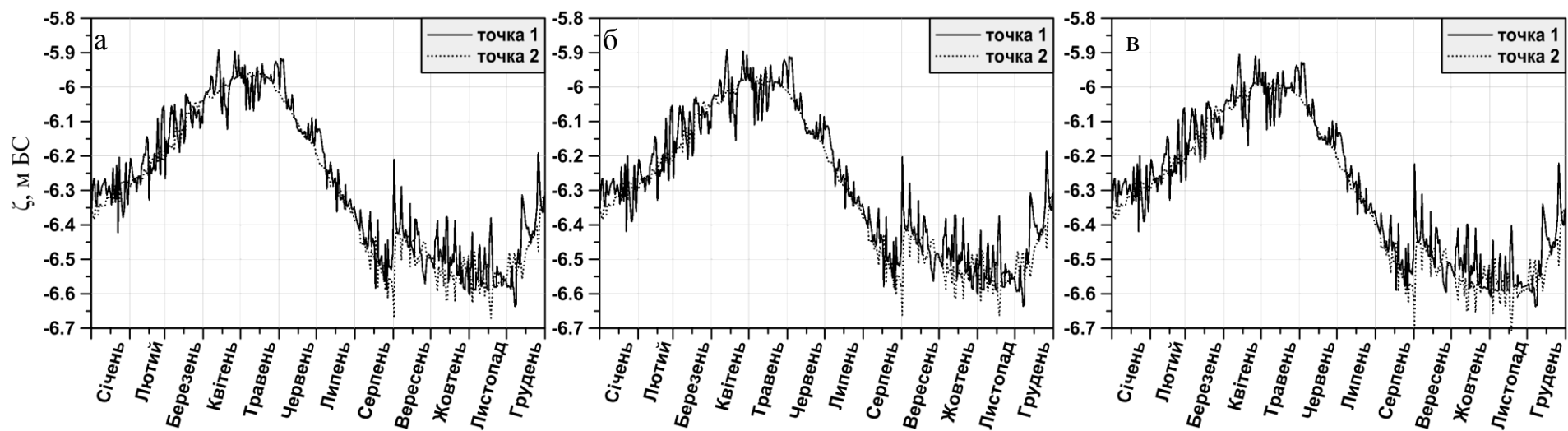


Рисунок 3.6 – Мінливість відміток рівня води, м БС, в південній (точка 1) та центральній (точка 2) частинах лиману у середній за водністю рік (2025 р.) періоду 1990-2030 рр., кліматичний сценарій A1B:
а – варіант 1б-1; б – варіант 1б-2; в – варіант 1б-3

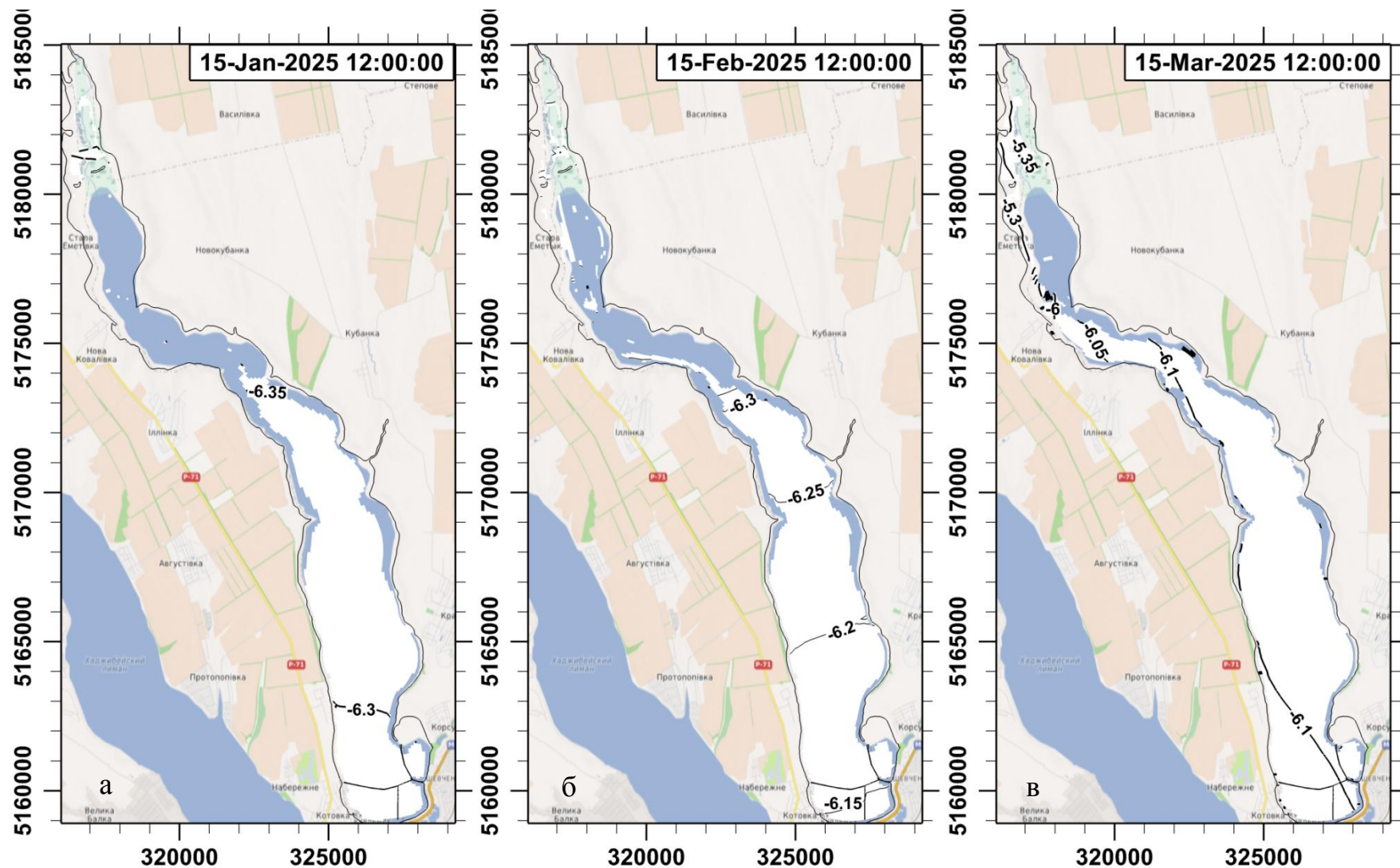


Рисунок 3.7 – Поля відміток рівня води, м БС, у середній за водністю рік (2025 р.) періоду 1990-2030 рр., кліматичний сценарій А1В, для варіанту розрахунку 1б-1 (відновленого на 80%) у різні моменти часу:
а – 15.01.2025 р.; б – 15.02.2025 р.; в – 15.03.2025 р.

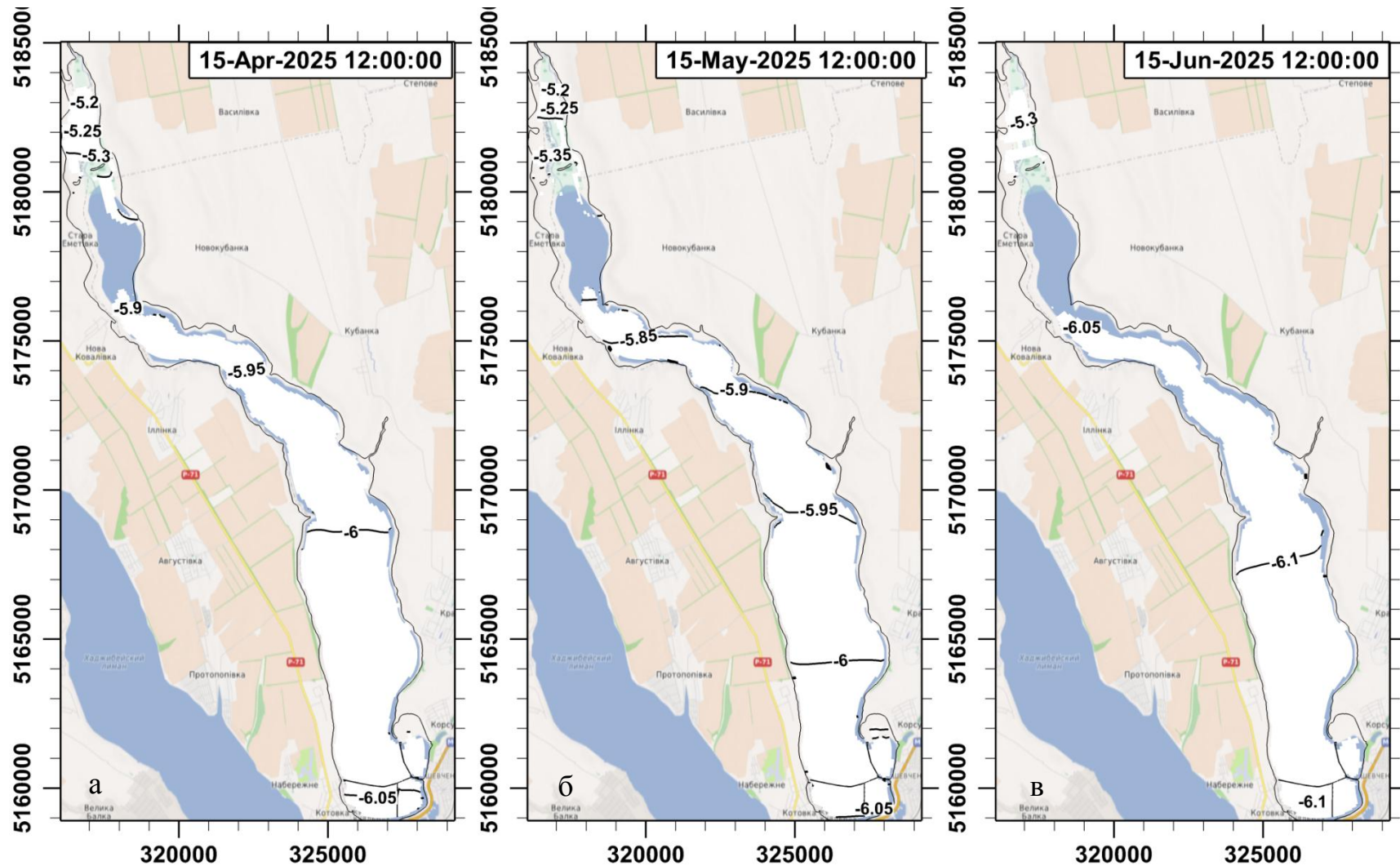


Рисунок 3.8 – Поля відміток рівня води, м БС, у середній за водністю рік (2025 р.) періоду 1990-2030 рр., кліматичний сценарій А1В, для варіанту розрахунку 1б-1 (відновленого на 80%) у різні моменти часу:
а – 15.04.2025 р.; б – 15.05.2025 р.; в – 15.06.2025 р.

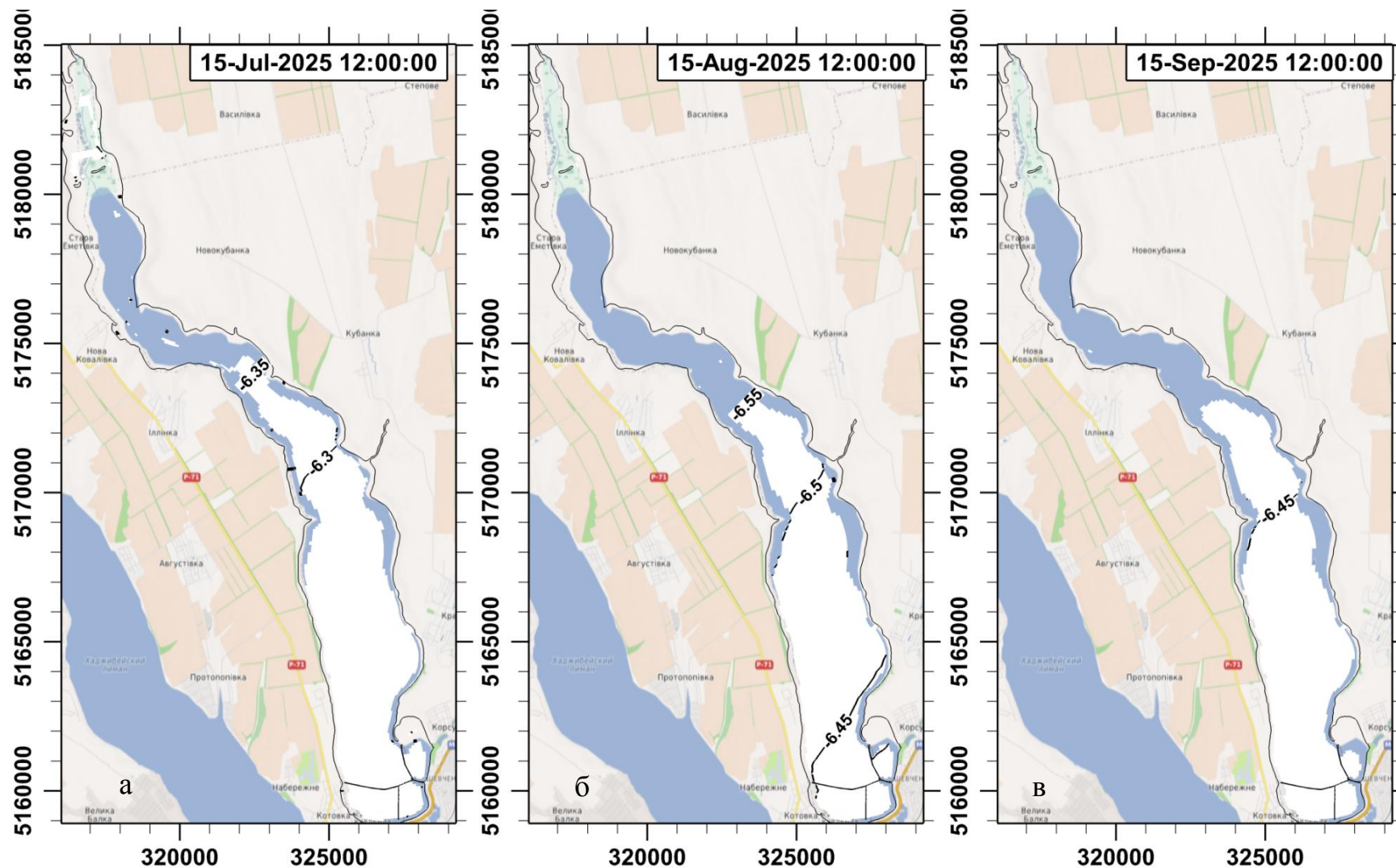


Рисунок 3.9 – Поля відміток рівня води, м БС, у середній за водністю рік (2025 р.) періоду 1990-2030 рр., кліматичний сценарій А1В, для варіанту розрахунку 1б-1 (відновленого на 80%) у різні моменти часу: а – 15.07.2025 р.; б – 15.08.2025 р.; в – 15.09.2025 р.

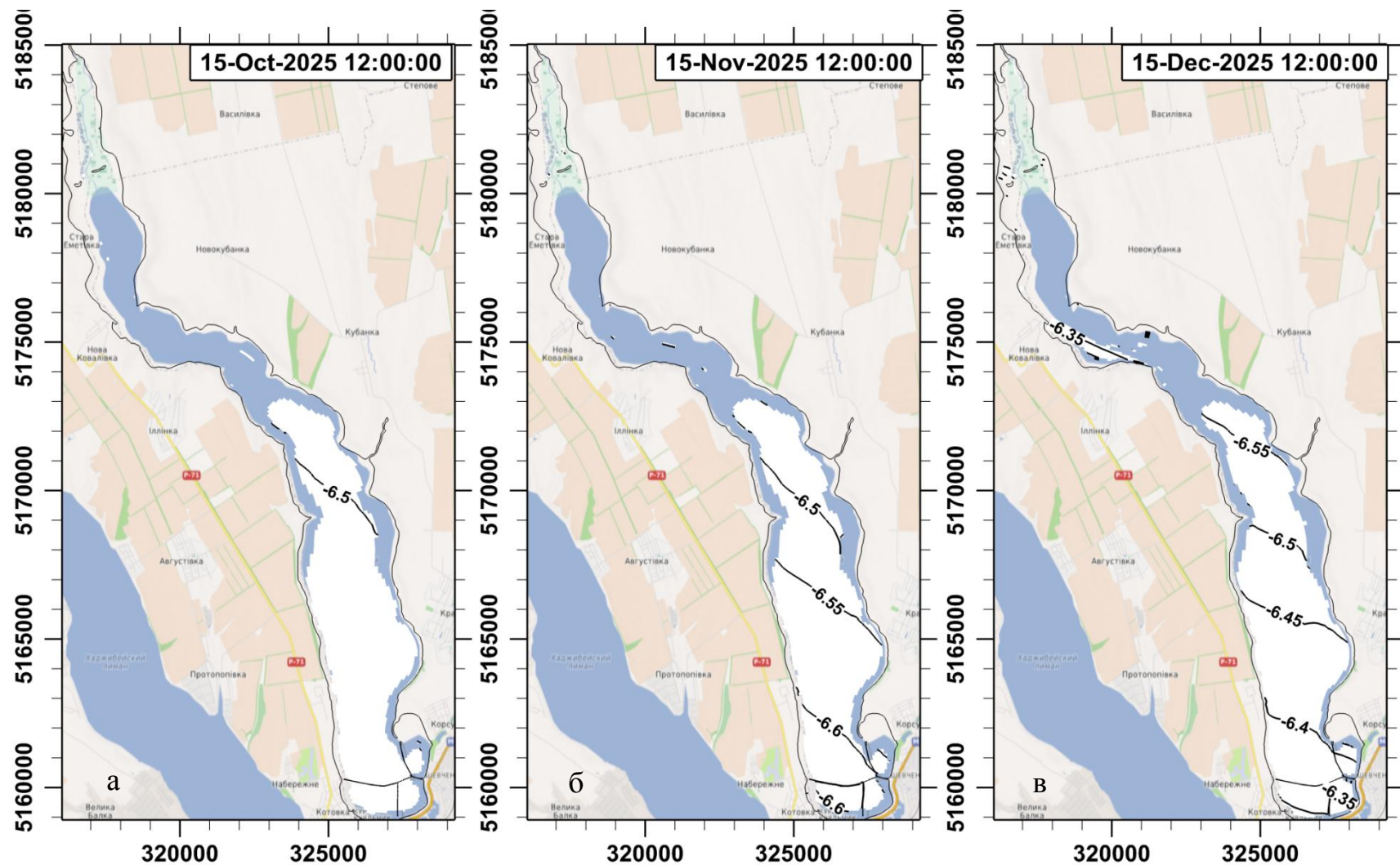


Рисунок 3.10 – Поля відміток рівня води, м БС, у середній за водністю рік (2025 р.) періоду 1990-2030 рр., кліматичний сценарій А1В, для варіанту розрахунку 1б-1 (відновленого на 80%) у різні моменти часу:
а – 15.10.2025 р.; б – 15.11.2025 р.; в – 15.12.2025 р.

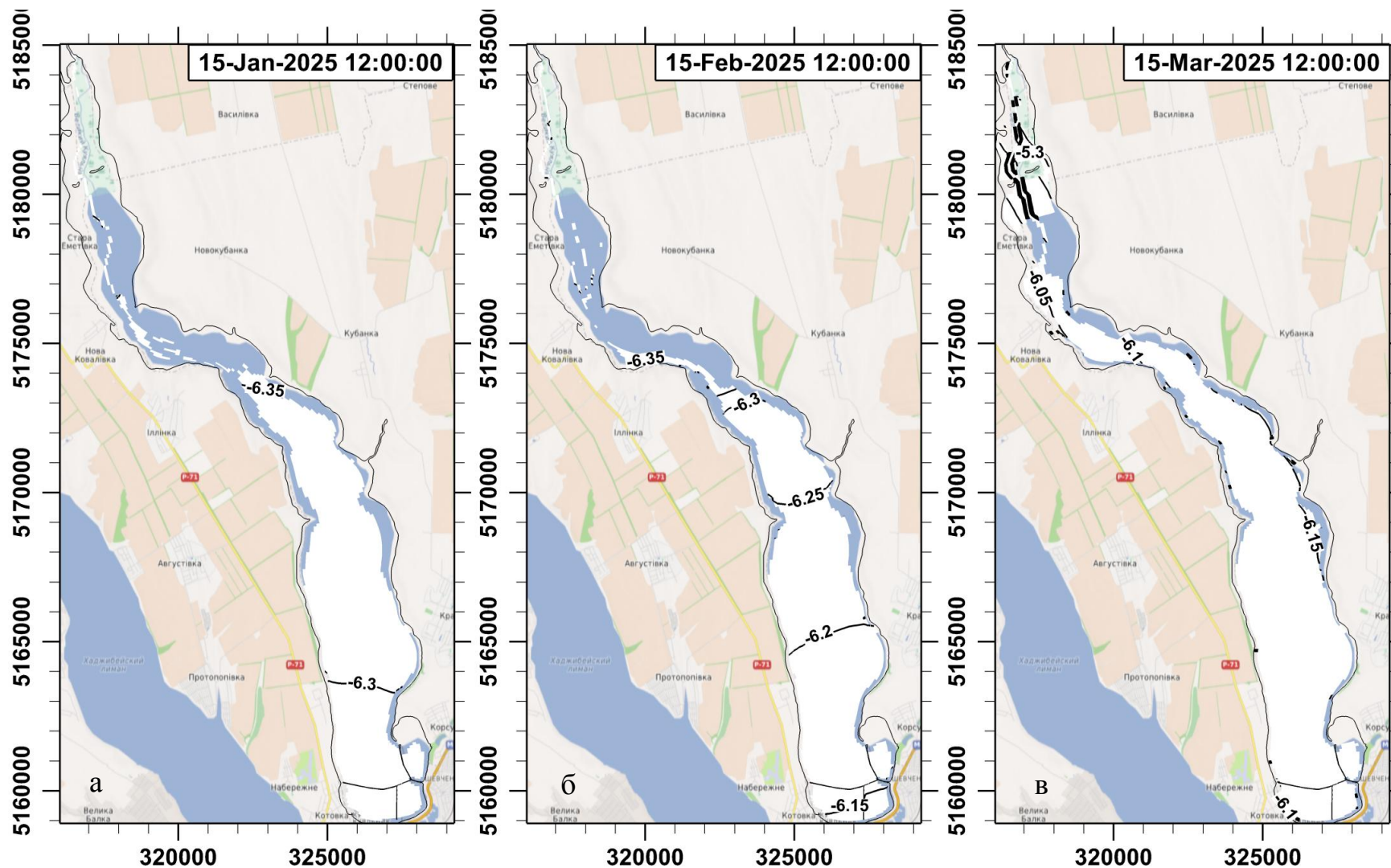


Рисунок 3.11– Поля рівня води, м БС, у середній за водністю рік (2025 р.) періоду 1990-2030 рр., кліматичний сценарій A1B, для варіанту розрахунку 1б-3 у різні моменти часу:
а –15.01.2025 р.; б – 15.02.2025 р.; в – 15.03.2025 р.

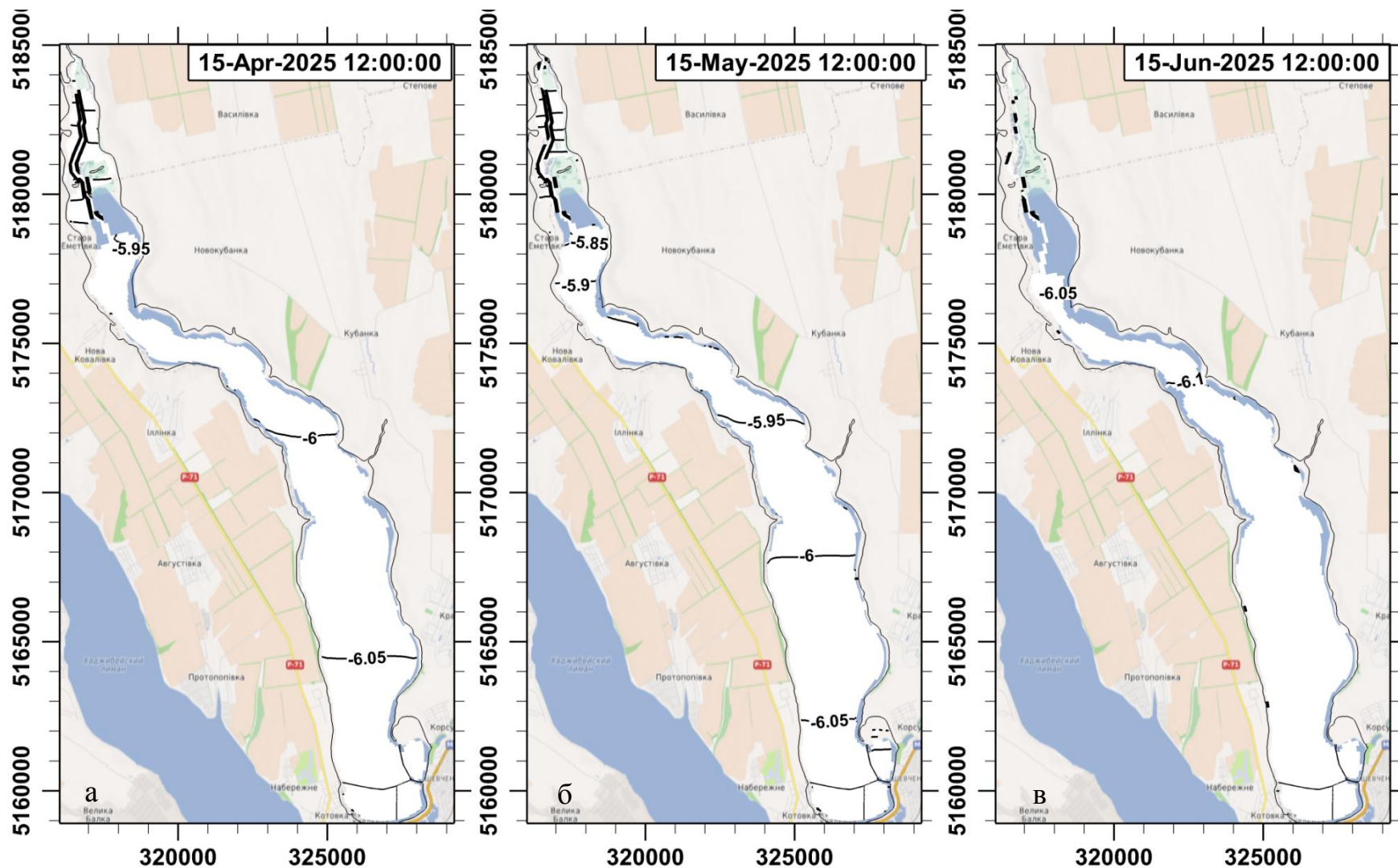


Рисунок 3.12 – Поля відміток рівня води, м БС, у середній за водністю рік (2025 р.) періоду 1990-2030 рр., кліматичний сценарій А1В, для варіанту розрахунку 1б-3 у різні моменти часу:
а – 15.04.2025 р.; б – 15.05.2025 р.; в – 15.06.2025 р.

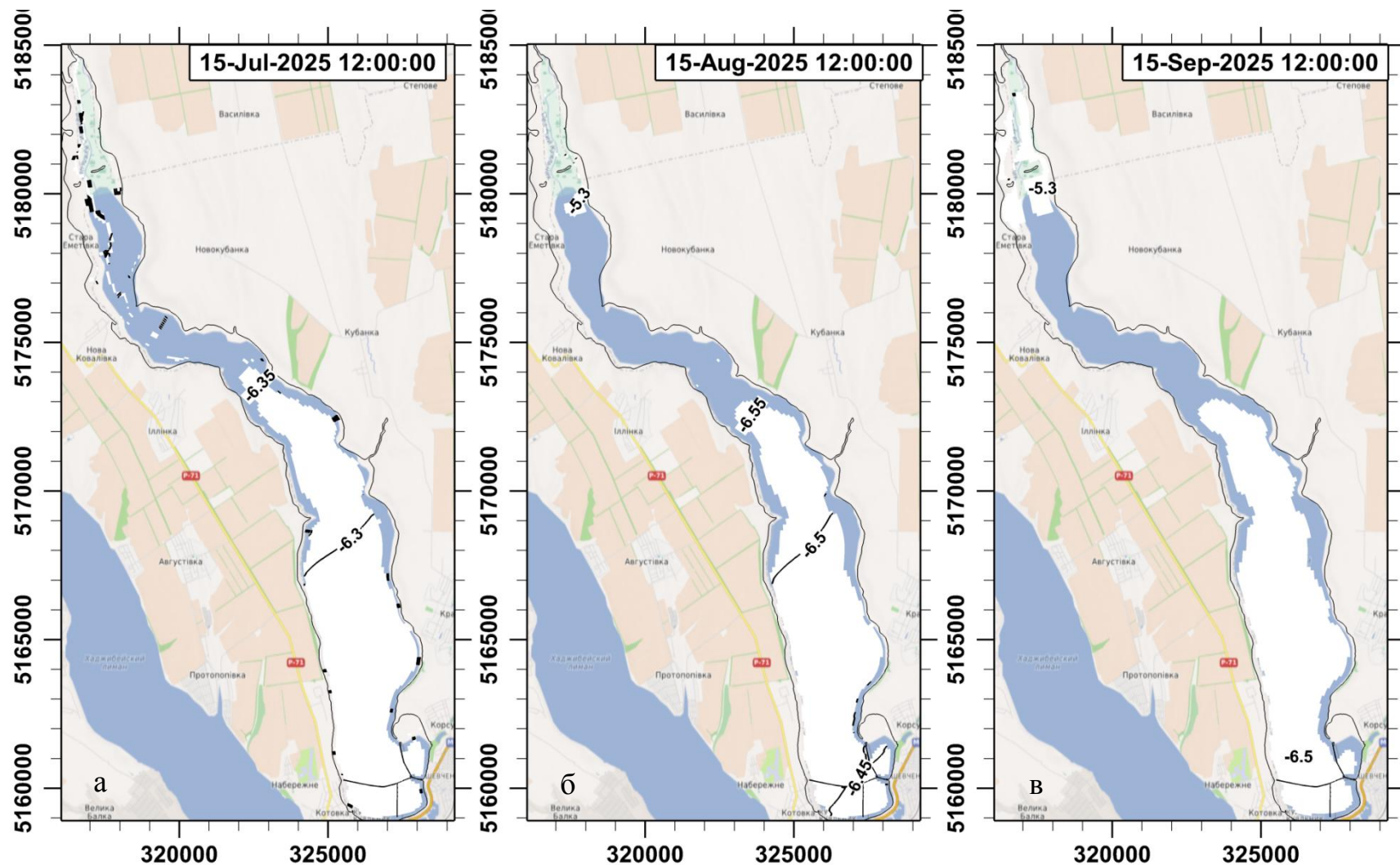


Рисунок 3.13 – Поля відміток рівня води, м БС, у середній за водністю рік (2025 р.) періоду 1990-2030 рр., кліматичний сценарій А1В, для варіанту розрахунку 1б-3 у різні моменти часу:
а – 15.07.2025 р.; б – 15.08.2025 р.; в – 15.09.2025 р.

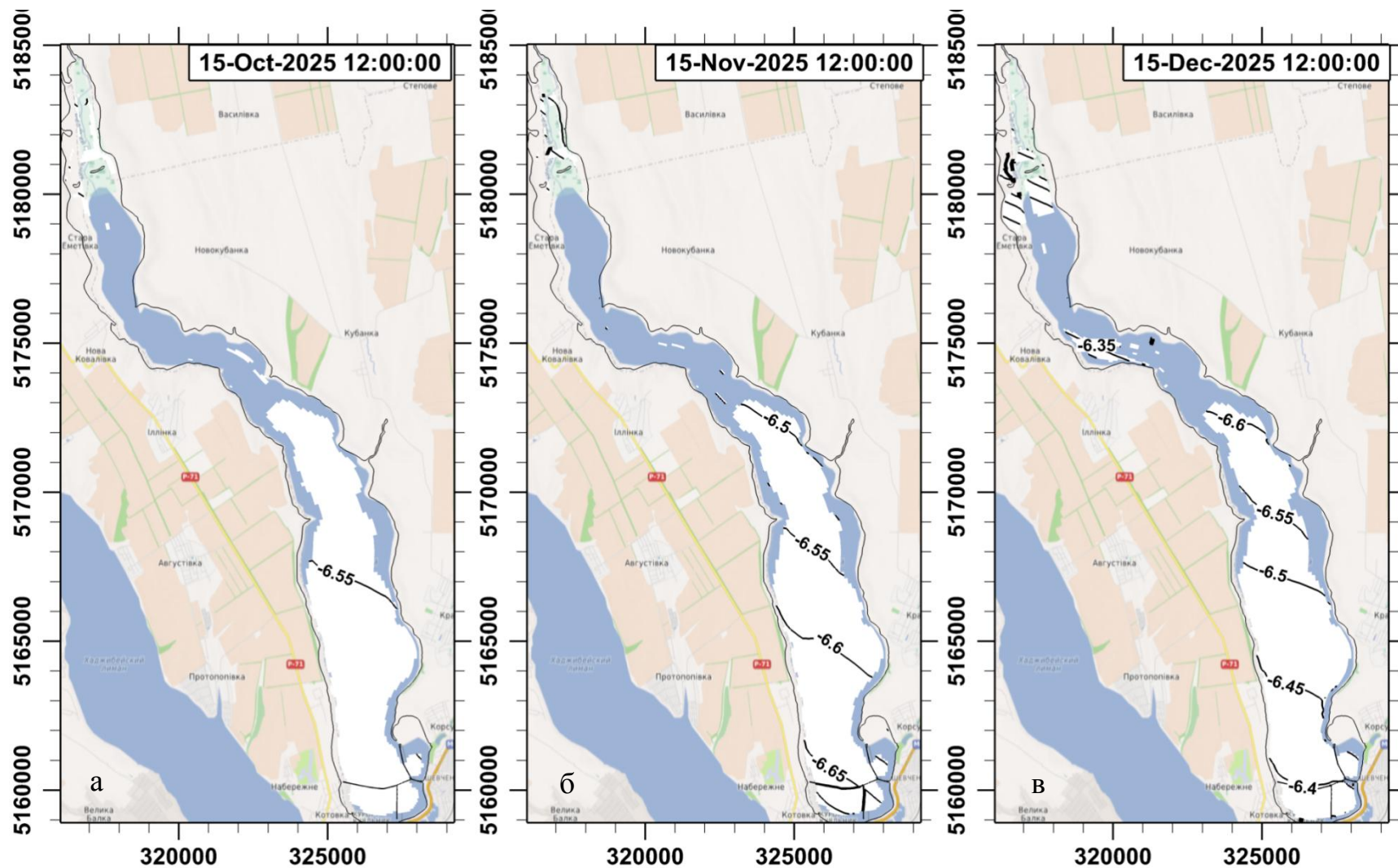


Рисунок 3.14 – Поля відміток рівня води, м БС, у середній за водністю рік (2025 р.) періоду 1990-2030 рр., кліматичний сценарій А1В, для варіанту розрахунку 1б-3 у різні моменти часу:
а – 15.10.2025 р.; б – 15.11.2025 р.; в – 15.12.2025 р.

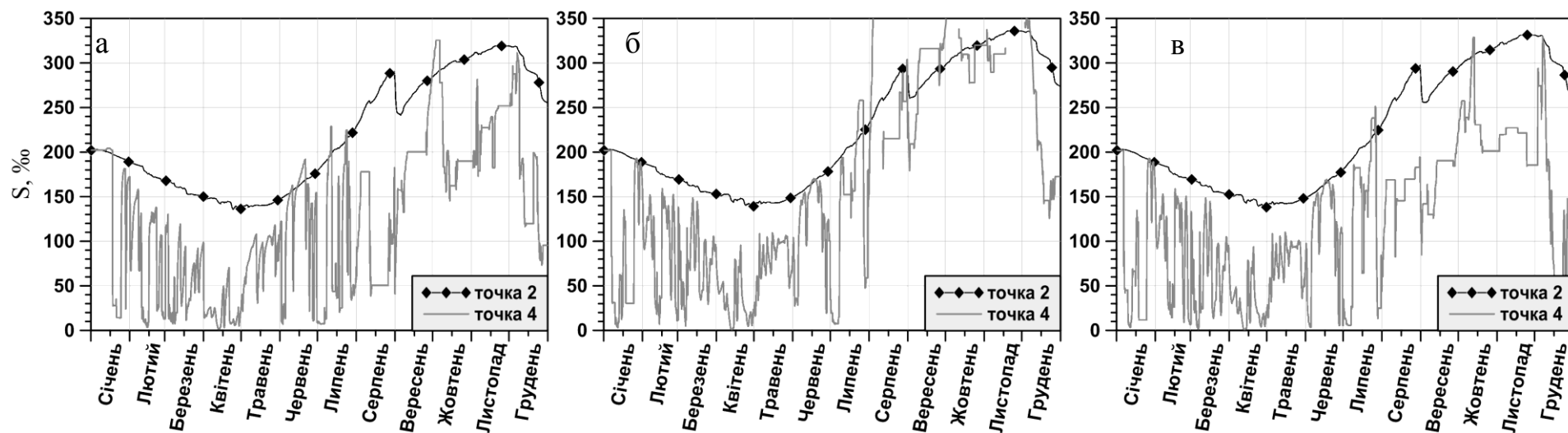


Рисунок 3.15 – Мінливість значень солоності води, ‰, в центральній (точка 2) та північній (точка 4) частинах лиману у середній за водністю рік (період 1990-2030 рр. кліматичний сценарій А1В):
а – варіант 1б-1; б – варіант 1б-2; в – варіант 1б-3

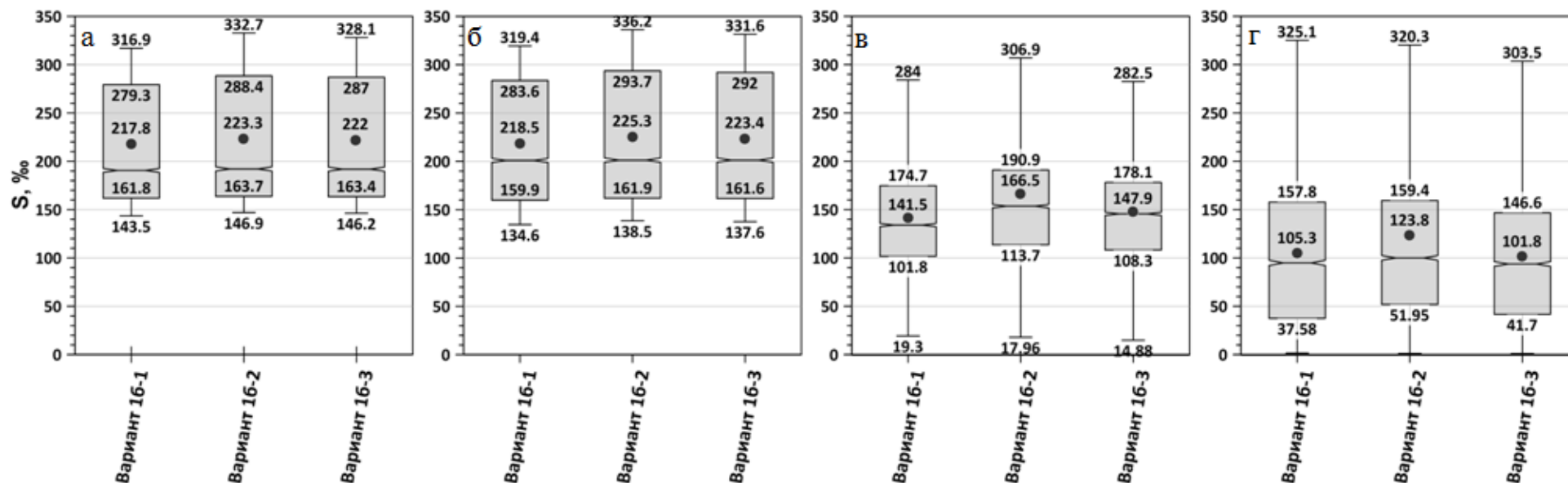


Рисунок 3.16 – Характеристики мінливості солоності води, ‰, в контрольних точках №1 (а), №2 (б), №3 (в) та №4 (г) на акваторії Куяльницького лиману для середнього за водністю (2025 р.) типового року сучасного кліматичного періоду XXI ст. за різних варіантів надходження стоку р. В. Куяльник. Приведені значення 0,25 та 0,75-квантилей; медіанні (риски) та середні (точки) значення; мінімальні (нижні вуса) та максимальні (верхні вуса) значення

4 ВОДНО-СОЛЬОВИЙ БАЛАНС КУЯЛЬНИЦЬКОГО ЛИМАНУ

В цьому розділі представлені результати оцінки водно-сольового балансу Куяльницького лиману у 2018 р. в умовах надходження до лиману морської води з Одеської затоки.

4.1 Структура математичної моделі водно-сольового балансу лиману

Рівняння водно-сольового балансу Куяльницького лиману (рис. 4.1) можна записати таким чином [1, 18, 19, 20]:

– водного балансу:

$$W_{K,j} = W_{K,j-1} + (W_{P,j} + W_{r,j} + W_{m,j} - W_{E,j}) \Delta t; \quad (4.1)$$

– балансу маси солей:

$$C_{K,j} = C_{K,j-1} + (W_{P,j}S_{P,j} + W_{r,j}S_{r,j} + W_{m,j}S_{m,j}) \Delta t \quad (4.2)$$

де Δt – розрахунковий крок моделі у часі, який брався рівним 1 місяцю;

$W_{K,j-1}$ – об'єм води в лимані наприкінці попереднього (відносно розрахункового) місяця ($j-1$), млн. м³;

$W_{K,j}$ – об'єм води в лимані наприкінці розрахункового місяця (j), млн.м³;

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

$W_{r,j}$ – об'єм припливу води (поверхневого, схилового, підземного стоку) з водозбірної басейну до лиману за місяць (j), млн. м³;

$W_{m,j}$ – об'єм припливу води з моря трубопроводом «море-лиман» за місяць (j), млн. м³;

$W_{E,j}$ – об'єм води, що випарився з водної поверхні лиману за місяць (j), млн. м³;

$C_{K,j-1} = 0,001 W_{K,j-1} S_{K,j-1}$ – маса солей в лимані наприкінці попереднього (відносно розрахункового) місяця ($j-1$), млн. т;

$C_{K,j} = 0,001 W_{K,j} S_{K,j}$ – маса солей в лимані наприкінці місяця (j), за який виконується розрахунок, млн. т;

$S_{K,j-1}$ – мінералізація води в лимані наприкінці попереднього (відносно розрахункового) місяця ($j-1$), г/дм³;

$S_{K,j}$ – мінералізація води в лимані наприкінці місяця (j), який розраховується, г/дм³;

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

$S_{r,j}$ – середня за місяць (j) мінералізація припливних вод (поверхневих, схилових, підземних), що надійшли до лиману з його басейну, г/дм³;

$S_{m,j}$ – мінералізація води, що надходить до лиману трубопроводом «море-лимани» за місяць (j), г/дм³.

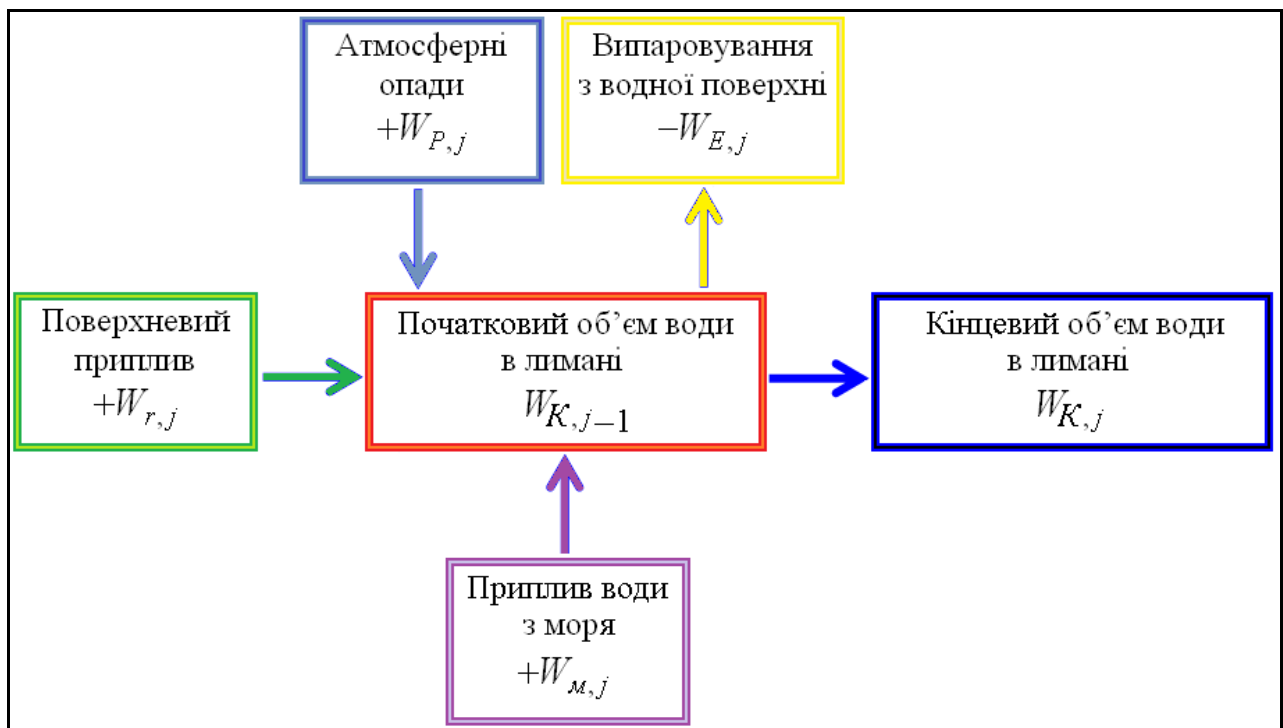


Рисунок 4.1 – Блок-схема водного балансу Куяльницького лиману в умовах надходження морської води з Одеської затоки Чорного моря

На кожному розрахунковому кроці за часом визначається об'єм води в лимані наприкінці розрахункового місяця (j) $W_{K,j} = W_{K,j-1} + \Delta W_{K,j}$. Надалі, із застосуванням функціональних залежностей $\zeta_{K,j} = f(W_{K,j})$ та $F_{K,j} = f(\zeta_{K,j})$ (рис. 3.2 та 4.2), визначаються площа водної поверхні $F_{K,j}$ (млн. м²) і рівень води у лимані $\zeta_{K,j}$ (м БС) наприкінці місяця (j).

Мінералізація води в лимані наприкінці місяця (j) розраховується таким чином

$$S_{K,j} = \frac{C_{K,j}}{W_{K,j}} . \quad (4.3)$$

У прихідній частині рівнянь моделі водно-сольового балансу Куяльницького лиману (4.1) та (4.2), використаних для розрахунку рівнів і мінералізації води лиману, відсутні такі складові як фільтрація морських вод через пересип між лиманом і морем та приплив підземних вод через дно чаші водойми. Це пов'язано з тим, що об'єми вказаних вод є дуже незначними по відношенню до інших складових водно-сольового балансу лиману і становлять десяті та соті частки відсотків або, інколи, 1-2% його прихідної частини [1, 2, 18-21, 23-26]. Найбільш ґрунтовні дослідження фільтрації морських вод через пересип та припливу підземних вод через дно чаші водойми виконані в 1995 р. під керівництвом проф. Г.І. Швєбса та представлені в роботі [27], де наведено узагальнення результатів всіх попередніх досліджень цих складових водного балансу лиману та зроблений такий висновок: *«Таким образом, доля подземного водообмена лимана, скорее всего, несопоставимо мала по сравнению с его объёмом»*.

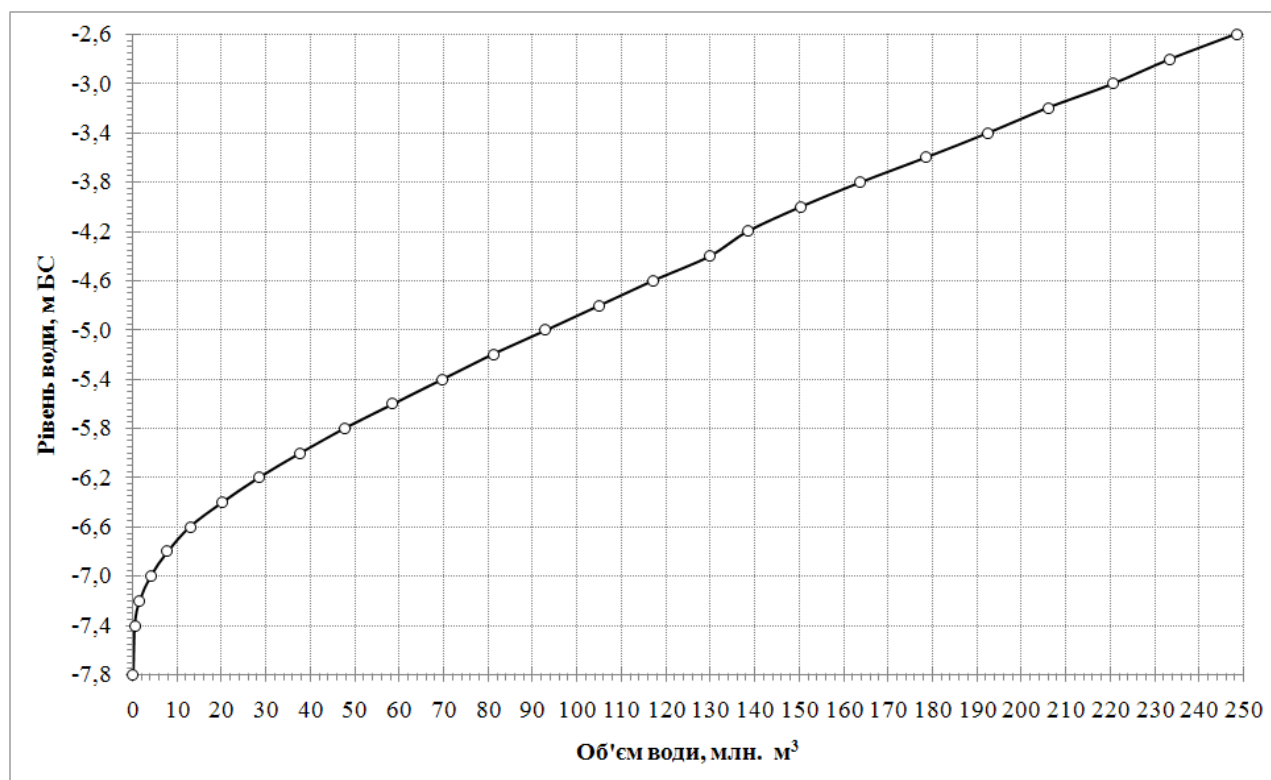


Рисунок 4.2 – Крива об'ємів води $W = f(\zeta)$ Куяльницького лиману (дані ОДЕКУ) [19, 20]

4.2 Визначення об'єму та мінералізації атмосферних опадів

Об'єм атмосферних опадів $W_{P,j}$, млн. м³, що випали на водну поверхню Куяльницького лиману за j -й місяць, визначався за формулою

$$W_{P,j} = P_j F_{j-1}, \quad (4.4)$$

де P_j – шар атмосферних опадів за розрахунковий місяць (j), м;

F_{j-1} – площа водної поверхні лиману наприкінці попереднього (відносно розрахункового) місяця, млн. м².

Для обчислення $W_{P,j}$ використані щомісячні шари атмосферних опадів, визначені за даними вимірювань на метеорологічному посту «Одеса-Куяльник» $P_{K,j}$ (мм) [4] (рис. 4.3). Треба відзначити, що коли дані вимірювань на метеорологічному посту «Одеса-Куяльник» відсутні значення $P_{K,j}$ можуть обчислюватися за даними про щомісячні шари атмосферних опадів, виміряні на метеостанції «Одеса-Обсерваторія» $P_{O,j}$ (мм) [6], з використанням емпіричних рівнянь, які описують зв'язки між $P_{K,j}$ та $P_{O,j}$ (табл. 4.1).

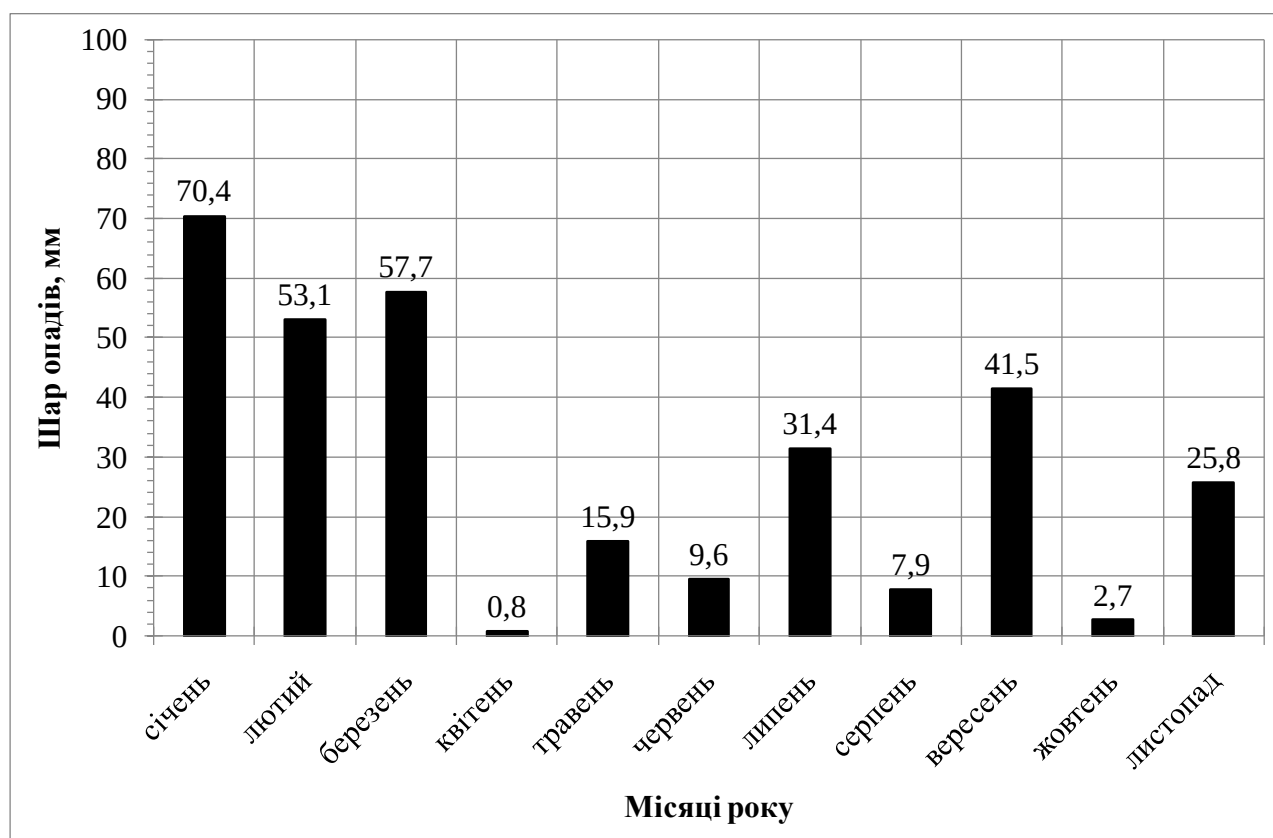


Рисунок 4.3 – Мінливість щомісячних шарів атмосферних опадів $P_{K,j}$ (мм) на метеорологічному посту «Одеса-Куяльник» за період січень-листопад 2018 р.

Таблиця 4.1 – Емпіричні рівняння зв'язків між значеннями щомісячних шарів атмосферних опадів (мм) на метеорологічному посту «Одеса-Куяльник» $P_{K,j}$ та метеостанції «Одеса-Обсерваторія» $P_{O,j}$, отримані за період з 1986 по 2017 рр., r – коефіцієнт кореляції

Місяць	Рівняння зв'язку	r	Місяць	Рівняння зв'язку	r
Січень	$P_{K,I} = 0,538 \cdot P_{O,I}$	0,812	Липень	$P_{K,VII} = 0,663 \cdot P_{O,VII}$	0,667
Лютий	$P_{K,II} = 0,675 \cdot P_{O,II}$	0,935	Серпень	$P_{K,VIII} = 0,942 \cdot P_{O,VIII}$	0,880
Березень	$P_{K,III} = 0,596 \cdot P_{O,III}$	0,636	Вересень	$P_{K,IX} = 0,807 \cdot P_{O,IX}$	0,814
Квітень	$P_{K,IV} = 0,706 \cdot P_{O,IV}$	0,629	Жовтень	$P_{K,X} = 0,588 \cdot P_{O,X}$	0,668
Травень	$P_{K,V} = 0,865 \cdot P_{O,V}$	0,829	Листопад	$P_{K,XI} = 0,719 \cdot P_{O,XI}$	0,808
Червень	$P_{K,VI} = 0,894 \cdot P_{O,VI}$	0,834	Грудень	$P_{K,XII} = 0,699 \cdot P_{O,XII}$	0,792

Мінералізація атмосферних опадів в районі Куяльницького лиману $S_{P,j}$ (г/дм³) за довідниковою літературою становить 0,020-0,044 г/дм³, а в середньому дорівнює 0,035 г/дм³ [1]. Однак, за даними ОДЕКУ, визначеними в результаті вимірювань у період 2013-2017 рр., виявлено, що мінералізація води атмосферних опадів в районі м. Одеса пов'язана із кількістю опадів і змінюється в межах 0,025-0,383 г/дм³ (рис. 4.4).

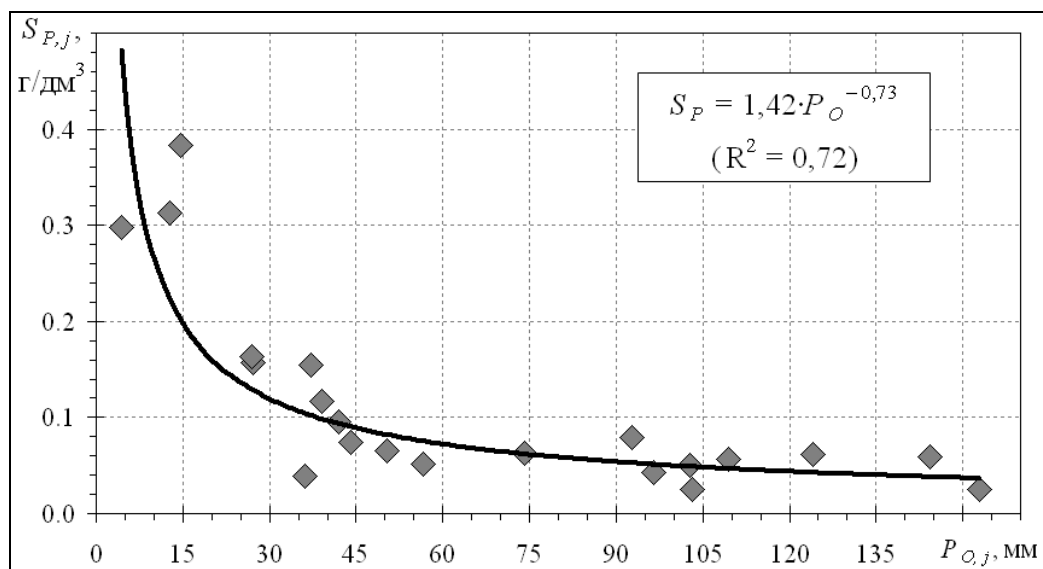


Рисунок 4.4 – Зв'язок середньомісячних значень мінералізації атмосферних опадів ($S_{P,j}$, мг/дм³) зі щомісячними сумами опадів ($P_{O,j}$, мм) в районі м. Одеси за період з 2013 по 2017 рр. ($P_{O,j}$ – дані метеостанції «Одеса-Обсерваторія»; $S_{P,j}$ – дані ОДЕКУ; R^2 – детермінант кореляції)

Деякі кліматичні особливості, властиві тільки Куяльницькому лиману, відзначені ще в першій половині XX ст. В.О. Пальчинським [1, 27], вони справедливі і для сучасних кліматичних умов, оскільки відображають загальні закономірності природних процесів, що відбуваються на лимані. Він характеризував клімат лиману, як клімат *«типової лиманної балки»*.

Для Куяльницької балки характерні п'ять мікрокліматичних зон: 1) вузька смуга уздовж схилу так званої Жевахової гори, зайнята санаторіями; 2) пляж лиману; 3) східний схил Жевахової гори; 4) вододільне плато; 5) парк на ділянці санаторію.

Характерною особливістю кліматичних умов на лимані є перевищення в денний період доби температур повітря в районі лиману над відповідними значеннями, спостереженими в районі метеостанції «Одеса-Обсерваторія», яке може досягати 4°C. Це пояснюється різним ступенем вентиляції в денний період доби Куяльницької балки та Приморського плато, а в темну частину доби – надходженням холодного повітря зі схилів так званої Жевахової гори. Крім того, значення абсолютної вологості повітря на узбережжі лиману є дещо вищими, ніж на метеостанції «Одеса-Обсерваторія» [1]. Виявлені кліматичні особливості представлені нами у вигляді емпіричних залежностей (рис. 4.5).

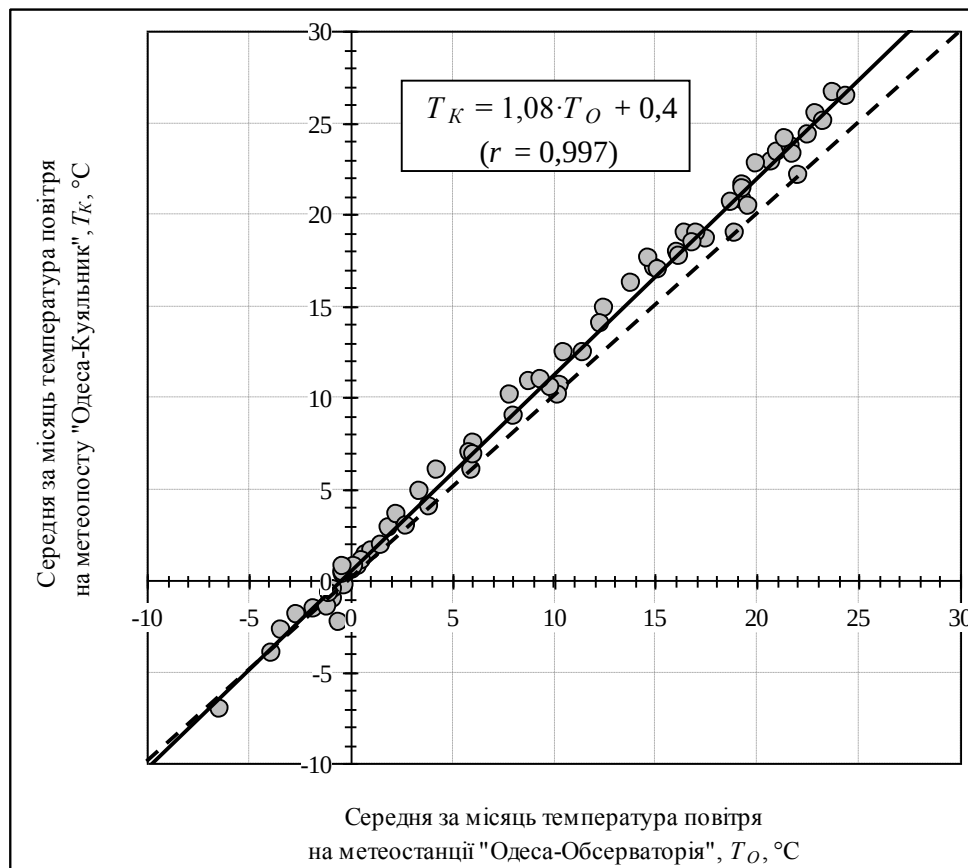


Рисунок 4.5 – Зв'язок між середньомісячними температурами повітря (°C) на Куяльницькому лимані T_K (метеопост «Одеса-Куяльник») та метеостанції «Одеса-Обсерваторія» T_O [1, 18]:

● – виміряні значення; — — — лінія зв'язку; - - - лінія рівних значень

Істотних відмінностей в річних сумах опадів, виміряних на метеостанції «Одеса-Обсерваторія» та в районі лиману, не встановлено (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Перехідні коефіцієнти k_p від місячних і річних шарів атмосферних опадів на метеостанції «Одеса-Обсерваторія» до місячних і річних шарів атмосферних опадів на Куяльницькому лимані [23, 25]

Місяць	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Рік
k_p	0,85	0,83	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,92	0,90	0,87	0,94

Однак, в окремі роки, місяці та дні відмінності в кількості опадів можуть бути істотними, особливо під час зливових опадів з невеликою площею розповсюдження, що випадають в теплий період року. Суми та часова мінливість атмосферних опадів поблизу Куяльницького лиману в 2018 р. на метеопосту «Одеса-Куяльник» та метеостанціях «Одеса-Обсерваторія» і «Сербка» показані на рис. 4.6 та 4.7.

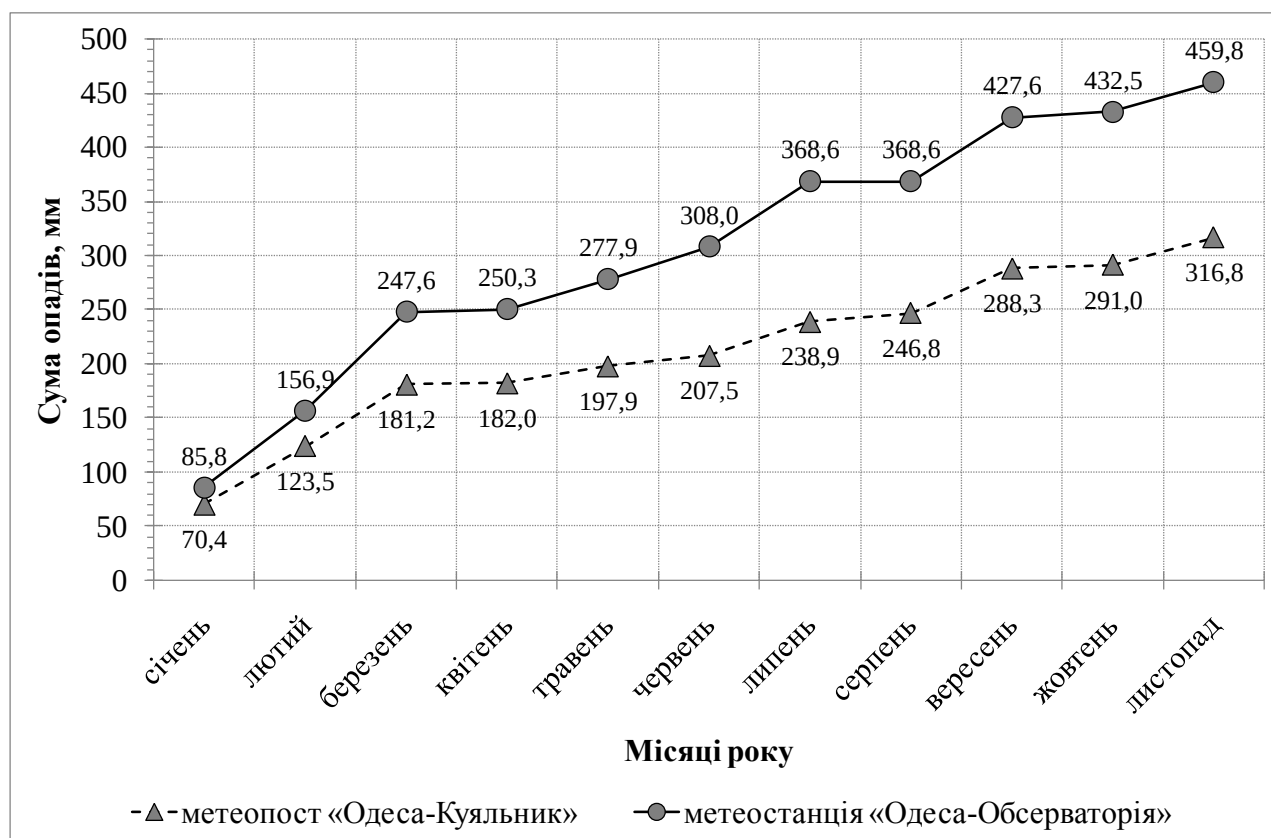


Рисунок 4.6 – Суми атмосферних опадів (мм) на Куяльницькому лимані P_K (метеопост «Одеса-Куяльник») та метеостанції «Одеса-Обсерваторія» P_O за період січень-листопад 2018 р.

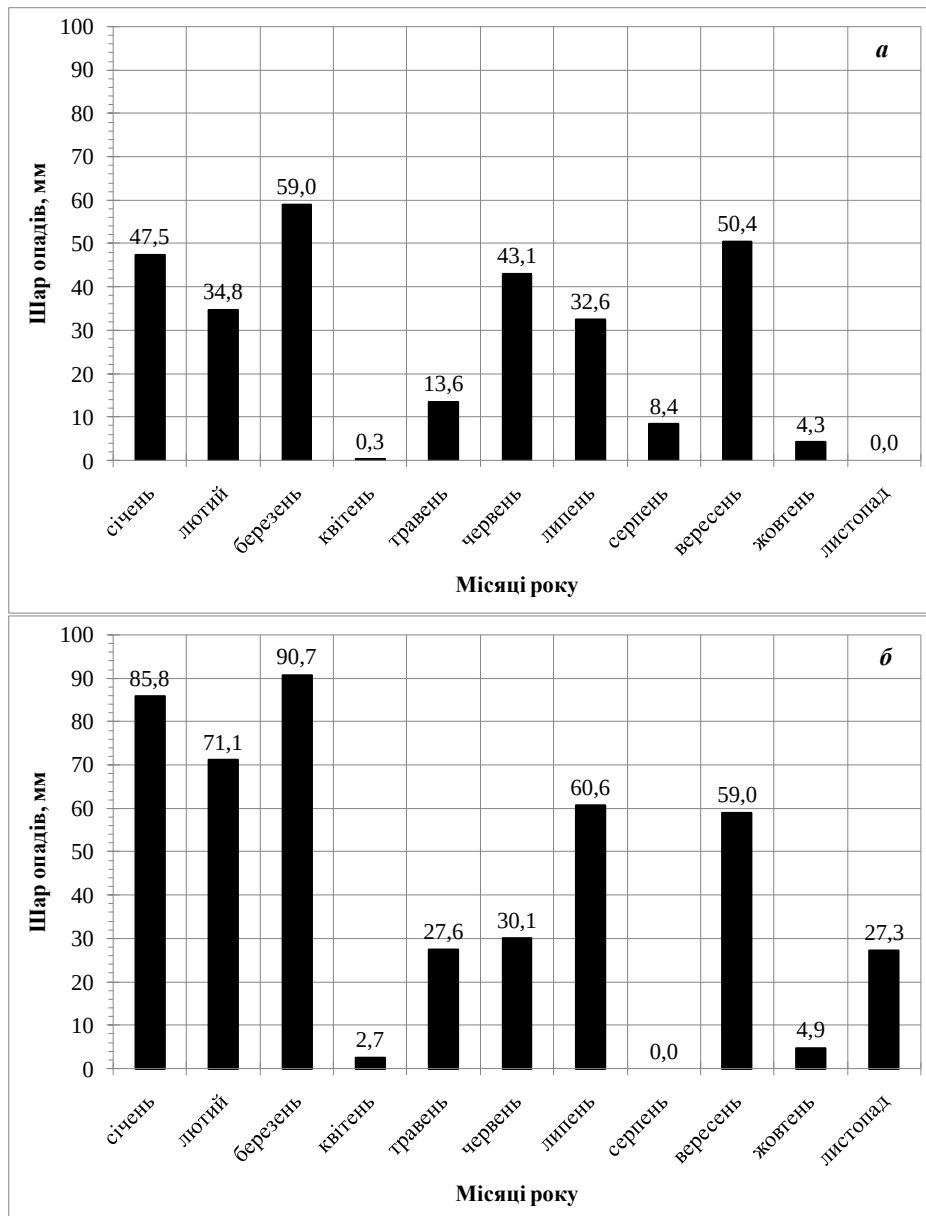


Рисунок 4.7 – Мінливість щомісячних шарів атмосферних опадів (мм) поблизу Куяльницького лиману на метеорологічних станціях «Сербка» (а) та «Одеса-Обсерваторія» (б) за період січень-листопад 2018 р.

Через мілководність лиману і велику площу його водної поверхні, для правильного відтворення при моделюванні ходу рівня води в лимані принципово важливим є точне завдання кількості опадів, які випадають на поверхню лиману. Однак, як видно з рис. 4.5-4.7, інтенсивність опадів характеризується значною просторовою мінливістю. Тому при моделюванні використані дані спостережень за атмосферними опадами на метеорологічному посту «Одеса-Куяльник» (рис. 4.5), розташованому в м. Одеса на пров. Лиманний, що дозволило отримати добре узгодження внутрішньорічної мінливості спостережених і розрахованих значень рівня води у лимані.

4.3 Визначення об'єму та мінералізації припливних вод до лиману

Об'єм припливу вод $W_{r,j}$ (поверхневих, схилових, підземних), млн. м³, з водозбірною басейну до Куяльницького лиману за розрахунковий період визначався за формулою

$$W_{r,j} = W_{p.B.K.,j} + W_{p.Д.,j} + W_{p.K.,j} + W_{б.Г.,j} + \\ + W_{б.K.,j} + W_{с.л.ВНС5,j} + W_{с.л.с.п.,j}, \quad (4.5)$$

де $W_{p.B.K.,j}$, $W_{p.Д.,j}$, $W_{p.K.,j}$, $W_{б.Г.,j}$, $W_{б.K.,j}$, $W_{с.л.ВНС5,j}$, $W_{с.л.с.п.,j}$ – об'єми надходження вод до лиману за розрахункові місяці (j), відповідно, від річок Великий Куяльник, Довбока, Кубанка, бб. Гільдендорфська, Корсунцівська, скидних лотків водо-насосної станції (ВНС) № 5 та ставків пересипу.

При наявності даних про середньомісячні витрати води водотоків, що впадають в лиман, як, наприклад, для р. В. Куяльник [9], об'єми припливу вод, що надійшли за місяць до лиману з водозбірною басейну річки або балки, $W_{r,j,i}$, млн. м³, розраховувалися за формулою

$$W_{r,j,i} = 86400 n_j Q_{r,j,i} 10^{-6}, \quad (4.6)$$

де $Q_{r,j,i}$ – середня за j -й місяць витрата води i -го водотоку, м³/с;

n_j – кількість діб в j -му місяці року;

86400 – кількість секунд в одній добі, с;

10^{-6} – перехідний коефіцієнт з м³ до млн. м³.

4.4 Визначення випаровування з водної поверхні лиману

Об'єми випаровування з водної поверхні Куяльницького лиману $W_{E,j,i}$ розраховувалися таким чином:

$$W_{E,j} = E_{S,j} F_{j-1}, \quad (4.7)$$

$$E_{S,j} = k_{S,j} E_j, \quad (4.8)$$

$$k_{S,j} = 1 - 0,002S_{j-1}, \quad (4.9)$$

де $E_{S,j}$ – шар випаровування з водної поверхні лиману за розрахунковий місяць (j), м;

E_j – розрахунковий шар води, який випарився за місяць (j) з водної поверхні прісної водойми в районі лиману, м;

$k_{S,j}$ – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив мінералізації води на зменшення випаровування з водної поверхні лиману [1, 20, 21].

У зв'язку з тим, що на Куяльницькому лимані випаровування з водної поверхні не вимірюється, шар випареної за місяць води визначався з використанням зв'язку щомісячних шарів випаровування із значеннями середньомісячної температури та відносної вологості повітря (рис. 4.8).

Подібні зв'язки встановлені ще у 1948 р. М. М. Івановим [1], а в 1968 р. О. Р. Константиновим [52] вони були рекомендовані для розрахунків, як найбільш зручні для практичного використання при визначенні випаровування з водної поверхні, оскільки не потребують введення додаткових поправок.

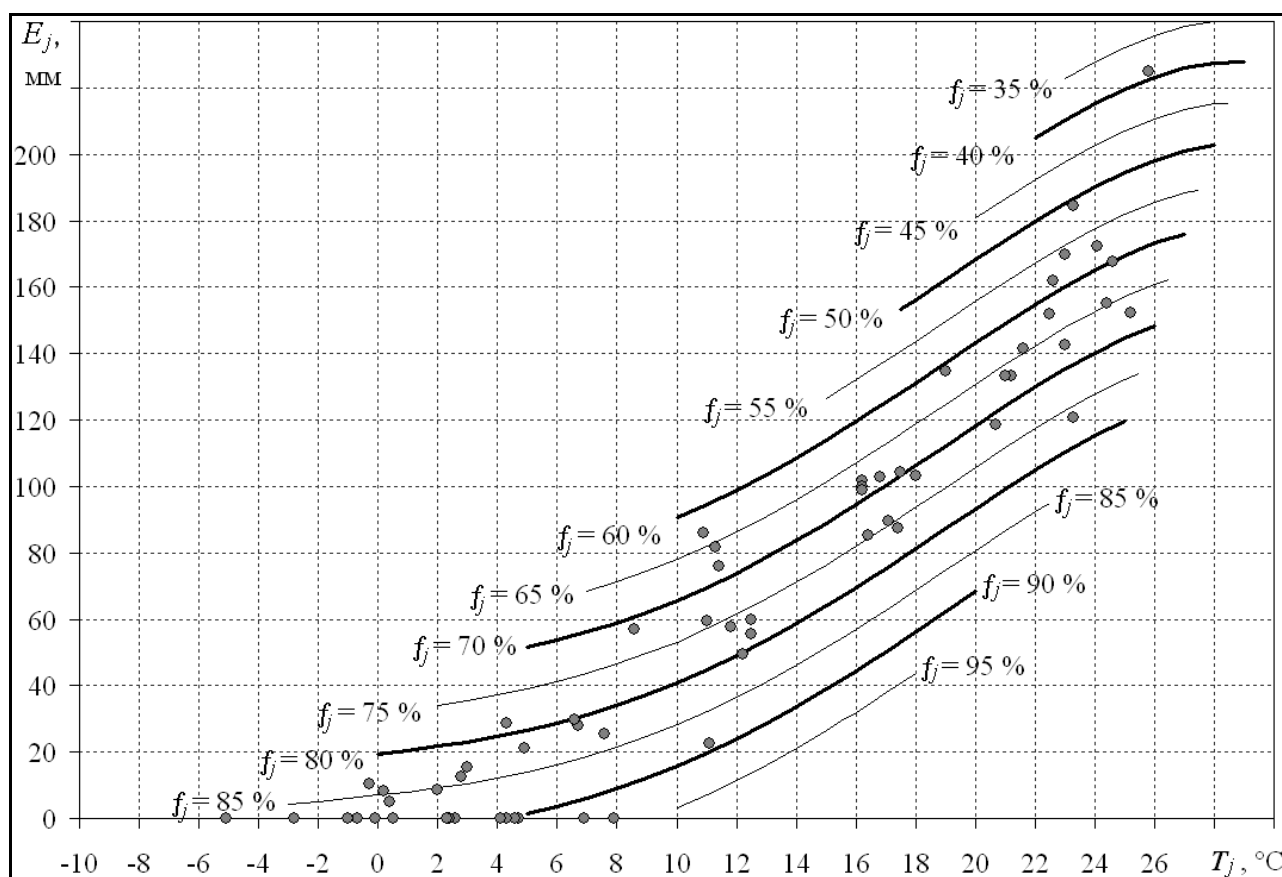


Рисунок 4.8 – Зв'язок шарів випаровування з водної поверхні за місяць E_j , мм, з середньомісячними температурами повітря T_j , °C, та значеннями відносної вологості повітря f_j , %

З рис. 4.8 видно, що при збільшенні температури та зменшенні відносної вологості повітря шар випаровування збільшується, а при зменшенні температури та збільшенні відносної вологості повітря – зменшується. При 0°C або від'ємних температурах повітря та відносній вологості повітря більшій ніж 85-90%, випаровування з поверхні немає.

Для розрахунку випаровування в районі лиману відносна вологість повітря бралась за даними метеостанції «Одеса-Обсерваторія», а температура повітря визначалась з використанням зв'язків між її значеннями на метеорологічному посту «Одеса-Куяльник» та на метеостанції «Одеса-Обсерваторія», які визначались для кожного місяця року (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Рівняння зв'язків між середньомісячними температурами повітря (°C) на метеорологічному посту «Одеса-Куяльник» T_K і метеостанції «Одеса-Обсерваторія» T_O й коефіцієнти кореляції r між ними

Місяць	Рівняння зв'язку	r	Місяць	Рівняння зв'язку	r
I	$T_{K,I} = 1,17 \cdot T_{O,I} + 0,4$	0,995	VII	$T_{K,VII} = 1,34 \cdot T_{O,VII} - 5,7$	0,818
II	$T_{K,II} = 1,15 \cdot T_{O,II} + 0,7$	0,970	VIII	$T_{K,VIII} = 1,08 \cdot T_{O,VIII} + 0,1$	0,970
III	$T_{K,III} = 1,12 \cdot T_{O,III} + 0,9$	0,993	IX	$T_{K,IX} = 0,97 \cdot T_{O,IX} + 2,1$	0,980
IV	$T_{K,IV} = 1,10 \cdot T_{O,IV} + 0,8$	0,958	X	$T_{K,X} = 1,58 \cdot T_{O,X} - 5,6$	0,991
V	$T_{K,V} = 0,98 \cdot T_{O,V} + 2,7$	0,964	XI	$T_{K,XI} = 1,25 \cdot T_{O,XI} - 0,9$	0,982
VI	$T_{K,VI} = 1,60 \cdot T_{O,VI} - 9,8$	0,818	XII	$T_{K,XII} = 0,99 \cdot T_{O,XII} + 0,2$	0,988

4.5 Визначення об'ємів припливу морських вод через трубопровід «море-лимани» та їх мінералізації

Об'єми припливу морських вод через трубопровід «море-лимани» $W_{m,j}$, млн. м³, за розрахунковий місяць (j) визначались за формулою

$$W_{m,j} = 86400 N_j Q_{m,j} 10^{-6}, \quad (4.10)$$

де N_j – кількість діб, коли надходила морська вода в j -ому місяці;

$Q_{m,j}$ – середні за місяць витрати води в на виході з трубопроводу, м³/с;

86400 – кількість секунд в одній добі, с;

10^{-6} – коефіцієнт розмірності, який переводить розраховані дані з м³ в млн. м³.

При моделюванні водно-сольового балансу Куяльницького лиману щомісячні витрати води і значення мінералізації морських вод в трубопроводі «море-лимани» визначались за даними вимірювань (Додаток Б, табл. Б.1-Б.7).

4.6 Загальний аналіз результатів визначення рівнів та мінералізації води в лимані

На рис. 4.9 представлено графік мінливості середньомісячних значень рівнів води Куяльницького лиману в 2018 р.

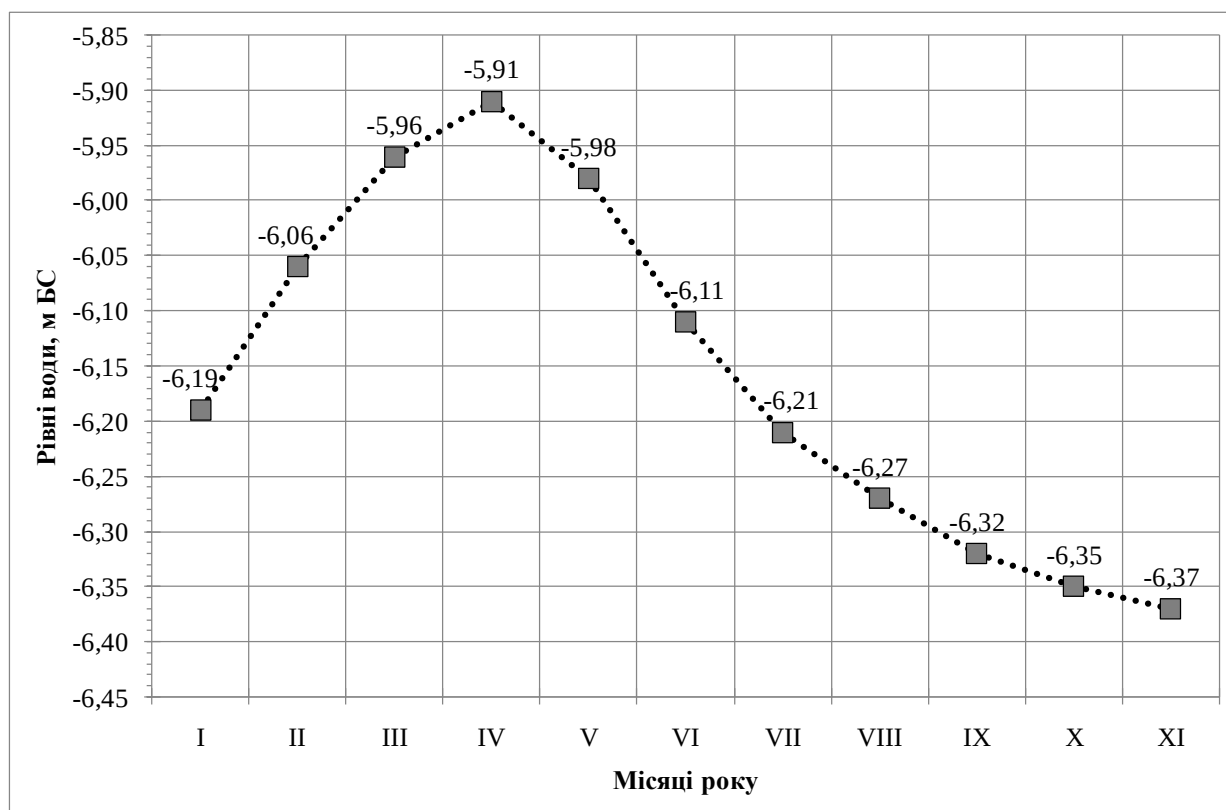


Рисунок 4.9 – Мінливість середньомісячних рівнів води Куяльницького лиману (м БС) за період січень-листопад 2018 р.

З рис. 4.9 видно, що в продовж 2018 р. середньомісячний рівень води в Куяльницькому лимані зменшився на 0,18 м (з позначки мінус 6,19 м БС – у січні, до позначки мінус 6,37 м БС – у листопаді). За цей же період площа водної поверхні зменшалась – на 5,4 млн. м² (з 44,0 до 38,6 млн. м²), а об'єм води – на 7,6 млн. м³ (з 28,8 до 21,2 млн. м³).

Зменшення рівня та об'єму води в лимані у 2018 р. пов'язано з тим, що втрати води на випаровування з водної поверхні (35,8 млн. м³) перевищили на 7,6 млн. м³ об'єм надходження води до лиману (28,2 млн. м³, з них: 42,6% або 12,0 млн. м³ – морська вода, 50,4% або 14,2 млн. м³ – атмосферні опади, 7% або 2,0 млн. м³ – вода інших приток лиману).

Якщо б морська вода у 2018 р. в лиман не надходила, то у листопаді об'єм води у лимані дорівнював би 9,2 млн. м³, а позначка рівня води становила б лише мінус 6,75 м БС.

Забезпечення «доброго екологічного стану» лиману можливе при підтриманні мінералізації води у водоймі в діапазоні **від 40 до 250 г/дм³** – найбільш сприятливі умови солоності для повноцінного функціонування специфічних гідробіонтів лиману або так званої «бальнеологічної біоти», насамперед зяброногого рачка *Artemia salina*.

Для управління режимами рівнів і мінералізації води в Куяльницькому лимані у майбутньому за умови, що його наповнення морською водою відбуватиметься трубопроводом «море-лиман», рекомендується продовжити роботу трубопроводу за наступним варіантом, який враховує такі граничні умови подачі морської води з Одеської затоки до лиману:

– подача морської води до лиману починається, якщо:

а) середньодобова температура води в Одеській затоці є меншою або дорівнює 8°C (температура, при якій у морській воді ще відсутні мікроорганізми-токсиканти, що виділяють токсичні речовини, й потрапляння яких у лиман не бажане);

б) середньомісячна мінералізація води в лимані є більша за 40 г/дм³ (нижня межа мінералізації води для існування так званої «бальнеологічної біоти» [1, 21]), а позначка рівня води в лимані є меншою від мінус 4,35 м БС (рівень води, при якому після проходження водопілля або паводка забезпеченістю $P=1\%$, а також при їх накладанні, не відбудеться затоплення на узбережжі лиману та території пересипу між лиманом і морем населених пунктів, санаторно-курортних закладів, об'їзної дороги та інших господарських об'єктів [1, 18]);

– подача морської води до лиману припиняється, якщо:

а) значення рівня води в лимані перед початком водопілля є більше позначки мінус 4,35 м БС;

б) середньомісячна мінералізації води менша за 40 г/дм³;

в) середньодобова температура води в Одеській затоці вища ніж 8°C.

Пропонується врахувати запропоновані умови подачі морської води до лиману в «Правилах експлуатації гідротехнічної споруди зі з'єднання Куяльницького лиману та Одеської затоки» [22].

5 МОНІТОРИНГ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ ФОРМУВАННЯ СТОКУ У СУЧАСНОСТІ ТА ЗА КЛІМАТИЧНИМИ СЦЕНАРІЯМИ НАД КУЯЛЬНИЦЬКИМ ЛИМАНОМ ТА СУМІЖНИМИ ТЕРИТОРІЯМИ

Під поняттям «моніторинг» слід розуміти відслідковування та оцінку фактів, а також експериментальне моделювання, прогноз та рекомендації по управлінню станом об'єкта, який вивчається [65].

У роботі [51] було показано, що на території Північно-Західного Причорномор'я на початку XXI сторіччя відбувається зростання температур повітря на фоні майже незмінних опадів, що призвело до зменшення водних ресурсів. Зменшення припливу прісних вод від водотоків, які допіру живили закриті лимани, призвело до всихання останніх, скорочення їх розмірів та об'ємів, швидкого зростання солоності води, порушення сталого водного та сольового балансів, що створило загрозу для їх бальнеологічних, рекреаційних властивостей або для розвитку рибальства. Загрозі знищення підлягали й унікальні природні ресурси Куяльницького лиману. З метою запобігання цій загрозі був введений у дію у 2014 р. трубопровід море-лиман, який подає додаткові об'єми води у лиман, попереджаючи його всихання. Оскільки разом із морською водою до лиману з Одеської затоки можуть надходити солі та забруднювальні речовини, постало питання про перспективи компенсації додаткових об'ємів морських вод прісними водами водотоків, природний гідрологічний режим яких має бути відновленим [66]. Доцільність відновлення стоку річки Великий Куяльник від надмірної кількості штучних водойм залежить від природного стоку річки у сучасних кліматичних умовах та у найближчому майбутньому. У випадку значного зменшення стоку річок за рахунок потепління, суттєвий вплив якого розпочався в Україні з 1989р., відновлення їх стоку за рахунок оптимізації водогосподарської діяльності не принесе бажаного ефекту [38]. Таким чином зростає важливість прогнозів можливого стану водних ресурсів водозбору Куяльницького лиману у майбутніх кліматичних умовах, які визначаються за кліматичними сценаріями [67]. У попередніх дослідженнях наслідків змін клімату на території Північно-Західного Причорномор'я для кількісної оцінки стану водних ресурсів за моделлю «клімат-стік» [68] використовувалися дані, отримані по одній (найбільш оптимальній моделі) з математичних моделей тієї чи іншої гілки сценаріїв [69, 70].

У даній роботі розглянуто 14 регіональних математичних моделей сценарію RCP4.5, який відноситься до сценаріїв концентрацій парникових газів сімейства RCP (Representative Concentration Pathways – «характерні траєкторії

змін концентрації»). Сценарії RCP являють собою новий набір сценаріїв, які визначаються з точки зору оцінки змін радіаційного впливу. Сценарій RCP4.5 відноситься до “помірних” і передбачає, що глобальні викиди парникових газів у атмосферу Землі повинні почати зменшуватись після 2040р. Новизна такого підходу проявляється у тому, що розглядаються крайові (найкращий і найгірший з точки зору умов формування стоку річок) сценарії та виконується оцінка водних ресурсів для кліматичних умов, які є результатом осереднення усіх 14 кліматичних сценаріїв [71]. За моделлю “клімат-стік” були оцінені ресурси зволоження, теплоенергетичні ресурси клімату та природні водні ресурси України для 30-ти річного періоду (2021-2050 рр.) по кожній із 14 регіональних моделей, які реалізували сценарій RCP4.5. Розрахунки виконувалися для шести метеорологічних станцій які знаходяться на території водозбору Куяльницького лиману або на прилеглих територіях.

5.1 Аналіз даних про температурний режим у сучасності та за кліматичними сценаріями над Куяльницьким лиманом та суміжними територіями

Виявлення статистично значущих трендів у коливаннях температур повітря (середніх за рік, теплий та холодний періоди) виконано на базі методу лінійної парної регресії. Установлено, що коливання температур повітря на 6 розглянутих метеорологічних станціях відбувається переважно синхронно. Виключення становлять сценарні моделі KNM ІІ теплий період, CLMcom 1 (холодний період) і CLMcom 2 (холодний період), у яких на станціях Сербка та Роздільна характер коливань температури повітря відрізняється від інших (табл. 5.1, табл. 5.2).

Статистично значущі додатні тренди, для яких коефіцієнт кореляції лінійного зв'язку із більше подвійної середньоквадратичної похибки його визначення ($r > 2\sigma_r$), установлені для 7 із 14 моделей сценарію RCP4.5 при розгляді середніх багаторічних температур повітря, для 7 із 14 – для теплого періоду та для 3 із 14 – для холодного періоду (табл. 5.3). Таким чином ймовірність появи статистично значущого тренду у коливаннях середньої річної температури повітря і температури теплого періоду становить 50%, а для температури холодного періоду - менше 21%.

Отримано рівняння лінійної парної регресії, які описують закономірності змін річної температури у часі за середньостатистичною моделлю (рис. 5.1, рис. 5.2, рис. 5.3). Усі виявлені тренди є статистично значущими.

Виявлено, що для середньостатистичної моделі лінійні зв'язки між характеристиками температури повітря для різних метеостанцій характеризуються високими коефіцієнтами кореляції (табл. 5.4, табл. 5.5, табл. 5.6).

Аналіз різницевих інтегральних кривих характеристик температурного режиму показав, що за моделями CLMcom1, CLMcom2, CLMcom3 у холодний період спостерігається асинхронність коливань на метеостанціях Сербка та Роздільна. Для інших моделей характерною рисою є синфазність коливань температур повітря.

Таблиця 5.1 – Матриця кореляцій для моделі KNMI 1 теплий період

Станції	Любашівка	Одеса	Роздільна	Сербка	Затишшя	Вознесеньск
Любашівка	1,00	0,97	0,06	0,07	0,99	0,99
Одеса	0,97	1,00	0,05	0,06	0,97	0,98
Роздільна	0,06	0,05	1,00	0,99	0,05	0,02
Сербка	0,07	0,06	0,99	1,00	0,06	0,04
Затишшя	0,99	0,97	0,05	0,06	1,00	0,99
Возне-сенськ	0,99	0,98	0,02	0,04	0,99	1,00

Таблиця 5.2 – Матриця кореляцій для моделі CLMcom 1 (холодний період)

	Люба- шівка	Одеса	Розділь- на	Серб- ка	Затиш- шя	Возне- сенськ
Любашівка	1,00	0,97	0,14	0,17	1,00	0,99
Одеса	0,97	1,00	0,19	0,22	0,98	0,98
Роздільна	0,14	0,19	1,00	0,996	0,17	0,15
Сербка	0,17	0,22	1,00	1,00	0,20	0,18
Затишшя	0,997	0,98	0,17	0,20	1,00	0,99
Возне- сенськ	0,99	0,98	0,15	0,18	0,99	1,00

Таблиця 5.3 – Оцінка статистичної значущості коефіцієнтів кореляції для трендів, виявлених у коливаннях температур повітря (середніх за рік, теплий та холодний періоди) для прогнозних даних за моделями та для середньостатистичної моделі

Осереднена (по 6 метеостанціям) температура повітря	Модель	Коефіцієнт кореляції, r	2 σ_r	Висновок
1	2	3	4	5
річна	CLMcom 1	0,14	0,36	не значущий
річна	CLMcom 2	0,2	0,36	не значущий
річна	CLMcom 3	0,33	0,33	значущий
річна	CLMcom 4	0,27	0,34	не значущий
річна	CNRM	0,14	0,36	не значущий
річна	DMI	0	0,37	не значущий
річна	KNM I 1	0,27	0,34	не значущий
річна	KNM I 2	0,38	0,32	значущий
річна	MPI-CSC1	0,32	0,33	значущий
річна	MPI-CSC2	0,15	0,36	не значущий
річна	SMHI 1	0,41	0,31	значущий
річна	SMHI 2	0,68	0,20	значущий
річна	SMHI 3	0,39	0,31	значущий
річна	SMHI 4	0,33	0,33	значущий
річна	Середня статистична модель	0,61	0,23	значущий
теплого періоду	CLMcom 1	0,22	0,35	не значущий
теплого періоду	CLMcom 2	0,1	0,37	не значущий
теплого періоду	CLMcom 3	0,4	0,31	не значущий
теплого періоду	CLMcom 4	0,32	0,33	значущий
теплого періоду	CNRM	0,2	0,36	не значущий
теплого періоду	DMI	0,19	0,36	не значущий
теплого періоду	KNM I 1	0,35	0,33	значущий
теплого періоду	KNM I 2	0,43	0,30	значущий
теплого періоду	MPI-CSC1	0,08	0,37	не значущий
теплого періоду	MPI-CSC2	0,27	0,34	не значущий
теплого періоду	SMHI 1	0,39	0,31	значущий
теплого періоду	SMHI 2	0,76	0,16	значущий
теплого періоду	SMHI 3	0,53	0,27	значущий
теплого періоду	SMHI 4	0,32	0,33	значущий

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4	5
теплого періоду	Середня статистична модель	0,65	0,21	значущий
холодного періоду	CLMcom 1	0,04	0,37	не значущий
холодного періоду	CLMcom 2	0,25	0,35	не значущий
холодного періоду	CLMcom 3	0,14	0,36	не значущий
холодного періоду	CLMcom 4	0,13	0,36	не значущий
холодного періоду	CNRM	0	0,37	не значущий
холодного періоду	DMI	-0,21	0,35	не значущий
холодного періоду	KNMI 1	0,1	0,37	не значущий
холодного періоду	KNMI 2	0,19	0,36	не значущий
холодного періоду	MPI-CSC1	0,37	0,32	значущий
холодного періоду	MPI-CSC2	0,03	0,37	не значущий
холодного періоду	SMHI 1	0,31	0,34	значущий
холодного періоду	SMHI 2	0,43	0,30	значущий
холодного періоду	SMHI 3	0,03	0,37	не значущий
холодного періоду	SMHI 4	0,24	0,35	не значущий
холодного періоду	Середня статистична модель	0,35	0,33	значущий

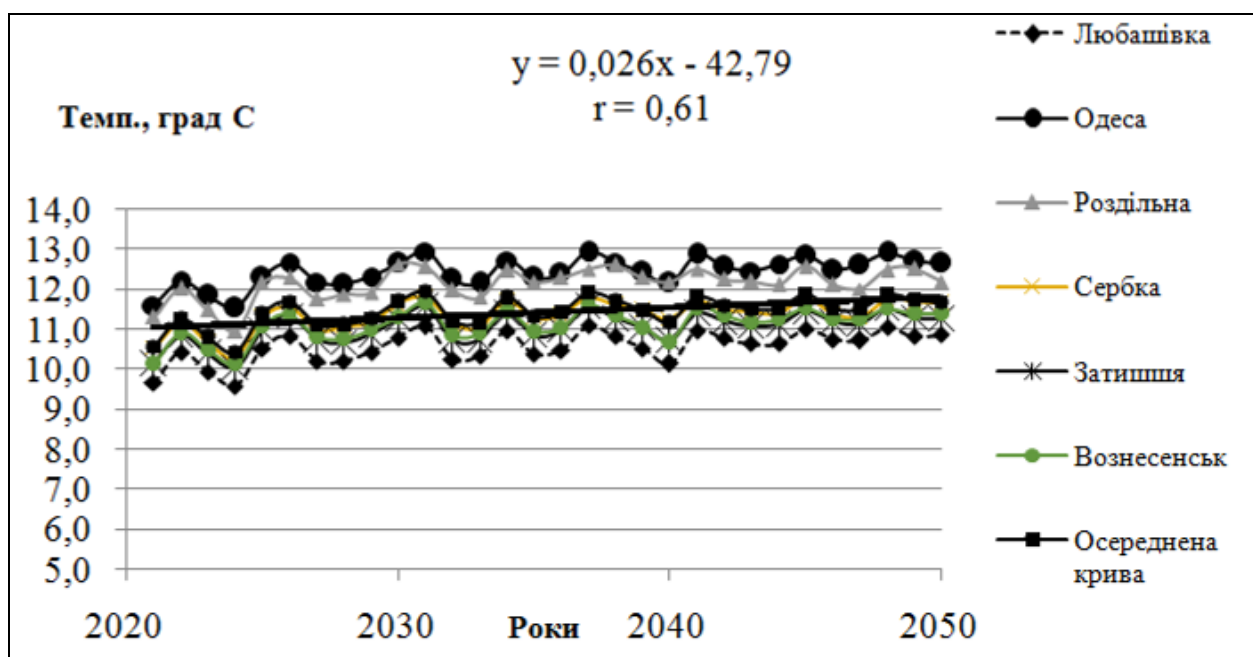


Рисунок 5.1 – Суміщені графіки хронологічного ходу середньорічних температур повітря, середньостатистична модель

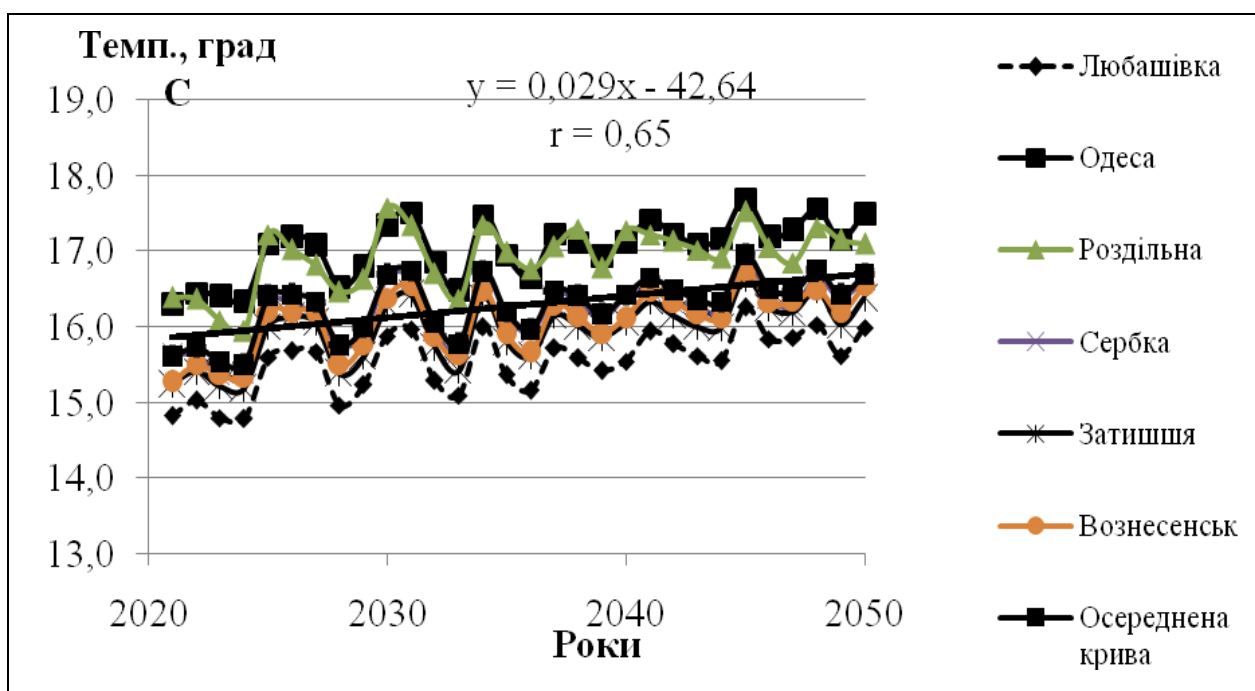


Рисунок 5.2 – Суміщені графіки хронологічного ходу середніх температур повітря теплого періоду (IV-XI), середньостатистична модель

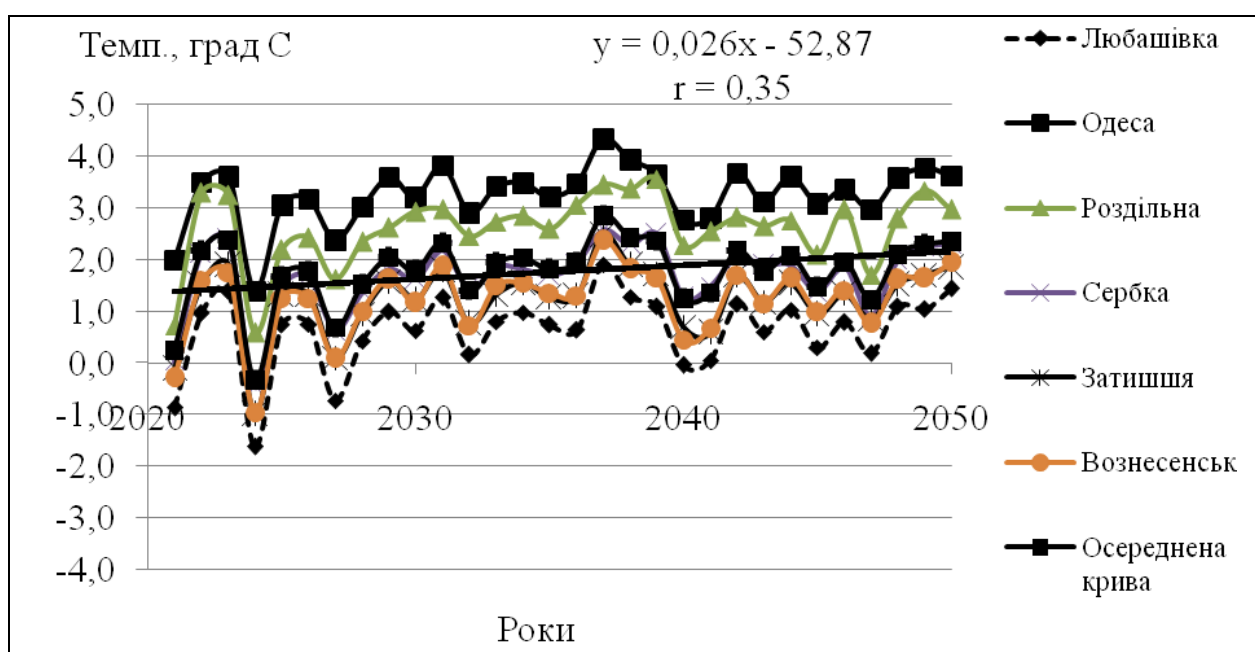


Рисунок 5.3 – Суміщені хронологічні графіки ходу середніх температур повітря холодного періоду (XII, I-III), середньостатистична модель

Таблиця 5.4 – Матриця коефіцієнтів кореляції для середньорічних температур повітря за осередненими по 14 кліматичним моделям даними сценарію RCP4.5

	Любашівка	Одеса	Роздільна	Сербка	Затишшя	Вознесенськ
Любашівка	1,00	0,98	0,90	0,97	1,00	1,00
Одеса	0,98	1,00	0,91	0,97	0,99	0,99
Роздільна	0,90	0,91	1,00	0,97	0,92	0,90
Сербка	0,97	0,97	0,97	1,00	0,98	0,96
Затишшя	1,00	0,99	0,92	0,98	1,00	0,99
Вознесенськ	0,99	0,99	0,90	0,96	0,99	1,00

Таблиця 5.5 – Матриця кореляцій для температур повітря теплого періоду осереднених за 14 кліматичними моделями сценарію RCP4.5

	Любашівка	Одеса	Роздільна	Сербка	Затишшя	Вознесенськ
Любашівка	1,00	0,99	0,90	0,97	1,00	0,99
Одеса	0,99	1,00	0,91	0,97	0,99	0,99
Роздільна	0,90	0,91	1,00	0,97	0,92	0,90
Сербка	0,97	0,97	0,97	1,00	0,98	0,97
Затишшя	1,00	0,99	0,92	0,98	1,00	0,99
Вознесенськ	0,99	0,99	0,90	0,97	0,99	1,00

Таблиця 5.6 – Матриця кореляцій для температур повітря холодного періоду осереднених за 14 кліматичними моделями сценарію RCP4.5

	Любашівка	Одеса	Роздільна	Сербка	Затишшя	Вознесенськ
Любашівка	1,00	0,98	0,90	0,96	0,99	0,99
Одеса	0,98	1,00	0,92	0,96	0,98	0,98
Роздільна	0,90	0,92	1,00	0,97	0,90	0,90
Сербка	0,96	0,96	0,97	1,00	0,96	0,96
Затишшя	0,99	0,98	0,90	0,96	1,00	0,99
Вознесенськ	0,99	0,98	0,90	0,96	0,99	1,00

При розгляді осереднених по 14 моделям даних (середньостатистична модель) по температурам повітря отримуємо, що з 2029 року у коливаннях середніх річних температур буде спостерігатися додатна або посушлива фаза (рис. 5.4). Для теплого періоду стійкий перехід середніх температур повітря у додатну фазу відбудеться у 2033 році, а для станції Вознесеньк навіть у 2036 році (рис. 5.5). У холодний період року перехід у додатну фазу має відбутися у 2028 році (рис. 5.6).

Якщо розглянути коливання середніх температур повітря холодного періоду (XII-III) по метеостанції Любашівка, яка знаходиться в області формування стоку річки Великий Куяльник, то можна зробити висновок, що у розрахунковий період з 2020 по 2050 рр. лінія регресії знаходиться в зоні позитивних температур повітря. Від'ємні температури можуть бути у 2020, 2024, 2027 роках та близькими до нуля – у 2040, 2041 рр. (рис. 5.7). Ця обставина указує на несприятливі умови для формування весняного водопілля. При додатних температурах повітря формується невеликий запас води у сніговому покриві та зростають втрати талих вод на інфільтрацію у непромерзлі ґрунти.

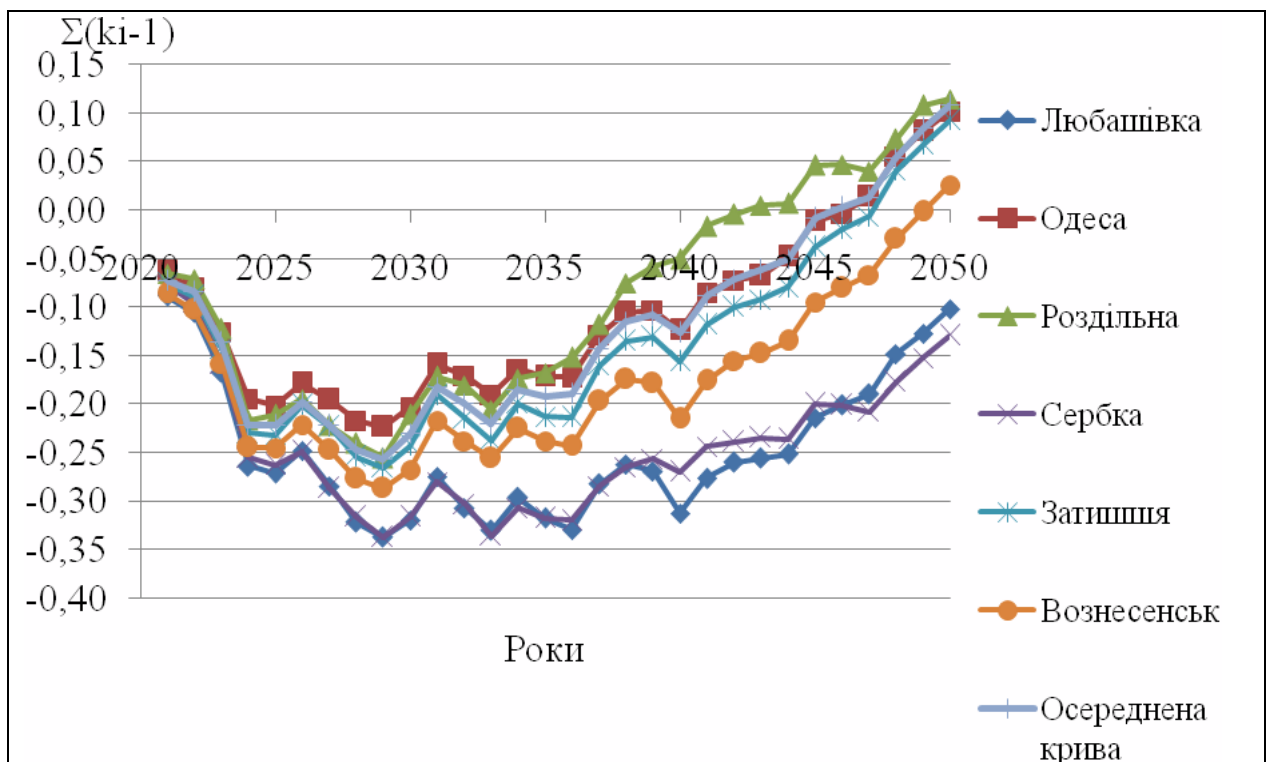


Рисунок 5.4 – Різницева інтегральна крива прогностичних середньорічних температур повітря, середньостатистична модель

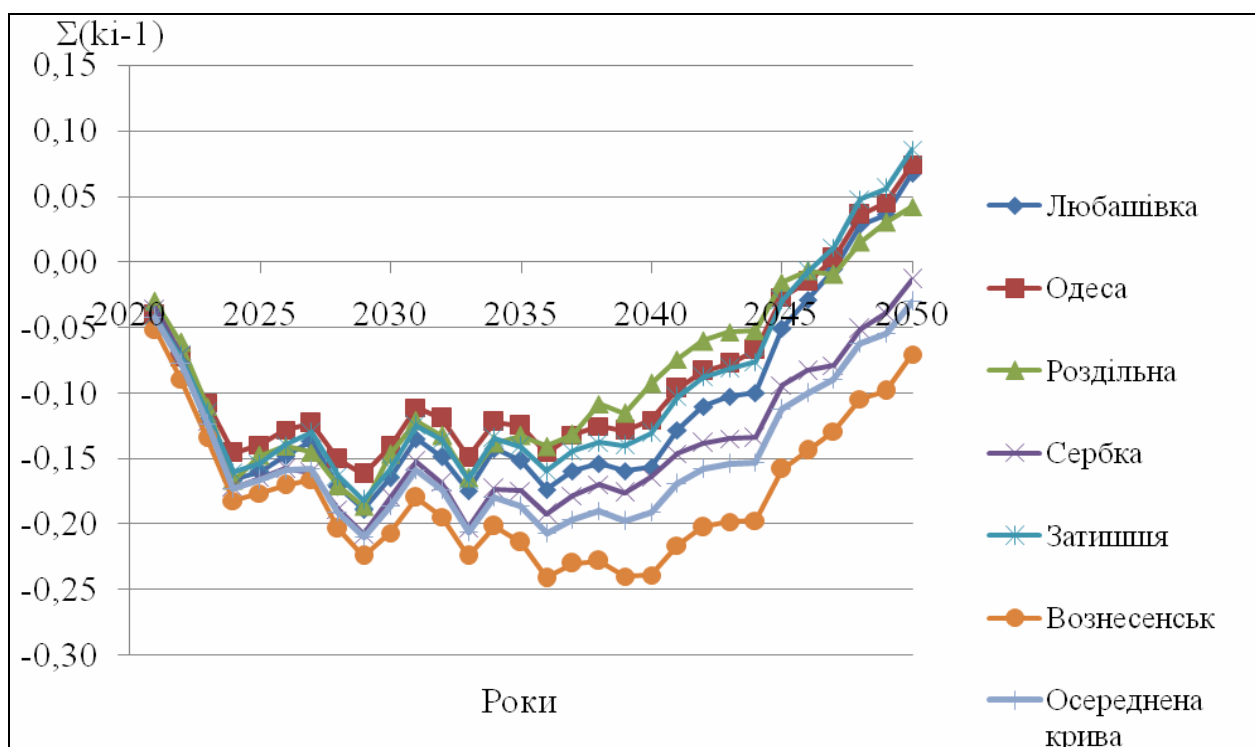


Рисунок 5.5 – Різницева інтегральна крива прогнозних температур повітря за теплий період року (IV-XI), середньостатистична модель

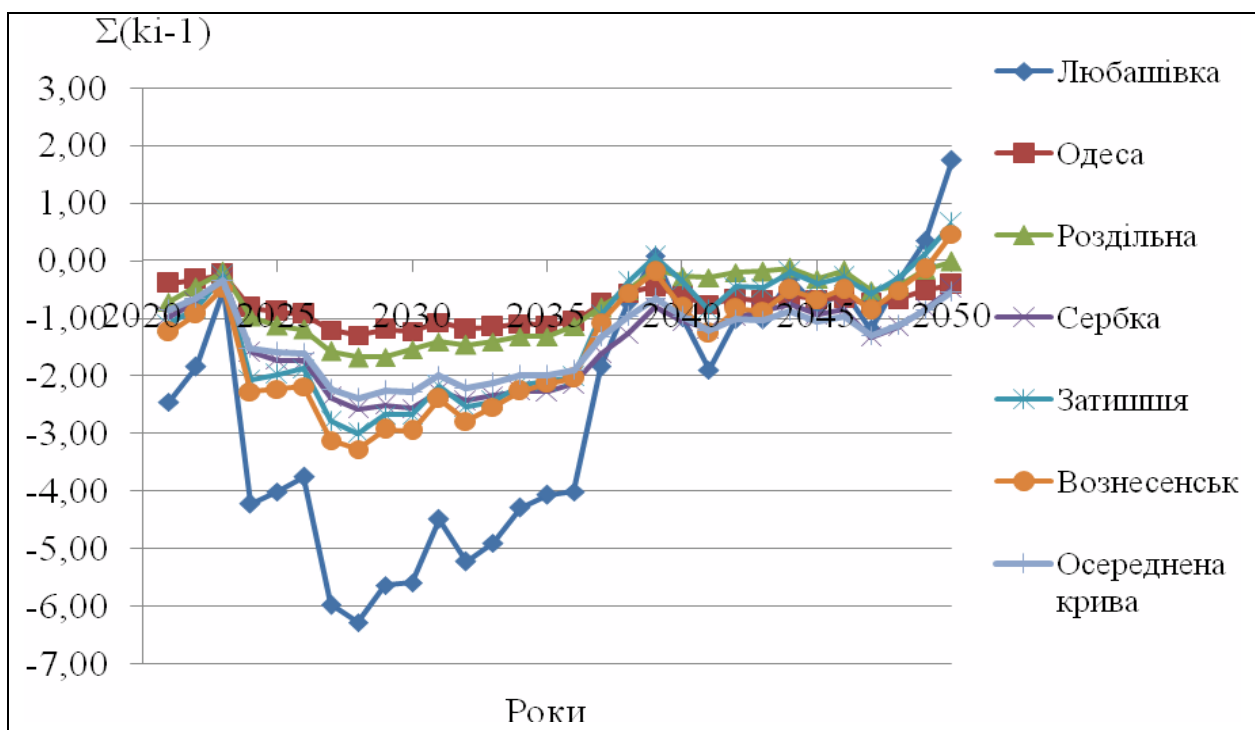


Рисунок 5.6 – Різницева інтегральна крива прогнозних температур повітря за холодний період року (XII, I-III), середньостатистична модель

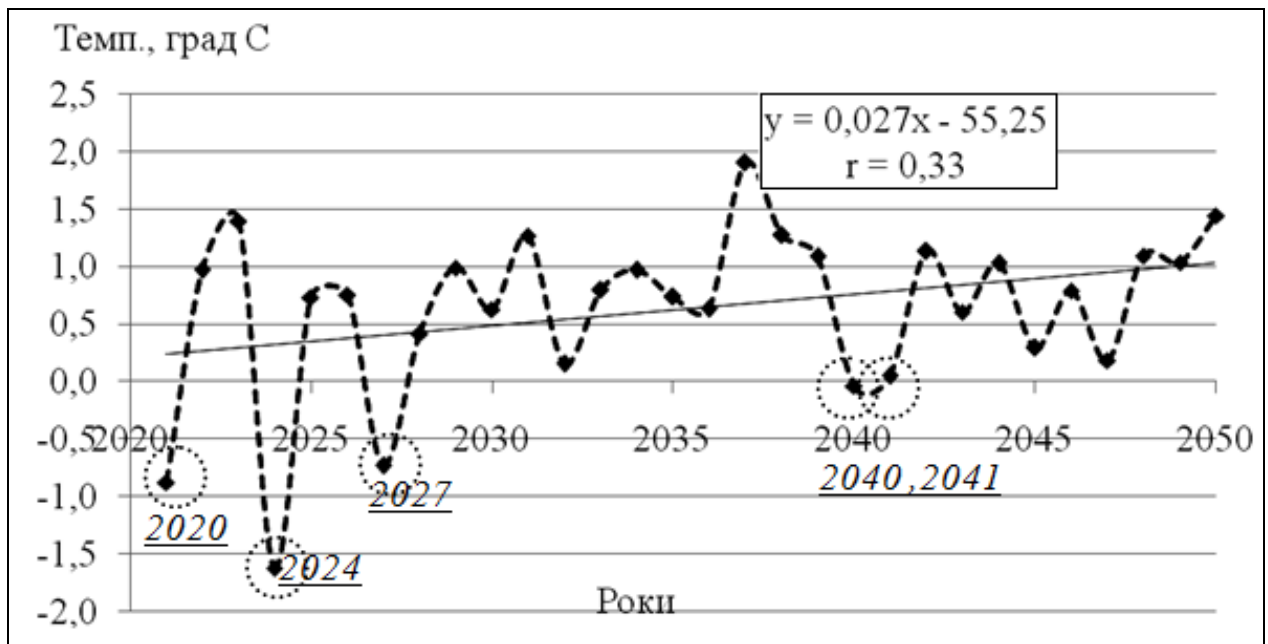


Рисунок 5.7 – Хронологічний хід температур повітря осереднених за холодний період (XII, I-III) по метеостанції Любашівка, середньостатистична модель

Найкращий варіант температурного режиму з точки зору умов формування водних ресурсів очікується за моделлю DMI (зменшення температури в середньому на $0,03^{\circ}\text{C}$ кожні 10 років), найгірший варіант - за моделлю SMHI2, згідно із якою збільшення середньої річної температури буде становити $0,7^{\circ}\text{C}$ кожні 10 років (табл. 5.7). Зростання середньої річної температури повітря та температури повітря теплого періоду обумовлює зростання втрат на випаровування з поверхні суші та водної поверхні.

Проведене співставлення спостережених і прогнозних характеристик температур повітря, виконаних для різних розрахункових періодів (рік, теплий і холодний періоди) по метеостанції Любашівка показали, що для моделі DMI напрями фактичних змін температур повітря у часі суттєво відрізняються від прогнозованих (рис. 5.8, рис. 5.9, рис. 5.10). Прогнозні температури повітря виявилися менше фактичних.

Для моделі SMHI2 інтенсивність зростання середніх річних температур повітря та середніх температур теплого періоду є значно більшою, ніж це проявляється у даних спостережень (рис. 5.11, рис. 5.12, рис. 5.13).

Що стосується середньостатистичної моделі, то тут узгодженість напрямів і інтенсивності зміни характеристик температурного режиму у сучасності та майбутньому є найкращою (рис. 5.14, рис. 5.15, рис. 5.16). Представлені дані можуть бути об'єднаними і описаними загальною для різних періодів лінією регресії (рис. 5.17, рис. 5.18, рис. 5.19).

Таблиця 5.7 – Середнє зростання температури повітря за кожні 10 років для розглянутих моделей сценарію RCP4.5

Модель	Прогнозні зміни середньої річної температури на кожні 10 років
CLMcom1	+0,10
CLMcom2	+0,13
CLMcom3	+0,23
CLMcom4	+0,28
CNRM	+0,11
DMI	-0,03
KNM I1	+0,21
KNM I2	+0,43
MPI-CSC1	+0,29
MPI-CSC2	+0,18
SMHI1	+0,44
SMHI2	+0,70
SMHI3	+0,31
SMHI4	+0,10
Середня статистична модель	+0,26

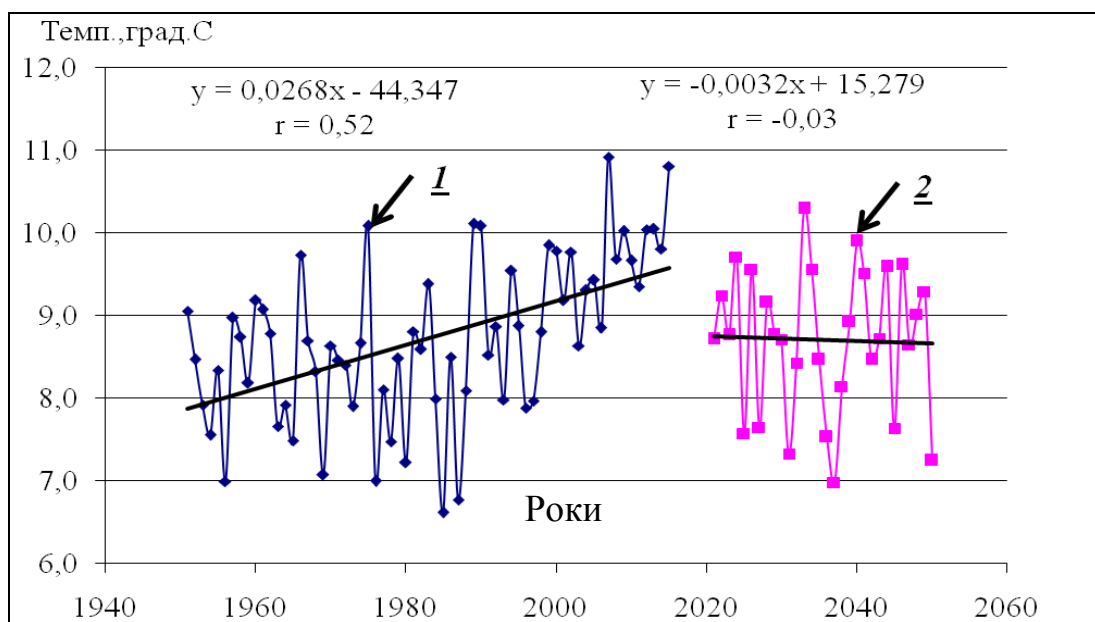


Рисунок 5.8 – Суміщені хронологічні графіки спостережених середньорічних температур повітря і прогнозованих температур повітря за моделлю DMI, метеостанція Любашівка (1- спостережені дані, 2 – прогнозні дані)

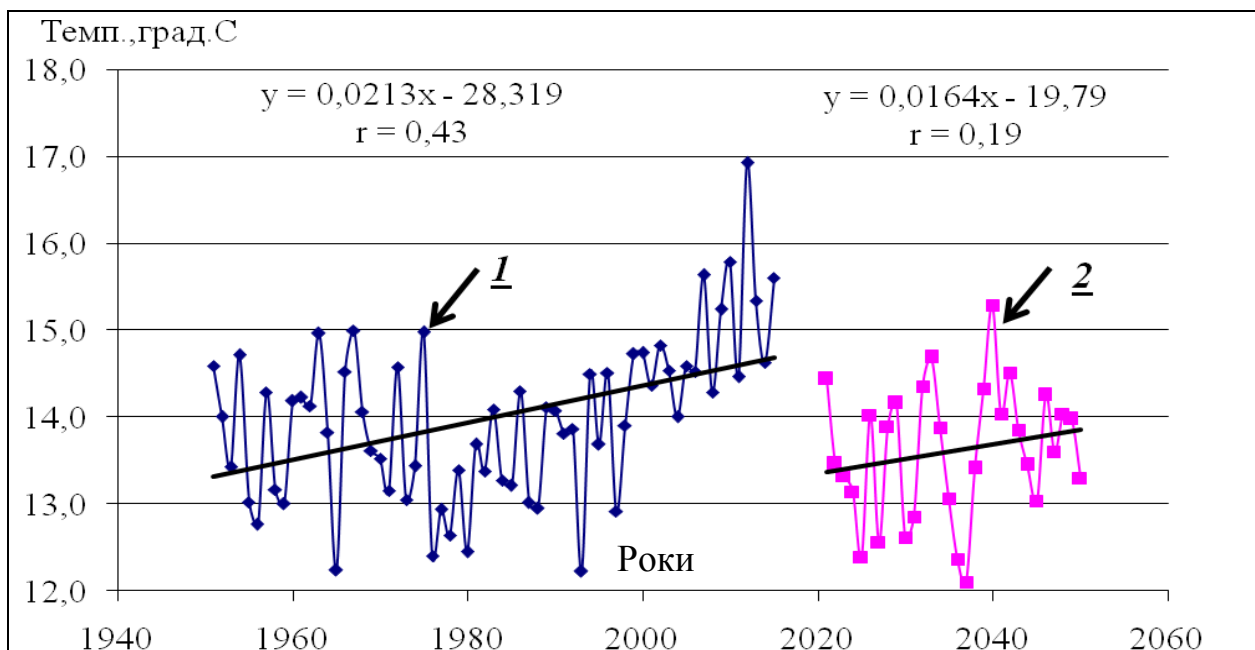


Рисунок 5.9 – Суміщені хронологічні графіки спостережених температур повітря теплого періоду і прогнозованих температур повітря за моделлю DMI) по метеостанції Любашівка (1- спостережені дані, 2 – прогнозні дані)

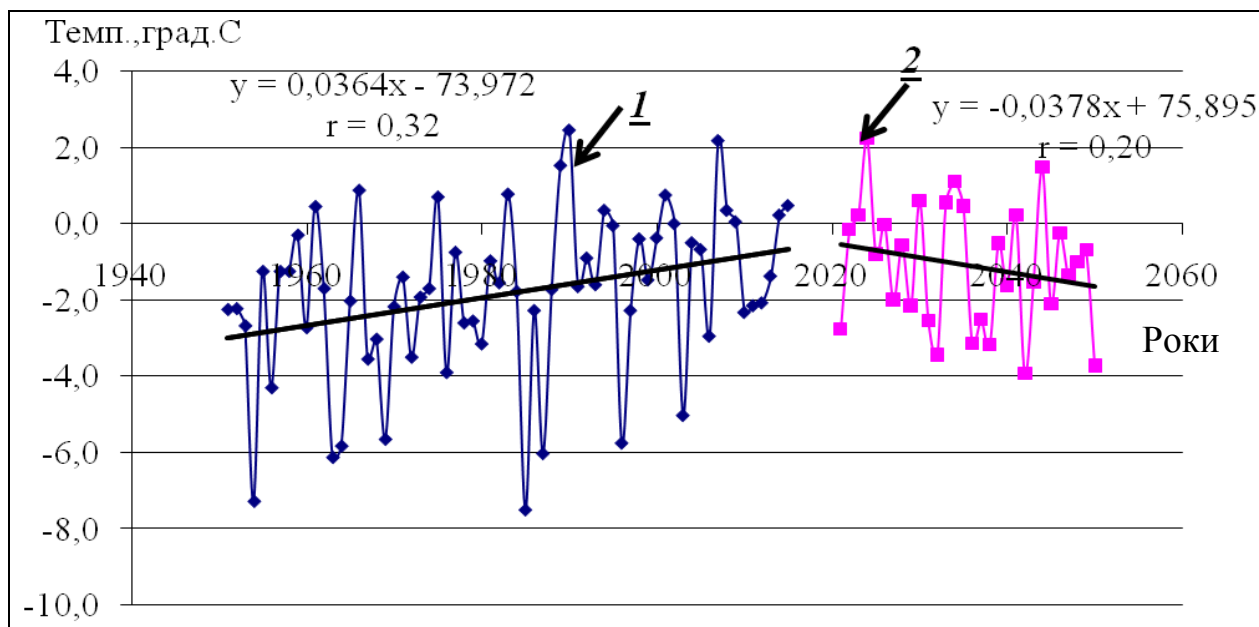


Рисунок 5.10 – Суміщені хронологічні графіки спостережених температур повітря холодного періоду і прогнозованих температур повітря за моделлю DMI по метеостанції Любашівка (1- спостережені дані, 2 – прогнозні дані)

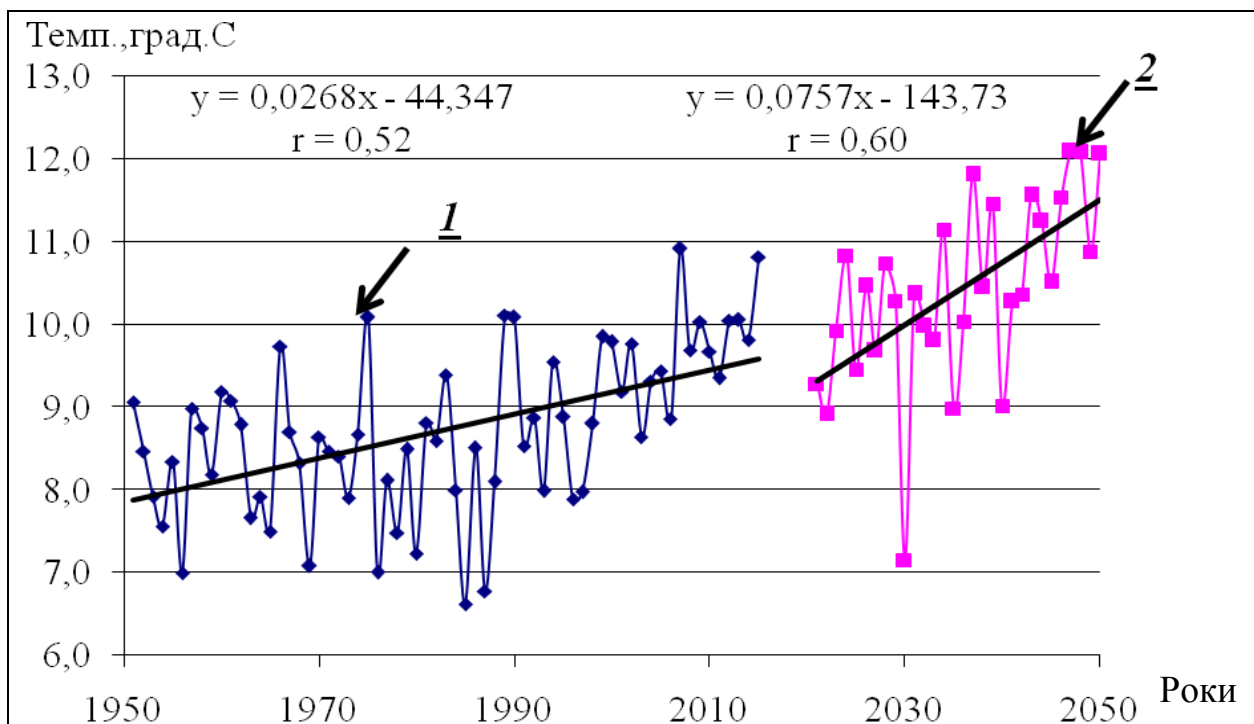


Рисунок 5.11 – Суміщені хронологічні графіки спостережених середньорічних температур повітря і прогнозованих за моделлю SMHI2 по метеостанції Любашівка (1- спостережені дані, 2 – прогнозні дані)

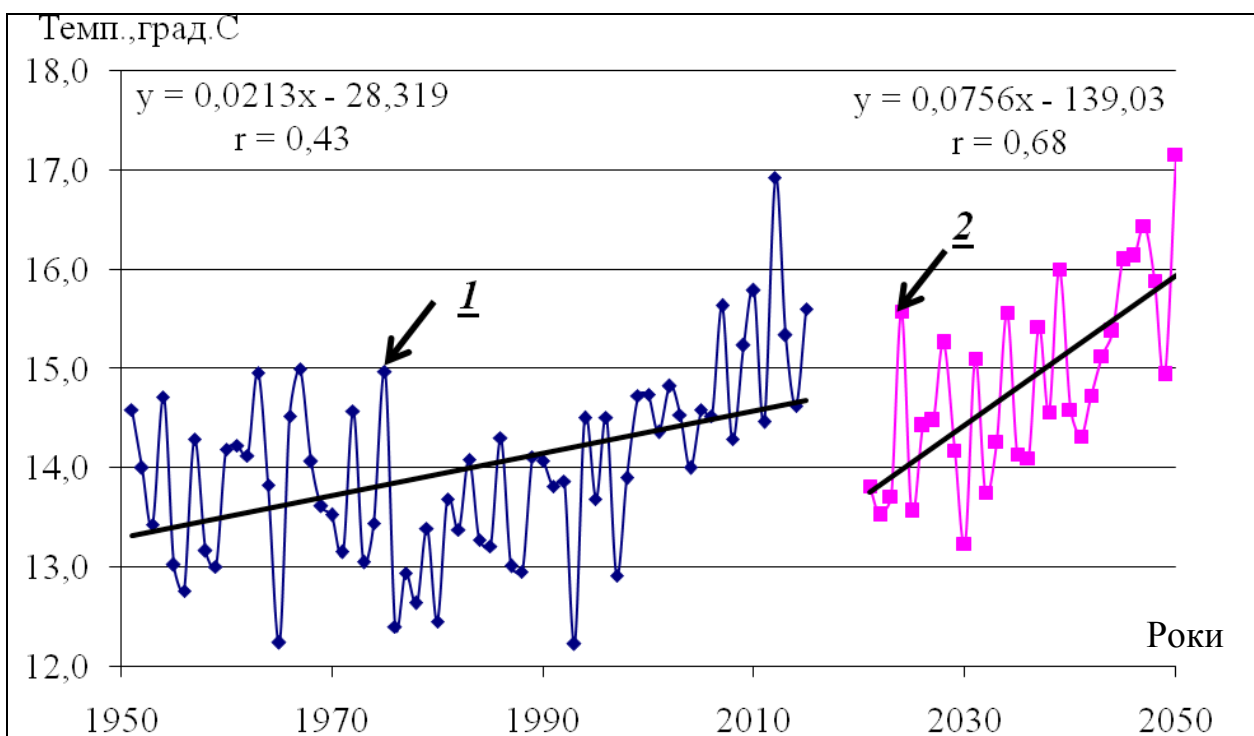


Рисунок 5.12 – Суміщені хронологічні графіки спостережених температур повітря теплого періоду і прогнозованих за моделлю SMHI2 по метеостанції Любашівка (1- спостережені дані, 2 – прогнозні дані)

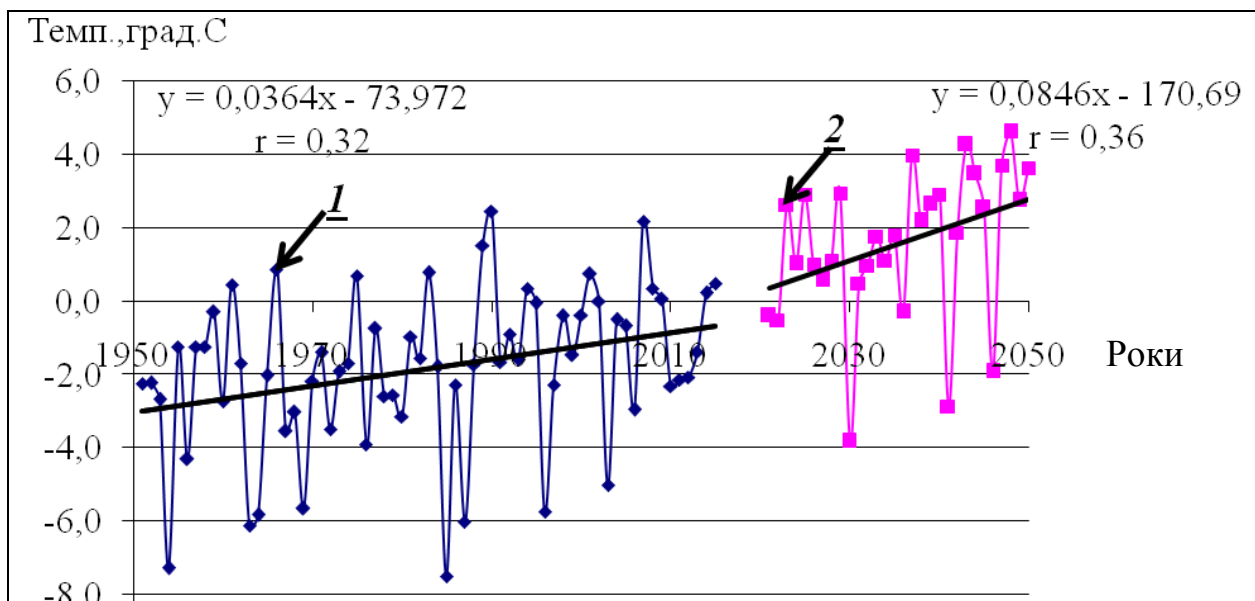


Рисунок 5.13 – Суміщені хронологічні графіки спостережених температур повітря холодного періоду і прогнозованих температур за моделлю SMHI2 по метеостанції Любашівка (1- спостережені дані, 2 – прогнозні дані)

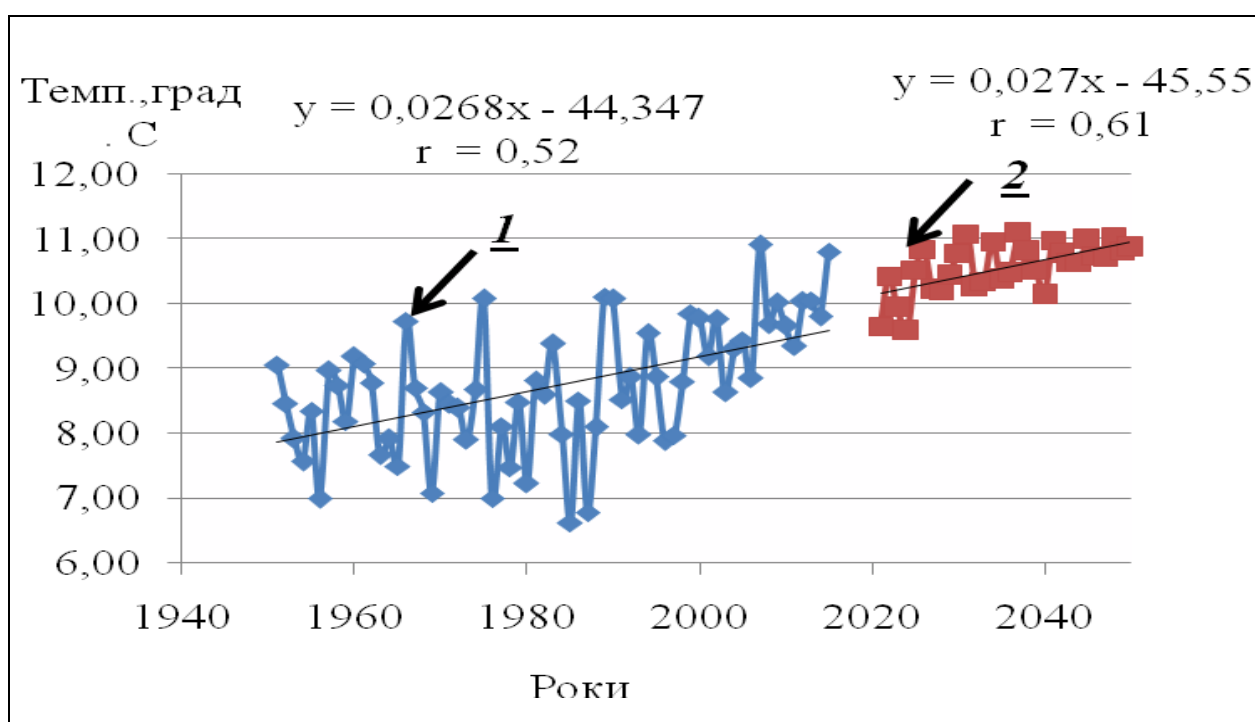


Рисунок 5.14 – Суміщені хронологічні графіки спостережених і прогнозованих середньорічних температур повітря за середньостатистичною моделлю по метеостанції Любашівка (1- спостережені дані, 2 – прогнозні дані)

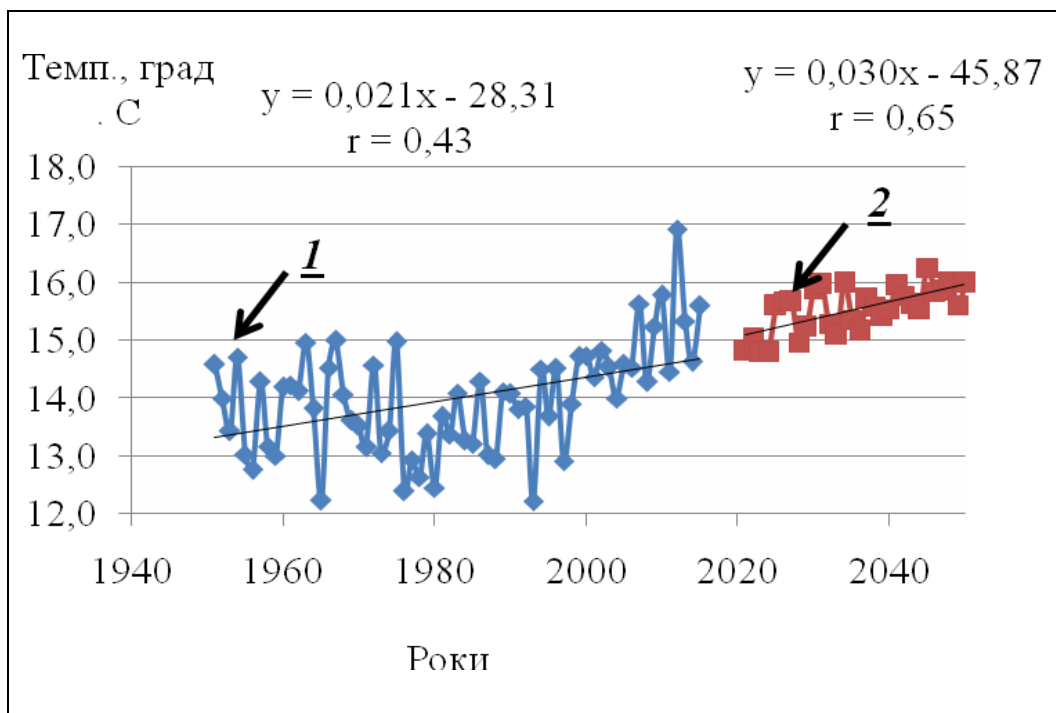


Рисунок 5.15 – Суміщені хронологічні графіки спостережених і прогнозованих температур повітря теплого періоду за середньостатистичною моделлю по метеостанції Любашівка (1- спостережені дані, 2 – прогнозні дані)

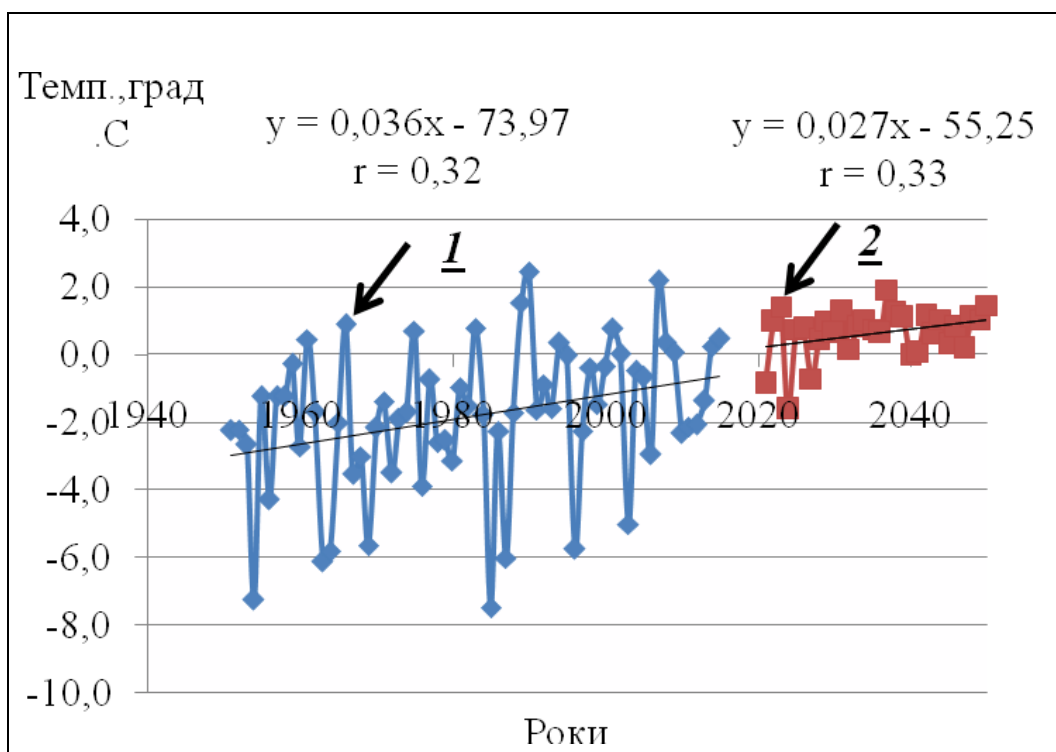


Рисунок 5.16 – Суміщені хронологічні графіки спостережених і прогнозованих температур повітря холодного періоду по метеостанції Любашівка за середньостатистичною моделлю (1- спостережені дані, 2 – прогнозні дані)

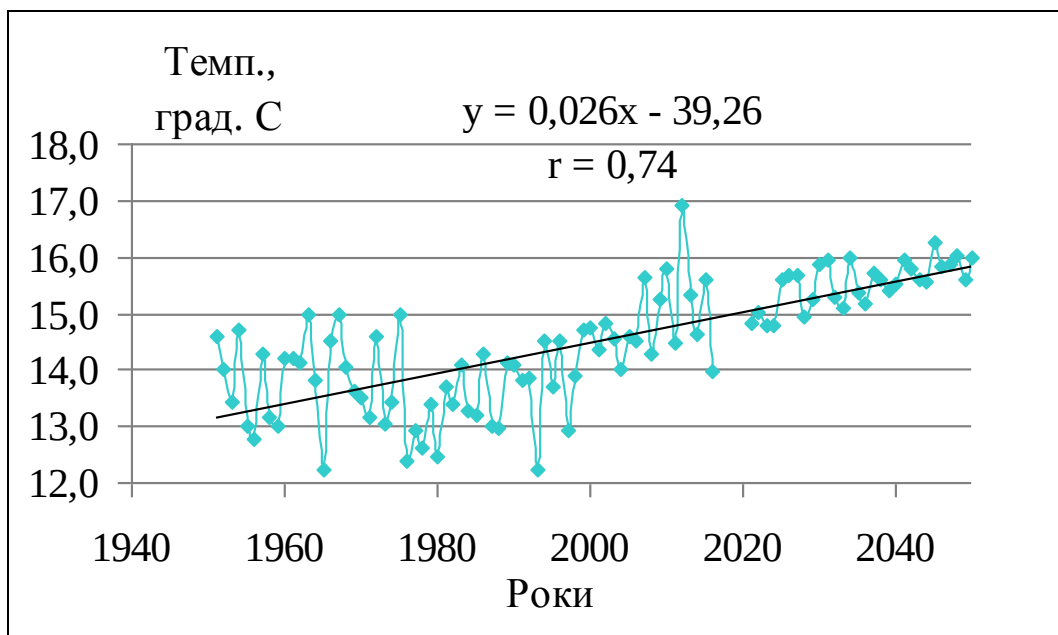


Рисунок 5.17 – Суміщений хронологічний графік спостережених і прогнозованих температур повітря теплого періоду за середньостатистичною моделлю по метеостанції Любашівка, описаний загальним рівнянням регресії

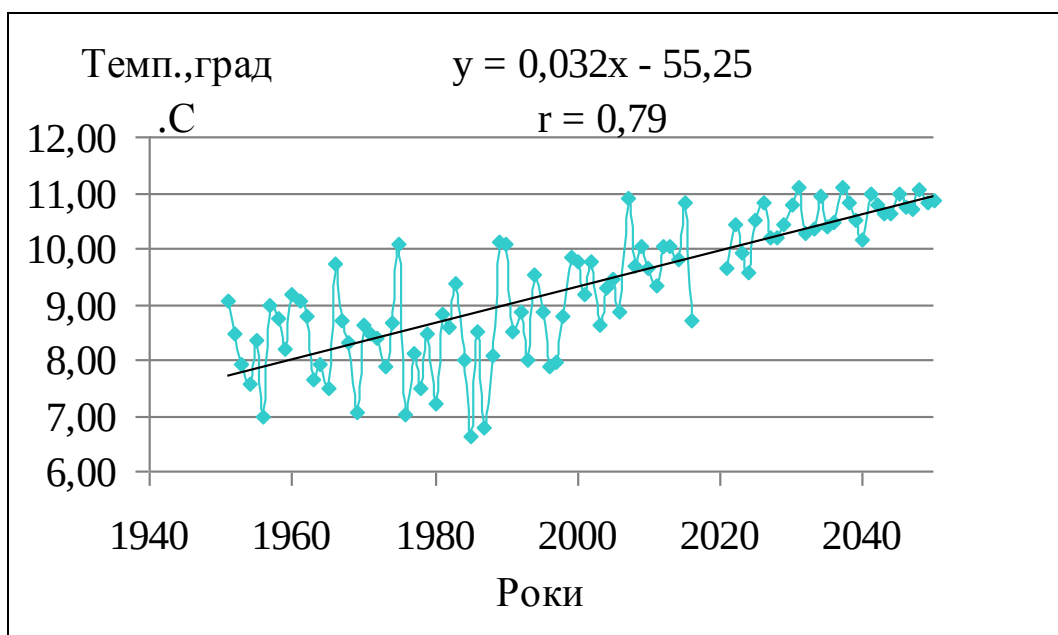


Рисунок 5.18 – Суміщений хронологічний графік спостережених і прогнозованих середньорічних температур повітря за середньостатистичною моделлю по метеостанції Любашівка, описаний загальним рівнянням регресії

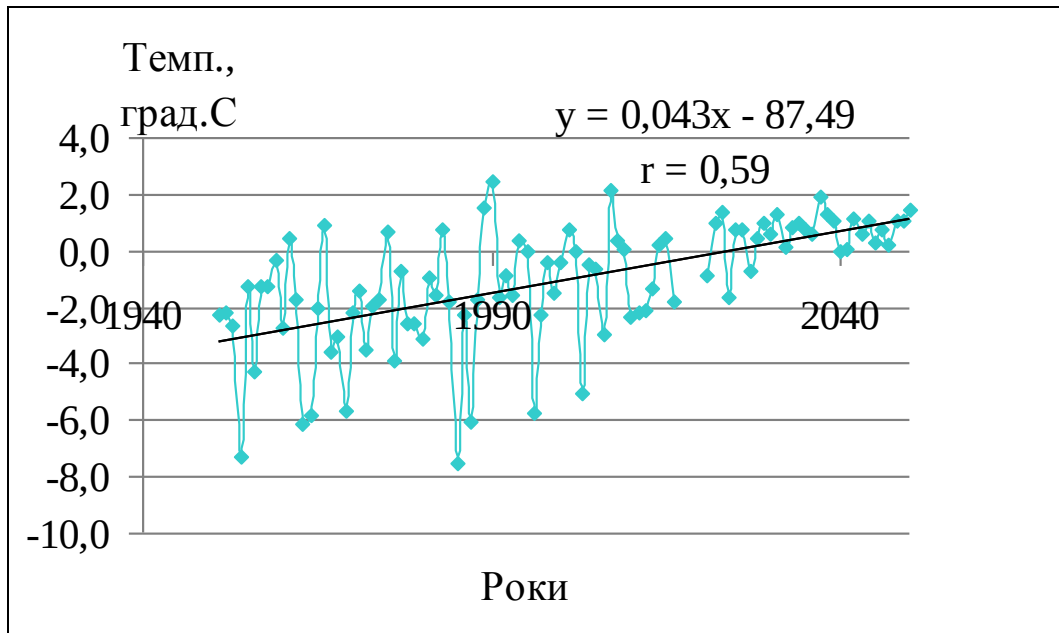


Рисунок 5.19 – Суміщений хронологічний графік спостережених і прогнозованих температур повітря холодного періоду по метеостанції Любашівка за середньостатистичною моделлю, описаний загальним рівнянням регресії

5.2 Аналіз даних про атмосферні опади у сучасності та за кліматичними сценаріями над Куяльницьким лиманом та суміжними територіями

Досліджено хронологічний хід річних сум опадів по 6 метеорологічним станціям Північно-Західного Причорномор'я, розташованих у басейні Куяльницького лиману та на прилеглих територіях.

Аналіз хронологічних графіків по сумах опадів за рік, теплий (IV-XI) та холодний (XII-III) періоди, виконаний з використанням методу парної лінійної регресії [72] показав, що у більшості випадків на протязі розрахункового періоду 2021-2050 рр. статистично значущі тренди у коливаннях опадів формуватися не будуть (рис. 5.20, додаток Д).

Виключення становить хронологічний хід опадів холодного періоду (модель DMI, рис. 5.21), для якого виявлене існування статистично значущої тенденції до збільшення кількості опадів у часі.

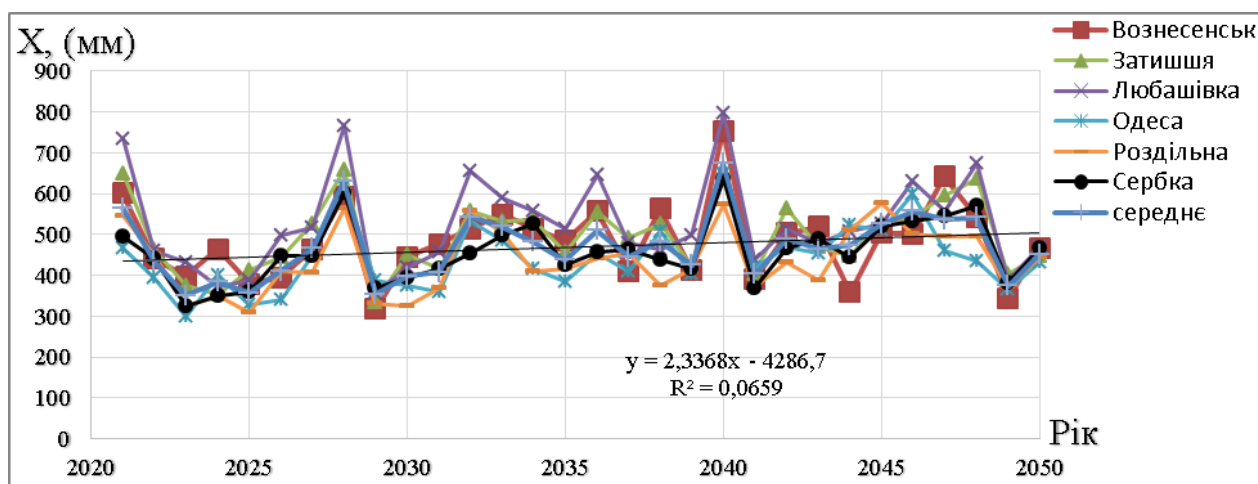


Рисунок 5.20 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель CLMcom4)

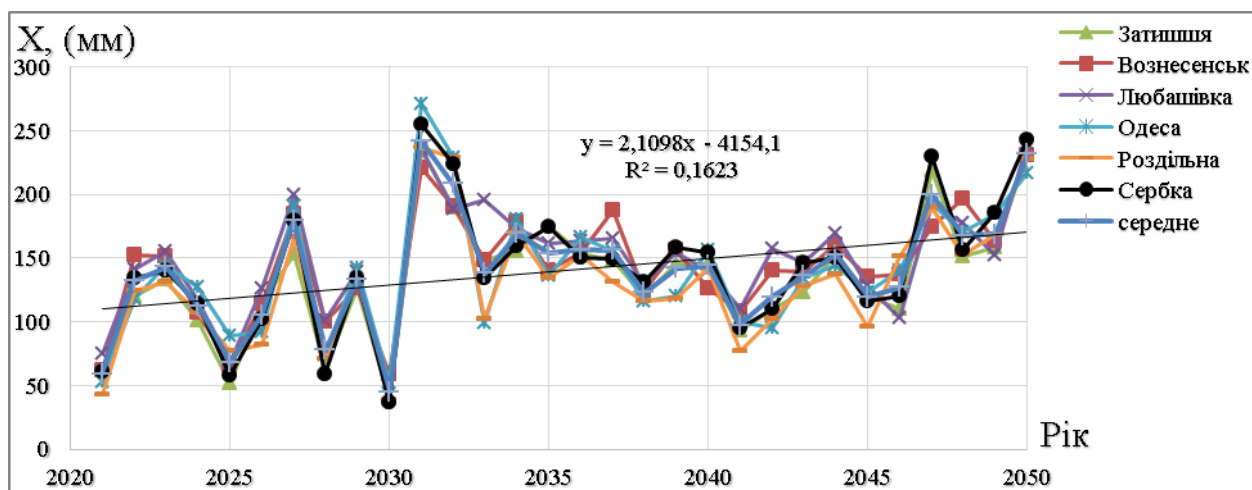


Рисунок 5.21 – Хронологічний хід коливань сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель DMI)

З метою узагальнення отриманої з різних моделей інформації по опадах було виконане їх осереднення по всім 14 моделям сценарію RCP4.5 для кожної із розглянутих станцій. Результати осереднення у подальшому називаються «середньостатистичною моделлю» змін клімату за сценарієм RCP4.5.

З рис. 5.22-5.24 видно, що коливання річних сум опадів на всіх станціях відбуваються синхронно, що підтверджується вибірковими оцінками коефіцієнтів кореляції між рядами (табл. 5.8).

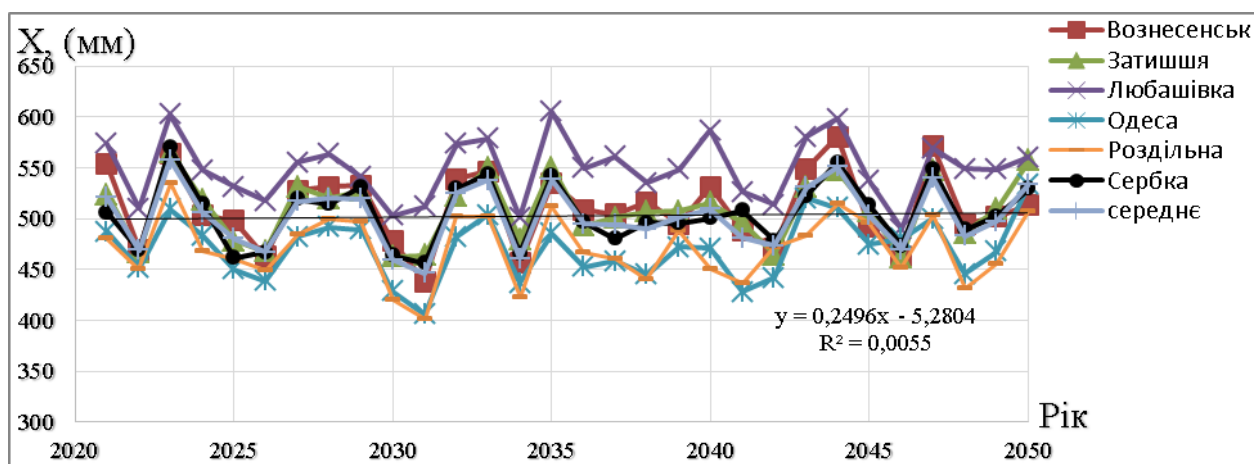


Рисунок 5.22 – Хронологічний хід річних коливань сум опадів за сценарієм RCP4.5 (середньо статистична модель)

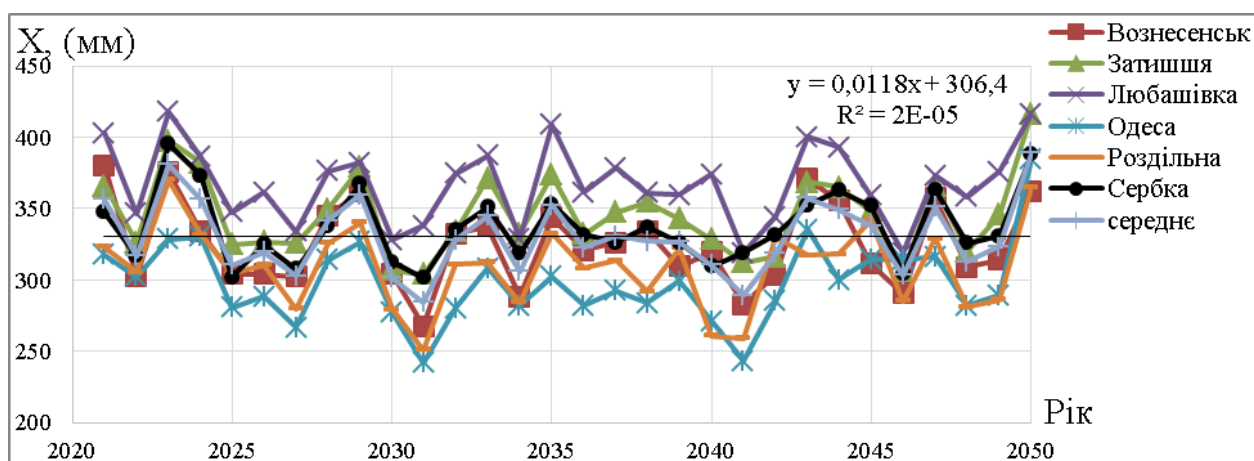


Рисунок 5.23 – Хронологічний хід річних коливань опадів теплого періоду за сценарієм RCP4.5 (середньо статистична модель)

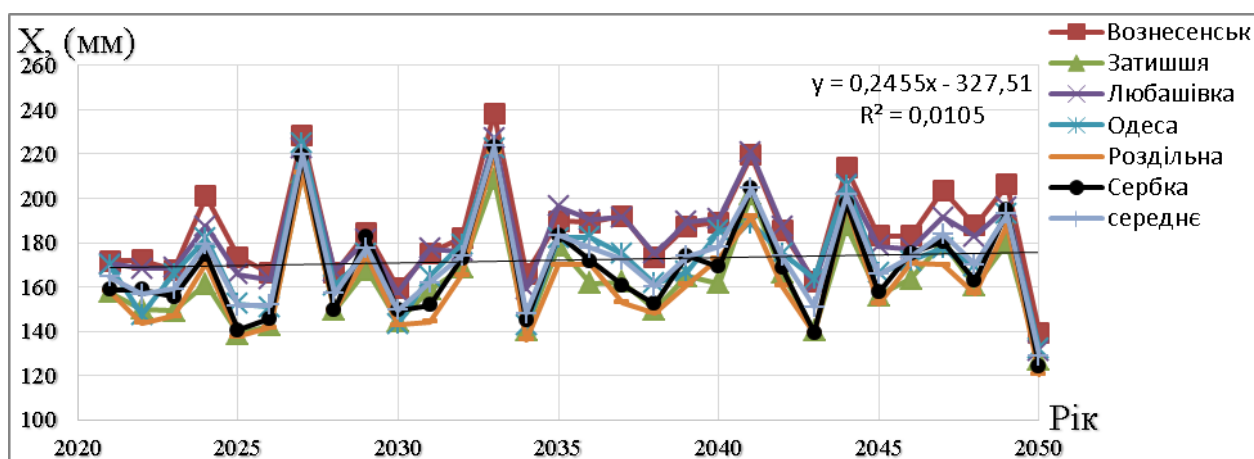


Рисунок 5.24 – Хронологічний хід річних коливань опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (середньо статистична модель)

Таблиця 5.8 – Кореляційна матриця для річних сум опадів (сценарій RCP4.5, середня статистична модель)

Назва метеостанції	Вознесенськ	Затишшя	Любашівка	Одеса	Роздільна	Сербка
Вознесенськ	1	0.88	0.89	0.78	0.78	0.87
Затишшя	0.88	1	0.88	0.84	0.83	0.94
Любашівка	0.89	0.88	1	0.7	0.74	0.82
Одеса	0.78	0.84	0.7	1	0.86	0.81
Роздільна	0.78	0.83	0.74	0.86	1	0.86
Сербка	0.87	0.94	0.82	0.81	0.86	1

В окремих випадках (наприклад, для моделі CLMcom1) коливання річних сум опадів на метеостанціях Роздільна та Сербка можуть за своїми особливостями відрізнятись від їх коливань на інших метеостанціях (табл. 5.9).

Таблиця 5.9 – Кореляційна матриця річних сум опадів (модель CLMcom1)

Назва метеостанції	Вознесенськ	Затишшя	Любашівка	Одеса	Роздільна	Сербка
Вознесенськ	1	0.80	0.76	0.77	0.06	0.07
Затишшя	0.80	1	0.88	0.77	0.06	0.03
Любашівка	0.76	0.88	1	0.62	0.09	0.08
Одеса	0.77	0.77	0.62	1	0.4	0.03
Роздільна	0.06	0.06	0.09	0.04	1	0.9
Сербка	0.07	0.03	0.08	0.03	0.9	1

Аналіз різцевих інтегральних кривих сум опадів за рік, теплий та холодний періоди показав, що у розглянутий період (2021-2050 рр.) тривалість та послідовність змін фаз водності для кожної моделі має свої характерні риси (Додаток Е). Добре виражена маловодна (від’ємна) фаза у коливаннях річних опадів виявлена в моделях CNRM, починаючи з 2030 р.; DMI, починаючи з 2037р.; KNMI1, починаючи з 2044 р.; моделі KNMI2, починаючи з 2029р.; SMHI3, починаючи з 2025 р. Багатоводна (додатна) фаза у коливаннях опадів виділяється у різницевоїх інтегральних кривих, побудованих за даними моделі CLMcom1, починаючи з 2039 р.; CLMcom4, починаючи з 2031р.; KNMI1- з 2028 р., SMHI4, починаючи з 2037 р.

Аналіз різницевих інтегральних кривих, побудованих за даними, осередненими по всім 14 моделям, тобто за середньою статистичною моделлю, (рис. 5.25), дозволив зробити висновок про існування одного повного циклу коливань зволоженості із 2034 по 2050 рр. включно. У попередні роки (2021-2033 рр.) також можна виділити короткострокові цикли, наприклад 2025-2028 рр., 2029-2033 рр.

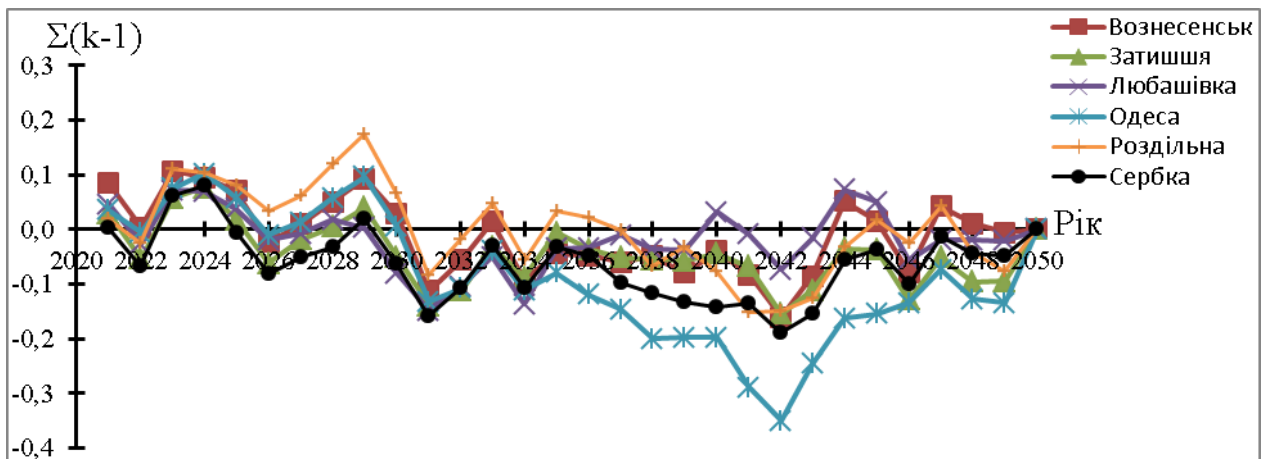


Рисунок 5.25 – Суміщені різницево-інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (середньо статистична модель)

Схожа картина спостерігається для опадів теплого періоду (рис. 5.26). Тут виділяються такі фази коливань – 2022-2032 рр. та 2033-2050 рр. Лише для опадів холодного періоду відмічається формування додатної фази коливань, на фоні якої будуть спостерігатися короткотермінові періоди спадів та підйомів (рис. 5.27), що кінець кінцем мало вплине на формування трендів протягом всього розглянутого періоду.

На основі досліджень рівнянь трендів, виявлених у коливаннях річних сум опадів (табл. 5.10), виявлені моделі, за якими прогнозується їх зменшення (KNMI2, SMHI2) або зростання (CLMcom1, CLMcom4, DMI, MPI-CSC1, MPI-CSC2, SMHI4). За тіснотою лінійного зв'язку більшість отриманих рівнянь є статистично незначущими, оскільки не виконується умова $r > 2$ Б_r. Статистично значущим є лише виявлений тренд для моделі SMHI2.

Найбільш інтенсивне зростання опадів очікується за моделями MPI-CSC1 та CLMcom4. Найбільш інтенсивне зменшення – за моделями SMHI2 та KNMI2.

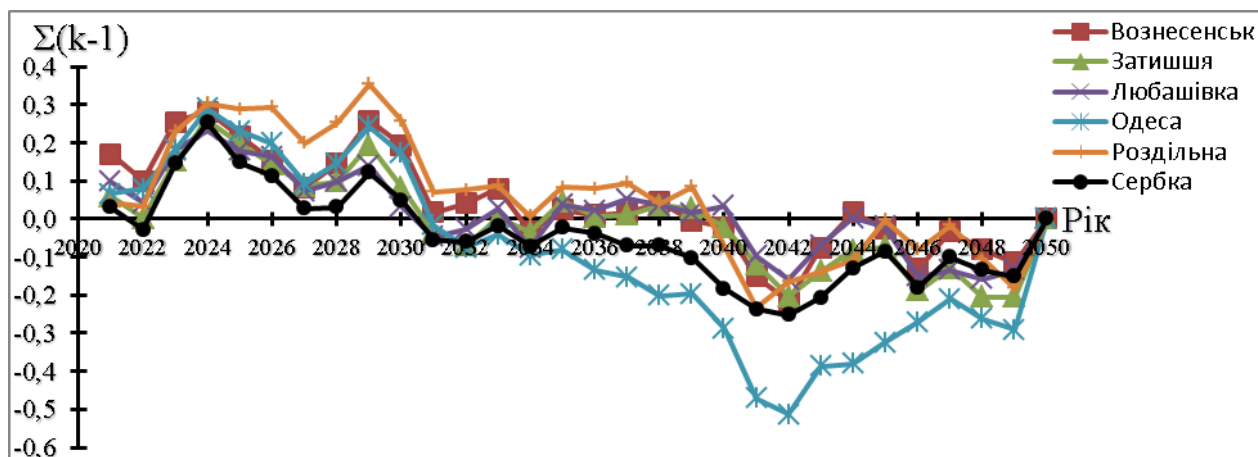


Рисунок 5.26 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплого періоду за сценарієм RCP4.5 (середньо статистична модель)

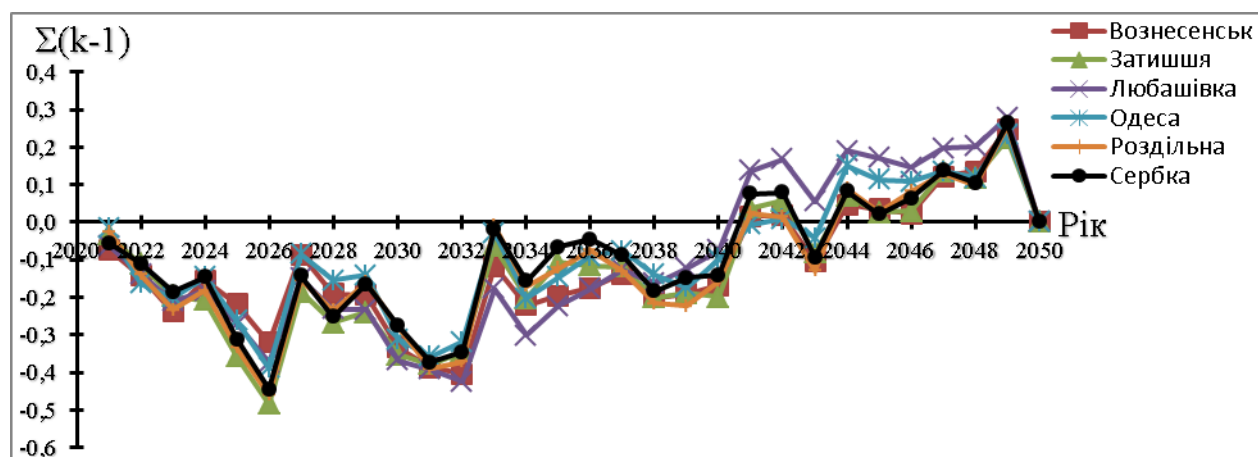


Рисунок 5.27 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (середньо статистична модель)

Таблиця 5.10 – Рівняння трендів

№	Модель	Рівняння	Коефіцієнт кореляції, r	Середнє квадратичне відхилення, σ_r	Висновок
1	CLMcom1	$y = 1.05x - 1725$	0.129	0.183	Статистично незначущий
2	CLMcom2	$y = 0.471x - 559$	0.048	0.185	Статистично незначущий
3	CLMcom3	$y = -0.326x + 1058$	0.043	0.185	Статистично незначущий
4	CLMcom4	$y = 2.34x - 4287$	0.257	0.173	Статистично незначущий
5	CNRM	$y = -0.654x + 1851$	0.049	0.185	Статистично незначущий
6	DMI	$y = 2.22x - 4098$	0.187	0.179	Статистично незначущий
7	KNMI1	$y = -0.229x + 942$	0.026	0.186	Статистично незначущий
8	KNMI2	$y = -1.71x + 4000$	0.136	0.182	Статистично незначущий
9	MPI-CSC1	$y = 2.92x - 5414$	0.214	0.177	Статистично незначущий
10	MPI-CSC2	$y = 1.82x - 3072$	0.148	0.182	Статистично незначущий
11	SMHI1	$y = -0.442x + 1464$	0.041	0.185	Статистично незначущий
12	SMHI2	$y = -4.24x + 9152$	0.417	0.153	Статистично значущий
13	SMHI3	$y = -0.999x + 2601$	0.092	0.184	Статистично незначущий
14	SMHI4	$y = 1.85x - 3165$	0.166	0.181	Статистично незначущий
15	Середньо- статистична модель	$y = 0.250x - 5.28$	0.074	0.185	Статистично незначущий

Згідно із моделлю SMHI2 на досліджуваній території річні опади будуть зменшуватися у середньому на 4,24 мм щорічно (рис. 5.28).

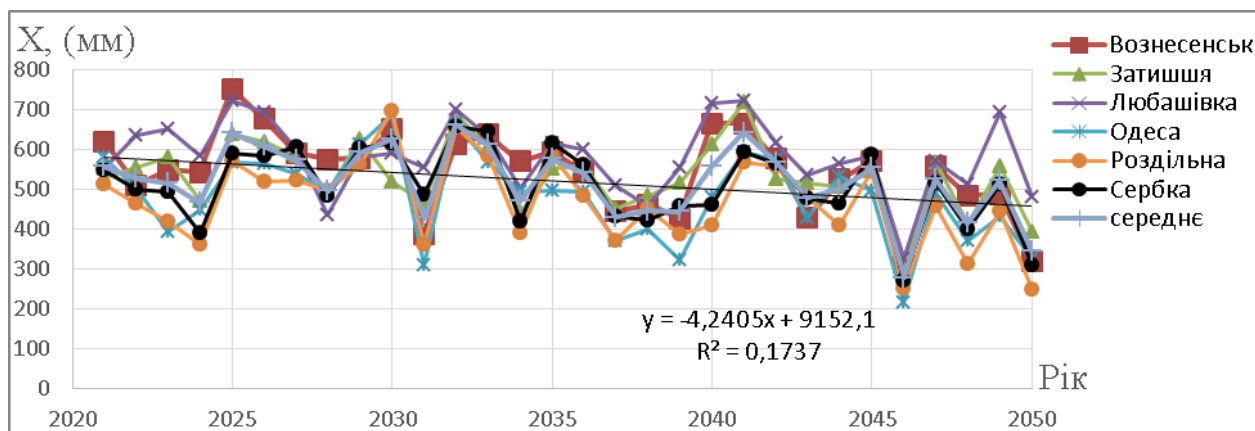


Рисунок 5.28 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель SMHI2)

Річне зменшення опадів обумовлено, головним чином, зменшенням опадів теплового періоду (рис. 5.29). У той же час опади холодного періоду згідно із моделлю SMHI2 залишаються незмінними (рис. 5.30).

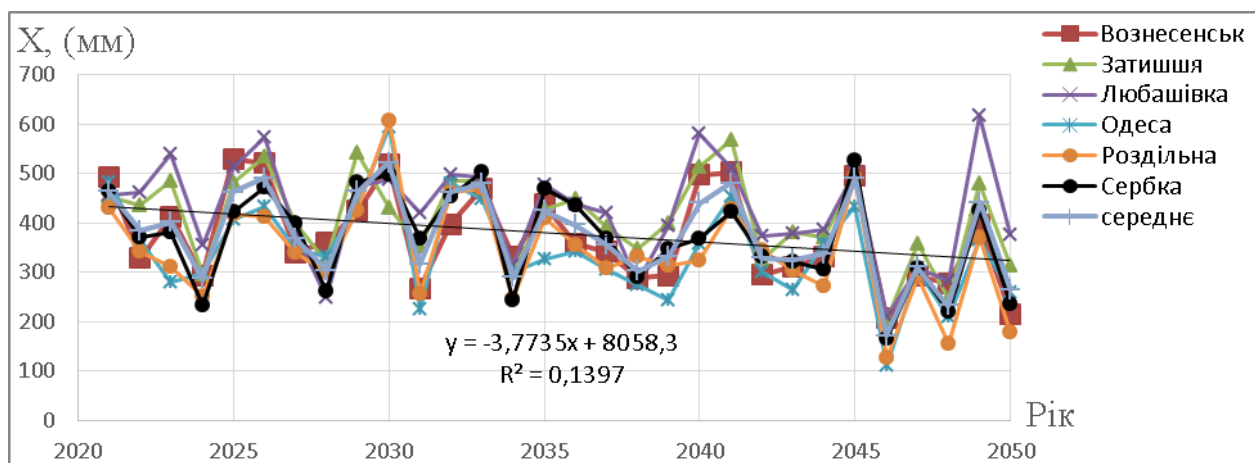


Рисунок 5.29 – Хронологічний хід коливань сум опадів теплового періоду за сценарієм RCP4.5 (модель SMHI2)

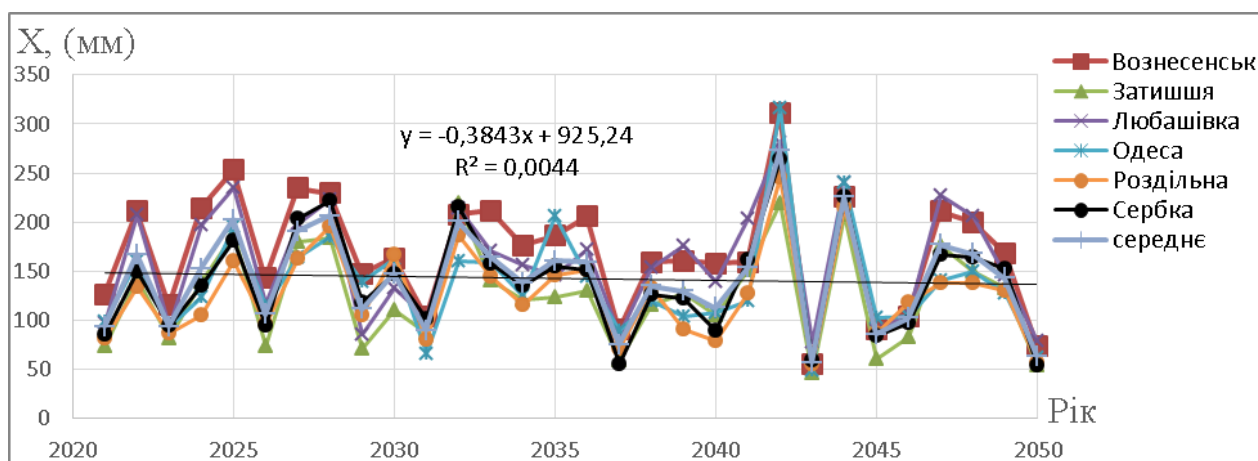


Рисунок 5.30 – Хронологічний хід коливань сум опадів (холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель SMHI2)

Найбільше наближається до середньостатистичної моделі модель MPI-CSC1. Графічне представлення прогнозів сум опадів за різні періоди для моделі MPI-CSC1 (рис. 5.31, рис. 5.32, рис. 5.33) підтверджує відсутність статистично значущих трендів.

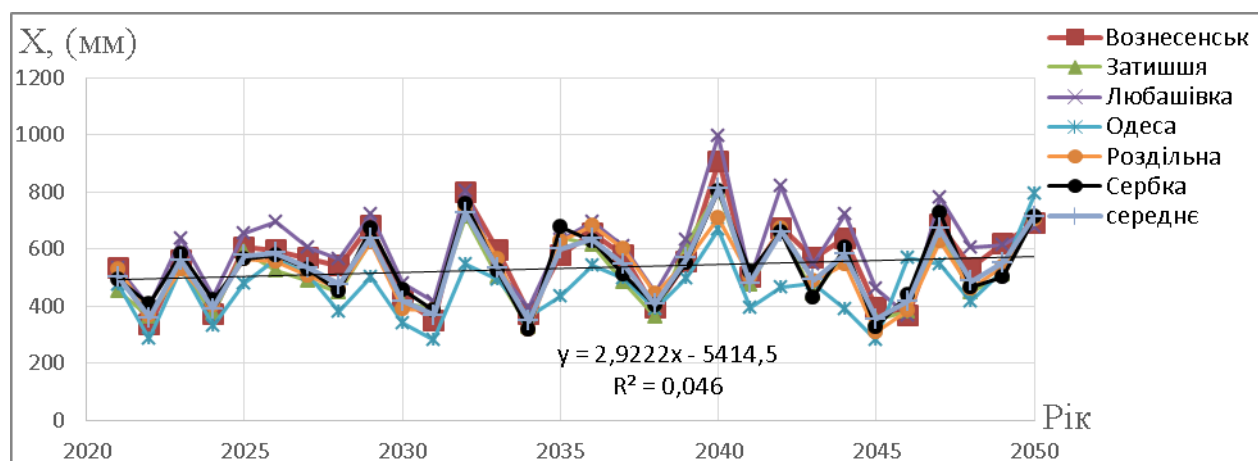


Рисунок 5.31 – Хронологічний хід коливань сум річних опадів за сценарієм RCP4.5 (модель MPI-CSC1)

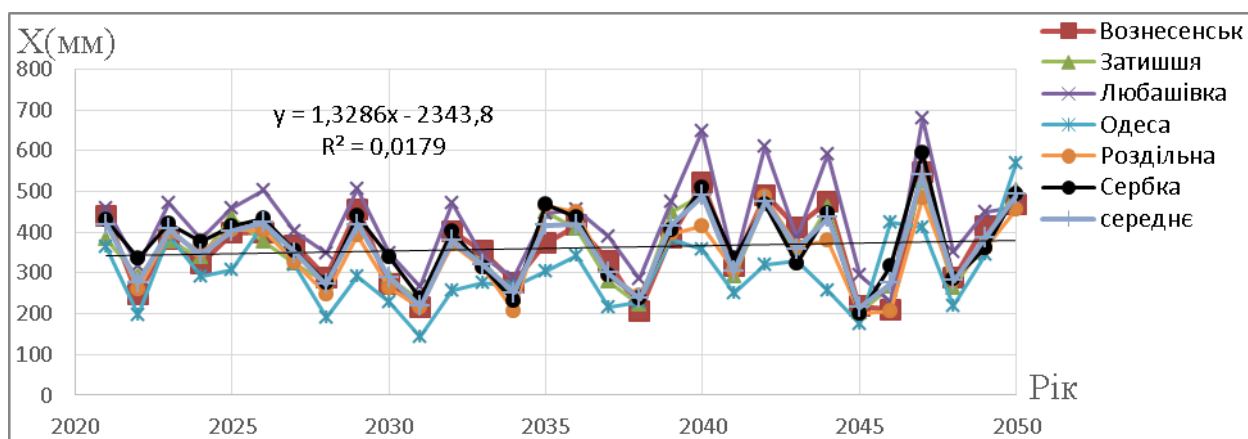


Рисунок 5.32 – Хронологічний хід коливань сум опадів (теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель MPI-CSC1)

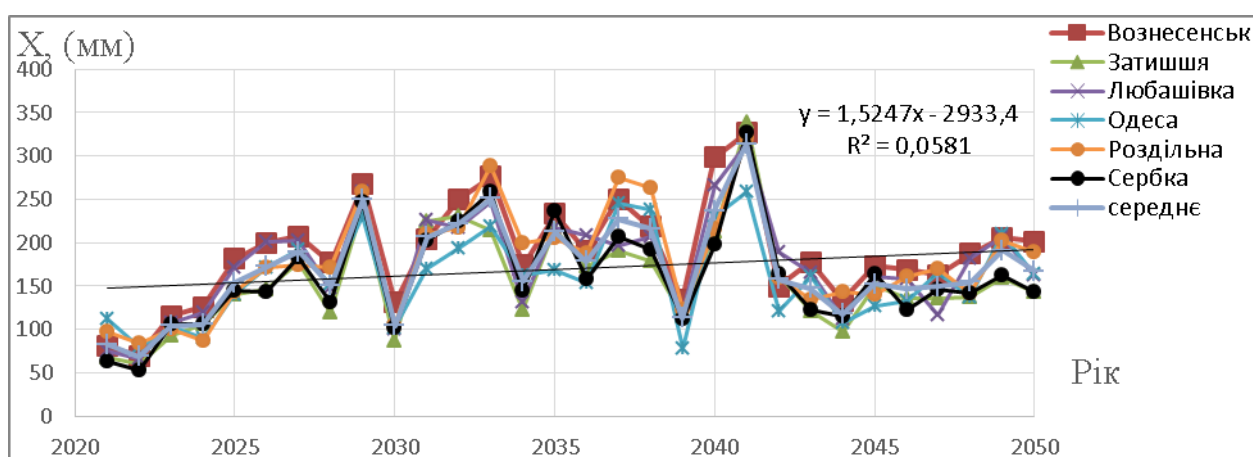


Рисунок 5.33 – Хронологічний хід коливань сум опадів (холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель MPI-CSC1)

Співставлення фактичних даних спостережень із сценарними показує, що найкраще «стикуються» із спостереженими дані по середньостатистичній моделі (рис. 5.34). Задовільна узгодженість опадів на осі часу простежується у моделі у моделі CLMcom4 (рис. 5.35). У моделі MPI-CSC1 (рис. 5.36) напрям змін опадів відрізняється від сучасного: опади у майбутньому почнуть інтенсивно зростати. А у моделі SMHI2 опади будуть зменшуватися, що також не відповідає сучасним тенденціям (рис. 5.37).

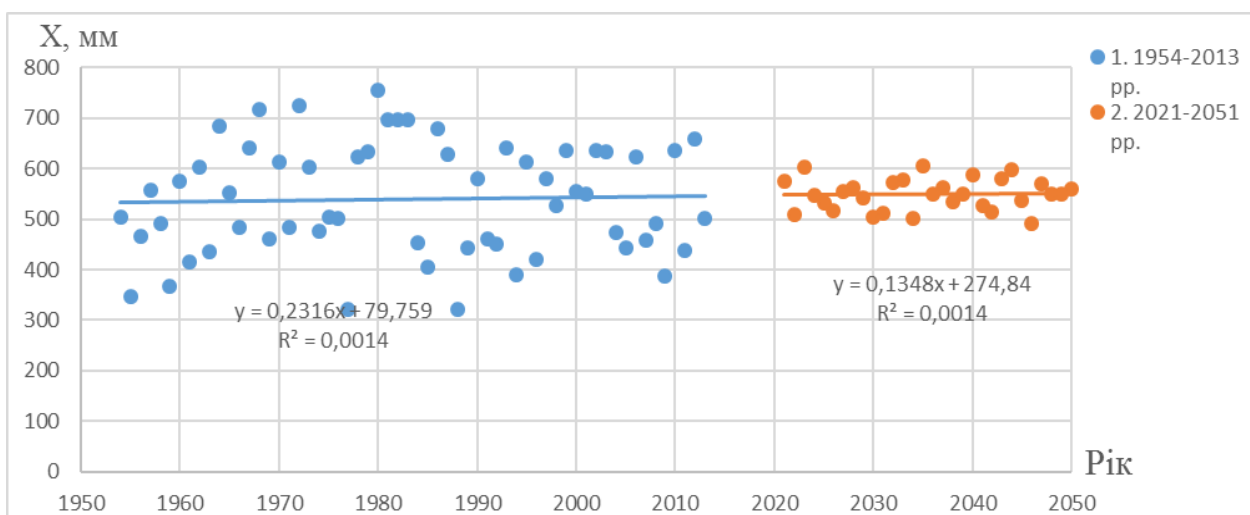


Рисунок 5.34 – Хронологічний хід річних сум опадів ст. Любашівка за сценарієм RCP4.5 (середньостатистична модель)

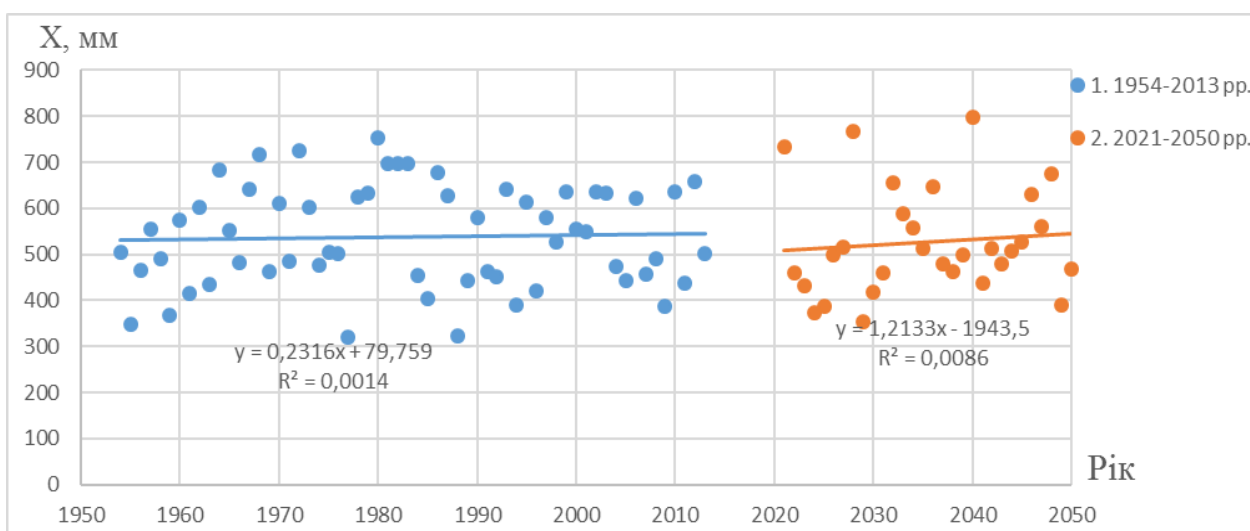


Рисунок 5.35 – Хронологічний хід річних сум опадів ст. Любашівка за сценарієм RCP4.5 (модель CLMcom4)

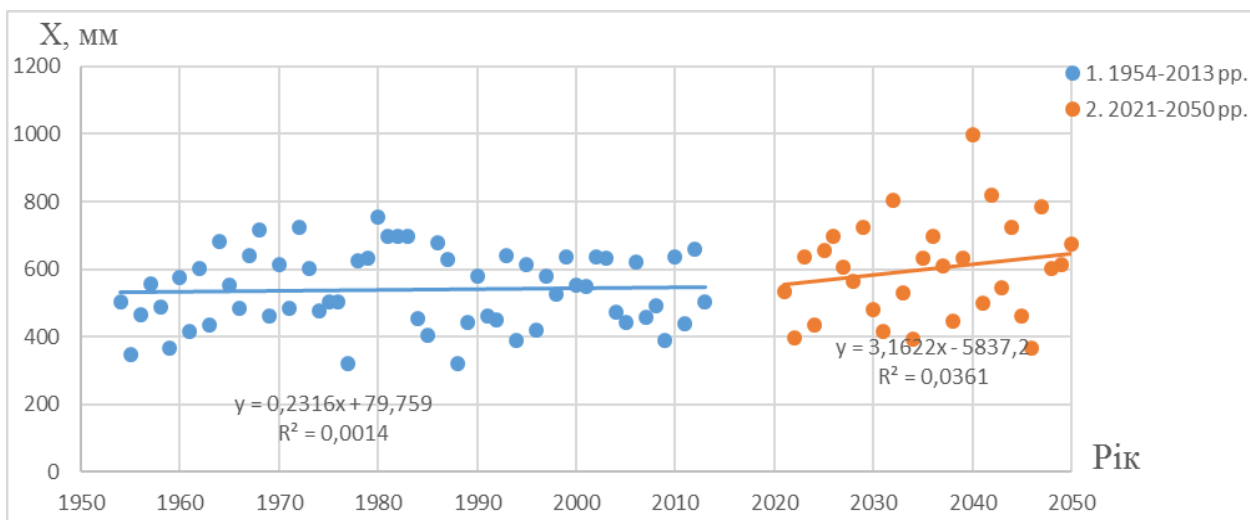


Рисунок 5.36 – Хронологічний хід річних сум опадів ст. Любашівка за сценарієм RCP4.5 (модель MPI-CSC1)

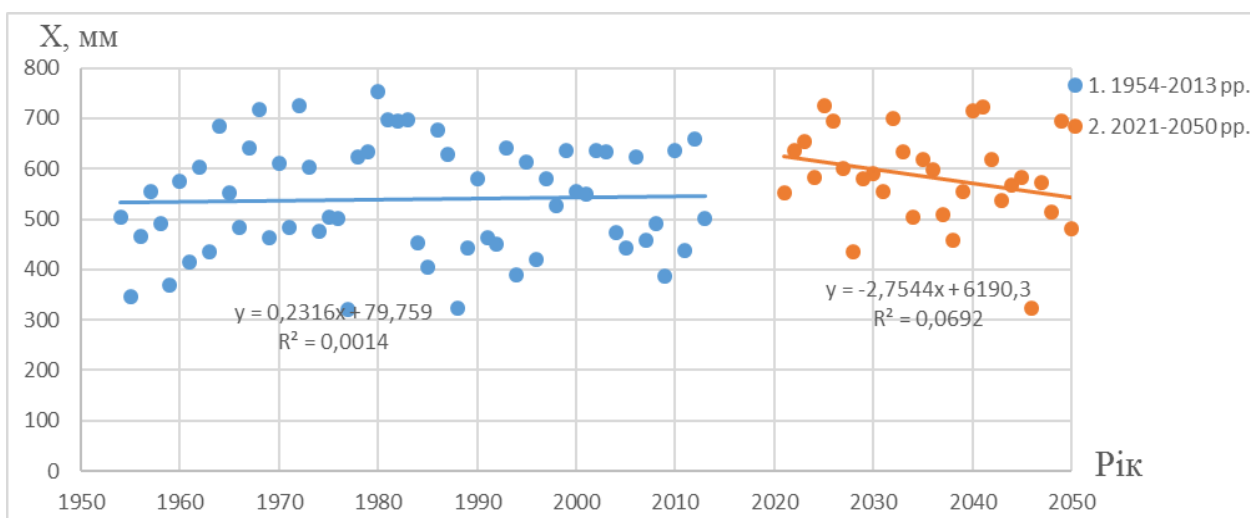


Рисунок 5.37 – Хронологічний хід річних сум опадів ст. Любашівка за сценарієм RCP4.5 (модель SMHI2)

5.3 Аналіз оцінок стану середніх багаторічних величин річного стоку, розрахованих за метеорологічними даними спостережень та даними кліматичного сценарію RCP4.5 над Куяльницьким лиманом та суміжними територіями

Оцінка водних ресурсів територій за метеорологічними даними виконана за моделлю «клімат-стік», розробленою в ОДЕКУ під керівництвом професорів Є.Д. Гопченка та Н.С.Лободи [73]. Модель надає можливість розрахунків стоку річок при відсутності даних спостережень, значному перетворенні стоку водогосподарською діяльністю та за даними кліматичних сценаріїв [74]. Базовим є рівняння водно-теплогового балансу, яке при використанні сценаріїв потепління представляється у такому виді [75]

$$Y'_K = X' + (w_1 - w_2)' - E'_m \left[1 + \left(\frac{X' + (w_1 - w_2)'}{E'_m} \right)^n \right]^{\frac{1}{n}}, \quad (5.1)$$

де Y'_K – значення кліматичного стоку за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм;

E'_m – значення максимально можливого випаровування за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм;

X' – сума річних опадів за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм;

$(w_1 - w_2)'$ – зміна запасів води у діяльному шарі ґрунту за розрахунковий період в умовах змін клімату, мм.

При переході до багаторічного періоду структура рівняння водно-теплогового балансу набуває вигляду

$$\bar{Y}'_K = \bar{X}' - \bar{E}'_m \left[1 + \left(\frac{\bar{X}'}{\bar{E}'_m} \right)^n \right]^{\frac{1}{n}}, \quad (5.2)$$

де $\bar{Y}'_K$ – середня багаторічна величина кліматичного річного стоку в умовах змін клімату, мм;

$\bar{E}'_m$ – середня багаторічна величина максимально можливого випаровування в умовах змін клімату, яка визначається за сценарними температурами повітря з

використанням ,мм;

$\bar{X}'$ – середня багаторічна величина річних сум опадів в умовах змін клімату, мм.

За моделлю «клімат-стік» були оцінені характеристики ресурсів зволоження $\bar{X}'$, теплоенергетичних ресурсів $\bar{E}_m'$ клімату та природні водні ресурси $\bar{Y}_K'$ для 30-ти річного періоду (2021-2050 рр.) по кожній із 14 регіональних моделей, які реалізували сценарій RCP4.5. Слід зазначити, що середня багаторічна величина річного стоку $\bar{Y}_K'$, розрахована за метеорологічними даними, має назву кліматичного стоку і є характеристикою зонального річного стоку. Відносна похибка між середніми багаторічними величинами фактичних (установлених за даними спостережень) та визначеними за моделлю «клімат-стік» (кліматичним стоком) знаходиться у межах $\pm 10\%$ [76]. Середні багаторічні величини стоку можуть розглядатись як характеристики водних ресурсів території.

Прогнози змін стану кліматичних чинників формування стоку та водних ресурсів на майбутнє надавалися як у абсолютних величинах, так і у вигляді відносних відхилень δ середніх багаторічних характеристик, які спостерігались до 1989р., та у розрахунковий період 2011-2050 рр.

Для річних сум опадів оцінка відносних відхилень виконувалась наступним чином

$$\delta = \frac{\bar{X}' - \bar{X}}{\bar{X}}, \quad (5.3)$$

де $\bar{X}'$ - середня багаторічна величина річних сум опадів, розрахована за сценарними даними, мм;

$\bar{X}$ - середня багаторічна величина річних сум опадів, розрахована за даними до 1989 р. (до початку значущого впливу глобального потепління).

Установлено (табл. 5.11), що крайове зменшення ресурсів зволоження (-24,5%) відбуватиметься за моделлю CLMcom3, а крайове зростання – за моделлю MPI-CSC2.

Відносне відхилення для максимально можливого випаровування визначалось за виразом

$$\delta = \frac{\bar{E}_m' - \bar{E}_m}{\bar{E}_m}, \quad (5.4)$$

де $\overline{E_m}'$ - середня багаторічна величина річного кліматичного стоку, розрахована за сценарними даними, мм;

$\overline{E_m}$ - середня багаторічна величина річного кліматичного стоку, розрахована за даними до 1989 р. (до початку значущого впливу глобального потепління).

Таблиця 5.11 – Зміни середніх багаторічних значень річних сум опадів за розрахунковий період 2021-2050 рр.

Модель	Зміни ресурсів зволоження, %
CLMcom1	-19,2
CLMcom2	-23,6
CLMcom3	-24,5
CLMcom4	-9,20
CNRM	-0,40
DMI	-18,4
KNM I1	-12,4
KNM I2	-1,9
MPI-CSC1	+2,0
MPI-CSC2	+36,4
SMHI1	+7,8
SMHI2	-0,40
SMHI3	+8,70
SMHI4	+ 13,5
Середня статистична модель	-1,80

Найбільше зростання теплоенергетичних ресурсів клімату буде спостерігатися для моделі CLMcom3 і становитиме +32,1%, найменше установлене для моделі DMI і дорівнюватиме +0,91 (табл. 5.12).

Таблиця 5.12 – Зміни середніх багаторічних значень теплоенергетичного еквіваленту за розрахунковий період 2021-2050 рр. згідно із моделями сценарію RCP4.5

Модель	Зміни ресурсів тепла, %
CLMcom1	+17,6
CLMcom2	+21,2
CLMcom3	+32,1
CLMcom4	+17,3
CNRM	+5,66
DMI	+0,91
KNMI1	+14,3
KNM I2	+15,9
MPI-CSC1	+15,4
MPI-CSC2	+8,83
SMHI1	+3,56
SMHI2	+9,70
SMHI3	+21,2
SMHI4	+11,6
Середня статистична модель	+12,3

Характеристикою кліматичних умов формування стоку є співвідношення ресурсів вологи і тепла, яке також розглядається як характеристика зволоженості (посушливості) клімату:

$$\beta_X = \frac{\overline{X}}{\overline{E_m}}, \quad (5.6)$$

де $\overline{X}$ - середнє багаторічне значення річних опадів, мм;

$\overline{E_m}$ - середнє багаторічне значення максимально можливого випаровування, мм.

Більшість індексів посушливості базуються на порівнянні запасів води $\bar{X}$ із втратами на випаровування, які представляються через радіацію, температури повітря і інші кліматичні змінні. У даному випадку використаний теплоенергетичний еквівалент або максимально можливе випаровування $\bar{E}_m$.

За величиною β_X виділяються області зволоженості (посушливості) [37]:

$$\beta_X \geq 1,0 - \text{зона надмірного зволоження}, \quad (5.7)$$

$$0,8 < \beta_X < 1,0 - \text{зона достатнього зволоження}, \quad (5.8)$$

$$0,5 \leq \beta_X < 0,8 - \text{зона недостатнього зволоження}, \quad (5.9)$$

$$0,20 < \beta_X < 0,50 - \text{напіваридна зона}, \quad (5.10)$$

$$0,03 < \beta_X < 0,20 - \text{аридна зона}, \quad (5.11)$$

$$\beta_X < 0,03 - \text{гіпераридна зона}. \quad (5.12)$$

Значення $\beta_X=0,5$ розглядається як межа між зоною недостатнього зволоження та напіваридною зоною. Розташування території нижче ізолінії $\beta_X<0,5$ означає, що вона знаходиться в напіваридній зоні.

Згідно із даними, отриманими за різними сценаріями (табл. 5.13), найбільш посушливий клімат буде спостерігатися за моделлю CLMcom3 (досліджувана територія попадає у напіваридну зону), найбільш зволожений – за моделлю MPI-CSC2 (досліджувана територія попадає зона недостатнього зволоження).

Відносне відхилення середніх багаторічних величин кліматичного стоку встановлювалося за виразом

$$\delta = \frac{\overline{Y_K}' - \overline{Y_K}}{\overline{Y_K}}, \quad (5.5)$$

де $\overline{Y_K}'$ - середня багаторічна величина річного кліматичного стоку, розрахована за сценарними даними, мм;

$\overline{Y_K}$ - середня багаторічна величина річного кліматичного стоку, розрахована за даними до 1989 р. (до початку значущого впливу глобального потепління).

Таблиця 5.13 – Показник зволоженості (посушливості) по різних моделям

Модель	$\overline{X}'$, мм	$\overline{Em}'$, мм	β_X
CLMcom1	422	1096	0.38
CLMcom2	400	1130	0.35
CLMcom3	395	1221	0.32
CLMcom4	474	1087	0.44
CNRM	521	981	0.53
DMI	427	935	0.46
KNM I1	458	1057	0.43
KNM I2	513	1073	0.48
MPI-CSC1	534	1069	0.50
MPI-CSC2	712	1009	0.70
SMHI1	563	960	0.59
SMHI2	520	1017	0.51
SMHI3	568	1123	0.51
SMHI4	593	1034	0.57
Середня статистична модель	513	1043	0.49

Аналіз змін середніх багаторічних величин річного стоку, обчислених за 14 моделями змін клімату, які реалізували сценарій RCP4.5, показав, що зменшення водних ресурсів більш ніж 70% (безповоротне руйнування) можливе при використанні у розрахунках даних моделі CLMcom1, CLMcom3 (табл. 5.14). Найбільше зниження водних ресурсів у межах розглянутої території досягається при визначенні середнього багаторічного річного стоку за моделлю CLMcom3 і становить -82,6%. Цей сценарій характеризується зменшенням ресурсів зволоження на 24,5% та зростанням теплоенергетичних ресурсів клімату на 32%. Прогнозоване зростання водних ресурсів може перевищувати рубіж 70% у моделі MPI-CSC2 і досягати 75,2%. Результати аналізу даних за цією моделлю указують на зростання ресурсів зволоження на 36,4%, а зростання ресурсів тепла – на 8.83%. Отримані результати підтверджують, що водність території не може визначатися лише за тенденціями у змінах ресурсів зволоження чи ресурсів тепла. Найбільш оптимальні результати будуть отримані при аналізі співвідношення ресурсів

тепла та вологи. Так, краєві за водністю моделі CLMcom3 та MPI-CSC2 характеризуються крайовими показниками посушливості ймовірність зменшення водних ресурсів на досліджуваній території становить 78,6%. При цьому ймовірність того, що кількість випадків, коли зростання опадів буде перевищуватимуть 10% становить 27%, а ймовірність того, що опади будуть зменшуватись більш ніж на 10% дорівнює 43%.

Таблиця 5.14 – Зміни середніх багаторічних значень природного річного стоку, визначеного за моделлю “клімат-стік” для розрахункового періоду 2021-2050 рр.

Модель	Зміни водних ресурсів, %
CLMcom1	-71,7
CLMcom2	-69,6
CLMcom3	-82,6
CLMcom4	-48,4
CNRM	-9,72
DMI	-54,8
KNM I1	-49,8
KNM I2	-35,6
MPI-CSC1	-21,6
MPI-CSC2	+75,4
SMHI1	+28,4
SMHI2	-16,7
SMHI3	-18,4
SMHI4	+ 28,0
Середня статистична модель	-25,5

Для середньостатистичної моделі отримано, що у 2021-2050 рр. у басейні Куяльницького лиману очікується зменшення природних водних ресурсів на 25,5% (табл. 5.14) при порівнянні із їх станом до 1989 р., який відповідає початку статистично значущих змін у термічному режимі України. Згідно із середньостатистичною моделлю у басейні Куяльницького лиману суми річних опадів не змінюватимуться, а максимально можливе випаровування зросте на 12.3%. За результатами, отриманими для середньостатистичної моделі сценарію RCP4.5, були визначені статистичні параметри річного стоку у період 2021-2050 рр. (табл. 5.15).

Таблиця 5.16 Приплив прісних вод до басейну Куяльницького лиману у минулому (до 1989р.) та за розрахунковий період 2021-2050 згідно із даними сценаріїв

Річки та балки	Об'єми природного річного стоку до 1989 р., $\text{м}^3 10^6$	Об'єми природного річного стоку для сценарію RCP4.5 (середня статистична модель), $\text{м}^3 10^6$	Об'єми природного річного стоку для сценарію A1B (модель M10), $\text{м}^3 10^6$
р.Великий Куяльник	20,4	16,5	12,7
р.Довбока	0,460	0,344	0,219
б.Млинова	0,0352	0,0616	0,0389
б.Баштанна	0,0357	0,0259	0,0160
р.Кубанка	0,628	0,467	0,281
б.Гіндельдорфська	0,0518	0,0369	0,0213
б.Корсунцівська	0,0547	0,0418	0,0236
Бічний приплив	0,530	0,381	0,230
Сума	22,2	17,8	13,5

ВИСНОВКИ

Основними висновками, отриманими за результатами обстежень, вимірювань, обчислень та аналізу при виконанні НДР згідно з ТЗ, є наступні.

1. За результатами вимірювань рівнів води встановлено:

➤ рівні води в Одеській затоці у 2018 р. в середньому дорівнювали позначці мінус 0,04 м БС, найвищі значення рівнів води (0,39 м БС) спостерігались у квітні, найнижчі (мінус 0,52 м БС) – у жовтні-листопаді;

➤ рівні води в Куяльницькому лимані у 2018 р. були на 5,90-6,15 м нижчі ніж в морі та в середньому дорівнювали позначці мінус 6,16 м БС, найвищі значення рівнів води (мінус 5,76 м БС) спостерігались у квітні, найнижчі (мінус 6,42 м БС) – у жовтні;

➤ у період з 1 вересня по 1 грудня 2018 р. рівень води лиману в середньому дорівнював позначці мінус 6,35 м БС, а короткочасні зміни позначки рівня води за цей період відбувалися в межах $\pm 0,07$ -0,08 м переважно під впливом вітру;

➤ порівнюючи рівнів води в лимані за вересень-листопад 2018 р. з аналогічними періодами минулих років слід зазначити, що вони в середньому на 0,05 м вищі за рівні у 2017 р., на 0,09 м вищі за рівні у 2016 р., на 0,22 м вищі за рівні у 2015 р. та на 0,30 м вищі за рівні у 2014 р.;

➤ рівні води виміряні у 2018 р. в цілому є найвищими серед рівнів води за період з 2009 по 2017 рр.;

➤ 21.04.2018 р. в лимані був виміряний найвищий за період 2008-2018 рр. рівень води, який дорівнював мінус 5,76 м БС.

2. За даними вимірювань мінералізації води у вересні-грудні 2018 р. визначено:

➤ середня мінералізація води в лимані за період з 1 вересня по 1 грудня 2018 р. становила 224,8 г/дм³, змінюючись від 241 г/дм³ – 1 вересня 2018 р., до 200 г/дм³ – 1 грудня 2018 р.;

➤ найменша мінералізація води (108,7 г/дм³) була виміряна в південній частині лиману 17.11.2018 р. (ще до початку подачі води з моря), а найбільша (262,4 г/дм³) – в його північній частині (20.10.2018 р.);

➤ за ступенем мінералізації вода в лимані належала до слабких і міцних розсолів.

3. За результатами визначення сухого і прожареного залишку розчинених у воді лиману речовин встановлено, що сухий залишок може досягати величини майже 458 г/дм³, при цьому прожарений залишок не перевищує 284 г/дм³. З урахуванням цього, рекомендується мінералізацію води в лимані визначати за величиною прожареного залишку.

4. З'ясовано, що питома електропровідність (ПЕП) морських вод у вересні-грудні 2018 р. змінювалась від 23,3 до 29,9 мСм/см, а в лимані ПЕП води досягала 228 мСм/см – 05.09.2018 р. (в період відсутності припливу морських вод), знижуючись до 166 мСм/см – 01.12.2018 р. (під час подачі морських вод). В водотоках лиману ПЕП змінювалась від 0,5-10,0 мСм/см (в скидних лотках і балках) до 13-45 мСм/см (в рр. В. Куяльник та Кубанка).

5. Густина води дорівнювала в морі 1008-1011 г/дм³, а в лимані складала 1074-1215 г/дм³. У водотоках лиману густина води складала 998-1004 г/дм³ – при наявності стоку, та 1006-1021 г/дм³ – в умовах стоячої води. Визначено, що мінливість величин густини води майже синхронна з мінливістю значень ПЕП та мінералізації води (за прожареним залишком розчинених у воді речовин).

6. За даними вимірювань температури води в 2018 р. встановлено:

➤ під час подачі морської води з Одеської затоки в лиман її температура не перевищувала 8°C, а в літні місяці (коли вода в лиман не подавалась) максимальна температура морської води досягала 25,8°C (02.07.2018 р.); середня температура води в морі у 2018 р. (за період з 1 січня по 1 грудня) дорівнювала 13,8°C;

➤ температура води в лимані змінювалась від мінус 3,0-3,5°C (в січні та грудні 2018 р.) до 29,2°C (31 липня 2018 р.), крім того, визначено, що в північній (мілководній) частині лиману температура води на 3-6°C вища ніж в його південній частині.

7. За даними натурних спостережень визначено, що вода лиману мала переважно жовтувато-коричневий колір, який на окремих ділянках змінювався на коричнювато-жовтий і коричневий кольори. Колір морської води змінювався від жовтого до жовтувато-коричневого. У водотоках лиману вода в середньому була коричнювато-жовтого кольору, змінюючись від жовтого до коричневого. Крім того, вода лиману була без запаху (при 20°C) та переважно з рибним запахом інтенсивністю 1-3 бали (при 60°C), належала до слабколужних вод (значення рН води становило 7,26-7,93).

8. Встановлено, що мутність води в Куяльницькому лимані, Одеській затоці та водотоках лиману була незначна (не перевищувала 3,0 г/дм³), в зв'язку з цим прозорість води в продовж всього періоду обстежень (з вересня по грудень 2018 р.) багаторазово була вище 50 см.

9. Визначено, що при підвищенні позначок рівнів води в Одеській затоці (ζ) на 0,29 м (з позначки мінус 0,40 м БС до мінус 0,10 м БС) витрата води в трубопроводі «море-лиман» (Q) збільшується на 0,15 м³/с, а об'єм добового припливу морських вод – на 12960 м³ (майже на 2 млн. м³ – за грудень-квітень). З урахування цього, рекомендується при розрахунках об'ємів припливу морських вод до Куяльницького лиману крізь трубопровід «море-лиман» застосовувати рівняння зв'язку між рівнями води в Одеській затоці та витратами води в трубопроводі: $Q = 1,25 + 0,5 \cdot \zeta$.

10. Визначені та апроксимовані лінійними рівняннями (коефіцієнти кореляції r вище 0,9) зв'язки між значеннями питомої електропровідності, густини та мінералізації води (за прожареним залишком) в лимані, морі та річках (рис. 2.28-2.30, табл. 2.1), які рекомендуються для експрес-визначення (тривалістю не більше 5 хв.) мінералізації води цих водних об'єктів.

11. За даними вимірювань величин витрат води та завислих наносів у вересні-грудні 2018 р. визначено:

➤ найбільші витрати води водотоків південної частини лиману виміряні 17.11.2018 р. ($0,080 \text{ м}^3/\text{с}$ – в б. Корсунцівська, $0,075 \text{ м}^3/\text{с}$ – в скидному лотку з ВНС № 5, $0,060 \text{ м}^3/\text{с}$ – в б. Гільдендорфська) та 05.09.2018 р. ($0,051 \text{ м}^3/\text{с}$ – в скидному лотку з пересипу);

➤ приплив води відбувався лише в південну частину лиману, а стік річок у центральну і північну частини лиману під час обстежень дорівнював нулю (русла були без води або з стоячою водою);

➤ стік завислих наносів був не значний (сумарно з усіх водотоків складав менше 2 г/с) і лише після дощів витрати наносів збільшувались до $0,3\text{-}1,3 \text{ г/с}$ – в скидному лотку з пересипу, та $0,1\text{-}0,9 \text{ г/с}$ – на інших водотоках.

12. За даними вимірювань об'єму припливу морської води визначено, що 01.12.2018 р. витрата води на виході з трубопроводу «море-лимани» дорівнювала $1,16 \text{ м}^3/\text{с}$. Подачу морської води з Одеської затоки до Куяльницького лиману розпочато 20 листопада 2018 р. Отже, до кінця 2018 р. лиман додатково поповнився морською водою майже на $4,11 \text{ млн. м}^3$. Морська вода, яка надходила в лиман з моря у листопаді-грудні 2018 р., на виході з трубопроводу була коричнювато-жовтого кольору, без запаху, з температурою $4,0^\circ\text{C}$ та густиною 1010 кг/м^3 , з прозорістю (за стандартним шрифтом) $28,0 \text{ см}$ та майже без завислих речовин (значення мутності води – $0,023 \text{ г/дм}^3$), належала до слабколужних вод (середнє значення рН води становило $8,21$), за ступенем мінералізації була солоня (середня мінералізація води дорівнювала $15,09 \text{ г/дм}^3$).

13. З метою аналізу тенденцій спостережених і прогнозованих чинників формування стоку (опадів і температур повітря) та очікуваних припливів прісних вод у Куяльницький лиман з його басейну (у період 2021-2050 рр.) за різними моделями сценарію RCP4.5 розглянуто дані 6 метеорологічних станцій Північно-Західного Причорномор'я, розташованих у басейні лиману та на прилеглих територіях.

14. Аналіз даних про температури повітря за розрахунковий 30-річний інтервал 2021-2050 рр. по 14 моделям сценарію RCP4.5 показав, що є моделі, які містять у собі статистично значущий тренд у коливаннях температур повітря, і є моделі, які таких трендів не мають. Для середньостатистичної моделі установлене існування статистично значущих трендів у коливаннях температур повітря за рік, теплий та холодний періоди.

15. Досліджено узгодженість напрямів змін (трендів) сценарних (сценарій RCP4.5, 2021-2050 рр.) та фактичних даних по опадам та температурам повітря за рік, теплий і холодний періоди. Установлено, що існуючі тенденції змін характеристик температурного режиму найкраще узгоджуються із даними середньостатистичної (осередненої за всіма 14 моделями) моделями. Згідно із цією моделлю очікується зростання середніх річних температур повітря на 0,32 градусів Цельсія за кожні 10 років, середніх температур повітря теплого періоду – на 0,26 градусів Цельсія за кожні 10 років, середніх температур повітря холодного періоду – на 0,43 градусів Цельсія за кожні 10 років. Отже, найбільш інтенсивно будуть зростати температури холодного періоду (грудень-березень).

16. Найменші зміни середніх річних температур повітря установлені для моделі DMI, найбільші – для моделі SMHI2. Модель DMI, згідно із якою середні річні температури повітря майже не будуть змінюватися, температури теплого періоду будуть зростати, а холодного зменшуватися, не відповідає тим тенденціям змін температур повітря, які установились у сучасності. Прогнозні дані про температуру за моделлю SMHI2 також недостатньо добре узгоджуються із фактичними: інтенсивність зростання температур повітря середніх температур повітря за рік та теплий період значно перевищує фактичну.

17. За різними моделями сценарію RCP4.5 прогнозуються різні варіанти коливань зволоженості території, яка характеризується річними сумами опадів. Модель SMHI2 прогнозує найбільшу інтенсивність зменшення річних сум опадів, модель MPI-CSC1 – найбільшу інтенсивність зростання. Середньостатистична модель показала, що суми річних опадів не будуть суттєво змінюватись у часі, що відповідає сучасним тенденціям змін опадів у часі.

18. Аналіз різницевих інтегральних кривих дозволив установити, що за середньою статистичною моделлю у коливаннях річних сум опадів зволожені роки будуть чергуватися із нетривалими періодами посушливих років. Виключення становлять прогнозні дані по метеостанції Одеса на різницевій інтегральній кривій якої з початку 40-х буде формуватися стійка зволожена фаза коливань. У коливаннях опадів холодного періоду з 2026 року почнеться зволожена фаза коливань.

19. Порівняння визначених тенденцій спостережених і прогнозованих чинників формування стоку (опадів та температур повітря) дозволило зробити висновок, що застосування метеорологічних даних середньостатистичної моделі, яка являє собою осереднені дані усіх 14 моделей, є найбільш доцільним, оскільки установлені фактичні і прогнозні тенденції добре узгоджуються.

20. Згідно із отриманими результатами збільшення середнього багаторічного максимально можливого випаровування у період 2021-2050 рр. на досліджуваній території буде становити у середньому 12,5%, середні багаторічні суми опадів за рік залишаться незмінними. Такий розподіл кліматичних чинників формування стоку призведе до зменшення водних ресурсів досліджуваної території на 25,5% у порівнянні з їх станом до 1989 р. (з цього року почалися суттєві зміни клімату на території України). Очікуваний приплив прісних вод у природних (непорушених водогосподарською діяльністю) умовах від р. В. Куяльник до Куяльницького лиману буде становити 16,5 млн. м³. Отриманий прогноз уточнює дані, надані за сценарієм А1В (модель REMO) для періоду 2021-2050 рр., і підтверджує необхідність продовження заходів по збереженню Куяльницького лиману.

21. Встановлено, що за період січень-листопад 2018 р. суми опадів на метеорологічному посту «Одеса-Куяльник» (316,8 мм) та на метеостанції «Одеса-Обсерваторія» (459,8 мм) істотно відрізнялися (на 143 мм), тому для аналізу складових водного балансу Куяльницького лиману у 2018 р. використано суму атмосферних опадів, виміряну поблизу лиману на метеорологічному посту «Одеса-Куяльник».

22. За результатами розрахунків складових водного балансу лиману у 2018 р. встановлено, що середньомісячний рівень води в лимані у листопаді (мінус 6,37 м БС) був на 0,18 м менший ніж у січні (мінус 6,19 м БС), площа водної поверхні була на 5,4 млн. м² менша (зменшилася з 44,0 до 38,6 млн. м²), а об'єм води – на 7,6 млн. м³ (зменшився з 28,8 до 21,2 млн. м³). Зменшення рівня, площі та об'єму води в лимані у 2018 р. пов'язано з тим, що втрати води на випаровування з водної поверхні (35,8 млн. м³) перевищили на 7,6 млн. м³ об'єм надходження води до лиману (28,2 млн. м³).

23. Визначено, що приходну частину водного балансу лиману на 50,4% (14,2 млн. м³) складають атмосферні опади, на 7% (2,0 млн. м³) – води річок, балок і скидних лотків, та на 42,6% (12,0 млн. м³) – морська вода. Таким чином, якщо б морська вода у 2018 р. в лиман не надходила, то у листопаді об'єм води у лимані дорівнював би 9,2 млн. м³, а позначка рівня води становила б лише мінус 6,75 м БС.

24. Встановлено, що підвищення рівня води в Куяльницькому лимані внаслідок поповнення його морською водою з Одеської затоки протягом 2015-2018 рр. призвело до збільшення втрат води на випаровування з його водної поверхні на 5,4-9,4 млн. м³ на рік.

25. У разі підвищення середньорічної позначки рівня води в лимані до 5,8-6,0 м БС та очікуваного зменшення солоності вод лиману у разі відновлення на 80% природного стоку р. В. Куяльник, збільшення втрат води на випаровування з водної поверхні лиману може зрівнятися або навіть перевищити об'єми надходження до нього вод з відновленим стоком р. В. Куяльник та морської води по трубопроводу (протягом 1-1,5 місяців на рік).

26. Для зменшення втрат води на випарування з водної поверхні лиману, зменшення надходження солей з мілководної північної частини лиману до більш глибоких центральної та південної його частин, рекомендується детально вивчити варіант спорудження обвалованого каналу в північній частини лиману (для прискореного транзитного проходження стоку р. В. Куяльник) та дамби впоперек лиману, з водопропускною спорудою для проходження стоку річки Великий Куяльник, в районі с. Нова Ковалівка.

27. Під час проведення гідрологічних обстежень установлено, що сміття, наявності нафтових або маслянистих плівок на поверхні води не виявлено. Однак на окремих ділянках прибережної захисної смуги лиману існують стихійні несанкціоновані звалища побутового сміття (у тому числі, предмети з поліетилену, залишки скляних виробів, лампи денного освітлення, телевізори, органічні відходи тощо). Такі звалища утворилися між об'їзною дорогою та ділянкою добичі лікувальних грязей (район старого солепромислу) та на схилах долини б. Гільдендорфська (с. Красносілка). Це сміття під час весняного сніготанення та в періоди дощових злив буде частково чи повністю змиватися водою до акваторії лиману, що призведе до погіршення його стану.

28. Під час виконання даної НДР для підвищення точності вимірювання рівнів води на 6 постах в акваторії лиману та 5 постах в гирлових ділянках річок і балок 06.10.2018 р. науковцями ОДЕКУ було стаціонарно установлено 11 водомірних рейок (типу М-104).

29. Висновки щодо сучасного стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки і рекомендації відносно поповнення лиману водою з моря у майбутньому ґрунтуються на результатах натурних і лабораторних вимірювань 2324 показників, виконаних фахівцями ОДЕКУ (виконавцями НДР) під час здійснення 7 гідрологічних обстежень за період з вересня по грудень 2018 р. Результати зафіксовані у 238 протоколах вимірювань та 7 протоколах відбору проб води (оригінали протоколів зберігаються в НЕЦ МНС ОДЕКУ).

30. У підсумку, слід зазначити, що за результатами аналізу основних даних гідрологічних обстежень стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у вересні-грудні 2018 р. та їх порівняння з даними вимірювань у попередні роки (з 2009 по 2017 рр.) показав, що водно-сольовий режим лиману покращився (рівень наповнення лиману зріс, середня мінералізація води не перевищувала значення верхньої граничної межі 250 г/дм^3). Таким чином, можна рекомендувати подальше поповнення лиману морською водою поки середньодобова температура води в Одеській затоці буде нижча 8°C .

31. Таким чином, можна рекомендувати у майбутньому продовжити гідрологічні обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки на базі вже створеної ОДЕКУ мережі гідрологічних постів в басейні лиману та на узбережжі Одеської затоки.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

На основі зроблених вище висновків, отриманих за результатами виконання НДР згідно вимог ТЗ, пропонуються наступні рекомендації:

1. З урахуванням висновку 3, рекомендується мінералізацію води в Куяльницькому лимані вимірювати за величиною прожареного залишку розчинених у воді речовин.

2. На основі висновку 9, рекомендується при розрахунках об'ємів припливу морських вод з Одеської затоки до Куяльницького лиману крізь трубопровід «море-лиман» застосовувати рівняння зв'язку між рівнями води в Одеській затоці та витратами води в трубопроводі: $Q = 1,25 + 0,5 \cdot \zeta$.

3. На підставі висновку 10, рекомендується для експрес-визначення (тривалістю не більше 5 хв.) мінералізації води в лимані, морі, річках, балках і скидних лотках використовувати лінійні рівняння зв'язків між значеннями питомої електропровідності, густини та мінералізації води (за прожареним залишком), показаних на рис. 2.28-2.30 та в табл. 2.1.

4. Враховуючи висновок 26, рекомендується детально вивчити варіант спорудження обвалованого каналу в північній частини Куяльницького лиману (для прискореного транзитного проходження стоку р. В. Куяльник) та дамби впоперек лиману, з водопропускною спорудою для проходження стоку річки Великий Куяльник, в районі с. Нова Ковалівка.

5. На основі висновку 27, рекомендується терміново ліквідувати стихійні несанкціоновані звалища побутового сміття на окремих ділянках прибережної захисної смуги Куяльницького лиману, а саме: між об'їзною дорогою та ділянкою добичі лікувальних грязей (в районі старого солепромислу), на схилах долини б. Гільдендорфська (с. Красносілка), на схилах поблизу санаторію ім. Пирогова та в інших місцях уздовж лиману.

6. З урахуванням висновку 30, а також для досягнення у майбутньому «доброго екологічного стану» лиману, який буде можливий при підтриманні мінералізації води в діапазоні від 40 до 250 г/дм³ (найбільш сприятливі умови для повноцінного функціонування специфічних гідробіонтів лиману або так званої «бальнеологічної біоти», насамперед зяброногого рачка *Artemia salina*) рекомендується до відновлення природного стоку р. В. Куяльник та інших річок у басейні лиману продовжити роботу трубопроводу «море-лиман» за наступним варіантом, який враховує такі граничні умови подачі морської води з Одеської затоки до лиману:

– подача морської води до лиману починається, якщо:

а) середньодобова температура води в Одеській затоці є меншою або дорівнює 8°C (температура, при якій у морській воді ще відсутні мікроорганізми-токсиканти, що виділяють токсичні речовини, й потрапляння яких у лиман не бажане);

б) середньомісячна мінералізація води в лимані є більша за 40 г/дм^3 (нижня межа мінералізації води для існування так званої «бальнеологічної біоти» [1, 21]), а позначка рівня води в лимані є меншою від мінус 4,35 м БС (рівень води, при якому після проходження водопілля або паводка забезпеченістю $P=1\%$, а також при їх накладанні, не відбудеться затоплення на узбережжі лиману та території пересипу між лиманом і морем населених пунктів, санаторно-курортних закладів, об'їзної дороги та інших господарських об'єктів [1, 18]);

– подача морської води до лиману припиняється, якщо:

а) значення рівня води в лимані перед початком водопілля є більше позначки мінус 4,35 м БС;

б) середньомісячна мінералізація води менша за 40 г/дм^3 ;

в) середньодобова температура води в Одеській затоці вища ніж 8°C .

7. Пропонується врахувати запропоновані (у попередній рекомендації) умови подачі морської води до лиману в діючих на сьогодні *«Правилах експлуатації гідротехнічної споруди зі з'єднання Куяльницького лиману та Одеської затоки»* [22].

8. Рекомендується продовжити гідрологічні обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у майбутньому на базі вже створеної ОДЕКУ мережі гідрологічних постів в басейні лиману та на узбережжі Одеської затоки.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: Монографія / За ред. Н. С. Лободи, Є. Д. Гопченка. Одес. держ. екол. ун-т. Одеса: ТЕС, 2016. 332 с. http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/Kniga_2016_N.S.Loboda_YE.D.Gopchenko.pdf.
2. Степаненко С. Н. Причины обмеления Куяльницкого лимана и пути его спасения. Одесса. Экология, 2013. 35 с. http://odeku.edu.ua/wp-content/uploads/Kniga_2013_S.N.Stepanenko.pdf.
3. Регіональна програма збереження та відновлення водних ресурсів у басейні Куяльницького лиману на 2012-2018 роки, затверджена рішенням Одеської обласної ради № 270-VI від 28.10.2011 р. (з усіма змінами).
4. Журнал записи ежедневной информации ГП-25 (лиман Куяльницкий – Одесса, лиман Хаджибейский – Усатово, 01.01.1989-01.12.2018 гг.). Одесса: ГМЦ ЧАМ, 1989-2018.
5. Таблиці метеорологічних даних (середньодобова температура повітря, добова сума атмосферних опадів, середньодобова пружність водяної пари, середньодобові напрямки і швидкість вітру) по метеостанціям «Южне», «Сербка» та «Одеса» за період з січня 1976 по грудень 2011 рр. К.: ЦГО, 2013.
6. Архів погоди в Одесі (01.02.2005-01.12.2018). Метеостанція № 33837 (WMO ID) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://rp5.ua>.
7. Архів погоди в Одесі (аеропорт), METAR (26.09.2012-01.12.2018). Аеропорт (ICAO) UKOO [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://rp5.ua>.
8. Архів погоди в Сербці (26.10.2005-01.12.2018). Метеостанція № 33833 (WMO ID) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://rp5.ua>.
9. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 1936-2018 гг. Ч. 1 и 2. Том 2. Вып. 1. 1938-2018.
10. Державний водний кадастр. Щорічні дані про якість поверхневих вод суші. 2009-2018 рр. Частина 1. Річки. Частина 2. Озера, водосховища, лиман. Україна. Випуск 1. Басейни Західного Бугу, Дунаю, Дністра, Південного Бугу. К.: Центральна геофізична обсерваторія, 2010-2018.
11. Отчёты о работе гидрогеологической режимно-эксплуатационной станции за 1953, 1959-1972, 1974, 1975, 1977-1984, 1986-1988, 1991-1996 годы. Одесса, 1954, 1960-1973, 1975, 1976, 1978-1985, 1987-1989, 1992-1997.
12. Програма державного моніторингу довкілля в частині здійснення Держводгоспом України контролю якості поверхневих вод, затверджена головою Державного комітету України по водному господарству, наказ № 111 від 14.06.2010 р.
13. Щоквартальні звіти по гідрохімічним спостереженням р. В. Куяльник (електронна форма) за період з 2000 по 2012 рр. Одеса: ОГГМЕ, 2000-2012.
14. Програма робіт по гідроекологічним спостереженням на Куяльницькому лимані на 2015 рік, затверджена заступником голови Правління – начальником управління організації медичного забезпечення ПрАТ «Укрпрофоздоровниця» у 2015 р. 12 с.

15. Регіональна програма розвитку водного господарства Одеської області на період до 2021 року, затверджена рішенням Одеської обласної ради № 882-VI від 18 вересня 2013 року.

16. Комплексна програма охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки в Одеській області на 2014-2019 роки, затверджена рішенням Одеської обласної ради № 1021-VI від 21 лютого 2014 року.

17. Програма моніторингу стану Куяльницького лиману у 2015 році, затверджена наказом директора Департаменту екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації № 17 від 25.02.2015 р.

18. Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідроекологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін: звіт про НДР (заключний) / Одес. держ. екол. ун-т; керівник роботи Н. С. Лобода. Одеса, 2016. ДР № 0115U000631. 352 с.

19. Науково-дослідні роботи з гідрологічного, гідрохімічного, гідробіологічного та медико-біологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки: частина (лот) 1 – гідрологічне обстеження. Звіт з НДР заклучний (наук. кер. Н. С. Лобода). База даних УкрНТЕІ, бібл. Од. держ. еколог. ун-ту. ДР № 0116U007903, 2016. 214 с.

20. Науково-дослідні роботи з гідрологічного, гідрохімічного, гідробіологічного та медико-біологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки: частина (лот) 1 – гідрологічне обстеження на 2017 рік. Звіт з НДР заклучний (наук. кер. Н. С. Лобода). База даних УкрНТЕІ, бібл. Од. держ. еколог. ун-ту. ДР № 0116U007903, 2017. 149 с.

21. Оцінка можливого альтернативного наповнення Куяльницького лиману водами Чорного моря, річки Дністер й інших лиманів і водних об'єктів: звіт про НДР (заключний) / Одес. держ. екол. ун-т; керівник роботи Ю. С. Тучковенко. Одеса, 2012. ДР № 0112U007605. 238 с.

22. Правила експлуатації гідротехнічної споруди зі з'єднання Куяльницького лиману та Одеської затоки. – Одеса: Укрпівдендінпроводгосп, 2015. – 36 с.

23. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Природно-ресурсний потенціал Куяльницького та Хаджибейського лиманів, території міжлимання: сучасний стан, перспективи розвитку»; ОДЕКУ; УКРМЕПА. Одеса: ТЕС, 2015. 152 с.

24. Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья: монографія / За ред. Ю. С. Тучковенко, Є. Д. Гопченко. Одесса: ТЭС, 2011. 224 с.

25. Розенгурт М. Ш. Гидрология и перспективы реконструкции природных ресурсов Одесских лиманов. К.: Наук. думка, 1974. 225 с.

26. Оцінка багаторічних змін складових водного балансу Куяльницького лиману для розробки рекомендацій по збереженню його природних ресурсів: Звіт з НДР ДР 0109U004794 (науковий керівник: Є. Д. Гопченко). Одес. держ. екол. ун-т. Одеса, 2009. 90 с.

27. Геоэкологический анализ ситуации и разработка схем мероприятий по улучшению водно-солевого режима Куяльницкого лимана: Отчёт о НИР (научный руководитель: Г. И. Швебс). Од. гос. ун-т им. И.И. Мечникова. Одесса, 1995. 190 с.

28. Ресурсы поверхностных вод СССР. Украина и Молдавия. Крым. Т. 6. Вып. 4. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 347 с.

29. Супутникові знімки та карти поверхні Землі [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://maps.google.com>.

30. Лобода Н. С., Гриб О. М. Гідроекологічні проблеми Куяльницького лиману та шляхи їх вирішення / Гідробіологічний журнал. 2017. № 4. Т. 53. С. 95-104.

31. Лобода Н. С., Тучковенко Ю. С., Кушнір Д. В. Результати чисельного моделювання внутрішньорічної мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману за різних обсягів стоку річки Великий Куяльник / Український гідрометеорологічний журнал. Одеса, ТЕС, №20, 2017. С. 105-119. http://__uhmj1.odetu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/11/15-TUCHKOVENKO_KUSHNIR_LOBODA.pdf.

32. Тучковенко Ю. С., Кушнір Д. В., Гриб О. Н. Моделирование ветровой циркуляции вод и денивеляций уровня в Куяльницком лимане // Вісн. Одес. держ. екол. унів. 2017. № 22. С. 80-89. http://bulletin.odetu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/12/11-TUCHKOVENKO_KUSHNIR_GRYB-18.pdf.

33. Лобода Н. С., Тучковенко Ю. С., Гриб О. М. Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідро екологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін / Тези доповідей Міжнародної науково-практичної конференції “Соціум і науки про Землю”, 21-23 вересня 2017 року, м. Запоріжжя. 2017. С.124-125.

34. Лобода Н. С., Гриб О. М., Отченаш Н. Д. Роль штучних водойм у формуванні гідроекологічного стану Куяльницького лиману у сучасності та майбутньому / Тези. Збірник наукових праць VI Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю за підтримки Вінницької міської ради, Екологія/Ecology-2017, 20-22 вересня 2017 року). Вінниця. ВНТУ, 2017. С.108.

35. Лобода Н. С., Гриб О. М. Результати моніторингу основних абіотичних показників екологічного стану Куяльницького лиману в умовах поповнення морською водою з Одеської затоки у 2014-2017 роках / Тези. Збірник наукових праць VI Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (за підтримки Вінницької міської ради) (Екологія/Ecology-2017), 20-22 вересня 2017 року, Вінниця. ВНТУ, 2017. С. 101.

36. Лобода Н. С., Тучковенко Ю. С., Гриб О. М. Перспективи збереження та відтворення екосистем Тилігульського та Куяльницького лиманів у XXI сторіччі / Тези. Збірник наукових праць VI Всеукраїнського з'їзду екологів з міжнародною участю (за підтримки Вінницької міської ради) (Екологія/Ecology-2017), 20-22 вересня 2017 року, Вінниця. ВНТУ, 2017. С. 136.

37. N. S. Loboda, O. M. Gryb. Hydroecological Problems of the Kuyalnyk Liman and Ways of Their Solution / Hydrobiological Journal. 2017. Volume 53. Issue 6. Pages 87-95.

38. Лобода Н. С., Тучковенко Ю. С., Гриб О. М., Кушнір Д. В., Отченаш Н. Д. Рациональне використання та відновлення водних ресурсів водозбору р. Великий Куяльник та Куяльницького лиману у кліматичних умовах ХХІ сторіччя // «Вода: проблеми та шляхи вирішення». Збірник статей Науково-практичної конференції із міжнародною участю, м. Рівне, 5-8 липня 2017 року. Житомир: Вид-во ЕЦ «Укрекобіокон», 2017. С.211-217.

39. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 2. Ч. II. Гидрологические наблюдения на постах. Л.: Гидрометеоиздат, 1975. 264 с.

40. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть I. Гидрологические наблюдения и работы на больших и средних реках. Л.: Гидрометеоиздат, 1978. 384 с.

41. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 6. Часть II. Гидрологические наблюдения и работы на малых реках. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 267 с.

42. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 7. Часть I. Гидрологические наблюдения на озёрах и водохранилищах. Л.: Гидрометеоиздат, 1957. 240 с.

43. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Выпуск 9. Гидрометеорологические наблюдения на морских станциях и постах. Часть I. Гидрологические наблюдения на береговых станциях и постах. Л.: Гидрометеоиздат, 1984. 312 с.

44. Алёкин О. А., Семёнов А. Д., Скопинцев Б. А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 270 с.

45. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / Под ред. А. Д. Семёнова. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 542 с.

46. Унифицированные методы анализа вод / Под. общ. ред. Ю. Ю. Лурье. Л.: Изд-во «Химия», 1971. 376 с.

47. Кондуктометр ЭКСПЕРТ-002. Руководство по эксплуатации и методика поверки. КТЖГ.414311.004 РЭ. М.: ООО «ЭКОНИКС-ЭКСПЕРТ», 2005, 23 с.

48. Garmin. Fishfinder 250/250C. Руководство пользователя. Garmin, 28 с. <http://www.garmin.com>.

49. Garmin. GPS 72. Руководство пользователя. Garmin, 58 с. <http://www.garmin.com>.

50. Наказ Міністерства надзвичайних ситуацій України «Про затвердження переліку галузевих стандартів і прирівняних до них інших нормативних документів колишнього СРСР» № 1128 від 20 серпня 2012 р. <http://www.dsns.gov.ua/files/2012/9/5/1128.pdf>.

51. Науково-дослідні роботи з обстеження русла річки Великий Куяльник. Звіт про НДР (заключний). ДР 0118U000850 / наук. кер. Н.С. Лобода; Од. держ. екол. ун-т. Одеса, 2018. 509 с.

52. Константинов А. Р. Испарение в природе. Л.: Гидрометеоиздат, 1968. 532 с.

53. Delft3D-FLOW – Simulation of multi-dimensional hydrodynamic flows and transport phenomena, including sediments, User Manual, Hydro-Morphodynamics [Посібник користувача гідротермодинамічної моделі Delft3D-FLOW] // Deltares systems, Delft, The Netherlands, 2018. Version: 3.15, SVN Revision: 57404. Дата оновлення: 16.08.2018р. URL: http://content.oss.deltares.nl/delft3d/manuals/Delft3D-FLOW_User_Manual.pdf (дата звернення 16.08.2018 р.).

54. Delft3D-FLOW, вихідний код // Спілка користувачів відкритого програмного забезпечення Delft3D. Дата оновлення: 13.09.2017 р. URL: <http://oss.deltares.nl/web/delft3d/source-code> (дата звернення 23.07.2018).

55. Burchard H., Baumert H. On the performance of a mixed layer model based on the k- ϵ turbulence closure. *Journal of Geophysical Research* (C5), 1995, no. 100, pp. 8523-8540.

56. Mellor, G. L. and A. F. Blumberg, 1985: Modelling vertical and horizontal diffusivities and the sigma coordinate system, *Monthly Weather Review*, vol. 113, 1379-1383.

57. UNESCO, 1981a. Background papers and supporting data on the international equation of state 1980. Tech. Rep. 38, UNESCO. 1980, 324 pp.

58. Окубо А., Озмидов Р. В. Эмпирическая зависимость коэффициента горизонтальной диффузии в океане от масштаба явления // *ФАО*. 1970. Т. VI. № 5. С. 534-536.

59. Gill, A. E. *Atmosphere-Ocean Dynamics*. International Geophysics Series. Academic Press, 1982, vol. 30. 680 p.

60. Lane, A., 1989. The heat balance of the North Sea. Tech. Rep. 8, Proudman Oceanographic Laboratory. 243, 254.

61. Panin, G. N., Brezgunov, V. S. Influence of the salinity of water on its evaporation. *Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics*, 2007, vol. 43, no. 5, pp. 663-665.

62. Комплексне управління водними ресурсами басейну Куяльницького лиману та його гідроекологічним станом в умовах господарської діяльності і кліматичних змін: Звіт з НДР проміжний (науковий керівник: Н. С. Лобода), ДР № 0115U000631, Од. держ. еколог. ун-т. – Одеса, 2015. – С. 282-300 с.

63. Тучковенко Ю. С., Кушнір Д. В. Результати чисельного моделювання внутрішньорічної мінливості характеристик гідрологічного режиму Куяльницького лиману // *Укр. гідрометеорол. ж.* 2016. № 17. С. 137-149. http://uhmj.odeku.edu.ua/wp-content/uploads/2016/07/15-Tuchkoven_Kushnir.pdf.

64. Тучковенко Ю. С., Кушнір Д. В. Чисельне моделювання мінливості гідрологічних характеристик Куяльницького лиману. Водний режим та гідроекологічні характеристики Куяльницького лиману: монографія / за ред. Н. С. Лободи, Є.Д. Гопченка. Од. держ. еколог. ун-т. Одеса: ТЕС, 2016. С.261-283.

65. Мусієнко М. М., Серебряков В. В., Брайон О. В. Екологія. Охорона природи: словник-довідник. К. Т-во «Знання», КОО, 2002. 550 с.

66. Лобода Н. С., Тучковенко Ю. С., Гриб О. М. Обґрунтування ефективності заходів по відновленню стоку річки Великий Куяльник з метою стабілізації гідрологічного режиму Куяльницького лиману на початку ХХІ сторіччя (до 2030 р.) // Тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології», присвяченої 100-річчю від дня заснування Національної академії наук України, Київ, Україна, 13-14 листопада 2018 р. С. 22-23.

67. Тучковенко О. А., Тучковенко Ю. С., Лобода Н. С. Моделювання гідроекологічних умов в лиманах Північно-Західного Причорномор'я в контексті змін клімату у ХХІ столітті на прикладі Тилигульського лиману // Математичне та імітаційне моделювання систем МОДС 2017: тези доповідей Дванадцятої науково-практичної конференції (Чернігів, 26-29 червня 2017 р.): ЧНТУ, 2017. С.41-45.

68. Степаненко С. М., Польовий А. М., Лобода Н. С. та ін. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / За ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса: ТЕС, 2015. 520 с.

69. Лобода Н. С. Оцінка стану водних ресурсів України в умовах змін регіонального клімату та їх вплив на економіку України (розділ колективної монографії під ред. Степаненка С. М., Польового А. М.) // Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. Одеса: Екологія. 2011. С. 566-605.

70. Лобода Н. С. Оценка притока пресных вод в Тилигульский лиман (раздел коллективной монографии под ред. Ю. С. Тучковенко, Е. Д. Гопченко) // Актуальные проблемы лиманов северо-западного Причерноморья. Одесса: ТЭС, 2012. С. 140-148.

71. Лобода Н. С., Козлов М. А. Оцінка змін водних ресурсів України в умовах кліматичного сценарію RCP4.5 (14 регіональних моделей) на базі моделі «клімат-стік» // Тези доповідей VII Всеукраїнської наукової конференції з міжнародною участю «Проблеми гідрології, гідрохімії, гідроекології», присвяченої 100-річчю від дня заснування Національної академії наук України, Київ, Україна, 13-14 листопада 2018 р. С. 57-58.

72. Лобода Н. С. Методи статистичного аналізу у гідрологічних розрахунках і прогнозах. Навчальний посібник. Одеса: Екологія. 2010. 184 с.

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

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

75. Гопченко Е. Д., Лобода Н. С. Оценка возможных изменений водных ресурсов Украины в условиях глобального потепления // Гидробиологический журнал. 2000. Т. 36. № 3. С. 67-78.

76. Лобода Н. С. Влияние изменений климата на водные ресурсы Украины (моделирование и прогнозы по данным климатических сценариев) // Глобальные и региональные изменения климата под ред. Шестопалова В. М., Логинова В. Ф., Осадчего В. И. и др.): Монография. К.: Ніка-Центр, 2011. С. 340-352.

77. Родда Дж. К. Грани гидрологии: монография. Л.: Гидрометеиздат, 1987. Т. 2. 534 с.

78. Лобода Н. С., Божок Ю. В. Вплив кліматичних змін на водні ресурси Північно-Західного Причорномор'я у сценарних умовах (RCP8.5 та RCP4.5) // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. 2016. Т. 2 (41). С. 48-58.

79. Лобода Н. С., Сербова З. Ф., Божок Ю. В. Вплив змін клімату на водні ресурси України у сучасних та майбутніх умовах (за сценарієм глобального потепління A1B // Укр. гідрометеорол. ж. 2014. № 15. С. 149-159.

Додаток А Картосхема маршруту гідрологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки

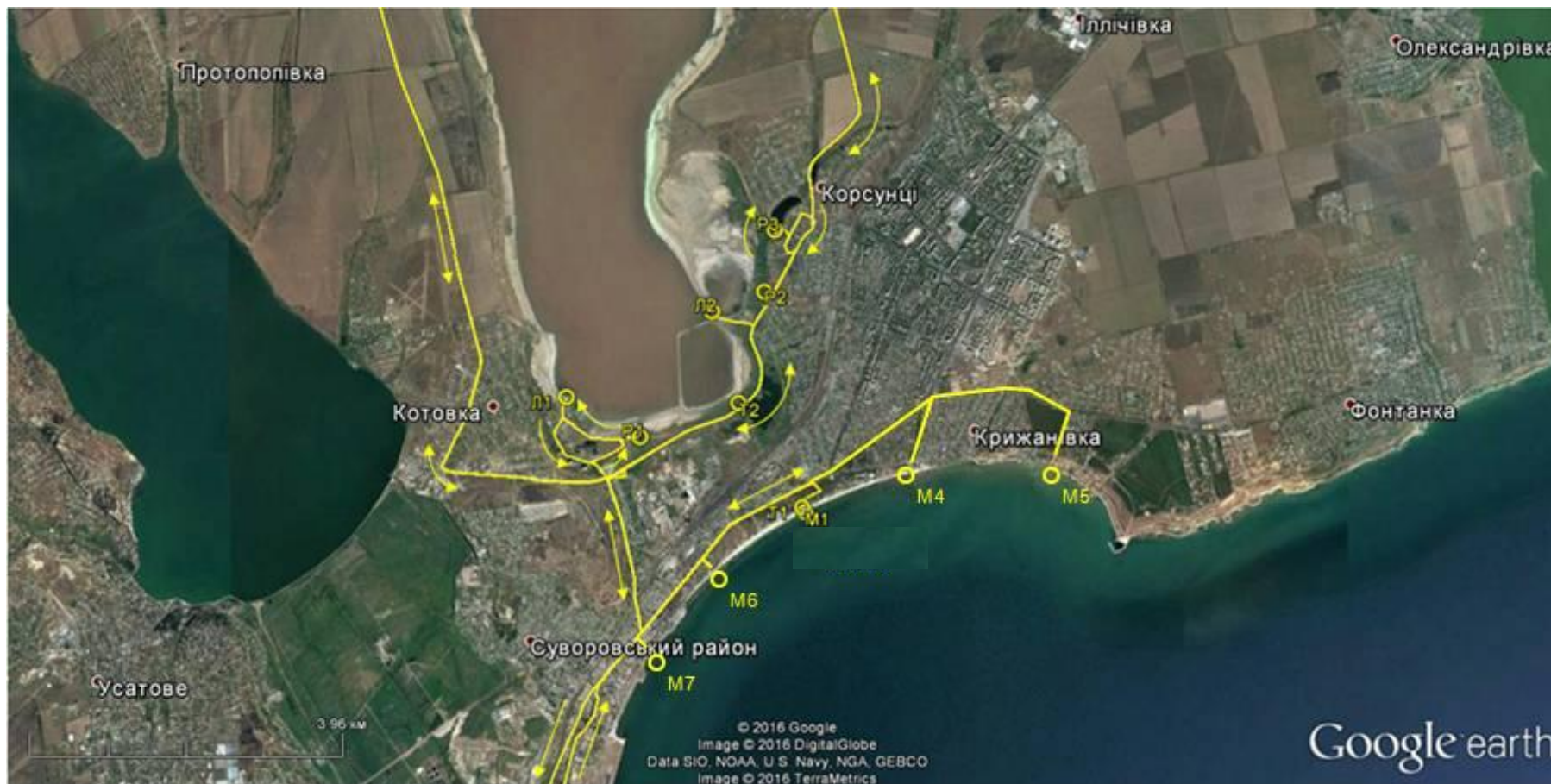


Рис. А.1 – Картосхема маршруту гідрологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у 2018 р. (частина 1): М1 – Лузанівський парк; М4 – с. Крижанівка; М5 – с. Ліски; М6 – готель «Дім Павлових»; М7 – в районі труби з СБО «Північна»; Т1 – колодязь трубопроводу з сторони моря; Л1 – санаторій ім. Пирогова; Р1 – гирло скидного лотка з ставків пересипу; Т2 – гирло трубопроводу «море-лиман»; Л2 – старий солепромисел (ділянка видобутку лікувальних грязей); Р2 – гирло скидного лотка з ВНС № 5; Р3 – гирло балки Корсунцівська

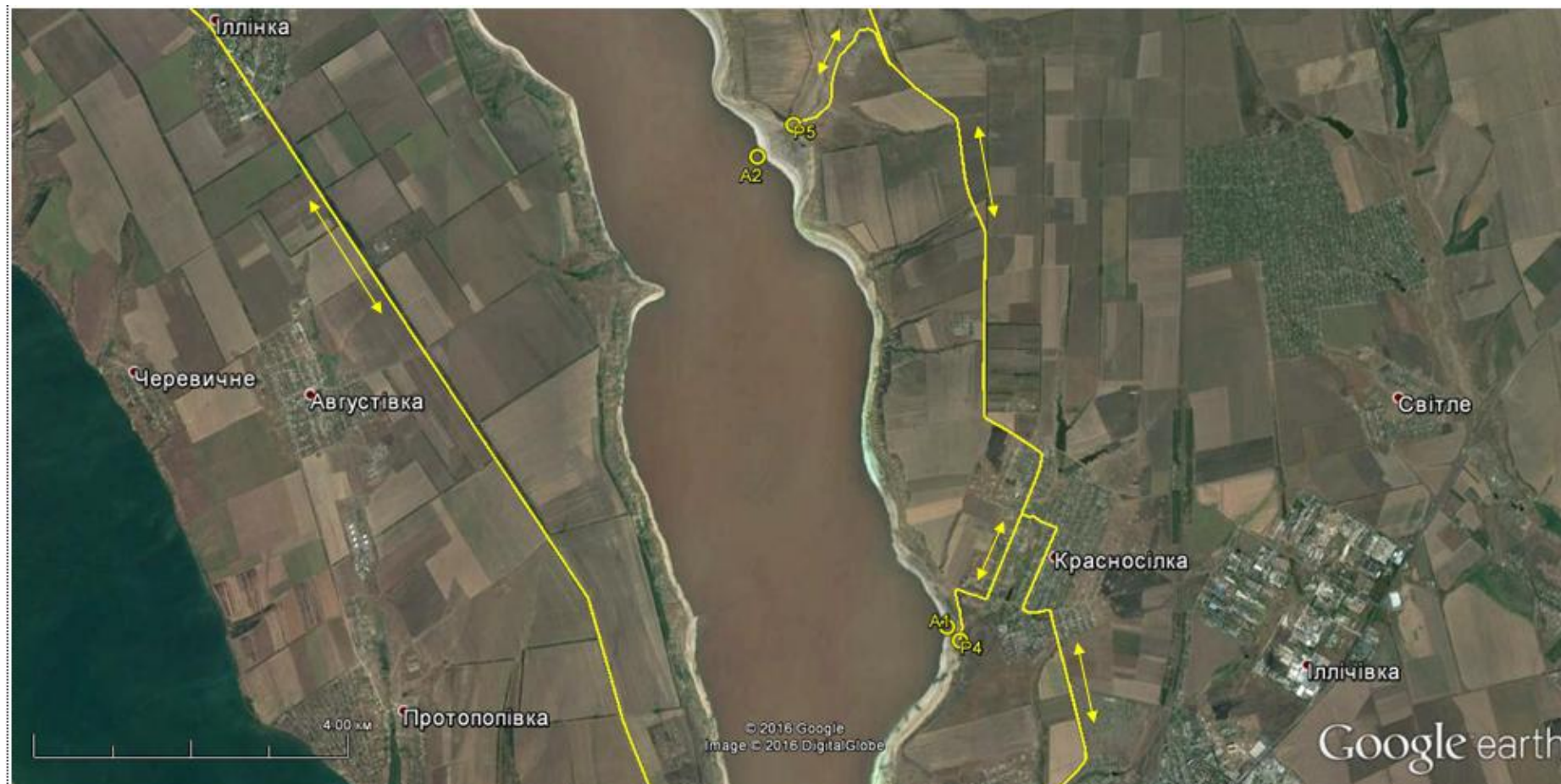


Рис. А.2 – Картосхема маршруту гідрологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у 2018 р. (частина 2): Р4 – гирло балки Гільдендорфська; А1 – акваторія лиману в створі балки Гільдендорфська; Р5 – гирло річки Кубанка; А2 – акваторія лиману в створі річки Кубанка

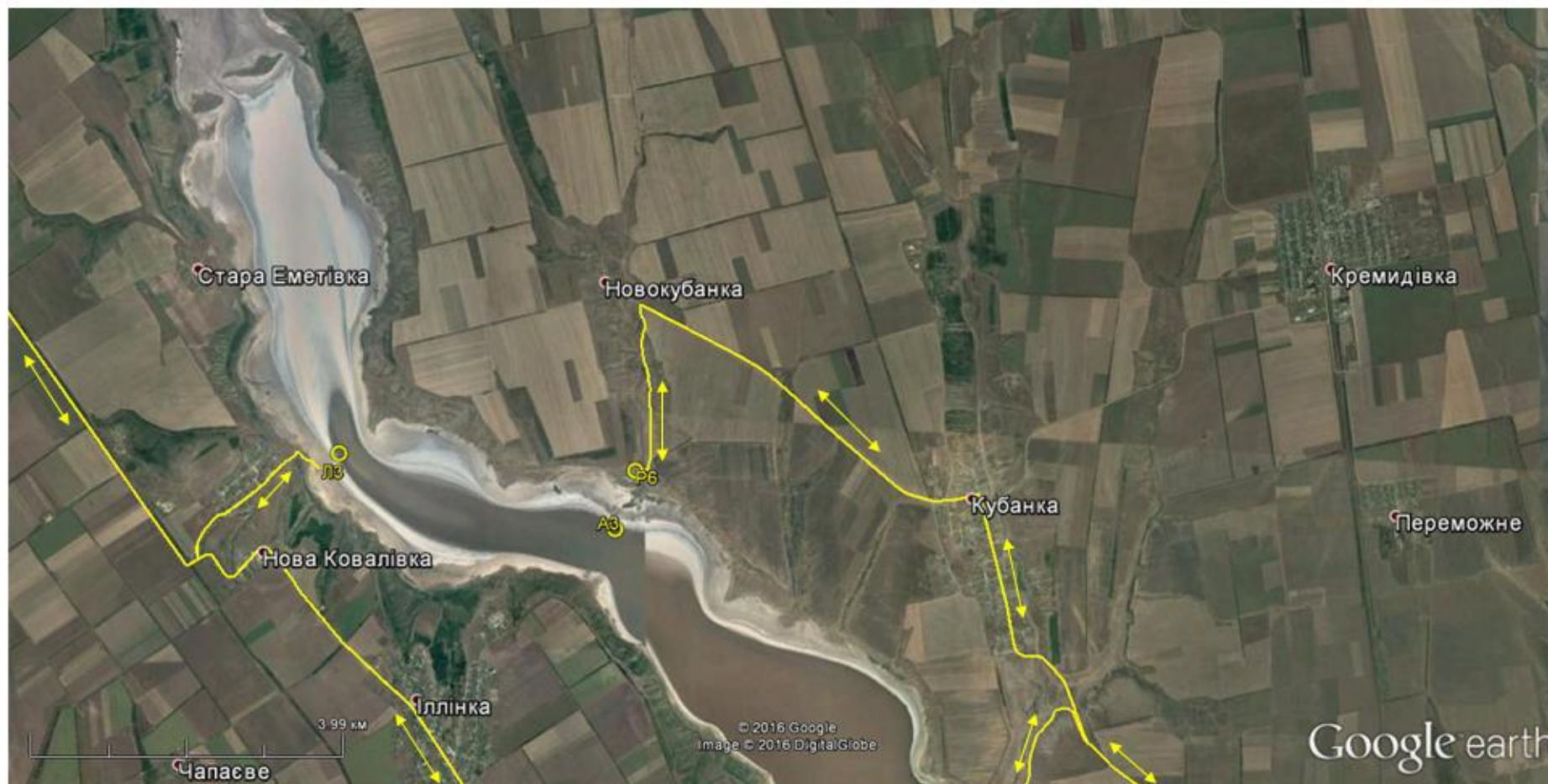


Рис. А.3 – Картосхема маршруту гідрологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у 2018 р. (частина 3): Р6 – гирло річки Довбока; АЗ – акваторія лиману в створі річки Довбока; ЛЗ – ділянка ЛЕП у верхній частині лиману (с. Ковалівка)

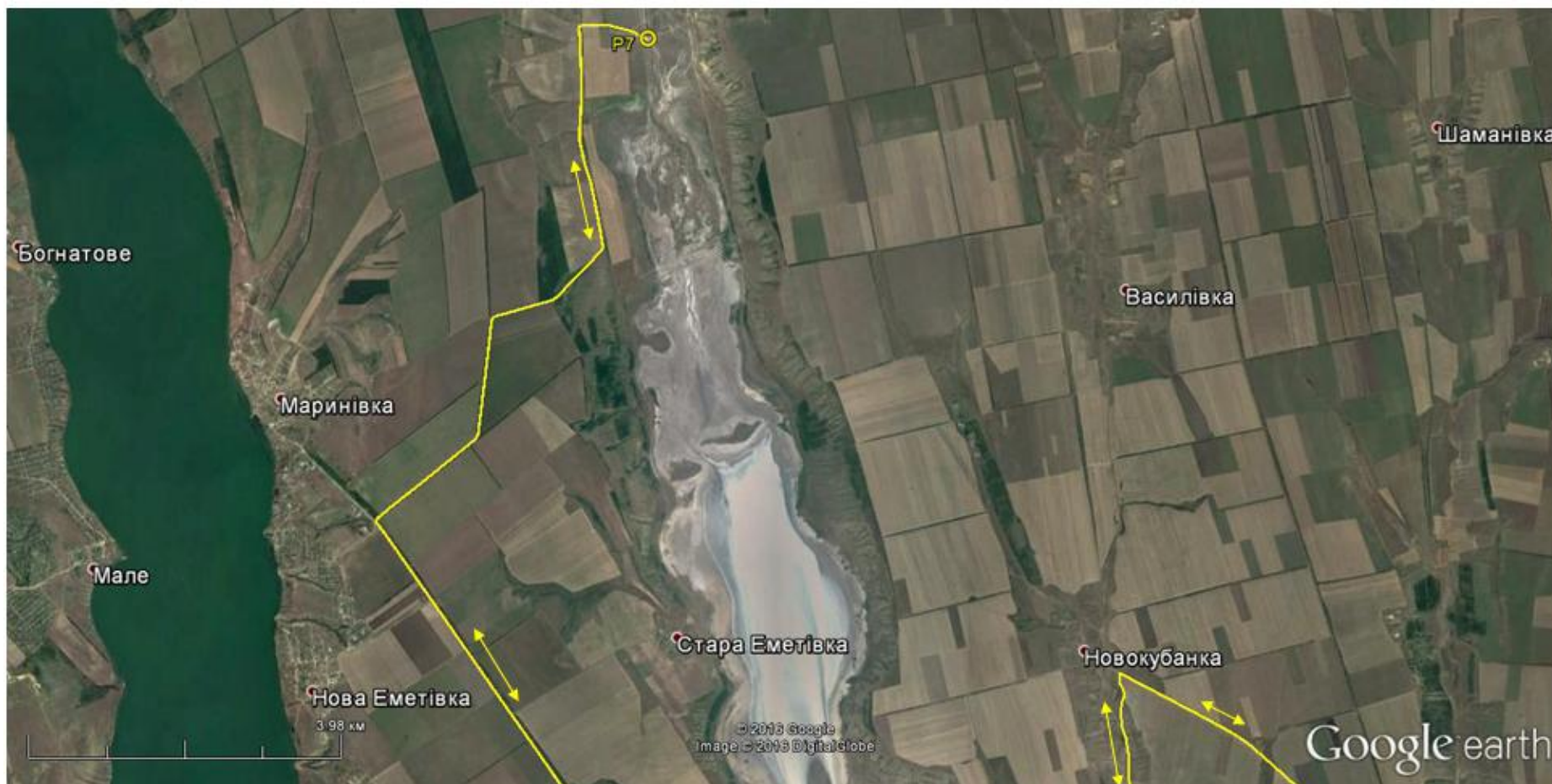


Рис. А.4 – Картосхема маршруту гідрологічного обстеження стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки у 2018 р. (частина 4): Р7 – гирлова ділянка річки Великий Куяльник (південніше с. Северинівка)

Додаток Б Результати гідрологічних обстежень стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки
у 2018 році

Таблиця Б.1 – Результати гідрологічних обстежень (дані вимірювань ОДЕКУ) стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки 5 вересня 2018 року (1-й виїзд)

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Назва водного об'єкта	Місце/точка відбору проб та вимірювань	Координати точки (WGS 84), °	
				північна широта	східна довгота
1	2	3	4	5	6
1	М1	Одеська затока	уріз води (трубопровід «море-лиман») / поверхневий шар	46,55246	30,76798
2	М4	Одеська затока	у берега (с. Крижанівка) / поверхневий шар	46,55636	30,78600
3	М5	Одеська затока	у берега (с. Ліски) / поверхневий шар	46,55690	30,80890
4	М6	Одеська затока	у берега (готель «Дім Павлових») / поверхневий шар	46,54473	30,75142
5	М7	Одеська затока	у берега (труба з СБО «Північна») / поверхневий шар	46,53493	30,74115
6	Т1	трубопровід «море-лиман»	колодязь з сторони моря / поверхневий шар	46,55292	30,76742
7	Т2	трубопровід «море-лиман»	гирло труби з сторони лиману / поверхневий шар	46,56493	30,75679
8	Р1	скидний лоток з пересипу	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,56111	30,74038
9	Р2	скидний лоток з ВНС № 5	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,57792	30,76036
10	Р3	балка Корсунцівська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,58471	30,76291
11	Р4	балка Гільдендорфська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,61168	30,75628
12	Р5	річка Кубанка	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,67184	30,73050
13	Р6	річка Довбока	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,70817	30,66999
14	Р7	річка Великий Куяльник	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,80187	30,59222
15	Л1	Куяльницький лиман	район санаторію ім. І.І. Пирогова / поверхневий шар	46,56621	30,72852
16	Л2	Куяльницький лиман	ділянка старого солепромислу / поверхневий шар	46,57558	30,75217
17	Л3	Куяльницький лиман	в створі ЛЕП (с. Ковалівка) / поверхневий шар	46,71105	30,62111
18	А1	Куяльницький лиман	в створі балки Гільдендорфська / поверхневий шар	46,61173	30,75348
19	А2	Куяльницький лиман	в створі річки Кубанка / поверхневий шар	46,66918	30,72316
20	А3	Куяльницький лиман	в створі річки Довбока / поверхневий шар	46,70215	30,66729

Продовження табл. Б.1

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Час відбору проб та вимірювань, год., хв.	Об'єм проби, см ³	Температура води, °С	Рівень води, см ум.	Висота поверхні, води, м БС	Прозорість води		Ширина по поверхні води (льоду), м	Товщина льоду / снігу, м
							за диском білим (Секкі), м	за стандартним шрифтом, см		
1	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	М1	07 год. 40 хв.	2090	22,9	—	-0,19	0,30	26,8	—	—
2	М4	08 год. 05 хв.	2060	22,6	—	—	0,30	17,5	—	—
3	М5	08 год. 30 хв.	2110	23,4	—	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
4	М6	07 год. 25 хв.	2090	21,5	—	—	1,00 (до дна)	30,2	—	—
5	М7	07 год. 00 хв.	2100	23,4	—	—	0,28	29,5	—	—
6	Т1	07 год. 55 хв.	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	09 год. 55 хв.	—	—	—	—	—	—	4,46	—
8	Р1	10 год. 05 хв.	2090	19,0	-41	—	0,46 (до дна)	>50	1,10	—
9	Р2	09 год. 25 хв.	2080	24,5	60	—	0,60 (до дна)	>50	1,00	—
10	Р3	09 год. 10 хв.	2100	18,6	-62	—	0,25	25,0	0,50	—
11	Р4	10 год. 45 хв.	—	—	—	—	—	—	1,20	—
12	Р5	11 год. 30 хв.	2080	25,0	20	—	0,20 (до дна)	2,5	18,5	—
13	Р6	12 год. 30 хв.	—	—	—	—	—	—	10,0	—
14	Р7	13 год. 05 хв.	—	—	—	—	—	—	7,00	—
15	Л1	10 год. 15 хв.	2080	25,0	-10	-6,40	0,30	4,0	—	—
16	Л2	09 год. 45 хв.	2100	26,2	-95	-6,40	0,50 (до дна)	45,2	—	—
17	Л3	13 год. 50 хв.	2060	28,1	0	-6,39	0,20 (до дна)	11,0	—	—
18	А1	10 год. 50 хв.	2080	26,2	50	—	0,50 (до дна)	>50	—	—
19	А2	12 год. 00 хв.	2090	27,7	50	—	0,50 (до дна)	>50	—	—
20	А3	14 год. 40 хв.	2110	31,0	20	—	0,20 (до дна)	>50	—	—

Продовження табл. Б.1

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Характеристика кольору води	Запах води				рН води, од. рН	Глибина на вертикалі, м	Мутність води (вміст завислих у воді речовин), г/дм ³	Питома електропровідність води, мСм/см
			при 20°С		при 60°С					
			вид	бал	вид	бал				
1	2	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	М1	коричнювато-жовтий	землистий	1	трав'янистий	1	8,29	1,00	0,094	27,685
2	М4	жовтий	трав'янистий	1	трав'янистий	2	8,25	1,00	0,287	27,360
3	М5	жовтий	трав'янистий	1	затхлий	2	8,12	1,00	0,043	27,255
4	М6	коричнювато-жовтий	трав'янистий	1	рибний	1	8,31	1,00	0,062	27,565
5	М7	коричнювато-жовтий	без запаху	0	пліснявий	1	8,08	1,00	0,060	28,175
6	Т1	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
8	Р1	коричнювато-жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	7,79	0,46	0,025	2,381
9	Р2	жовтий	хлорний	1	хлорний	1	8,37	0,60	0,020	0,495
10	Р3	коричнювато-жовтий	без запаху	0	землистий	1	7,82	0,30	0,038	5,250
11	Р4	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
12	Р5	коричневий	землистий	1	трав'янистий	2	8,55	0,20	1,264	36,790
13	Р6	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
14	Р7	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
15	Л1	коричневий	землистий	1	рибний	2	7,68	0,50	1,267	221,900
16	Л2	жовтувато-коричневий	землистий	1	рибний	2	7,72	0,50	0,167	222,400
17	Л3	коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,26	0,20	0,283	204,750
18	А1	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	1	7,84	0,50	0,127	219,750
19	А2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	без запаху	0	7,81	0,50	0,074	217,850
20	А3	коричневий	без запаху	0	без запаху	0	7,53	0,20	0,076	229,500

Продовження табл. Б.1

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Густина води, кг/м ³	Сухий залишок розчинених у воді речовин, г/дм ³	Прожарений залишок розчинених у воді речовин (мінералізація води), г/дм ³	Середня швидкість течії, м/с	Напрямок течії води	Витрата води, м ³ /с	Витрата завислих наносів (речовин), г/с
1	2	25	26	27	28	29	30	31
1	М1	1010	28,608	15,571	0,25	на південний захід	—	—
2	М4	1008	18,400	15,219	0,10	до берега, на північний схід	—	—
3	М5	1010	18,139	15,293	0,01	вздовж берега, на північний захід	—	—
4	М6	1010	18,129	15,353	0,30	вздовж берега, на південний захід	—	—
5	М7	1010	26,607	15,455	0,20	до берега, на північний захід	—	—
6	Т1	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	0,000	0,000
8	Р1	999	1,398	1,203	0,10	до лиману	0,051	1,275
9	Р2	999	0,318	0,179	0,40	до лиману	0,032	0,640
10	Р3	1002	4,146	3,451	<0,01	до лиману	<0,001	0,000
11	Р4	—	—	—	—	—	0,000	0,000
12	Р5	1015	25,808	20,838	0,00	течії немає	0,000	0,000
13	Р6	—	—	—	—	—	0,000	0,000
14	Р7	—	—	—	—	—	0,000	0,000
15	Л1	1176	310,825	238,331	0,10	вздовж берега, на північний захід	—	—
16	Л2	1176	304,892	241,505	0,10	від берега, на південний захід	—	—
17	Л3	1215	418,947	267,934	0,10	вздовж берегу, на північний захід	—	—
18	А1	1172	299,718	222,370	0,00	течії немає	—	—
—19	А2	1173	300,628	237,854	0,10	вздовж берегу, на північний захід	—	—
20	А3	1222	360,880	277,787	0,23	вздовж берегу, на північний захід	—	—

Таблиця Б.2 – Результати гідрологічних обстежень (дані вимірювань ОДЕКУ) стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки 23 вересня 2018 року (2-й виїзд)

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Назва водного об'єкта	Місце/точка відбору проб та вимірювань	Координати точки (WGS 84), °	
				північна широта	східна довгота
1	2	3	4	5	6
1	М1	Одеська затока	уріз води (трубопровід «море-лиман») / поверхневий шар	46,55246	30,76798
2	М4	Одеська затока	у берега (с. Крижанівка) / поверхневий шар	46,55636	30,78600
3	М5	Одеська затока	у берега (с. Ліски) / поверхневий шар	46,55690	30,80890
4	М6	Одеська затока	у берега (готель «Дім Павлових») / поверхневий шар	46,54473	30,75142
5	М7	Одеська затока	у берега (труба з СБО «Північна») / поверхневий шар	46,53493	30,74115
6	Т1	трубопровід «море-лиман»	колодязь з сторони моря / поверхневий шар	46,55292	30,76742
7	Т2	трубопровід «море-лиман»	гирло труби з сторони лиману / поверхневий шар	46,56493	30,75679
8	Р1	скидний лоток з пересипу	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,56111	30,74038
9	Р2	скидний лоток з ВНС № 5	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,57792	30,76036
10	Р3	балка Корсунцівська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,58471	30,76291
11	Р4	балка Гільдендорфська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,61168	30,75628
12	Р5	річка Кубанка	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,67184	30,73050
13	Р6	річка Довбока	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,70817	30,66999
14	Р7	річка Великий Куяльник	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,80187	30,59222
15	Л1	Куяльницький лиман	район санаторію ім. І.І. Пирогова / поверхневий шар	46,56621	30,72852
16	Л2	Куяльницький лиман	ділянка старого солепромислу / поверхневий шар	46,57558	30,75217
17	Л3	Куяльницький лиман	в створі ЛЕП (с. Ковалівка) / поверхневий шар	46,71105	30,62111
18	А1	Куяльницький лиман	в створі балки Гільдендорфська / поверхневий шар	46,61173	30,75348
19	А2	Куяльницький лиман	в створі річки Кубанка / поверхневий шар	46,66918	30,72316
20	А3	Куяльницький лиман	в створі річки Довбока / поверхневий шар	46,70215	30,66729

Продовження табл. Б.2

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Час відбору проб та вимірювань, год., хв.	Об'єм проби, см ³	Температура води, °С	Рівень води, см ум.	Висота поверхні, води, м БС	Прозорість води		Ширина по поверхні води (льоду), м	Товщина льоду / снігу, м
							за диском білим (Секкі), м	за стандартним шрифтом, см		
1	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	М1	07 год. 40 хв.	2110	20,6	—	-0,31	1,00 (до дна)	>50	—	—
2	М4	08 год. 00 хв.	2070	19,8	—	—	1,00 (до дна)	27,0	—	—
3	М5	08 год. 20 хв.	2110	21,2	—	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
4	М6	07 год. 25 хв.	2100	18,0	—	—	1,00 (до дна)	44,8	—	—
5	М7	07 год. 10 хв.	2090	20,1	—	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
6	Т1	07 год. 45 хв.	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	09 год. 10 хв.	—	—	—	—	—	—	4,46	—
8	Р1	08 год. 50 хв.	2090	15,6	-35	—	0,48 (до дна)	>50	1,10	—
9	Р2	09 год. 35 хв.	2090	20,8	50	—	0,50 (до дна)	>50	1,10	—
10	Р3	09 год. 55 хв.	2090	14,7	-62	—	0,30 (до дна)	2,0	1,00	—
11	Р4	10 год. 15 хв.	—	—	—	—	—	—	1,20	—
12	Р5	10 год. 40 хв.	2120	16,0	25	—	0,25 (до дна)	15,4	9,00	—
13	Р6	11 год. 25 хв.	—	—	—	—	—	—	10,0	—
14	Р7	13 год. 20 хв.	2070	17,5	50	—	0,25	12,5	3,00	—
15	Л1	09 год. 00 хв.	2100	16,7	0	-6,30	0,08	2,0	—	—
16	Л2	09 год. 20 хв.	2110	26,2	-95	-6,32	0,50 (до дна)	17,2	—	—
17	Л3	14 год. 00 хв.	2100	21,0	-68	-6,56	0,15 (до дна)	29,8	—	—
18	А1	10 год. 20 хв.	2060	17,6	50	—	0,20	11,2	—	—
19	А2	10 год. 55 хв.	2080	18,3	50	—	0,25	10,5	—	—
20	А3	11 год. 45 хв.	2110	18,2	15	—	0,15 (до дна)	38,8	—	—

Продовження табл. Б.2

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Характеристика кольору води	Запах води				рН води, од. рН	Глибина на вертикалі, м	Мутність води (вміст завислих у воді речовин), г/дм ³	Питома електропровідність води, мСм/см
			при 20°C		при 60°C					
			вид	бал	вид	бал				
1	2	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	М1	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,48	1,00	0,001	28,545
2	М4	жовтий	землистий	1	трав'янистий	2	8,16	1,00	0,025	28,390
3	М5	жовтий	неприємний	1	неприємний	2	8,06	1,00	0,000	28,185
4	М6	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,26	1,00	0,007	28,750
5	М7	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,07	1,00	0,000	28,655
6	Т1	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
8	Р1	коричнювато-жовтий	без запаху	0	без запаху	0	7,77	0,48	0,000	2,764
9	Р2	коричнювато-жовтий	хлорний	3	хлорний	4	8,35	0,50	0,000	0,556
10	Р3	—	землистий	1	землистий	2	7,88	0,30	0,015	5,370
11	Р4	коричнювато-жовтий	—	—	—	—	—	0,00	—	—
12	Р5	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	3	9,39	0,25	0,080	36,660
13	Р6	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
14	Р7	коричнювато-жовтий	без запаху	0	трав'янистий	2	8,50	0,50	0,003	13,420
15	Л1	коричневий	рибний	1	рибний	3	7,54	0,50	3,004	222,500
16	Л2	коричневий	рибний	1	рибний	2	7,83	0,50	0,083	217,800
17	Л3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	1	7,68	0,15	0,088	228,450
18	А1	коричневий	без запаху	0	рибний	1	7,74	0,50	0,332	222,100
19	А2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	землистий	1	7,82	0,50	0,450	222,000
20	А3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	землистий	1	7,74	0,15	0,272	224,950

Продовження табл. Б.2

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Густина води, кг/м ³	Сухий залишок розчинених у воді речовин, г/дм ³	Прожарений залишок розчинених у воді речовин (мінералізація води), г/дм ³	Середня швидкість течії, м/с	Напрямок течії води	Витрата води, м ³ /с	Витрата завислих наносів (речовин), г/с
1	2	25	26	27	28	29	30	31
1	М1	1011	21,937	16,044	0,00	течії немає	—	—
2	М4	1010	18,322	15,567	0,00	течії немає	—	—
3	М5	1011	22,973	15,195	0,00	течії немає	—	—
4	М6	1011	19,081	16,053	0,00	течії немає	—	—
5	М7	1011	20,825	16,060	0,00	течії немає	—	—
6	Т1	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	0,000	0,000
8	Р1	1000	1,597	1,411	0,05	до лиману	0,026	0,000
9	Р2	1000	0,330	0,227	0,74	до лиману	0,049	0,000
10	Р3	1001	4,244	3,740	0,01	до лиману	0,000	0,000
11	Р4	—	—	—	—	—	0,000	0,000
12	Р5	1014	25,142	20,212	0,00	течії немає	0,000	0,000
13	Р6	—	—	—	—	—	0,000	0,000
14	Р7	1006	9,902	8,003	0,00	течії немає	0,000	0,000
15	Л1	1169	315,901	226,553	0,10	вздовж берега, на південний схід	—	—
16	Л2	1159	391,494	211,188	0,10	вздовж берега, на південь	—	—
17	Л3	1195	367,979	261,240	0,00	течії немає	—	—
18	А1	1171	327,560	225,650	0,05	до берега, на схід	—	—
19	А2	1170	319,928	229,522	0,10	вздовж берега, на південний схід	—	—
20	А3	1182	336,571	239,913	0,10	вздовж берега, на південний схід	—	—

Таблиця Б.3 – Результати гідрологічних обстежень (дані вимірювань ОДЕКУ) стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки 6 жовтня 2018 року (3-й виїзд)

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Назва водного об'єкта	Місце/точка відбору проб та вимірювань	Координати точки (WGS 84), °	
				північна широта	східна довгота
1	2	3	4	5	6
1	М1	Одеська затока	уріз води (трубопровід «море-лиман») / поверхневий шар	46,55246	30,76798
2	М4	Одеська затока	у берега (с. Крижанівка) / поверхневий шар	46,55636	30,78600
3	М5	Одеська затока	у берега (с. Ліски) / поверхневий шар	46,55690	30,80890
4	М6	Одеська затока	у берега (готель «Дім Павлових») / поверхневий шар	46,54473	30,75142
5	М7	Одеська затока	у берега (труба з СБО «Північна») / поверхневий шар	46,53493	30,74115
6	Т1	трубопровід «море-лиман»	колодязь з сторони моря / поверхневий шар	46,55292	30,76742
7	Т2	трубопровід «море-лиман»	гирло труби з сторони лиману / поверхневий шар	46,56493	30,75679
8	Р1	скидний лоток з пересипу	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,56111	30,74038
9	Р2	скидний лоток з ВНС № 5	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,57792	30,76036
10	Р3	балка Корсунцівська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,58471	30,76291
11	Р4	балка Гільдендорфська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,61168	30,75628
12	Р5	річка Кубанка	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,67184	30,73050
13	Р6	річка Довбока	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,70817	30,66999
14	Р7	річка Великий Куяльник	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,80187	30,59222
15	Л1	Куяльницький лиман	район санаторію ім. І.І. Пирогова / поверхневий шар	46,56621	30,72852
16	Л2	Куяльницький лиман	ділянка старого солепромислу / поверхневий шар	46,57558	30,75217
17	Л3	Куяльницький лиман	в створі ЛЕП (с. Ковалівка) / поверхневий шар	46,71105	30,62111
18	А1	Куяльницький лиман	в створі балки Гільдендорфська / поверхневий шар	46,61173	30,75348
19	А2	Куяльницький лиман	в створі річки Кубанка / поверхневий шар	46,66918	30,72316
20	А3	Куяльницький лиман	в створі річки Довбока / поверхневий шар	46,70215	30,66729

Продовження табл. Б.3

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Час відбору проб та вимірювань, год., хв.	Об'єм проби, см ³	Температура води, °C	Рівень води, см ум.	Висота поверхні, води, м БС	Прозорість води		Ширина по поверхні води (льоду), м	Товщина льоду / снігу, м
							за диском білим (Секкі), м	за стандартним шрифтом, см		
1	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	М1	08 год. 45 хв.	2110	15,4	—	-0,33	1,00 (до дна)	>50	—	—
2	М4	09 год. 05 хв.	2090	15,1	6	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
3	М5	09 год. 25 хв.	2110	14,9	-148	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
4	М6	08 год. 30 хв.	2100	13,5	—	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
5	М7	08 год. 15 хв.	2100	15,4	6	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
6	Т1	08 год. 50 хв.	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	10 год. 45 хв.	—	—	—	—	—	—	4,46	—
8	Р1	09 год. 55 хв.	2090	9,8	-30	—	0,53 (до дна)	28,5	1,20	—
9	Р2	11 год. 10 хв.	2080	17,3	15	—	0,50 (до дна)	>50	1,20	—
10	Р3	11 год. 30 хв.	2080	10,4	40	—	0,40 (до дна)	>50	1,00	—
11	Р4	11 год. 55 хв.	—	—	—	—	—	—	1,20	—
12	Р5	13 год. 25 хв.	2090	18,4	40	—	0,30 (до дна)	9,0	10,0	—
13	Р6	14 год. 20 хв.	—	—	—	—	—	—	10,0	—
14	Р7	15 год. 25 хв.	2090	16,8	40	—	0,10 (до дна)	26,8	5,00	—
15	Л1	10 год. 10 хв.	2060	13,6	40	-6,37	0,40 (до дна)	>50	—	—
16	Л2	10 год. 50 хв.	2100	17,8	40	-6,37	0,40 (до дна)	>50	—	—
17	Л3	16 год. 00 хв.	2110	23,8	40	-6,37	0,25 (до дна)	19,2	—	—
18	А1	12 год. 00 хв.	2080	17,0	40	—	0,40 (до дна)	32,2	—	—
19	А2	13 год. 40 хв.	2090	19,3	40	—	0,35 (до дна)	14,1	—	—
20	А3	14 год. 30 хв.	2120	22,3	40	—	0,25 (до дна)	33,9	—	—

Продовження табл. Б.3

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Характеристика кольору води	Запах води				рН води, од. рН	Глибина на вертикалі, м	Мутність води (вміст завислих у воді речовин), г/дм ³	Питома електропровідність води, мСм/см
			при 20°C		при 60°C					
			вид	бал	вид	бал				
1	2	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	М1	жовтий	без запаху	0	землистий	1	8,40	1,00	0,001	29,910
2	М4	жовтий	без запаху	0	затхлий	1	8,37	1,00	0,001	29,360
3	М5	жовтий	гнилісний	1	затхлий	1	8,26	1,00	0,000	29,575
4	М6	жовтий	без запаху	0	без запаху	0	8,35	1,00	0,024	29,760
5	М7	жовтий	без запаху	0	без запаху	0	8,36	1,00	0,000	29,725
6	Т1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Р1	коричнювато-жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	7,77	0,53	0,000	2,941
9	Р2	жовтий	хлорний	1	хлорний	3	8,36	0,50	0,000	0,572
10	Р3	жовтий	без запаху	0	землистий	1	7,76	0,40	0,000	5,695
11	Р4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Р5	коричневий	рибний	1	рибний	3	9,71	0,30	0,006	37,340
13	Р6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Р7	жовтий	без запаху	0	рибний	2	9,07	0,10	0,035	19,660
15	Л1	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,78	0,40	0,041	218,150
16	Л2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,74	0,40	0,021	215,550
17	Л3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,58	0,25	0,025	225,600
18	А1	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,79	0,40	0,040	217,100
19	А2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,78	0,35	0,104	217,950
20	А3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,75	0,25	0,043	220,400

Продовження табл. Б.3

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Густина води, кг/м ³	Сухий залишок розчинених у воді речовин, г/дм ³	Прожарений залишок розчинених у воді речовин (мінералізація води), г/дм ³	Середня швидкість течії, м/с	Напрямок течії води	Витрата води, м ³ /с	Витрата завислих наносів (речовин), г/с
1	2	25	26	27	28	29	30	31
1	М1	1011	19,402	16,955	0,00	течії немає	—	—
2	М4	1011	19,674	16,518	0,00	течії немає	—	—
3	М5	1010	24,920	16,643	0,00	течії немає	—	—
4	М6	1011	19,742	16,717	0,00	течії немає	—	—
5	М7	1011	19,904	16,807	0,00	течії немає	—	—
6	Т1	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	0,000	0,000
8	Р1	1000	1,744	1,485	0,01	до лиману	0,006	0,000
9	Р2	1000	0,322	0,232	1,00	до лиману	0,072	0,000
10	Р3	1002	4,520	3,949	0,10	до лиману	0,001	0,000
11	Р4	—	—	—	—	—	0,000	0,000
12	Р5	1016	30,452	21,867	0,00	течії немає	0,000	0,000
13	Р6	—	—	—	—	—	0,000	0,000
14	Р7	1010	16,345	13,193	0,00	течії немає	0,000	0,000
15	Л1	1171	311,660	226,018	0,01	вздовж берега, на північний захід	—	—
16	Л2	1165	316,588	220,248	0,01	вздовж берега, на північний захід	—	—
17	Л3	1206	395,857	283,219	0,01	вздовж берега, на північний захід	—	—
18	А1	1170	316,120	230,491	0,01	вздовж берега, на північний захід	—	—
19	А2	1174	346,953	233,469	0,01	вздовж берега, на північний захід	—	—
20	А3	1183	419,330	243,347	0,01	вздовж берега, на північний захід	—	—

Таблиця Б.4 – Результати гідрологічних обстежень (дані вимірювань ОДЕКУ) стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки 20 жовтня 2018 року (4-й виїзд)

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Назва водного об'єкта	Місце/точка відбору проб та вимірювань	Координати точки (WGS 84), °	
				північна широта	східна довгота
1	2	3	4	5	6
1	М1	Одеська затока	уріз води (трубопровід «море-лиман») / поверхневий шар	46,55246	30,76798
2	М4	Одеська затока	у берега (с. Крижанівка) / поверхневий шар	46,55636	30,78600
3	М5	Одеська затока	у берега (с. Ліски) / поверхневий шар	46,55690	30,80890
4	М6	Одеська затока	у берега (готель «Дім Павлових») / поверхневий шар	46,54473	30,75142
5	М7	Одеська затока	у берега (труба з СБО «Північна») / поверхневий шар	46,53493	30,74115
6	Т1	трубопровід «море-лиман»	колодязь з сторони моря / поверхневий шар	46,55292	30,76742
7	Т2	трубопровід «море-лиман»	гирло труби з сторони лиману / поверхневий шар	46,56493	30,75679
8	Р1	скидний лоток з пересипу	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,56111	30,74038
9	Р2	скидний лоток з ВНС № 5	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,57792	30,76036
10	Р3	балка Корсунцівська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,58471	30,76291
11	Р4	балка Гільдендорфська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,61168	30,75628
12	Р5	річка Кубанка	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,67184	30,73050
13	Р6	річка Довбока	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,70817	30,66999
14	Р7	річка Великий Куяльник	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,80187	30,59222
15	Л1	Куяльницький лиман	район санаторію ім. І.І. Пирогова / поверхневий шар	46,56621	30,72852
16	Л2	Куяльницький лиман	ділянка старого солепромислу / поверхневий шар	46,57558	30,75217
17	Л3	Куяльницький лиман	в створі ЛЕП (с. Ковалівка) / поверхневий шар	46,71105	30,62111
18	А1	Куяльницький лиман	в створі балки Гільдендорфська / поверхневий шар	46,61173	30,75348
19	А2	Куяльницький лиман	в створі річки Кубанка / поверхневий шар	46,66918	30,72316
20	А3	Куяльницький лиман	в створі річки Довбока / поверхневий шар	46,70215	30,66729

Продовження табл. Б.4

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Час відбору проб та вимірювань, год., хв.	Об'єм проби, см ³	Температура води, °С	Рівень води, см ум.	Висота поверхні, води, м БС	Прозорість води		Ширина по поверхні води (льоду), м	Товщина льоду / снігу, м
							за диском білим (Секкі), м	за стандартним шрифтом, см		
1	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	М1	08 год. 10 хв.	2110	14,2	—	-0,52	1,00 (до дна)	>50	—	—
2	М4	08 год. 30 хв.	2070	13,5	-13	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
3	М5	08 год. 55 хв.	2110	14,4	-167	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
4	М6	08 год. 00 хв.	2090	13,1	—	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
5	М7	07 год. 50 хв.	2100	14,0	-13	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
6	Т1	08 год. 15 хв.	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	09 год. 50 хв.	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Р1	09 год. 25 хв.	2090	11,1	-28	—	0,55 (до дна)	>50	1,20	—
9	Р2	11 год. 10 хв.	2070	15,6	14	—	0,49 (до дна)	>50	1,10	—
10	Р3	11 год. 25 хв.	2070	11,9	40	—	0,40 (до дна)	31,2	1,00	—
11	Р4	12 год. 00 хв.	—	—	—	—	—	—	1,20	—
12	Р5	12 год. 35 хв.	2110	13,1	38	—	0,28 (до дна)	5,4	10,0	—
13	Р6	13 год. 25 хв.	—	—	—	—	—	—	10,0	—
14	Р7	14 год. 25 хв.	—	—	—	—	—	—	5,00	—
15	Л1	09 год. 40 хв.	2080	13,0	40	-6,37	0,40 (до дна)	22,6	—	—
16	Л2	10 год. 50 хв.	2110	16,0	40	-6,37	0,40 (до дна)	>50	—	—
17	Л3	16 год. 00 хв.	2090	22,0	25	-6,39	0,10 (до дна)	25,0	—	—
18	А1	12 год. 05 хв.	2090	17,3	40	-6,37	0,40 (до дна)	>50	—	—
19	А2	12 год. 55 хв.	2080	18,4	38	-6,39	0,33 (до дна)	>50	—	—
20	А3	13 год. 35 хв.	2120	19,6	30	-6,39	0,15 (до дна)	>50	—	—

Продовження табл. Б.4

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Характеристика кольору води	Запах води				рН води, од. рН	Глибина на вертикалі, м	Мутність води (вміст завислих у воді речовин), г/дм ³	Питома електропровідність води, мСм/см
			при 20°C		при 60°C					
			вид	бал	вид	бал				
1	2	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	М1	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,38	1,00	0,012	24,880
2	М4	жовтий	рибний	1	гнилісний	3	8,26	1,00	0,000	24,805
3	М5	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,16	1,00	0,000	24,575
4	М6	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,40	1,00	0,002	25,115
5	М7	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	7,90	1,00	0,000	25,005
6	Т1	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
8	Р1	коричнювато-жовтий	без запаху	0	рибний	2	7,72	0,55	0,006	2,795
9	Р2	жовтий	без запаху	0	хлорний	3	8,36	0,49	0,000	0,516
10	Р3	коричнювато-жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	7,85	0,40	0,012	5,730
11	Р4	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
12	Р5	коричневий	землистий	1	болотяний	3	9,44	0,28	0,032	44,625
13	Р6	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
14	Р7	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
15	Л1	коричнювато-жовтий	без запаху	0	рибний	2	7,71	0,40	0,013	217,200
16	Л2	коричнювато-жовтий	без запаху	0	рибний	1	7,74	0,40	0,041	215,700
17	Л3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	3	7,52	0,10	0,042	221,600
18	А1	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	1	7,74	0,40	0,048	216,000
19	А2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,74	0,33	0,039	218,150
20	А3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,63	0,15	0,040	221,650

Продовження табл. Б.4

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Густина води, кг/м ³	Сухий залишок розчинених у воді речовин, г/дм ³	Прожарений залишок розчинених у воді речовин (мінералізація води), г/дм ³	Середня швидкість течії, м/с	Напрямок течії води	Витрата води, м ³ /с	Витрата завислих наносів (речовин), г/с
1	2	25	26	27	28	29	30	31
1	М1	1010	21,020	14,213	0,00	течії немає	—	—
2	М4	1009	17,014	13,791	0,00	течії немає	—	—
3	М5	1010	24,049	13,491	0,00	течії немає	—	—
4	М6	1010	19,731	12,582	0,00	течії немає	—	—
5	М7	1010	16,350	13,451	0,00	течії немає	—	—
6	Т1	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	0,000	0,000
8	Р1	1002	1,694	1,498	0,02	до лиману	0,013	0,078
9	Р2	999	0,319	0,253	0,72	до лиману	0,055	0,000
10	Р3	1002	4,694	3,893	0,10	до лиману	0,001	0,012
11	Р4	—	—	—	—	—	0,000	0,000
12	Р5	1021	54,100	26,423	0,00	течії немає	0,000	0,000
13	Р6	—	—	—	—	—	0,000	0,000
14	Р7	—	—	—	—	—	0,000	0,000
15	Л1	1175	324,335	235,408	0,00	течії немає	—	—
16	Л2	1170	376,074	231,319	0,00	течії немає	—	—
17	Л3	1208	458,167	283,885	0,10	вдвож берега, на південний схід	—	—
18	А1	1173	323,520	235,218	0,00	течії немає	—	—
19	А2	1175	331,880	240,983	0,10	вдвож берега, на південний схід	—	—
20	А3	1191	393,683	264,442	0,10	вдвож берега, на південний схід	—	—

Таблиця Б.5 – Результати гідрологічних обстежень (дані вимірювань ОДЕКУ) стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки 3 листопада 2018 року (5-й виїзд)

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Назва водного об'єкта	Місце/точка відбору проб та вимірювань	Координати точки (WGS 84), °	
				північна широта	східна довгота
1	2	3	4	5	6
1	M1	Одеська затока	уріз води (трубопровід «море-лиман») / поверхневий шар	46,55246	30,76798
2	M4	Одеська затока	у берега (с. Крижанівка) / поверхневий шар	46,55636	30,78600
3	M5	Одеська затока	у берега (с. Ліски) / поверхневий шар	46,55690	30,80890
4	M6	Одеська затока	у берега (готель «Дім Павлових») / поверхневий шар	46,54473	30,75142
5	M7	Одеська затока	у берега (труба з СБО «Північна») / поверхневий шар	46,53493	30,74115
6	T1	трубопровід «море-лиман»	колодязь з сторони моря / поверхневий шар	46,55292	30,76742
7	T2	трубопровід «море-лиман»	гирло труби з сторони лиману / поверхневий шар	46,56493	30,75679
8	P1	скидний лоток з пересипу	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,56111	30,74038
9	P2	скидний лоток з ВНС № 5	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,57792	30,76036
10	P3	балка Корсунцівська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,58471	30,76291
11	P4	балка Гільдендорфська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,61168	30,75628
12	P5	річка Кубанка	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,67184	30,73050
13	P6	річка Довбока	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,70817	30,66999
14	P7	річка Великий Куяльник	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,80187	30,59222
15	L1	Куяльницький лиман	район санаторію ім. І.І. Пирогова / поверхневий шар	46,56621	30,72852
16	L2	Куяльницький лиман	ділянка старого солепроміслу / поверхневий шар	46,57558	30,75217
17	L3	Куяльницький лиман	в створі ЛЕП (с. Ковалівка) / поверхневий шар	46,71105	30,62111
18	A1	Куяльницький лиман	в створі балки Гільдендорфська / поверхневий шар	46,61173	30,75348
19	A2	Куяльницький лиман	в створі річки Кубанка / поверхневий шар	46,66918	30,72316
20	A3	Куяльницький лиман	в створі річки Довбока / поверхневий шар	46,70215	30,66729

Продовження табл. Б.5

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Час відбору проб та вимірювань, год., хв.	Об'єм проби, см ³	Температура води, °С	Рівень води, см ум.	Висота поверхні, води, м БС	Прозорість води		Ширина по поверхні води (льоду), м	Товщина льоду / снігу, м
							за диском білим (Секкі), м	за стандартним шрифтом, см		
1	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	М1	07 год. 30 хв.	2110	12,5	—	—	0,40	21,4	—	—
2	М4	07 год. 50 хв.	2080	12,5	—	—	0,30	19,8	—	—
3	М5	08 год. 10 хв.	2100	13,0	-140	—	1,00 (до дна)	>50	—	—
4	М6	07 год. 20 хв.	2090	12,5	—	—	0,50	17,8	—	—
5	М7	07 год. 00 хв.	2080	12,5	—	—	0,50	23,5	—	—
6	Т1	07 год. 40 хв.	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	09 год. 15 хв.	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Р1	08 год. 45 хв.	2100	10,5	-28	—	0,55 (до дна)	>50	1,20	—
9	Р2	09 год. 45 хв.	2080	13,8	15	—	0,50 (до дна)	>50	1,30	—
10	Р3	10 год. 05 хв.	2080	12,0	60	—	0,50 (до дна)	20,2	2,53	—
11	Р4	10 год. 30 хв.	2090	11,2	5	—	0,50 (до дна)	>50	2,30	—
12	Р5	11 год. 05 хв.	2100	12,4	43	—	0,13 (до дна)	14,9	12,0	—
13	Р6	12 год. 00 хв.	—	—	—	—	—	—	16,5 (по дну)	—
14	Р7	13 год. 00 хв.	—	—	—	—	—	—	19,5 (по дну)	—
15	Л1	08 год. 30 хв.	2100	12,0	0,34	-6,40	0,30	15,0	—	—
16	Л2	09 год. 25 хв.	2090	13,6	38	-6,40	0,30 (до дна)	27,2	—	—
17	Л3	13 год. 35 хв.	2080	14,8	30	-6,40	0,30 (до дна)	16,8	—	—
18	А1	10 год. 40 хв.	2080	13,4	40	-6,40	0,40 (до дна)	39,4	—	—
19	А2	11 год. 20 хв.	2090	13,2	37	-6,40	0,37 (до дна)	>50	—	—
20	А3	12 год. 15 хв.	2110	12,8	32	-6,40	0,32 (до дна)	22,8	—	—

Продовження табл. Б.5

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Характеристика кольору води	Запах води				рН води, од. рН	Глибина на вертикалі, м	Мутність води (вміст завислих у воді речовин), г/дм ³	Питома електропровідність води, мСм/см
			при 20°C		при 60°C					
			вид	бал	вид	бал				
1	2	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	М1	жовтувато-коричневий	без запаху	0	без запаху	0	8,29	0,50	0,286	24,325
2	М4	жовтувато-коричневий	без запаху	0	затхлий	1	8,24	1,00	0,089	23,315
3	М5	жовтувато-коричневий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,18	1,00	0,009	24,115
4	М6	жовтувато-коричневий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,28	0,50	0,126	24,405
5	М7	жовтувато-коричневий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,20	1,00	0,045	24,375
6	Т1	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
8	Р1	коричнювато-жовтий	болотяний	1	болотяний	2	7,81	0,55	0,000	2,592
9	Р2	жовтий	хлорний	1	хлорний	3	8,28	0,50	0,002	0,574
10	Р3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	гнійний	2	7,91	0,50	0,025	5,565
11	Р4	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,26	0,50	0,000	7,800
12	Р5	жовтувато-коричневий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,68	0,13	0,023	23,055
13	Р6	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
14	Р7	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
15	Л1	коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,68	0,37	0,021	197,000
16	Л2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	землистий	1	7,74	0,38	0,033	216,600
17	Л3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,66	0,30	0,137	217,450
18	А1	коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,73	0,40	0,071	217,100
19	А2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,72	0,37	0,057	217,050
20	А3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,70	0,32	0,063	216,750

Продовження табл. Б.5

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Густина води, кг/м ³	Сухий залишок розчинених у воді речовин, г/дм ³	Прожарений залишок розчинених у воді речовин (мінералізація води), г/дм ³	Середня швидкість течії, м/с	Напрямок течії води	Витрата води, м ³ /с	Витрата завислих наносів (речовин), г/с
1	2	25	26	27	28	29	30	31
1	М1	1010	18,038	13,721	0,00	течії немає	—	—
2	М4	1009	21,293	13,317	0,00	течії немає	—	—
3	М5	1008	16,265	13,354	0,00	течії немає	—	—
4	М6	1009	15,846	13,312	0,00	течії немає	—	—
5	М7	1009	16,182	13,587	0,00	течії немає	—	—
6	Т1	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	0,000	0,000
8	Р1	1002	1,541	1,331	0,04	до лиману	0,026	0,000
9	Р2	1000	0,352	0,272	0,50	до лиману	0,072	0,144
10	Р3	1001	4,405	3,839	0,10	до лиману	0,020	0,500
11	Р4	1003	6,732	5,658	0,01	до лиману	0,001	0,000
12	Р5	1009	19,014	13,883	0,00	течії немає	0,000	0,000
13	Р6	—	—	—	—	—	0,000	0,000
14	Р7	—	—	—	—	—	0,000	0,000
15	Л1	1134	248,285	176,596	0,00	течії немає	—	—
16	Л2	1172	342,695	233,074	0,00	течії немає	—	—
17	Л3	1175	333,562	233,920	0,00	течії немає	—	—
18	А1	1173	343,872	235,366	0,00	течії немає	—	—
19	А2	1174	330,807	234,417	0,00	течії немає	—	—
20	А3	1174	326,796	233,760	0,00	течії немає	—	—

Таблиця Б.6 – Результати гідрологічних обстежень (дані вимірювань ОДЕКУ) стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки 17 листопада 2018 року (6-й виїзд)

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Назва водного об'єкта	Місце/точка відбору проб та вимірювань	Координати точки (WGS 84), °	
				північна широта	східна довгота
1	2	3	4	5	6
1	М1	Одеська затока	уріз води (трубопровід «море-лиман») / поверхневий шар	46,55246	30,76798
2	М4	Одеська затока	у берега (с. Крижанівка) / поверхневий шар	46,55636	30,78600
3	М5	Одеська затока	у берега (с. Ліски) / поверхневий шар	46,55690	30,80890
4	М6	Одеська затока	у берега (готель «Дім Павлових») / поверхневий шар	46,54473	30,75142
5	М7	Одеська затока	у берега (труба з СБО «Північна») / поверхневий шар	46,53493	30,74115
6	Т1	трубопровід «море-лиман»	колодязь з сторони моря / поверхневий шар	46,55292	30,76742
7	Т2	трубопровід «море-лиман»	гирло труби з сторони лиману / поверхневий шар	46,56493	30,75679
8	Р1	скидний лоток з пересипу	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,56111	30,74038
9	Р2	скидний лоток з ВНС № 5	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,57792	30,76036
10	Р3	балка Корсунцівська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,58471	30,76291
11	Р4	балка Гільдендорфська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,61168	30,75628
12	Р5	річка Кубанка	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,67184	30,73050
13	Р6	річка Довбока	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,70817	30,66999
14	Р7	річка Великий Куяльник	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,80187	30,59222
15	Л1	Куяльницький лиман	район санаторію ім. І.І. Пирогова / поверхневий шар	46,56621	30,72852
16	Л2	Куяльницький лиман	ділянка старого солепромислу / поверхневий шар	46,57558	30,75217
17	Л3	Куяльницький лиман	в створі ЛЕП (с. Ковалівка) / поверхневий шар	46,71105	30,62111
18	А1	Куяльницький лиман	в створі балки Гільдендорфська / поверхневий шар	46,61173	30,75348
19	А2	Куяльницький лиман	в створі річки Кубанка / поверхневий шар	46,66918	30,72316
20	А3	Куяльницький лиман	в створі річки Довбока / поверхневий шар	46,70215	30,66729

Продовження табл. Б.6

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Час відбору проб та вимірювань, год., хв.	Об'єм проби, см ³	Температура води, °C	Рівень води, см ум.	Висота поверхні, води, м БС	Прозорість води		Ширина по поверхні води (льоду), м	Товщина льоду / снігу, м
							за диском білим (Секкі), м	за стандартним шрифтом, см		
1	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	М1	07 год. 30 хв.	2110	6,8	—	-0,24	0,20	18,3	—	—
2	М4	08 год. 00 хв.	2070	6,8	—	—	0,20	16,9	—	—
3	М5	08 год. 30 хв.	2080	7,4	-142	—	0,60 (до дна)	>50	—	—
4	М6	07 год. 15 хв.	2100	6,8	—	—	0,40	28,8	—	—
5	М7	07 год. 00 хв.	2100	6,8	—	—	0,40	32,8	—	—
6	Т1	07 год. 50 хв.	—	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	09 год. 25 хв.	—	—	—	—	—	—	4,46	—
8	Р1	09 год. 00 хв.	2100	2,2	-24	—	0,59(до дна)	>50	1,20	—
9	Р2	09 год. 50 хв.	2090	9,4	15	—	0,50 (до дна)	>50	1,50	—
10	Р3	10 год. 05 хв.	2080	2,2	65	—	0,55 (до дна)	34,8	0,80	—
11	Р4	10 год. 45 хв.	2100	2,2	10	—	0,55 (до дна)	29,9	0,70	—
12	Р5	11 год. 20 хв.	2090	1,6	53	—	0,23 (до дна)	20,8	13,5	—
13	Р6	12 год. 05 хв.	—	—	—	—	—	—	16,5 (по дну)	—
14	Р7	13 год. 10 хв.	—	—	—	—	—	—	19,5 (по дну)	—
15	Л1	09 год. 15 хв.	2090	1,0	39	-6,38	0,20	5,5	—	—
16	Л2	09 год. 35 хв.	2110	2,9	40	-6,38	0,40 (до дна)	>50	—	—
17	Л3	13 год. 45 хв.	2090	4,0	28	-6,42	0,28 (до дна)	44,5	—	—
18	А1	10 год. 55 хв.	2070	2,9	39	-6,41	0,39 (до дна)	>50	—	—
19	А2	11 год. 35 хв.	2100	3,4	35	-6,42	0,37 (до дна)	24,8	—	—
20	А3	12 год. 20 хв.	2100	3,6	27	-6,45	0,27 (до дна)	15,7	—	—

Продовження табл. Б.6

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Характеристика кольору води	Запах води				рН води, од. рН	Глибина на вертикалі, м	Мутність води (вміст завислих у воді речовин), г/дм ³	Питома електропровідність води, мСм/см
			при 20°C		при 60°C					
			вид	бал	вид	бал				
1	2	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	М1	коричнювато-жовтий	без запаху	0	землистий	1	8,32	0,50	1,377	23,520
2	М4	коричнювато-жовтий	без запаху	0	землистий	1	8,30	0,50	0,094	23,560
3	М5	жовтий	без запаху	0	землистий	1	8,30	0,60	0,005	23,640
4	М6	коричнювато-жовтий	без запаху	0	землистий	1	8,32	0,50	0,022	23,220
5	М7	коричнювато-жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,28	1,00	0,138	23,300
6	Т1	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	Р1	коричнювато-жовтий	без запаху	0	овочевий	1	7,80	0,59	0,000	2,671
9	Р2	коричнювато-жовтий	хлорний	1	хлорний	3	8,28	0,50	0,000	0,568
10	Р3	коричнювато-жовтий	гнійний	1	гнійний	3	7,90	0,55	0,000	5,860
11	Р4	коричнювато-жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,26	0,55	0,003	9,080
12	Р5	коричнювато-жовтий	рибний	1	рибний	2	8,60	0,23	0,005	18,560
13	Р6	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
14	Р7	—	—	—	—	—	—	0,00	—	—
15	Л1	коричнювато-жовтий	рибний	1	рибний	2	8,60	0,39	0,161	161,300
16	Л2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	1	7,93	0,40	0,060	133,800
17	Л3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	3	7,64	0,28	0,044	220,000
18	А1	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	3	7,68	0,39	0,036	216,400
19	А2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,70	0,20	0,046	217,200
20	А3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,68	0,27	0,321	215,800

Продовження табл. Б.6

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Густина води, кг/м ³	Сухий залишок розчинених у воді речовин, г/дм ³	Прожарений залишок розчинених у воді речовин (мінералізація води), г/дм ³	Середня швидкість течії, м/с	Напрямок течії води	Витрата води, м ³ /с	Витрата завислих наносів (речовин), г/с
1	2	25	26	27	28	29	30	31
1	М1	1008	15,537	12,815	0,10	до берега, на північний захід	—	—
2	М4	1008	15,436	12,942	0,10	до берега, на північ	—	—
3	М5	1008	15,891	13,228	0,00	течії нема	—	—
4	М6	1008	15,384	12,981	0,10	до берега, на північний захід	—	—
5	М7	1008	15,389	12,730	0,10	до берега, на північний захід	—	—
6	Т1	—	—	—	—	—	—	—
7	Т2	—	—	—	—	—	0,000	0,000
8	Р1	1000	1,589	1,309	0,06	до лиману	0,043	0,000
9	Р2	998	0,334	0,220	0,50	до лиману	0,075	0,000
10	Р3	1002	4,912	4,092	0,20	до лиману	0,080	0,000
11	Р4	1004	7,544	6,804	0,17	до лиману	0,060	0,180
12	Р5	1008	12,617	10,637	0,00	течії немає	0,000	0,000
13	Р6	—	—	—	—	—	0,000	0,000
14	Р7	—	—	—	—	—	0,000	0,000
15	Л1	1100	171,486	123,355	0,10	вздовж берега, на північний захід	—	—
16	Л2	1074	130,516	94,006	0,10	від берега, на захід	—	—
17	Л3	1187	348,416	348,460	0,10	вздовж берега, на південний схід	—	—
18	А1	1167	314,153	226,290	0,12	вздовж берега, на південь	—	—
19	А2	1175	391,930	238,091	0,11	вздовж берега, на південний схід	—	—
20	А3	1171	322,944	233,675	0,01	від берега, на південь	—	—

Таблиця Б.7 – Результати гідрологічних обстежень (дані вимірювань ОДЕКУ) стану Куяльницького лиману та морської води з Одеської затоки 1 грудня 2018 року (7-й виїзд)

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Назва водного об'єкта	Місце/точка відбору проб та вимірювань	Координати точки (WGS 84), °	
				північна широта	східна довгота
1	2	3	4	5	6
1	М1	Одеська затока	уріз води (трубопровід «море-лиман») / поверхневий шар	46,55246	30,76798
2	М4	Одеська затока	у берега (с. Крижанівка) / поверхневий шар	46,55636	30,78600
3	М5	Одеська затока	у берега (с. Ліски) / поверхневий шар	46,55690	30,80890
4	М6	Одеська затока	у берега (готель «Дім Павлових») / поверхневий шар	46,54473	30,75142
5	М7	Одеська затока	у берега (труба з СБО «Північна») / поверхневий шар	46,53493	30,74115
6	Т1	трубопровід «море-лиман»	колодязь з сторони моря / поверхневий шар	46,55292	30,76742
7	Т2	трубопровід «море-лиман»	гирло труби з сторони лиману / поверхневий шар	46,56493	30,75679
8	Р1	скидний лоток з пересипу	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,56111	30,74038
9	Р2	скидний лоток з ВНС № 5	гирлова ділянка лотка / поверхневий шар	46,57792	30,76036
10	Р3	балка Корсунцівська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,58471	30,76291
11	Р4	балка Гільдендорфська	гирлова ділянка балки / поверхневий шар	46,61168	30,75628
12	Р5	річка Кубанка	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,67184	30,73050
13	Р6	річка Довбока	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,70817	30,66999
14	Р7	річка Великий Куяльник	гирлова ділянка річки / поверхневий шар	46,80187	30,59222
15	Л1	Куяльницький лиман	район санаторію ім. І.І. Пирогова / поверхневий шар	46,56621	30,72852
16	Л2	Куяльницький лиман	ділянка старого солепромислу / поверхневий шар	46,57558	30,75217
17	Л3	Куяльницький лиман	в створі ЛЕП (с. Ковалівка) / поверхневий шар	46,71105	30,62111
18	А1	Куяльницький лиман	в створі балки Гільдендорфська / поверхневий шар	46,61173	30,75348
19	А2	Куяльницький лиман	в створі річки Кубанка / поверхневий шар	46,66918	30,72316
20	А3	Куяльницький лиман	в створі річки Довбока / поверхневий шар	46,70215	30,66729

Продовження табл. Б.7

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Час відбору проб та вимірювань, год., хв.	Об'єм проби, см ³	Температура води, °C	Рівень води, см ум.	Висота поверхні, води, м БС	Прозорість води		Ширина по поверхні води (льоду), м	Товщина льоду / снігу, м
							за диском білим (Секкі), м	за стандартним шрифтом, см		
1	2	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	М1	07 год. 35 хв.	2090	3,0	—	-0,20	0,25	8,1	—	—
2	М4	08 год. 15 хв.	2070	2,9	—	—	0,25	8,5	—	—
3	М5	08 год. 55 хв.	2090	2,8	-138	—	0,64 (до дна)	31,6	—	—
4	М6	07 год. 20 хв.	2100	2,9	—	—	0,25	12,3	—	—
5	М7	07 год. 10 хв.	2090	2,4	—	—	0,20	4,2	—	—
6	Т1	07 год. 50 хв.	2100	4,4	-150	-1,12	1,15 (до дна)	25,9	—	—
7	Т2	10 год. 30 хв.	2100	4,5	-76	—	0,30 (до дна)	28,0	4,46	—
8	Р1	09 год. 45 хв.	2100	0,0	-22	—	0,57 (до дна)	>50	1,20 (по льоду)	0,04/0,03
9	Р2	12 год. 10 хв.	2090	4,5	15	—	0,50 (до дна)	>50	1,20	—
10	Р3	12 год. 55 хв.	2090	1,0	61	—	0,51 (до дна)	>50	1,00	—
11	Р4	12 год. 55 хв.	2090	1,0	4	—	0,10 (до дна)	11,2	0,70	0,04/0,04
12	Р5	13 год. 45 хв.	2100	1,2	60	—	0,30 (до дна)	8,9	15,5 (по льоду)	0,06/0,04
13	Р6	14 год. 35 хв.	—	—	—	—	—	—	16,5 (по дну)	— / 0,05
14	Р7	15 год. 45 хв.	—	—	—	—	—	—	19,5 (по дну)	—
15	Л1	10 год. 00 хв.	2100	-3,0	43	-6,34	0,30	6,2	—	—
16	Л2	11 год. 55 хв.	2110	-4,0	45	-6,33	0,40	28,2	—	—
17	Л3	16 год. 30 хв.	2100	-1,0	21	-6,49	0,10 (до дна)	4,9	—	—
18	А1	13 год. 05 хв.	2090	-1,5	45	-6,35	0,45 (до дна)	>50	—	—
19	А2	14 год. 10 хв.	2090	-0,6	40	-6,37	0,25 (до дна)	>50	—	—
20	А3	15 год. 00 хв.	2110	-0,8	33	-6,39	0,18 (до дна)	>50	—	—

Продовження табл. Б.7

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Характеристика кольору води	Запах води				рН води, од. рН	Глибина на вертикалі, м	Мутність води (вміст завислих у воді речовин), г/дм ³	Питома електропровідність води, мСм/см
			при 20°C		при 60°C					
			вид	бал	вид	бал				
1	2	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1	М1	коричнювато-жовтий	землистий	1	землистий	2	8,1	0,50	0,419	27,060
2	М4	коричнювато-жовтий	землистий	1	землистий	2	8,20	0,50	0,181	26,640
3	М5	жовтий	без запаху	0	без запаху	0	8,22	0,64	0,032	26,820
4	М6	коричнювато-жовтий	без запаху	0	без запаху	0	8,20	0,50	0,129	26,880
5	М7	коричнювато-жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,15	1,00	0,414	26,795
6	Т1	коричнювато-жовтий	без запаху	0	без запаху	0	8,23	1,15	0,030	27,215
7	Т2	коричнювато-жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,21	0,30	0,023	27,165
8	Р1	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	7,77	0,57	0,020	3,107
9	Р2	жовтий	хлорний	1	хлорний	3	8,16	0,50	0,023	0,648
10	Р3	жовтий	без запаху	0	трав'янистий	1	8,02	0,51	0,020	5,496
11	Р4	коричнювато-жовтий	без запаху	0	пліснявий	2	8,06	0,10	0,092	10,040
12	Р5	коричнювато-жовтий	землистий	1	трав'янистий	2	8,34	0,30	0,022	20,480
13	Р6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	Р7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	Л1	коричнювато-жовтий	землистий	1	рибний	3	7,82	0,43	0,756	166,200
16	Л2	жовтувато-коричневий	землистий	1	рибний	3	7,76	0,45	0,138	184,700
17	Л3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,65	0,06	0,110	213,800
18	А1	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,68	0,45	0,098	213,100
19	А2	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,70	0,25	0,077	213,600
20	А3	жовтувато-коричневий	без запаху	0	рибний	2	7,72	0,18	0,289	211,400

Продовження табл. Б.7

№ п/п	Позначення пункту обстеження	Густина води, кг/м ³	Сухий залишок розчинених у воді речовин, г/дм ³	Прожарений залишок розчинених у воді речовин (мінералізація води), г/дм ³	Середня швидкість течії, м/с	Напрямок течії води	Витрата води, м ³ /с	Витрата завислих наносів (речовин), г/с
1	2	25	26	27	28	29	30	31
1	М1	1011	22,447	15,379	0,00	течії немає	—	—
2	М4	1011	18,970	15,404	0,00	течії немає	—	—
3	М5	1011	31,359	15,262	0,00	течії немає	—	—
4	М6	1010	22,435	14,629	0,00	течії немає	—	—
5	М7	1011	28,275	15,179	0,00	течії немає	—	—
6	Т1	1010	25,817	15,483	—	до лиману	—	—
7	Т2	1010	17,775	15,088	1,00	до лиману	1,16	26,68
8	Р1	1000	1,850	1,600	0,04	до лиману	0,015	0,300
9	Р2	999	0,377	0,275	0,33	до лиману	0,040	0,920
10	Р3	1003	4,494	4,423	0,20	до лиману	0,012	0,240
11	Р4	1006	8,339	7,277	0,00	течії немає	0,000	0,000
12	Р5	1008	14,119	11,696	0,00	течії немає	0,000	0,000
13	Р6	—	—	—	—	—	0,000	0,000
14	Р7	—	—	—	—	—	0,000	0,000
15	Л1	1103	191,435	132,987	0,10	вздовж берега, на південний схід	—	—
16	Л2	1120	237,165	158,954	0,10	вздовж дамби, на південний схід	—	—
17	Л3	1163	298,427	226,161	0,00	течії немає	—	—
18	А1	1163	315,694	224,342	0,10	до берега, на південний схід	—	—
19	А2	1166	320,293	228,051	0,10	вздовж берега, на південний схід	—	—
20	А3	1159	310,151	220,861	0,10	вздовж берега, на південний схід	—	—

Додаток В Методики виконання вимірювань

ВИЗНАЧЕННЯ СМАКУ ВОДИ

Смак води. Смак води слід відмічати тільки в тому випадку, коли є чітко виражений присмак: наприклад, болотистий, затхлий, іржавий, солоний, гіркий, гнилий та інші. Визначення смаку не можна виконувати в холодній воді. Тому, якщо температура води нижче 18°C, визначення смаку проводять через деякий час, коли вода набуде температури 20°C. Крім того, невеликий об'єм досліджуваної води (біля 20 см³) переливають у скляну колбу об'ємом 100 см³ і, нагріваючи до 60°C, визначають запах при цій температурі. Явно недоброякісну воду пробувати на смак не слід.

Запах води. Запах води визначається після визначення смаку і характеризується як болотистий, затхлий, гнилий і т.п. При визначенні запаху води потрібно дотримуватись тих самих умов по відношенню до її температури, що і при визначенні смаку.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАПАХУ ВОДИ

Джерела. Запах води викликають леткі пахучі речовини, що потрапляють в неї в результаті процесів життєдіяльності водних організмів, при біохімічному розпаді органічних сполук в аеробних і анаеробних умовах, при хімічній взаємодії компонентів, які знаходяться в водоймі, а також зі стічними водами підприємств хімічної, металургійної, нафтопереробної, харчової та інших галузей промисловості і при обробці води.

Головними групами, що обумовлюють запах води, є основні (аміни), нейтральні (вуглеводні типу стерину, тетраміну, індану, їх азот- і сірковмісні похідні, ефіри, карбонільні з'єднання, аліфатичні та ароматичні спирти) сполуки, частина з яких продукується водоростями і актиноміцетами, слабкі (феноли) і сильні органічні кислоти (головним чином, похідні масляної кислоти).

Оцінка запаху. Вид, інтенсивність і стійкість запаху можуть бути різними і залежать від ряду факторів, таких, як склад зумовлюючих його сполук, гідрологічні умови, температура, рН, ступінь забруднення водойми, біологічна обстановка та ін. Основні види запаху приведені в табл. 1.1 Зазвичай, при поєднанні пахучих компонентів - запах посилюється.

Таблиця 1.1 – Види запаху

Скорочення	Класифікація запаху	Приклади або можливі джерела походження запаху
A	Ароматичний, прянощевий	Камфора, гвоздика, лаванда, лимон
Ae	Огірковий	Synura
B	Бальзамічний або квітковий	Герань, ірис, ваніль
Bg	Геранієвий	Asterionella
Bn	Настурцієвий	Aphanizomenon
Bs	Солодковатий	Coelosphaerium
Bv	Фіалковий	Mallomonas
C	Хімічний	Промислові стоки або хімічна обробка вод
Co	Хлорний	Вільний хлор
Ch	Вуглеводневий	Нафтопродукти
Cm	Медичний	Феноли і йодоформ
D	Неприємний і дуже неприємний	Сірководень
Df	Рибний	Uroglenopsis, Dinobryum
Dr	Гнійний	Anabaena
Da	Гнильний	Застійні стічні води
E	Землистий	Сира, орана земля
G	Торф'яний, трав'янистий	Торф, сіно, скошена трава
M	Затхлий	Пріла солома
Mm	Пліснявий	Сирий льох
V	Овочевий	Коріння овочів

Для визначення інтенсивності запаху зазвичай користуються системою балів, представленою в табл.1.2. Мінімально визначуване відчуття запаху називається граничною концентрацією.

Таблиця 1.2 – Визначення інтенсивності запаху води

Інтенсивність запаху, бали	Характеристика	Поява запаху
0	Ніякого запаху	Відсутність відчутного запаху.
I	Дуже слабкий	Запах, не відчувається споживачем, але виявляється фахівцем.
II	Слабкий	Запах, що виявляється споживачем, якщо звернути на це увагу
III	Помітний	Запах, який легко відчутний; може бути причиною того, що вода неприємна для питва.
IV	Відчутний	Запах, що привертає увагу до себе; може примусити утриматися від питва.
V	Дуже сильний	Запах, настільки сильний, що робить воду непридатною для питва.

Відбір, попередня обробка, зберігання проб. Визначення запаху роблять незабаром після відбору проби. Проби води не фільтрують і не консервують.

Органолептичне визначення.

Метод ґрунтується на визначенні інтенсивності запаху при температурі 20 і 60° С.

Впливи, що заважають. На результати органолептичного визначення запаху впливають стан лабораторії, температура і суб'єктивні особливості аналітика. Тому визначення запаху необхідно проводити в кімнаті, в яку не потрапляють ніякі запахи. Обов'язково слід вказувати температуру навколишнього повітря. Аналітик повинен мати певний досвід, не повинен палити або приймати гостру їжу перед проведенням досліджень. Для виключення суб'єктивної помилки доцільна співпраця декількох осіб.

Якщо в пробі є присутніми сліди вільного хлору в результаті попередньої обробки води, його слід усунути декількома краплями 10%-вого водного розчину тіосульфату натрію.

Хід визначення. Для визначення використовують 250 см³ проби, поміщеної в конічну колбу при 20° С, яку закривають пробкою. Вміст кілька разів ретельно збовтують. Потім колбу відкривають і негайно ж органолептично визначають характер запаху і його інтенсивність. У іншу колбу вносять 250 см³ проби і шийку колби закривають годинниковим склом. Колбу підігрівають на лазні приблизно до 60° С, перемішують вміст обережним струшуванням, відкривають колбу і негайно органолептично встановлюють характер і інтенсивність запаху. Записують дані інтенсивності і характеру запаху словесно, вказуючи температуру.

Апаратура

1. Водяна баня – 1 шт.
2. Термометр – 1 шт.

Посуд

1. Колби конічні 500 см³ – 6 шт.
2. Годинникове скло – 3 шт.

ВИЗНАЧЕННЯ pH ВОДИ (ЗА pH-150M)

Визначається електрохімічним методом за допомогою приладу pH-метра типу pH-150M

Порядок роботи

- 1 Перед роботою з pH-метром необхідно підготувати складові частини pH-метра до роботи, керуючись попереднім розділом.
 - 2 Ручна термокомпенсація використовується при постійній температурі розчинів, автоматична – при температурі, що змінюється. При налаштуванні і в процесі виміру слід використати один і той же вид термокомпенсації. При використанні ручної термокомпенсації розетка автоматичного термокомпенсатора має бути відключена від перетворювача.
 - 3 При вимірах величини pH (Eh) відлік показників слід робити після їх встановлення, час якого залежить від буферної місткості розчину. Звичайний час встановлення свідчень не перевищує 3 хв. Проте, в деяких розчинах слабкої концентрації, а також при вимірі pH сильно кислих і сильно лужних розчинів при температурах, близьких до 0 °С, час встановлення показників може досягати 10 хв.
 - 4 Для встановлення температури розчину при ручній термокомпенсації необхідно натиснути кнопку РЕЖИМ до встановлення одиниці виміру °С і, обертаючи ручку РУЧН.ТЕМП., встановити на індикаторі необхідне значення температури розчину, а при автоматичній термокомпенсації під'єднати до виделки Rt перетворювача автоматичний термокомпенсатор.
- За допомогою pH-метра можуть проводитись вимірювання активності інших аніонів і катіонів різної валентності.
- Для цього серія контрольного розчинів вимірюється за допомогою електродної системи, що складається з відповідного іоноселективного електроду і електроду порівняння, підключених до перетворювача pH-метра.
- Відлік показів для кожного контрольного розчину здійснюється по індикатору в режимі вимірювання Eh. За отриманими результатами будується калібрувальний графік.
- Вимірювання в аналізованому розчині різниці потенціалів порівнюється з калібрувальним графіком, по якому визначається активність іонів.
- При побудові калібрувального графіка слід керуватися вказівками, наведеними в експлуатаційній документації на відповідний електрод.

ВИЗНАЧЕННЯ КОЛЬОРОВОСТІ ВОДИ

Відповідно до MBV081/12-0020-01 вимірювання робиться фотометричним методом. Діапазон вимірювань кольоровості у поверхневих водах становить від 5 до 120° включно.

Засоби вимірювальної техніки, допоміжне обладнання, реактиви та матеріали.

Засоби вимірювальної техніки:

1. Фотоелектроколориметр КФК-2, укомплектований кюветами з довжиною оптичного шляху 50 мм, який забезпечує можливість проводити вимірювання оптичної густини при $\lambda=400$ нм та $\lambda=364$ нм.
2. Ваги лабораторні загального призначення 3 класу з найбільшою вагою зважування 200 г та ГОСТ 24104
3. Колби мірні 2-100-2, 2-1000-2 за ГОСТ 1770
4. Піпетки мірні з однією позначкою 2-2-5, 2-2-10 за ГОСТ 29169
5. Піпетки мірні градуйовані 3-2-2-1, 3-2-2-5, 3-2-2-10 і 3-2-2-25 за ГОСТ 29227

Реактиви:

1. Кислота сірчана H₂SO₄ за ГОСТ 4204, х.ч.
2. Калій двохромовокислий K₂Cr₂O₇ за ГОСТ 4220, х.ч.
3. Кобальт сірчаноокислий, CoSO₄*7H₂O, за ГОСТ 4462, х.ч.
4. Вода дистильована за ГОСТ 6709.

Хімічний посуд та матеріали:

1. Фільтри знезолені «синя стрічка» за ТУ 6-09-1678.

Кваліфікація реактивів має бути не гірша за ч.д.а., якщо не вказано інше.

Допускається застосовувати інші засоби вимірювальної техніки з метрологічними характеристиками та допоміжні пристрої, реактиви та матеріали з показниками якості не нижчими за установлені MBV.

Усі засоби вимірювальної техніки мають бути повірені або атестовані в установленому порядку.

Метод вимірювання.

Метод вимірювання кольоровості базується на порівнянні кольоровості проб води з кольоровістю імітаційних розчинів кольоровості. Імітаційні розчини кольоровості являють собою розчини суміші калію двохромовокислого і кобальту сірчаноокислого 7-водного і відповідають стандартним розчинам кольоровості, за які прийнято розчини суміші калію гексахлорплатинату та кобальту хлористого водного. Стандартною одиницею кольоровості, яка відповідає 1 °, є кольоровість стандартного розчину, який містить 1 мг платинату в дм³ у формі калію гексахлорплатинату (IV) в присутності 2 мг кобальту хлористого 6-водного.

Фотометричним методом вимірюють оптичну густину проби води (попередньо розбавленої проби води) при довжині хвилі 364 та 400 нм. За градуовальною характеристикою різниці оптичних густин – кольоровість встановлюють значення кольоровості проби води (попередньо розбавленої проби води).

Вимоги до кваліфікації операторів

До виконання вимірювань і обробки їх результатів допускаються фахівці, які мають кваліфікацію не нижче техніки, пройшли інструктаж з охорони праці, мають стаж роботи за фахом не менше 1 року та допущені до роботи в установленому в організації порядку.

Умови виконання вимірювань

При виконанні вимірювань дотримуються таких умов:

- температура оточуючого повітря (20±5) °С;
- атмосферний тиск від 630 до 800 мм рт.ст.;
- відносна вологість повітря (при температурі 25 °С) не більше 80%;
- напруга в електромережі (220±20) В при частоті струму (50±1) Гц.

Підготовка до виконання вимірювань

При підготовці до виконання вимірювань кольоровості виконують:

- підготовку до роботи фотоелектроколориметра;
- приготування розчинів;

- приготування градувальних розчинів;
- побудову градувальної характеристики;
- відбір проб;
- пробопідготовку.

Підготовку до роботи фотоелектроколориметру до вимірювань проводять згідно вимог до експлуатаційної документації на прилад.

Приготування розчинів

1. Приготування розчину кислоти сірчаної (1 : 1000).

В мірну колбу місткістю 1000 см³ вносять приблизно 500 см³ води дистильованої і долають піпеткою 1 см³ кислоти сірчаної концентрованої ($d = 1.83 \text{ г/см}^3$). Розчин перемішують і доводять об'єм до позначки водою дистильованою. Розчин придатний до застосування при зберіганні у закоркованій склянці в умовах лабораторії протягом шести місяців.

2. Приготування імітаційного розчину для побудови градувальної характеристики.

Наважку калію двохромовокислого масою $(0,0875 \pm 0,0008) \text{ г}$ та наважку кобальту сірчаноокислого 7-водного масою $(2,000 \pm 0,001) \text{ г}$ переносять кількісно в мірну колбу місткістю 1000 см³ і розчиняють у воді дистильованій. Додають піпеткою 1 см³ кислоти сірчаної концентрованої ($d = 1,83 \text{ г/см}^3$), перемішують і доводять об'єм до позначки водою дистильованою.

Розчин придатний до застосування при зберіганні у закоркованій склянці в умовах лабораторії протягом шести місяців.

3. Приготування градувальних розчинів.

В мірну колбу місткістю 100 см³ піпеткою відміряють необхідний об'єм імітаційного розчину і доводять об'єм до позначки розчином кислоти сірчаної. У такий спосіб готують всі градувальні розчини, після чого вимірюють їх оптичну густину.

Холосту пробу готують зі 100 см³ розчину кислоти сірчаної.

Відомості про необхідні піпетки об'єми імітаційного розчину для приготування розчинів для побудови градувальної характеристики, відповідні значення кольоровості у цих розчинах наведено у таблиці 1.

Таблиця 1 – Відомості про розчини для побудови градувальної характеристики

№ розчину для побудови градувальної характеристики	Номинальна місткість піпетки, см ³	Об'єм вихідного розчину за, см ³	Кольоровість у розчині для побудови градувальної характеристики, мг/дм ³
1	1	1	5
2	2	2	10
3	5	3	15
4	5	4	20
5	5	5	25
6	10	6	30
7	10	8	40
8	10	10	50
9	25	12	60
10	25	14	70
11	25	16	80

Для кожного рівня кольоровості готують серію щонайменше з трьох градувальних розчинів.

Побудова градувальної характеристики

1. Вимірюють оптичну густину розчинів (табл. 1.4) (розчин порівняння – вода дистильована) за допомогою фотоелектроколориметра, підготовленого згідно вимог вище. Вимірювання виконують при довжинах хвиль 364 та 400 нм. Використовують кювети з оптичною довжиною шляху 50 мм. Виразовують різницю оптичних густин. Різницю оптичних густин холостої проби віднімають від різниці оптичних густин градувального розчину.

Для запобігання похибки за рахунок кюветної різниці вимірювання проводять з використанням трьох кювет, причому одну з них використовують тільки для дистильованої води, другу - тільки для холостої проби, третю - тільки для градувальних розчинів.

За методом найменших квадратів розраховують параметри лінійних градувальних характеристик: різниця оптичних густин $D(D_{364} - D_{400})$, B – кольоровість, C , ° для діапазонів градування: від 5 до 30° включно і понад 30 до 80° включно та відповідні похибки градування.

2. Відбір проб.

Відбір проб поверхневих вод виконують згідно з ГОСТ 17.1.5.05. Проби відбирають у поліетиленові ємкості. Об'єм проби води для вимірювання кольоровості повинен бути не менше 200 см³.

Проби для визначення кольоровості аналізують не пізніше ніж через 2-3 години після відбору.

3. Пробопідготовка.

Каламутні води фільтрують через паперовий фільтр "синя стрічка", відкидаючи першу порцію фільтрату об'ємом 10 см³.

Виконання вимірювань

1. Вимірюють оптичну густину отриманих розчинів за допомогою фотоелектроколориметра при довжинах хвиль 364 та 400 нм. Розчин порівняння - вода дистильована. Використовують кювети з оптичною довжиною шляху 50 мм. Виразовують різницю оптичних густин.

Якщо кольоровість проби більша ніж 80°, пробу розбавляють, але не більше ніж в два рази. При розбавленні проби зберігають рН.

2. Для запобігання похибки за рахунок кюветної різниці вимірювання проводять з використанням однієї пари кювет, причому одну з них використовують тільки для дистильованої води, іншу - тільки для проб води.

3. Результати вимірювань оптичних густин та різниці оптичних густин записують до третьої значущої цифри.

Обробка та оформлення результатів вимірювань

Значення кольоровості у вихідній пробі, C , °, знаходять за формулою:

$$C = C_p \cdot k$$

де: C_p – значення кольоровості, знайдене за градувальною характеристикою, °; k – ступінь попереднього розбавлення вихідної проби ($k=1$ якщо попереднє розбавлення вихідної проби не проводили).

Результат обчислень заокруглюють і записують до другої значущої цифри.

ВИЗНАЧЕННЯ ГІДРОКАРБОНАТІВ, КАРБОНАТІВ, ЛУЖНОСТІ

У поверхневих водах суходолу більшість головних аніонів — це гідрокарбонати; велика кількість карбонатів з'являється у воді лише за рН > 8,3. Вмістом гідрокарбонат-іонів в основному зумовлена лужність незабруднених природних вод.

Лужність — це сумарна концентрація аніонів слабких кислот, яку визначають титруванням проби води сильною кислотою. Розрізняють три форми лужності: вільну, карбонатну і загальну.

Вільна лужність зумовлена наявністю у воді карбонатних і меншою мірою - гідроксильних іонів; така вода має рН > 8,3. Вільна лужність відповідає кількості кислоти, витраченої на титрування проби води до рН 8,3.

Карбонатна лужність визначається вмістом у воді тільки аніонів вугільної кислоти, тобто іонів HCO_3^- і CO_3^{2-} . Вона відповідає кількості кислоти, витраченої на титрування проби води до рН ~4,5. Карбонатну лужність виражають у ммоль-екв $\text{HCO}_3^- / \text{дм}^3$ або в мг $\text{HCO}_3^- / \text{дм}^3$.

Загальна лужність зумовлена наявністю у воді аніонів слабких органічних і неорганічних кислот, а також гідроксильних іонів. У незабруднених прісних водах карбонатна лужність зазвичай перевищує лужність, створену іншими аніонами, настільки, що її можна прийняти за загальну лужність.

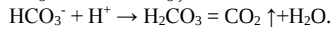
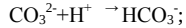
У річкових водах карбонатна лужність коливається в межах 10 — 400 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$, в озernih — у межах 1 - 500, в атмосферних опадах — у межах 30-100 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$.

Для визначення лужності води найчастіше вдаються до прямого рН-потенціометричного титрування або до зворотного титрування зі змішаним кислотно-основним індикатором. Пряме титрування за наявності індикаторів, які змінюють своє забарвлення при рН 3-4 дає ненадійні результати через недостатньо чіткий перехід забарвлення індикатора в точці еквівалентності.

рН-Потенціометричне визначення

Принцип методу.

Іони CO_3^{2-} та HCO_3^- переводять у молекули вугільної кислоти титруванням розчином сильної кислоти:



Відповідно до значення першої константи дисоціації вугільної кислоти, практично повністю (на 99 %) утворюється H_2CO_3 при досягненні рН 4,4, що відповідає точці еквівалентності. Якщо досліджувана вода має рН > 8,3 (в разі додавання фенолфталеїну з'являється рожеве забарвлення), то титрується сума іонів $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$. Якщо ж вода має рН < 8,3, то цим методом визначається концентрація тільки іонів HCO_3^- .

Метод потенціометричного титрування придатний для аналізу безбарвних, забарвлених і каламутних вод лужністю від 0,5 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$ і більше.

Методика визначення.

Готують рН-метр до роботи, як описано в інструкції до приладу. Перед вимірюванням склянку для титрування, електроди, термометр та магнітні мішалки споліскують досліджуваною водою. Для аналізу беруть 100 см^3 води. Якщо лужність досліджуваної води більша за 200 мг $\text{HCO}_3^-/\text{дм}^3$, то для аналізу беруть 10, 25 або 50 см^3 води і доводять її об'єм до 100 см^3 прокип'яченою бідистильованою водою, вільною від CO_2 .

Пробу води титрують розчином соляної кислоти концентрацією 0,05 або 0,02 моль-екв/ дм^3 із мікrobюретки за перемішування її магнітною мішалкою. Титрування закінчують, коли досягається значення рН $4,0 \pm 0,05$.

Лужність води обчислюють за рівняннями:

$$\frac{V_1 C \cdot 1000}{V} = X \text{ ммоль-екв } \text{HCO}_3^-/\text{дм}^3;$$

$$\frac{V_1 C \cdot 1000 \cdot 61,02}{V} = Y \text{ мг } \text{HCO}_3^-/\text{дм}^3,$$

де V_1 — об'єм розчину соляної кислоти, витрачений на титрування, см^3 ; C — концентрація розчину соляної кислоти, витраченої на титрування, моль-екв/ дм^3 ; V — об'єм проби води, см^3 ; 61,02 — молярна маса еквівалента гідро-карбонат-іонів.

Апаратура

рН-метр або іономір зі скляним індикаторним електродом та хлорсрібним електродом порівняння.

Магнітна мішалка.

Реактиви

Розчин соляної кислоти основний, 0,2 моль-екв/ дм^3 : 16,6 см^3 концентрованої HCl розбавляють дистильованою водою до 1 дм^3 .

Розчин соляної кислоти робочий, 0,05 моль-екв/ дм^3 : 250 см^3 основного розчину HCl доводять до 1 дм^3 прокип'яченою дистильованою водою, вільною від CO_2 .

Розчин соляної кислоти робочий, 0,02 моль-екв/ дм^3 : 100 см^3 основного розчину HCl доводять до 1 дм^3 прокип'яченою дистильованою водою, вільною від CO_2 .

Точну концентрацію розчинів HCl встановлюють титруванням стандартним розчином бури.

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗЧИНЕНОГО У ВОДІ КИСНЮ (ЗА КИСНЕМІРОМ АЖА-101М)

Кисень належить до розчинених газів, режим кисню у воді визначає хіміко-біологічний стан водойм, впливаючи на величину окисно-відновного потенціалу, напрям і швидкість процесів хімічного і біохімічного окислення органічних і неорганічних сполук.

Кисень надходить у воду з атмосфери та під час фотосинтезу. Фотосинтетичне насичення киснем відбувається при асиміляції діоксиду вуглецю водною рослинністю. Горизонт активного насичення O_2 залежить від прозорості води, яка для кожної водойми і сезону може бути різною (від декількох сантиметрів до декількох десятків метрів).

Кисневий режим глибоко впливає на життєві форми водойм. Мінімальний вміст розчиненого кисню, що забезпечує нормальний розвиток риб, складає близько 5 мг/ дм^3 . Пониження його до 2 мг/ дм^3 викликає масову загибель (замор) риби. У поверхневих водах вміст розчиненого кисню відповідно до сезонних і добових коливань складає від 0 до 14 мг/ дм^3 . У зимовий і літній періоди розподіл кисню носить характер стратифікації. Дефіцит кисню найчастіше спостерігається при високих концентраціях органічних речовин і в евтрофованих водоймах, що містять велику кількість біогенних і гумусних сполук.

Вміст кисню визначається у мг/ дм^3 або % насичення від нормального при певних температурах води і атмосферному тиску, солоності. Цей показник досить презентативний для визначення рівня забруднення поверхневих вод.

Визначення розчиненого у воді кисню за допомогою приладу «Кислородомер АЖА-101М».

Проведення вимірювань.

Для проведення вимірювань необхідно виконати наступні операції:

1. підготувати прилад до роботи;
2. вибрати необхідний режим і діапазон виміру за допомогою кнопок "РЕЖИМ" і "МЕЖА";
3. провести настроювання приладу;
4. занурити вимірювальний пристрій в аналізоване середовище і, після закінчення 5 хв. зробити відлік показів приладу.

Примітки.

1. При роботі на відкритому повітрі необхідно обережно оберігати перетворювач від попадання крапель і бризок води.
2. При визначенні розчиненого кисню в колбі або відкритому посуді необхідно застосування магнітної мішалки. В процесі вимірювання датчиком зануреного типу необхідно легке його погойдування за допомогою кабелю.

ВИЗНАЧЕННЯ ПИТОМОЇ ЕЛЕКТРОПРОВІДНОСТІ ТА МІНЕРАЛІЗАЦІЇ ВОДИ (ЗА КОНДУКТОМЕТРОМ «ЕКСПЕРТ-002»)

Електропровідність — це чисельний вираз здатності водного розчину проводити електричний струм, який залежить в основному від концентрації розчинених мінеральних солей і температури. Найбільше при визначенні електропровідності враховуються домінуючі електроліти (Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^-) в той час як інші іони (Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , NO_3^- , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^-) не дуже впливають на

електропровідність, тому не враховуються; також не враховується присутність у воді органічних, біогенних, токсичних сполук. Хоча електропровідність води дуже приблизно характеризує її мінералізацію (похибка до 30%), все ж вона включена до програм моніторингу водного середовища як зручний сумарний індикаторний показник антропогенного навантаження.

Електропровідність зручно вимірювати портативними приладами – кондуктометрами. Принцип їх дії ґрунтується на залежності електропровідності води від концентрації розчинених в ній речовин. Прилад має масу 0,5 кг, його датчик занурюється у воду і на дисплеї висвітлюються кількість розчинених речовин. Прилад калібрують за розчинами NaCl різної концентрації. При високій мінералізації пробу води розводять дистильованою водою, за графіком залежності показів приладу і концентрації NaCl записують значення мінералізації з урахуванням розведення. До і після використання електрод промивають дистильованою водою, датчики зберігають зануреними в дистильовану воду.

Основні принципи вимірів і розрахунків

1. Вимір питомої електричної провідності розчинів

У основу виміру питомої електропровідності (ПЕП) розчинів покладений контактний метод виміру з використанням чотириелектродного кондуктометричного осередку. На струмовий електрод осередку подають змінну напругу, на двох потенційних електродах вимірюють амплітуду напруги і вимірюють струм, що проходить через усю систему. За цими свідченнями з урахуванням постійного осередку автоматично розраховують ПЕП розчинів.

2. Вимір температури розчинів. У основу виміру температури розчинів покладена залежність опору термочутливого елемента при постійному струмі від температури. Конструктивно термочутливий елемент вбудований в датчик ПЕП.

3. Розрахунок загальної мінералізації розчинів.

У основу розрахунку загальної мінералізації (концентрації) водних розчинів покладений метод градуювального графіка. Метод градуювального графіка полягає в побудові за допомогою кондуктометра графіка залежності концентрації розчину від ПЕП розчину. Для побудови градуювального графіка може використовуватися розчин будь-якої солі. Оператор вводить в пам'ять БВ градуювальні точки залежностей концентрацій розчинів солі (мг/дм^3) від ПЕП. По яких мікропроцесор кондуктометра проводить автоматичний розрахунок загальної мінералізації розчину в перерахунку на дану сіль. У кондуктометр в пам'ять БВ внесені градуювальні залежності для хлористого натрію при температурі 25°C тому, виходячи з результатів розрахунку приведеної ПЕП розчину можна відразу розрахувати загальну мінералізацію розчину в перерахунку на хлористий натрій. Градуювальні залежності для останніх солей оператор може внести до пам'яті БВ самостійно.

4. Розрахунок питомого опору розчинів. Питомий опір розчину (Р) розраховується Бі за результатами виміру ПЕП.

5. Будова кондуктометра

Кондуктометр є блоком вимірювання БВ, який сполучений з виносним комбінованим датчиком ПЕП. Датчик ПЕП складається з первинних перетворювачів ПЕП і температури. Кондуктометр забезпечує реєстрацію інформації на РК індикаторі БВ, автоматичне і ручне приведення ПЕП до заданої температури, діагностику технічного стану і автоматизоване калібрування.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОГО ВМІСТУ ДОМІШОК, ВМІСТУ РОЗЧИНЕНИХ І ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН У ВОДІ

Всі речовини, що містяться у воді, можна розділити на речовини розчинені і зважені. Зважені речовини поділяють на ті що: осідають, не осідають, спливають.

Розчинені речовини відокремлюють від зважених фільтруванням або центрифугуванням. Визначення розчинених речовин і загального вмісту домішок полягає у випаровуванні води, висушуванні залишку і зважуванні, а визначення нерозчинених речовин — лише у висушуванні залишку після фільтрування і зважуванні.

Такий хід визначення не гарантує теоретично правильного розділення розчинених і зважених речовин, а розділяє їх на ті, що відділяються фільтруванням і ті, що проходять крізь фільтр. Але такий підхід є в межах практичних потреб.

Гази, леткі речовини і речовини, які при випаровуванні або висушуванні розкладаються з утворенням летких компонентів, не враховуються при такому ході аналізу.

По різниці маси сухого залишку розчинених і зважених речовин і маси його після прожарювання обчислюють втрати при прожарюванні. Втрати при прожарюванні показують масу органічних і неорганічних речовин, що випаровуються або розкладаються при температурі прожарювання з утворенням летких продуктів. На результатах обох визначень відбиваються зміни в масі, які можуть статися унаслідок реакцій, що протікають при прожарюванні, наприклад, окислення мінеральних речовин, втрати кристалізаційної води, втрати газів при термічному розкладанні і так далі.

Залежно від способу визначення, зважаючи на сказане вище, під позначеннями «загальний вміст домішок», «розчинені» і «зважені» речовини мають на увазі наступне:

«Загальний вміст домішок» — це сума всіх розчинених і зважених речовин, які визначаються випаровуванням проби води, висушуванням отриманого залишку при 105° С до постійної маси і зважуванням.

«Розчинені речовини» — це речовини, які визначаються випаровуванням профільтрованої проби, висушуванням залишку при 105°С до постійної маси і зважуванням.

«Зважені речовини» — це речовини, які залишаються на фільтрі при використанні того або іншого способу фільтрування. Їх визначають або безпосередньо після фільтрування проби висушуванням при 105° С осаду до постійної маси і зважуванням, або побічно по різниці між загальним вмістом домішок і кількістю розчинених речовин.

«Залишок після прожарювання» — це речовини, які залишаються після прожарювання висушених залишків при 600° С до постійної маси.

«Втрата при прожарюванні» є різницею в масі між висушеним і прожареним залишком.

При аналізі питних вод визначають лише загальний вміст домішок. Розчинені і зважені речовини визначають у виняткових випадках. При аналізі поверхневих і стічних вод виконують всі три визначення.

Для визначення зважених речовин застосовується фільтрування, центрифугування або ж їх знаходять розрахунком.

Вибір методу залежить від кількості і характеру зважених речовин, мети визначення і устаткування лабораторії. Для точного визначення невеликих кількостей зважених речовин застосовують фільтрування через азбест або мембранний фільтр. Для визначення великих кількостей зважених речовин доцільно застосовувати паперовий фільтр. При аналізі стічних вод кількість завислих речовин можна також визначати розрахунком.

Визначення об'єму, який займають речовини, що осідають і спливають проводять зазвичай при аналізі стічних вод і лише в особливих випадках — при аналізі поверхневих вод. Визначення речовин, що осідають, проводять зважуванням, якщо треба знайти відношення вмісту речовин, що осідають, до вмісту не осідаючих. Для точнішого визначення властивостей речовин, що осідають і спливають, будують криву, що відображає швидкість осідання або спливання.

Проби не консервують; їх відбирають в бутлі із стійкого скла або поліетилену. Обробляти їх краще всього відразу, але не пізніше ніж через 1 добу, якщо визначають зважені речовини, але не пізніше чим через 3 доби, якщо визначають загальний вміст домішок.

Результати визначення загального вмісту домішок, розчинених і зважених речовин, залишків після прожарювання і втрат при прожарюванні виражають в міліграмах на 1 дм^3 . Результати визначення речовин, що осідають або спливають, виражають в мілілітрах на 1 дм^3 , в об'ємних відсотках або в міліграмах і грамах на 1 дм^3 води.

Загальний вміст домішок, залишок їх після прожарювання і втрати при прожарюванні

Визначення полягає у випаровуванні певного об'єму відібраної проби на водяній лазні, висушуванні залишку при 105° С до постійної маси і його зважуванні. Для визначення залишку після прожарювання сухий залишок, отриманий випаровуванням прожарюють в

електричній печі при 600° С до постійної маси і після охолодження в ексикаторі зважують. Втрату при прожарюванні знаходять по різниці. Загальний вміст домішок можна також знайти по сумі вмісту зважених і розчинених речовин.

Маса висушеного залишку має бути від 10 до 250 мг.

Апаратура

Платинові, кварцеві або фарфорові чашки.

Водяна лазня.

Сушильна шафа (105° С).

Електрична піч (600° С).

Струшувальний апарат або мішалка.

Хід визначення

У заздалегідь зважену чашку переносять відповідний об'єм ретельно перемішаної проби і вміст чашки випаровують на водяній лазні насухо. Дно чашки зовні обтирають фільтрувальним папером, змоченим розбавленою соляною кислотою, а потім обполіскують дистильованою водою. Залишок сушать при 105° С до постійної маси. Після охолодження в ексикаторі чашку з висушеним залишком зважують. Потім прожарюють протягом 1 години в електричній печі при 600°С до постійної маси. Якщо проба містить велику кількість органічних речовин, то залишок після прожарювання інколи буває темного кольору. У таких випадках після охолодження чашки залишок зволожують дистильованою водою, обережно висушують і знову прожарюють. Органічні речовини з деяких сильно забруднених стічних вод дуже важко видаляються при прожарюванні. У таких випадках залишок зволожують 10%-вим розчином нітрату амонію. Зволоження і прожарювання, якщо необхідно, повторюють кілька разів. Чашку з прожареним залишком охолоджують в ексикаторі і зважують.

Розрахунок

Загальний вміст домішок (x), залишок після прожарювання (y) і втрати при прожарюванні (z) в мг/дм³ обчислюють по формулах:

$$x = \frac{(m_2 - m_1) \cdot 1000}{V}, \quad y = \frac{(m_3 - m_1) \cdot 1000}{V}, \quad z = \frac{(m_2 - m_3) \cdot 1000}{V},$$

де m_1 — маса чашки, мг; m_2 — маса чашки з висушеним залишком, мг; m_3 — маса чашки із залишком після прожарювання, мг; V — об'єм проби, узятій для визначення, см³.

Заокруглення результатів

Результати заокруглюють з точністю до 1 мг/дм³, а якщо знайдена величина перевищує 1000 мг/дм³, то до 10 мг/дм³.

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗЧИНЕНИХ РЕЧОВИН, ЗАЛИШКУ ПІСЛЯ ПРОЖАРЮВАННЯ І ВТРАТ ПРИ ПРОЖАРЮВАННІ

Визначення полягає у випаровуванні відміряного об'єму проби, профільтрованої через паперовий фільтр, або фільтрату після визначення зважених речовин.

Фільтрат випаровують на водяній лазні, залишок висушують при 105° С до постійної маси і зважують. Після прожарювання в електричній печі при 600° С до постійної маси і охолодження в ексикаторі залишок знов зважують.

Маса сухого залишку має бути 10—250 мг.

Апаратура, хід визначення і розрахунок ті ж, що і при визначенні загального вмісту домішок. Результати заокруглюють до 1 мг, а при значеннях вище 1000 мг/дм³ — до десятків мг.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАВИСЛИХ РЕЧОВИН, ЗАЛИШКУ ПІСЛЯ ПРОЖАРЮВАННЯ І ВТРАТ ПРИ ПРОЖАРЮВАННІ

Загальний принцип приведених нижче способів визначення полягає в затриманні на фільтрі всіх зважених речовин, що трималися у відміряному об'ємі ретельно перемішаної проби, і визначенні їх маси після висушування при 105° С до постійної маси. Після прожарювання при 600°С до постійної маси визначають втрату в масі.

Вміст зважених речовин можна також визначити розрахунком: із загального вмісту домішок відняти вміст розчинених речовин. Аналогічно обчислюють втрати при прожарюванні і залишок після прожарювання.

Визначення мутності (вмісту завислих речовин) у воді

Прилади і посуд: 1) сушильна шафа з електрообігрівом на 105-110°С – 1 шт; 2) технічний термометр до сушильної шафи на 200°С – 1 шт; 3) ексикатор діаметром 250 мм – 1 шт; 4) щипці тигельні – 1 шт; 5) сушильні стаканчики (бюкси) для фільтрів – 30 шт; 6) прилад Куприна для фільтрування; 7) паперові фільтри «біла стрічка» діаметром 12 см; 8) аналітичні терези – 1 комплект.

Хід визначення

Вміст завислих речовин (мг/дм³) визначається ваговим методом шляхом фільтрації певного об'єму проби крізь паперовий чи мембранний фільтр (мембранні фільтри дають більш точний результат).

Паперові беззольні фільтри діаметром 11 см спочатку нумерують звичайним олівцем. Потім фільтри висушують у бюксах зі знятими кришками 2 год при 105°С до сталої маси, при вийманні одразу охолоджують в ексикаторі 45 хв. Потім на аналітичних терезах зважують порожній фільтр з точністю до 0,0001 г. Масу і номери фільтрів фіксують в лабораторному журналі. Бюкси з фільтрами доправляють в поле. Там в необхідний момент відбирають 1 л пробу, яку ретельно збовтують і на приладі Куприна ГР-60 виконують фільтрацію.

Якщо фільтрат мутний, то його фільтрують повторно на той самий фільтр. При поганій фільтрації (багато тонкодисперсних частинок) допускається подвійний фільтр. По завершенні фільтрації стінки приладу в закритому стані обмивають дистильованою водою на той самий фільтр, потім фільтр в бюксі з відкритою кришкою трохи підсушують на сонці, закривають кришкою і доправляють до лабораторії.

В лабораторії бюкси з відкритими кришками висушують 3 год при 105°С до сталої маси, після виймання охолоджують в ексикаторі 45 хв. Потім фільтри з наносами зважують на аналітичних терезах з точністю до 0,0001 г. За різницею мас фільтру до та після фільтрування одержується кількість завислих речовин в досліджуваній воді. Розраховується вміст завислих речовин за формулою:

$$X = \frac{[(a - b) \cdot 1000]}{V},$$

де a — маса фільтру з осадом, мг;

b

— маса «порожнього» фільтру без осаду, мг;

V

— об'єм профільтрованої проби води, см³.

ВІДБІР ПРОБ ВОДИ У РІЧКАХ

Для відбору проб води зі зваженими наносами застосовуються такі стандартні прилади: батометр-пляшка на штанзі (ГР-16, ГР-16М), батометр-пляшка у вантажі (ГР-15) і вакуумний батометр (ГР-61).

При відсутності стандартних приладів можна застосовувати звичайну пляшку ємністю 1 л, яку опускають на штанзі або з вантажем в похилому положенні під кутом 25° до горизонтальної площини.

Батометром пляшкою на штанзі ГР-16 відбирають проби при швидкостях течії до 1,5-2,0 м/с як точковим, так і інтеграційним способами. При інтеграційному способі батометр рівномірно переміщається на вертикалі від поверхні до дна і назад. Інтеграційним способом можна брати проби при глибинах не менше 1 м.

Найбільша можлива глибина для відбору проб інтеграційним способом визначається довжиною штанги і швидкістю течії, при якій можна утримати штангу з приладом. При точковому способі цим приладом можна брати проби при глибинах від 0,5 до 2,5 м.

Батометр-пляшка ГР-16 має пряму трубку, спрямовану проти течії, в яку набирається вода, і вигнуту трубку, спрямовану за течією, з якої виходить витиснене повітря. Трубки служать для забезпечення надходження води в пляшку з найменшим порушенням природних умов течії.

Залежно від швидкості течії в річці час заповнення батометра регулюється змінними насадками, що мають різний діаметр вхідних отворів і нагвинчуються на водозабірну і повітрівідвідну трубки.

При глибинах менше 0,5 м застосовується батометр такого ж типу, але закріплений на штанзі горизонтально і з трубками, влаштованими так само, як у батометра у вантажі.

Батометр-пляшка ГР-16М має дещо більший діапазон застосування в порівнянні з батометром-пляшкою ГР-16. Горизонтально розташована в обоймі пляшка дозволяє відбирати проби, починаючи з 10 см над дном річки. Цим приладом можна відбирати проби інтеграційним способом при швидкостях течії до 2 м/с, а точковим способом (при глибинах менше 2,5 м, з упором штанги о дно) – при швидкостях до 3 м/с.

Перед кожним опусканням батометра-пляшки в воду трубки слід продути, щоб залишилися в них краплі не перешкождали нормальному надходженню води в пляшку.

Залежно від швидкості течії на водозабірну і повітрівідвідну трубки батометра-пляшки, так само як і для батометра ГР-16, нагвинчують насадки з різним діаметром вхідних отворів, які позначаються на кожній насадці.

Перед відбором проби перевіряється стан пляшки-батометра ГР-16, ГР-16М або ГР-15. Пляшка повинна бути чистою, без будь-якого осаду на дні і стінках. Вода з пляшки повинна бути повністю злита. Для того, щоб скло пляшки було прозорим, її слід два-три рази на місяць промивати щіткою з милом і промивати чистою, без наносів, водою.

При установці батометра необхідно стежити, щоб обидві трубки були розташовані в одній вертикальній площині. При роботі зі штангою водозабірна трубка повинна бути спрямована перпендикулярно напрямку створу, що перевіряється за вказівником на штанзі.

По витягненню батометра на поверхню пляшка виймається з обойми чи вантажу і при вертикальному її положенні вимірюється об'єм взятої проби за поділками на пляшці. Потім знімається пробка, вода в пляшці збовтується і вся взята проба переливається в іншу, заздалегідь пронумеровану чисту пляшку, в якій вона і доправляється спостерігачем для подальшої лабораторної обробки.

При переливанні проби необхідно стежити, щоб наноси не залишилися на стінках пляшки-батометра. Для цього пробу слід збовтати і швидко перекинути пляшку-батометр вниз шийкою над лійкою, вставленою в чисту пляшку. Щоб не допустити розбризкування, пробу слід перелити в пляшку через велику воронку (обсягом не менше 0,5 л). Залишені на стінках батометра частинки наносів потрібно змити водою цієї ж проби в пляшку.

У випадку відсутності або пошкодження стандартного батометра допускається проводити відбір проб каламутності звичайної літровою пляшкою з пробкою, що висмикується за допомогою мотузки. Пляшка прикріплюється до штанги або вантажу в похилому положенні під кутом 25° до горизонтальної площини.

Обойма для прикріплення пляшки до штанги або вантажу застосовується та ж, що і у батометра-пляшки ГР-16. До вантажу обойма з пляшкою кріпиться на шворні в передній частині вантажу.

Опускати пляшку в потік у вертикальному положенні не можна, бо значення каламутності будуть сильно заниженими за рахунок недобору великих часток, що оминають пляшку.

ВІДБІР ПРОБ МОРСЬКОЇ ВОДИ

На берегових станціях проби води для визначення солоності (електропровідності і щільності) беруть один раз в добу (в строк, що доводиться ближче до полудня).

На станціях, розташованих в портах, гирлах річок, в дні згінно-нагінних явищ, коли рівень стає вище (нижче) за критичні відмітки, проби води на солоність можуть відбиратися частіше і з декількох горизонтів по спеціальним програмам.

Проби морської води беруть там же, де вимірюється температура води. Воду зачерпують оцинкованим або емальованим відром або 1-2-літровим скляним посудом, що заздалегідь обмивається тією ж водою.

Посуд для відбору води використовувати для інших потреб не дозволяється. Він повинний бути в чистоті. Після визначення солоності посуд необхідно обполіскувати чистою прісною водою (відфільтрованою дощовою; сніговою) і тримати в приміщенні переверненою догори дном.

На поверхні води в місці відбору проб і у відібраній пробі не повинно бути сторонніх пльовок, що буває в тих випадках, коли вода біля місця відбору проб забруднена або посуд недостатньо чистий. Вода з такими пльовками не придатна для аналізу.

Відібрану воду через скляну або емальовану воронку переливають в склянку (пляшечку) місткістю 200-300 см³ з темного скла (менше вилугується, ніж з безбарвного). Склянки мають бути забезпечені добре підігнаними гумовими чи кірковими пробками і пронумеровані. Якщо склянки використовують уперше, за декілька тижнів до вживання їх ретельно миють хромовою сумішшю і прісною водою, заповнюють до шийки морською водою і у такому вигляді зберігають до набору проби. Якщо склянки вже вживалися для узяття проб, їх досить промити прісною водою.

Для зберігання проб води використовують також поліетиленові пляшки з подвійними пробками.

Перед набором проби склянку ретельно промивають досліджуваною водою і потім заповнюють пробкою. При цьому не слід заповнювати склянку повністю, оскільки пробка при підвищенні температури може вискочити внаслідок розширення води, що знаходиться в ній. Ні в якому разі не можна допускати замерзання проб води при зберіганні (навіть короткочасному). Для тривалого зберігання проб в пляшках, закритих кірковими пробками, їх слід заливати сургучем або восковою масою, що складається з двох частин воску, двох частин парафіну і однієї частини каніфолі. Воскову масу доводять до кипіння, увесь час перемішуючи її. Протирають пробку і шийку пляшки ганчіркою і занурюють в гарячу масу. Якщо немає можливості залити пробку сургучем або восковою масою, можна поверх її надіти гумові ковпачки. Поліетиленові пляшки не забезпечують повної герметизації, тому в них можна зберігати проби не більше 1-2 діб.

Для визначення щільності шляхом ареометрування відібрану воду через воронку переливають в літровий бутель з темного скла. Перед наповненням бутель і воронку ретельно обполіскують тією ж водою. Бутель затикають гумовою пробкою, яка також омивається досліджуваною водою, і ставлять в приміщення станції для вирівнювання температури.

Взимку для відбору проб води з льоду, щоб в пробу не потрапили шматочки льоду, шуги або грудки снігу, рекомендується застосовувати пляшку, що відкривається на необхідній глибині. Для цього літровий бутель прикріплюють до жердини, на кінці якого зміцнюється вантаж. При зануренні у воду бутель має бути закритий пробкою, прив'язаною до мотузки, кінець якої знаходиться у спостерігача. Зануривши бутель глибше за нижню поверхню льоду, за допомогою мотузки відкривають пробку. Бутель наповнюється і її піднімають з води.

**ВИЗНАЧАННЯ РОЗЧИНЕНИХ ФТОРИД-, ХЛОРИД-, НІТРИТ-, ОРТОФОСФАТ-, БРОМІД-, НІТРАТ- І СУЛЬФАТ-ІОНІВ,
МЕТОДОМ РІДИННОЇ ХРОМАТОГРАФІЇ ЧАСТИНА 1. МЕТОД ДЛЯ СЛАБКОЗАБРУДНЕНИХ ВОД (ISO 10304-1:1992, IDT)
ДСТУ ISO 10304-1:2003**

У зв'язку з тим, що існує багато іонообмінних хроматографічних систем, недоцільним є точне визначання необхідних у використуванні: типу колонки, мобільної фази, типу детектора тощо на будь-якій стадії опрацювання методу, оскільки докладної інформації не додано, хоча додано інструкцію. Але чітко визначено ті якісні параметри, які переважають у обраних умовах.

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

1.1 Основні положення

Цей стандарт установлює метод для визначання вмісту фторид-, хлорид-, нітрит-, ортофосфат-, бромід-, нітрат- і сульфат-іонів у мало забруднених водах (питній, дощовій, ґрунтовій і поверхневій) у таких кількостях:

Фторид (F)	0,01 мг/дм ³ — 10 мг/дм ³
Хлорид (Cl)	0,1 мг/дм ³ — 50 мг/дм ³
Нітрит (NO ₂)	0,05 мг/дм ³ — 20 мг/дм ³
Ортофосфат (PO ₄)	0,1 мг/дм ³ - 20 мг/дм ³
Бромід (Br)	0,05 мг/дм ³ — 20 мг/дм ³
Нітрат (NO ₃)	0,1 мг/дм ³ — 50 мг/дм ³
Сульфат (SO ₄)	0,1 мг/дм ³ -100 мг/дм ³

Примітка. Символи аніонів у тексті наведено без вказівки зарядів.

У окремих випадках сфера застосування може змінюватися залежно від змін умов роботи (наприклад, об'єму проби, розчинності, розділення колонки, методу попередньої концентрації, рівнів чутливості детекторів тощо).

1.2 Перешкоджальні впливання

1.2.1 Деякі органічні кислоти, такі як малінова, малеїнова і яблучна, можуть впливати на визначання неорганічних аніонів, якщо рівень їх концентрації досить високий.

1.2.2 Зокрема, визначанню фториду перешкоджають мурашина та оцтова кислоти і вуглекисла сіль, навіть у низьких концентраціях.

1.2.3 У випадку великих розбіжностей у концентрації між обумовленими аніонами (F, Cl, NO₂, PO₄, Br, NO₃, SO₄) може виникнути перехресна чутливість (недостатня розчинність).

1.2.4 Якщо це окремо не обумовлено, аніони броміду і фосфату не впливають на робочий діапазон.

1.2.5 У буферному елюенті (наприклад, карбонат/бікарбонат) на визначання не впливає рівень рН проби в діапазоні від 2 до 9.

1.2.6 Робочий діапазон концентрації наведено в таблиці 1, що визначено експериментально. До того ж ніяких перешкоджальних впливань не спостерігається, якщо для хроматографії брати 50 см³ проби.

1.2.7 Інформація, наведена в 1.2.4 — 1.2.6 правомірна лише у випадку, якщо дотримано якісних вимог до розподільчої колонки (див. розділ 6) й електропровідність проби менша ніж 1 000 мСм/см (для фториду: < 500 мСм/см). Для природних проб потрібно, щоб пік розчину (R) був вищий за 1,3 (див. рисунок 3).

1.2.8 Різні тверді забрудники і органічні сполуки (наприклад, мінеральні олії, синтетичні мийні засоби, гумінові кислоти) скорочують тривалість придатності колонок, їх треба видалити з проби до аналізування (див. розділ 7).

1.2.9 Неорганічні кислоти, такі як фтороборатна кислота або хлорит, можуть впливати на результати визначання.

Таблиця 1 — Допустима концентрація перешкоджальних іонів

Відношення концентрацій мас розчинених/перешкоджальний іон	Максимальна допустима абсолютна концентрація перешкоджальних іонів, мг/дм ³
F/Cl 1:500	Сума іонів 400
Cl/NO ₂ 1:50	NO ₂ 5
Cl/NO ₃ 1:500	NO ₃ 500
Cl/NO ₃ 1:500	SO ₄ 500
NO ₂ /Cl 1:250	Cl 100
NO ₂ /PO ₄ 1:50	PO ₄ 20
NO ₂ /NO ₃ 1:500	NO ₃ 500
NO ₂ /SO ₄ 1:500	SO ₄ 500
PO ₄ /Cl 1:500	Cl 500
PO ₄ /NO ₃ 1:500	NO ₃ 400
PO ₄ /Br 1:100	Br 100
PO ₄ /NO ₂ 1:100	NO ₂ 100
PO ₄ /SO ₄ 1:500	SO ₄ 500
Br/Cl 1:500	SO ₄ 500
Br/PO ₄ 1:100	PO ₄ 100
Br/NO ₃ 1:50	NO ₃ 100
Br/SO ₄ 1:500	SO ₄ 500
NO ₃ /Cl 1:500	Cl 500
NO ₃ /Br 1:100	Br 100
NO ₃ /SO ₄ 1:500	SO ₄ 500
SO ₄ /Cl 1:500	Cl 500
SO ₄ /NO ₃ 1:500	NO ₃ 400

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені далі нормативні документи містять положення, які через посилання в цьому тексті становлять положення цього стандарту. На час опублікування цього стандарту зазначені нормативні документи були чинними.

3 СУТЬ МЕТОДУ

Розділяють аніони на іонообмінній колонці. Використовують слабооб'ємний обмінник аніонів, як стаціонарну фазу і звичайні водянні розчини солей слабких одноосновних і двоосновних кислот, як мобільні фази (елюент, див. 4.11). Визначають по індикатору провідність, іноді в сполученні з супресивним приладом (наприклад, катіонним заміником), що знижує провідність елюента і змінює сепаровані аніони у відповідні кислоти.

4 РЕАКТИВИ

Використовують лише реактиви відомої аналітичної якості. Електропровідність води повинна бути менша ніж 0,1 мкСм/см і вона не повинна містити частинки розміром більше ніж 0,45 мкм. Підвищення електропровідності за допомогою поглинання двоокису вуглецю не впливає на визначання.

- 4.1 Гідроксид натрію (NaHCO_3).
- 4.2 Карбонат натрію (Na_2CO_3).
- 4.3 Гідрофталат калію ($\text{C}_8\text{H}_5\text{O}_4\text{K}$).
- 4.4 Фторид натрію (Na).
- 4.5 Хлорид натрію (NaCl).
- 4.6 Нітрит натрію (NaNO_2).
- 4.7 Дигідрофосфат калію (KH_2PO_4).
- 4.8 Бромід натрію (NaBr).
- 4.9 Нітрат натрію (NaNO_3).
- 4.10 Сульфат натрію (Na_2SO_4).
- 4.11 Елюенти

Застосовують різні види елюентів, їхній вибір залежить від типу розподільчої колонки й індикатора. Таким чином, необхідно дотримуватись інструкцій виробника колонки щодо правильної композиції елюентів.

Під час готування елюентів, використовують лише здегазовану воду. Треба уникати будь-яких газів-відновників (наприклад, під час накладання гелію). Щоб зробити неможливим зростанням водоростей, елюенти зберігають у темному місці й обновлюють їх кожні 2 — 3 дні.

Приклади елюентів для іонної хроматографії з використанням супресивної технології

З метою застосування супресивної технології, використовують гідроксид натрію і розчин солі слабо дисоційованих кислот, таких як карбонат натрію/гідрокарбонат натрію, гідрокарбонат натрію і тетраборат натрію.

Карбонат натрію/гідрокарбонат натрію концентрат.

Додавання цього концентрату елюенту до проби показало, що для попереднього оброблення проби і готування елюенту, його застосування є ефективним (див. 4.11.1.2).

Вводять 25,4 г карбонату натрію (4.2) і 25,2 г гідрокарбонату натрію (4.1) у поградуїзовану колбу місткістю 1000 см³ і заповнюють до позначки водою.

Готовий розчин містить 0,24 моль/дм³ карбонату натрію і 0,3 моль/дм³ гідрокарбонату натрію і залишається стабільний протягом кількох місяців, якщо його зберігають за температури від 4 °C до 6 °C.

Елюент карбонату натрію/гідрокарбонату натрію.

Цей елюент довів свою доцільність для визначання F, Cl, NO₂, PO₄, Br, NO₃ і SO₄ під час одноразового вимірювання.

Вводять 50 см³ концентрату (4.11.1.1) у поградуїзовану колбу місткістю 5000 см³ і заповнюють до позначки водою.

Розчин містить 0,0024 моль/дм³ карбонату натрію і 0,003 моль/дм³ гідрокарбонату натрію.

Приклади елюентів для іонної хроматографії без використання супресивної технології.

Для технології іонної хроматографії, яка не використовує пригнічувальних пристроїв, застосовують розчини солей (наприклад, гідрофталат калію, р-гідроксibenзойна кислота, борат натрію/глю- конат натрію). Концентрація солей зазвичай знаходиться в межах від 0,0005 моль/дм³ до 0,01 моль/дм³. Концентрати і розчини елюентів готують відповідно до 4.11.2.1. Необхідно пам'ятати, що розчини деяких лужних концентратів зазначених солей є нестабільними. Після розчинення концентрату, регулюють рівень pH елюенту.

Концентрат гідрофталату калію.

Додавання концентрату цього елюенту до проби показало, що для попереднього оброблення проби і готування елюенту, його використання є доцільне (4.11.2.2).

Поміщають 20,5 г гідрофталату калію (4,3) у поградуїзовану колбу об'ємом 1000 мл і заповнюють до позначки водою.

Розчин містить 0,1 моль/дм³ гідрофталату калію і є стабільним тривалий проміжок часу за температури зберігання від 4 до 6 °C.

Елюент гідрофталату калію.

Для визначання F, Cl, NO₂, PO₄, Br, NO₃ і SO₄, під час однократного вимірювання, цей елюент показав свою ефективність.

Поміщають 50 мл концентрату (4.11.2.1) у поградуїзовану колбу місткістю 5000 см³ заповнюють об'єм водою і регулюють pH на рівні 8,5.

Готовий розчин містить 0,001 моль/дм³ гідрофталату калію.

4.12 Стандартні розчини

Готують стандартні розчини в концентрації 1000 мг/дм³ для кожного з аніонів: F, Cl, NO₂, PO₄, Br, NO₃ та SO₄.

Розчиняють відповідну кількість кожної з речовини, приготованої відповідно до таблиці 2, у невеликій кількості води в поградуїзованих колбах місткістю 1000 мл. Об'єм заповнюють водою. Якщо розчини зберігають за температури від 4 °C до 6 °C, вони залишаються стабільними протягом декількох місяців.

Нітрити легко окиснюються до нітратів і тому потрібно уважно стежити за їхньою концентрацією.

Дозволено використовувати ті вихідні розчини (у потрібних концентраціях), які є у продажу.

Таблиця 2 — Масова частка компонентів для готування стандартних розчинів

Попереднє оброблення — висушування ¹⁾				
Аніон	Сіль	Тривалість, год	Температура, °C	Маса, г
Фторид	NaF	1	105	2,2100
Хлорид	NaCl	2	105	1,6484
Нітрит	NaNO ₂	1	105	1,4998
Ортофосфат	KH ₂ PO ₄	1	105	1,4330
Бромід	NaBr	6	105	1,2877
Нітрат	NaNO ₃	24	105	1,3707
Сульфат	Na ₂ SO ₄	1	105	1,4790

¹⁾ Охолоджують речовину у закупореній сушильній шафі після висушування.

4.12.1 Змішані вихідні розчини

Залежно від вимог, готують вихідні розчини різного аніонового складу і концентрації з вихідних розчинів (4.12). Небезпека зміни концентрації, викликаного взаємодією з речовиною використовуваної місткості підвищується із зниженням концентрації аніонів. Використовування тефлонового (ПТФЕ), або поліетиленового посуду показало задовільні результати для збереження вихідних розчинів хлоридів та фторидів. Досвід показує, що вихідні розчини нітратів більш стабільні в боросілікатних пляшках. Щоб уникнути взаємного забруднення, необхідно використовувати ті самі ємності для тих самих аніонів і концентратів.

4.12.2 Змішаний вихідний розчин I.

Концентрації мас цих розчинів такі:

$\rho(\text{F}, \text{NO}_2, \text{PO}_4, \text{Br}) = 10 \text{ мг/дм}^3$

$\rho(\text{Cl}, \text{NO}_3, \text{SO}_4) = 100 \text{ мг/дм}^3$.

Додають зазначену кількість відповідно до таблиці 3, у поградуйовану колбу місткістю 100 см^3 і доливають до позначки водою.

Зберігають розчин у поліетиленовій посудині. Якщо зберігати розчин за температури від 4°C до 6°C , він залишається стабільним протягом одного тижня.

4.12.3 Змішаний вихідний розчин II.

Концентрації мас цих розчинів такі:

$\rho(\text{F}, \text{NO}_2, \text{PO}_4, \text{Br}) = 1 \text{ мг/л}$

$\rho(\text{Cl}, \text{NO}_3, \text{SO}_4) = 10 \text{ мг/л}$

Таблиця 3 — Кількість стандартних розчинів для готування змішаного вихідного розчину I.

Аніон	Вихідний розчин, см^3	Концентрація аніонів, мг/дм^3
F	1	10
Cl	10	100
NO ₂	1	1
PO ₄	1	1
Br	1	10
NO ₃	10	100
SO ₄	10	100

Додають 10 см^3 змішаного вихідного розчину I (4.12.2) у поградуйовану колбу місткістю 100 см^3 і доливають до позначки водою. Зберігають розчин у поліетиленовій посудині. Розчин залишається стабільним лише протягом 1 — 2 днів, навіть за температури збереження від 4°C до 6°C .

4.12.4 Змішаний вихідний розчин III

Концентрації мас цих розчинів такі:

$\rho(\text{F}, \text{NO}_2, \text{PO}_4, \text{Br}) = 0,1 \text{ мг/дм}^3$;

$\rho(\text{Cl}, \text{NO}_3, \text{SO}_4) = 1,0 \text{ мг/дм}^3$.

Додають 1 см^3 змішаного стандартного розчину I (4.12.2) у поградуйовану колбу місткістю 100 см^3 доливають до позначки водою.

Розчин готують у день використання та зберігають у тефлоновому посуді.

5 УСТАТКОВАННЯ

Використовують звичайне лабораторне устаткування.

5.1 Іонна хроматографічна система, яка відповідає якісним вимогам розділу 6. У цілому, до її складу повинні входити такі компоненти (див. рисунок 1).

5.1.1 Іонообмінний хроматографічний прилад, до складу якого входить:

- резервуар з елюентом;
- насос із дуже низьким ефектом пульсації;
- інжекторна система для введення зразків (наприклад петля, 50 мкл);
- попередня колонка (див. розділ 7);
- розподільча колонка (див. розділ 7);
- розподільча колонка з необхідним сепараторним дозволом (див. розділ 6);
- визначальник провідності, з або без пригнічувального пристрою;
- записувальний пристрій (наприклад, інтегратор із плотером).

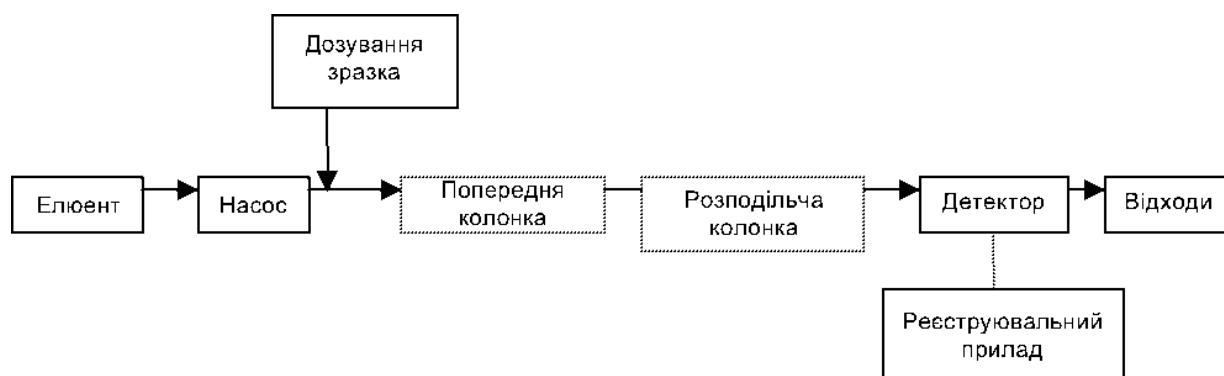


Рисунок 1 — Блок-схема іонного хроматографа

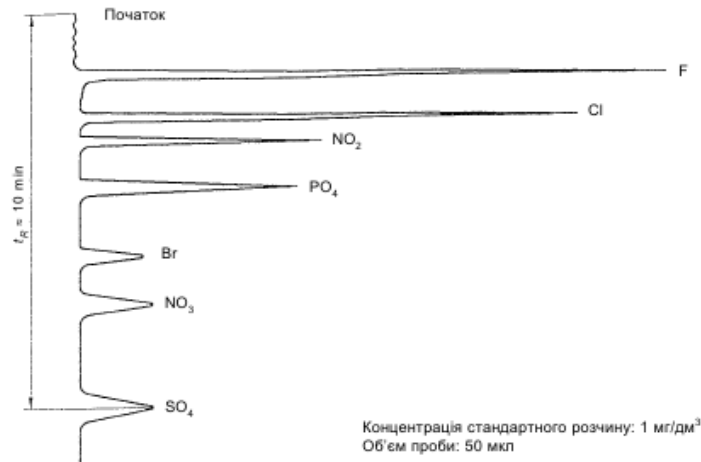
5.2 Додаткове устаткування:

- сушильна піч;
- сушильна шафа;
- поградуйовані колби місткістю 100 см^3 , $1\,000 \text{ см}^3$ і $5\,000 \text{ см}^3$;
- поградуйовані, пластикові колби номінальною місткістю 100 см^3 , для використання розчинів із низькою концентрацією (наприклад $< 0,1 \text{ мг/дм}^3$);
- поградуйовані піпетки місткістю від 1 см^3 до 10 см^3 або мікролітрові шприци;
- мембранний фільтрувальний пристрій із середнім розміром отворів $0,45 \text{ мкм}$.

6 ВІДБИРАННЯ І ПОПЕРЕДНЄ ОБРОБЛЕННЯ ПРОБ

Для відбирання проб використовують нові або ретельно вимиті тефлонову або поліетиленову посудини (див. розділ 4). Щоб уникнути ризику забруднення проби, не можна використовувати для миття лабораторного посуду сильні мінеральні кислоти або лужні мийні розчини.

Після постачання проби в лабораторію, її фільтрують через мембранний фільтр (із розміром отворів 0,45 мкл), щоб уникнути абсорбування аніонів твердими частками або конверсією аніонів культурою бактерій, які зростають. Треба уникати забруднювання проби мембраною (наприклад, фільтрують пробу і викидають першу порцію фільтрату).



Примітка. Послідовність прояву і час збереження t може змінюватися залежно від типу колонки і складу елюенту.

Рисунок 2 — Приклад хроматограми колонки, що відповідає цій частині ISO 10304

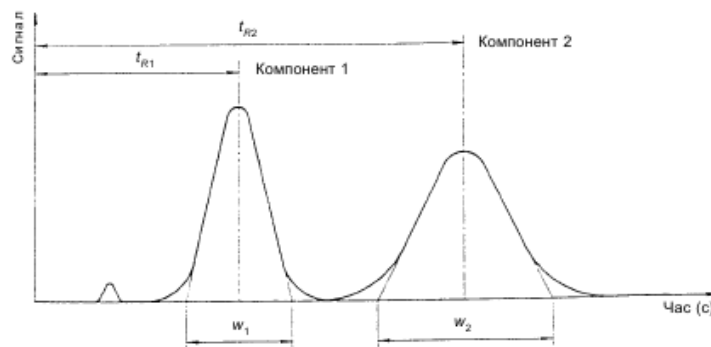


Рисунок 3 — Ідеальне представлення хроматографічного розділення

Стабілізують пробу, охолодивши її до температури від 4 °C до 6 °C або заморозують до закінчення аналізування. У випадку, коли потрібно визначити нітрити, посудину з пробною заповнюють повністю.

Аналізують якомога швидше після узяття проби, щоб уникнути ризику зміни концентрації.

Щоб уникнути випадання осаду в колонці додають концентрат елюенту (наприклад, див. 4.11.1.1 і 4.11.2.1), тобто 1-на частина концентрату + 100 частин проби. Високий вміст карбонату в пробі може спричинити ефект інтерференції під час визначання вмісту фториду. Для зниження ефекту розведення, використовують процедуру калібрування розчинів (див. 4.13). Розглядають можливість розведення проби, яка підлягає аналізуванню, водою і розчином концентрату елюенту.

Перш ніж ввести пробу в аналізатор її фільтрують повторно через мембранний фільтр (із розміром отворів 0,45 мкм), щоб видалити будь-яку присутню речовину. Потрібно пам'ятати про можливий ризик випадання будь-якого осаду, що містить аналізовану речовину. Якщо, окрім того, проба містить органічні сполуки такі як гумінові кислоти, використовують попередню колонку для захисту аналітичної розподільчої колонки.

7 МЕТОДИКА ВИЗНАЧАННЯ

Іонний хроматограф до роботи готують відповідно до інструкції виробника (наприклад, інструмент готовий до роботи, якщо тільки стабілізована базисна лінія). Калібрування виконують уводячи попередньо оброблену пробу в хроматограф.

8 ОБЧИСЛЮВАННЯ

Оцінюють концентрацію маси, p , у міліграмах на літр, аніона у розчині, використовуючи пікові області або пікові висоти і виправлене калібрувальне рівняння (2) (див. 8.1) як зазначено нижче:

$$p_i = \frac{y_i a_0}{b_i}$$

де y_i — виміряна величина (рівень сигналу) відносно пікової висоти у міліметрах або пікової площі, наприклад, у квадратних міліметрах;

b_i — крутизна калібрувальної функції $\text{с-дм}^3/\text{мг}$, наприклад, $\text{мм-дм}^3/\text{мг}$, $\text{мм}^2\text{-дм}^3/\text{мг}$;

a_0 — припинення калібрувальною функцією на осі ординат (розраховане контролювання), наприклад, у мм або мм^2 .

Необхідно приймати до уваги всі стадії розчинення.

9 ПОДАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Звіти за результатами складають, як мінімум у тризначних цифрах.

Наприклад:

Хлорид (Cl)	45,1 мг/дм ³ ;
Сульфат (SO ₄)	126 мг/дм ³ ;
Нітрат (NO ₃)	1,5 мг/дм ³ .
Результати по нітрату, нітриту і ортофосфату виражають так:	
Нітрат (NO ₃)	або нітрат-азот (N-NO ₃);
Нітрит (NO ₂)	або нітрит-азот (N-NO ₂);
Фосфат (PO ₄)	або фосфат-фосфор (P-PO ₄).

У таблиці 4 розміщено коефіцієнти для перераховування різних способів опрацювання результатів аналізування.

Таблиця 4 — Перевідні коефіцієнти

Для перераховування результати множать	
NO ₃	на 0,2259 для NO ₃ -N
NO ₃ -N	на 4,4267 для NO ₃
NO ₂	на 0,3043 для NO ₂ -N
NO ₂ -N	на 3,2882 для NO ₂
PO ₄	на 0,3261 для PO ₄ -P
PO ₄ -P	на 3,0665 для PO ₄

10 ПРОТОКОЛ ВИПРОБОВУВАННЯ

Протокол випробовування повинен містити таку інформацію:

- посилання на цей стандарт;
- дані про ідентифікацію проби води;
- подання результатів, як показано в розділі 10;
- якщо необхідно, опис попереднього оброблення проби;
- опис хроматографічних умов: тип приладу і колонки, розміри колонки, витрати елюенту; тип детектора і його параметри;
- опис методу, що застосовувався для оцінювання (по висоті піка або його площині);
- будь-які відхилення від цього методу й інформація про всі обставини, що могли вплинути на результат.

Таблиця 5 — Оцінювання характеристик подано в коефіцієнтах змін процедури (V_{х0})

Аніон	^у X ₀ , %	Досліджені робочі діапазони, мг/дм ³
Фторид	1,2 — 3,3	0,02 — 0,2 до 0,5 — 5
Хлорид	0,5 — 2,5	0,5 — 5 до 5 — 50
Нітрит	1,2 — 3,5	0,1 — 1 до 1 — 10
Ортофосфат	1,3 — 3,3	0,5 — 5 до 10 — 100
Бромід	0,6 — 3,8	0,1 — 1 до 1 — 10
Нітрат	0,7 — 3,8	0,5 — 5 до 10 — 100
Сульфат	0,8 — 4,5	1 — 10 до 10 — 100

ВИЗНАЧЕННЯ ІОНІВ НАТРІЮ ШЛЯХОМ ОСАДЖУВАННЯ У ВИГЛЯДІ НАТРІЙ-ЦИНК-УРАНІАЦЕТАТУ

Для визначення натрію використовується мала розчинність кристалічного ацетату натрію, цинку і уранілу $\text{NaZn}(\text{UO}_2)_3(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ що виділяється з проби після збільшення десятиразового надлишку суміші ацетату цинку з ацетатом уранілу. Осад потрібного ацетату, що випав, зважують або розчиняють і визначають в отриманому розчині цинк комплексометрично. Ваговим методом визначають 1—8 міліграм, об'ємним методом 0,1—2 міліграми натрію в об'ємі проби, узятій для аналізу.

Впливи, що заважають.

Визначенню заважає літій, що осідає подібно до натрію. Калій при вмісті в аналізованій пробі до 25 міліграма на результати визначення не впливає. Ваговому визначенню заважають сіліцієва кислота і фосфати. Сіліцієва кислота захоплюється в осад; фосфати випадають в осад у формі фосфату уранілу. Виключення цих впливів передбачається в ході визначення.

Заважають визначенню також деякі органічні кислоти, вплив яких усувають випаровуванням потрібного об'єму проби насуху на водяній лазні в платиновій чашці з 1-2 см³ концентрованої азотної кислоти. Залишок в чашці розчиняють при нагріванні у дистильованій воді. Так само видаляють з проби каламутність якщо її не можна усунути фільтруванням чи центрифугуванням.

Апаратура

Посуд із стійкого скла, з якого не вилуговуються іони лужних металів.

Фарфоровий або скляний тигель з фільтрувальним дном середньої пористості (№ 3).

Вакуумний насос.

Реактиви

Цинкуранілацетат, розчин, що осаджує. Розчиняють 10 г ацетату уранілу (UO₂) (C₂H₃O₂)₂ * 2H₂O ч.д.а. при нагріванні в 54 см³ дистильованої води, містить 1,7 см³ крижаної оцтової кислоти; 30 г ацетату цинку Zn(C₂H₃O₂)₂ * 2H₂O ч.д.а. розчиняють при нагріванні в 52 см³ дистильованої води, містить 1 см³ крижаної оцтової кислоти. Після розчинення солей обидва розчини змішують, додають невелику кількість хлориду натрію, ґрунтовно перемішують і залишають стояти 24 години, після чого фільтрують. Розчин зберігають в склянці із стійкого скла, що не вилуговується.

Етиловий спирт, 96%, насичений на холоді осадом потрібної солі. Осад спеціально готують, додаючи хлорид натрію в розчин цинкур-анілацетата.

Діетиловий ефір ч. д. а.

Еріохром чорний Т, суміш з NaCl.

Карбонат амонію ч. д. а., твердий.

Розчин аміаку, приблизно 3 N. Розводять 200 см³ 25% розчину аміаку ч. д. а. дистильованою водою до 1 дм³.

Комплексон III, 0,01 M титрований розчин. Розчиняють 3,721 г комплексону III ч. д. а. у дистильованій воді і розводять до 1 дм³. Титр визначають по стандартному розчину сульфату цинку, отриманому розчиненням 0,6537 г металевого цинку в сірчаній кислоті, 1 см³ цього розчину відповідає 1 см³ точно 0,01 M розчину комплексону III.

Хід визначення.

Вагове визначення.

У стакані ємністю 20 см³ або в невеликій платиновій або кварцовій чашці упарюють відповідний об'єм проби приблизно до 1 см³. Сконцентрована в такий спосіб проба повинна містити не більше 8 міліграма натрію і 25 міліграм калію. Після охолодження додають 10

см³ осаджуючого розчину, перемішують і залишають на 1 годину. Осад, що випав, фільтрують, пропускаючи розчин під невеликим розрідженням через заздалегідь зважений фільтрувальний тигель. Осад в тиглі промивають 5 разів порціями осаджуючого розчину по 2 см³ і 5 разів спиртом — порціями по 2 см³, кожного разу відсмоктуючи рідини. Потім осад змочують декількома краплями ефіру і продовжують відсмоктання ще 10—15 хв. Тигель залишають на 10—15 хв. у футлярі вагів і зважують.

У присутності сіліцевої кислоти або фосфатів зважений осад в тиглі розчиняють в 100 см³ дистильованої води, що додається малими дозами. Тигель 5 разів промивають порціями спирту по 2 см³, залишок змочують ефіром, висушують, відсмоктуючи рідину, і зважують так само, як у попередньому випадку. Різниця між результатами першого і другого зважування дає масу потрібної октовокислої солі $\text{NaZn}(\text{UO}_2)_3 \cdot (\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Об'ємне визначення.

У склянці місткістю 20 см³ або в невеликій платиновій або кварцовій чашці випаровують відповідний об'єм проби, що містить 0,1-2 мг натрію, приблизно до 1 см³, потім охолоджують, додають 10 см³ осаджуючого реактиву, перемішують і залишають на 1 годину. Осад, що випав, фільтрують, пропускаючи розчин під невеликим розрідженням через фільтрувальний тигель.

Залишки осаду переносять із склянки (чашки) в фільтрувальний тигель, змиваючи їх п'ятьма порціями по 2 см³ осаджуючого реактиву. Вміст тигля потім промивають 5 разів спиртом порціями по 2 см³. Промитий осад розчиняють в 5-10 см³ дистильованої води, що додається по частинах. Розчин збирають в колбу місткістю 50 см³. Потім додають приблизно 0,1-0,2 г твердого карбонату амонію, 0,5 см³ розчину аміаку і стільки індикатора, щоб розчин виразно забарвився в червоний колір, після чого титрують 0,01 М розчином комплексону III до переходу забарвлення з червоного в синє.

Розрахунок.

Вміст іонів натрію в мг/дм³ (x) або в мг-екв/дм³ (y) обчислюють по формулах:
у ваговому методі

$$x = \frac{m \cdot 0,01495 \cdot 1000}{V} = \frac{m \cdot 14,95}{V}; \quad y = \frac{m \cdot 0,01495 \cdot 1000}{V \cdot 22,99} = \frac{m \cdot 0,650}{V}$$

в об'ємному методі

$$x = \frac{ak \cdot 0,01 \cdot 22,99 \cdot 1000}{V} = \frac{ak \cdot 229,9}{V}; \quad y = \frac{ak \cdot 0,01 \cdot 1000}{V} = \frac{ak \cdot 10}{V}$$

де m - маса осаду, мг; a - об'єм витраченого 0,01 М розчину комплексону III, см³; k - поправочний коефіцієнт для приведення концентрації розчину комплексону III до точно 0,01 М; V - об'єм проби, узятій для аналізу, см³; 0,01495 - коефіцієнт перерахунку з $\text{NaZn}(\text{UO}_2)_3 \cdot (\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_9 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ на Na; 22,99 - еквівалентна вага Na^+ іону.

Округлення результатів

Діапазон, мг/дм ³	5,0-10,0	10-20	20-50	50-100
Округлення мг/дм ³	0,5	1	2	5
мг-екв/дм ³	0,02	0,05	0,1	0,2

ВИЗНАЧЕННЯ ІОНІВ КАЛІЮ КОЛОРИМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ З ГЕКСАНІТРОКОБАЛЬТАТОМ

Природний вміст калію в поверхневих і підземних водах залежить від геологічних умов у басейні і буває зазвичай нижчий вмісту натрію. Ізотоп ⁴⁰K бере участь в створенні природної радіоактивності вод. Вміст у водах калію може бути збільшений змивами з площ, що обробляються для сільського господарства, і спуском деяких видів стічних вод.

Для визначення калію в усіх водах пропонуються чотири методи, з яких найкращим є метод полум'яної фотометрії. На полум'яному фотометрі можна визначати від 0,1 мг К/дм³, колориметричним методом із застосуванням гексанітрокобальтату можна визначити від 1 мг калію в пробі; колориметрично із застосуванням дипікриламіну і аргентометрично з тетрафенілборатом можна визначити від 0,1 мг калію в об'ємі проби, узятій для аналізу.

Проби з низьким вмістом калію відбирають в поліетиленові бутлі. Можна користуватися також бутлями із скла за умови, що аналіз робиться не пізніше чим через 1 доби після відбору проби. Проби не консервують.

Результати визначень виражають в міліграмах або в міліграм-еквівалентах калію на 1 дм³ води: 1 мг К⁺ = 0,0256 мг-екв К⁺; 1 мг-екв К⁺ = 39,10 мк К⁺.

Колориметричне визначення з гексанітрокобальтатом

Непряме колориметричне визначення калію ґрунтується на окисненні біхроматом малорозчинного гексанітрокобальтату натрію і калію, виділеного в осад. Інтенсивність забарвлення розчину біхромату після окислення буде тим менше, чим більше вміст калію. Результати залежать від температури, від тривалості окислення і від послідовності проведення операцій. У 10 см³ проби можна визначити 1,0-7,0 мг калію, застосовуючи коввету з товщиною шару 5 см; пробу можна концентрувати випарюванням.

Впливи, що заважають.

Визначенню заважають іони амонію, які також частково виділяються у вигляді гексанітрокобальтату амонію. Сіліцева кислота може завдати внаслідок утворення її муті, що з'являється при випарюванні проби. Окисленню заважають органічні речовини. При їх наявності відібрану пробу мінералізують випарюванням насухо з 2 см³ концентрованої сірчаної кислоти і 1-2 см³ концентрованої азотної кислоти. Отриманий сухий залишок розчиняють при нагріванні в невеликій кількості дистильованої води, розчин фільтрують, збираючи його кількісно в центрифужну пробірку, і доповнюють об'єм дистильованою водою приблизно до 10 см³.

Апаратура

Платинові або кварцеві чашки.

Центрифуга.

Пробірки центрифужні місткістю 25 см³.

Фотометр з фіолетовим світлофільтром ($\lambda = 425 \text{ nm}$).

Кювети з товщиною шару 5 см або серія циліндрів Несслера.

Реактиви

Азотна кислота, приблизно 1 н. розчин. Розводять 64 см³ концентрованої HNO_3 ч. д. а. дистильованою водою, доводячи об'єм до 1 дм³.

Азотна кислота, приблизно 0,01 н. розчин. Готують, розводячи в 100 разів 1 н розчин.

Гексанітрокобальтат натрію, 20% розчин. Розчиняють 10 г $\text{Na}_2[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ в 50 см³ дистильованої води; перед вживанням розчин фільтрують. Використовують тільки свіжоприготований розчин.

Біхромат калію, 0,1 н. розчин для окислення. Розчиняють 4,9 г $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, ч. д. а. у дистильованій воді і доводять об'єм до 1 дм³.

Сірчана кислота ч. д. а., концентрована.

Хлорид калію, стандартний розчин; 1 см³ розчину містить 1,000 мг К⁺.

Калібрувальна крива.

У ряд центрифужних пробірок відміряють 0; 1,00; 2,00; 3,00; 4,00; 5,00; 6,00; 7,00 см³ стандартного розчину і доводять об'єми дистильованою водою до 10,0 см³. Отримані розчини з концентраціями 0; 100; 200; . . . ; 700 мг К⁺ в 1 дм³ обробляють описаним вище способом. Вони використовуються як стандартні розчини стандартної шкали для візуального колориметрування або для побудови калібрувальної кривої. Вводять поправку на холосте визначення і будують графік в координатах оптична щільність - концентрація калію.

Хід визначення.

У центрифужну пробірку відміряють піпеткою 10,0 см³ прозорої проби, що містить від 100 до 700 мг калію в 1 дм³. Проби з меншим змістом калію концентрують випарюванням в платиновій чашці на водяній лазні з таким розрахунком, щоб в отриманих 10,0 см³ містилося від 1,0 до 7,0 мг калію. Помутнілі при концентрації проби центрифугують або фільтрують.

Перемішуючи суміш, додають в неї на холоді 1 см³ 1 н. розчину азотної кислоти і 5 см³ розчину гексанітрокобальтату, після чого залишають її стояти точно 2 години. Осад, що випав, виділяють центрифугуванням впродовж 10 хв і обережно зливають прозору рідину. У пробірку з осадом підливають 15 см³ приблизно 0,01 н. розчину азотної кислоти і добре перемішують суміш. Повторюють центрифугування і зливають прозорий розчин. Додають, перемішуючи, суміш 10 см³ розчину біхромату калію і 5 см³ концентрованої сірчаної кислоти. Суміш охолоджують до кімнатної температури, кількісно переносять в мірну колбу місткістю 100 см³ і доводять об'єм дистильованою водою до мітки. Паралельно проводять холосте визначення з дистильованою водою. Вимірюють оптичну щільність, вводять поправку на холосте визначення і по калібрувальній кривій знаходять вміст калію або ж порівнюють інтенсивність забарвлення з серією приготованих таким же методом стандартів в циліндрах Несслера.

Розрахунок.

Вміст іонів калію в мг/дм³ (х) або в мг-екв/дм³ (у) обчислюють по формулах:

$$x = \frac{c \cdot 10}{V}; \quad y = \frac{c \cdot 10}{V} = \frac{c \cdot 0,256}{V},$$

де с - вміст калію, знайдений по калібрувальній кривій або шляхом порівняння, мг/дм³; V - об'єм проби, узятій для аналізу, см³; 10 - об'єм, до якого проба доведена випарюванням; 39,1 - еквівалент К⁺ -іону.

Округлення результатів

Діапазон, мг/дм ³	10-20	20-50	50-100	100-200
Округлення мг/дм ³	1*	2*	5*	10
мг-екв/дм ³	0,02	0,05	0,1	0,2

Примітка: * Округлення при концентрації проби в 10 разів.

ВИЗНАЧЕННЯ ІОНІВ КАЛЬЦІЮ ОБ'ЄМНИМ ТРИЛОНОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ

Солі кальцію постійно входять до складу поверхневих вод. Для визначення вмісту кальцію в водах застосовують трилонометричний метод, що дозволяє визначити від 0,1 мг і вище Са²⁺ в пробі.

Трилонометричне визначення засноване на утворенні стійкого в лужному середовищі (рН=12-13) комплексу іонів кальцію з трилоном Б. Для іонів Са²⁺ специфічним індикатором є мурексид або суміш мурексиду з нафтоловим зеленим Б. Розчин комплексу мурексиду (пурпурата амонію) з кальцієм забарвлений в червоний колір, вільна форма індикатора - в фіолетовий. При додаванні нафтолового зеленого Б перехід забарвлення мурексиду стає більш виразним (з брудно-зеленого в чисто-синій).

Результат визначення виражають в мг-екв або в мг кальцію в 1 дм³:

1 мг-екв Са²⁺ відповідає 20,04 мг Са²⁺;
1 мг Са²⁺ відповідає 0,0499 мг-екв Са²⁺.

Чутливість методу 0,4-0,6 мг Са/дм³, похибка при середніх концентраціях ±1%.

Попередні вказівки.

Для орієнтовної оцінки вмісту Са²⁺ в досліджуваній воді проводять попередні випробування, після чого вибирають обсяг води і концентрацію розчину трилону Б, користуючись даними табл. 1.6.

Таблиця 1 - Рекомендований обсяг проби і концентрація розчину трилону Б залежно від концентрації іонів Са²⁺ у воді

Концентрація іонів мг-екв /дм ³	0,5-2,5	2,5-5	5-10	10-20	20-40
Обсяг проби, см ³	100	50	25	25	25
Концентрація трилону Б, N	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05

Заважаючий вплив.

Незважаючи на те, що з чотирьох головних катіонів, звичайних для природних вод, лише Са²⁺ дає забарвлене з'єднання з мурексидом, а трилон вступає у взаємодію з Mg²⁺, К⁺ і Na⁺ тільки після повного зв'язування Са²⁺. Ці три катіона все ж можуть заважати кількісному визначенню іонів кальцію.

Якщо в 100 см³ аналізованої води міститься більше 3 мг іонів, точка переходу стає менш виразною внаслідок адсорбції частини мурексиду пластівчастоподібним гідроокисом магнію, що утворюється в лужному середовищі.

Іони К⁺ і Na⁺ впливають на чіткість переходу забарвлення тільки при дуже високих концентраціях, що практично не має місця при аналізі природних вод.

Вплив Mg²⁺, К⁺ і Na⁺ усувається при розведенні досліджуваної води дистильованою водою. Визначенню іонів Са²⁺ заважають також присутні в природних водах в дуже невеликих концентраціях іони Fe²⁺, Fe³⁺, Mn²⁺, Al³⁺ і Cu²⁺. Одним з кращих способів усунення їх впливу є додавання 0,5-1 см³ 25% розчину триетаноламіну.

На хід визначення впливають, крім того, аніони НСО₃⁻ і СО₃²⁻, а також іони фосфорної і силіцевої кислот, що рідко зустрічаються у великих кількостях. Для усунення впливу цих аніонів необхідно приступити до титрування відразу після додавання NaOH.

Хід визначення.

У конічну колбу відмірюють піпеткою досліджувану воду, обсяг якої встановлюють, користуючись таблицею і даними попередніх випробувань. Доводять об'єм, якщо це потрібно, бідистильованою водою до 100 см³ і, додавши 2 см³ 2N розчину NaOH і 10-15 мг сухої суміші індикатора, титрують розчином трилону при інтенсивному перемішуванні. Перехід забарвлення від червоного кольору до лілового при використанні мурексиду свідчить про кінець титрування. Для кращого вловлювання точки переходу титрування слід проводити, маючи за зразок перетитровані проби води. При застосуванні змішаного індикатора титрування проводять до переходу забарвлення з брудно-сірого в чисто-синє.

Обчислення результатів.

Вміст іонів Са²⁺ (в мг Са²⁺/дм³) в досліджуваній воді розраховують за формулою:

$$x = 20,04Nn \frac{1000}{V},$$

де N - нормальність розчину трилону Б;

n - кількість розчину трилону Б, витраченого на титрування, см³;

V - об'єм взятої для аналізу води, см³.

Застосовувані розчини.

1. Ті ж розчини трилону Б, що і для визначення твердості.
2. Розчин хлористого цинку ZnCl₂ для встановлення нормальності трилону.
3. Суху суміш індикатору, 0,5 г мурексиду і 9,5 г NaCl розтирають у ступці. Суміш рекомендують зберігати в склянці з притертій пробкою.
4. Змішаний індикатор. 0,2 г мурексиду і 0,5 г нафтоловий зеленого Б розтирають у ступці з 100 г хлористого натрію NaCl.
5. Хімічний чистий хлористий натрій NaCl.
6. 2 N розчин NaOH. 80 г хімічно чистого NaOH розчиняють в 1 дм³ дистильованої води.
7. 25% триетаноламін; розчин готують наступним чином: 25 г триетаноламіну розчиняють у воді і доводять об'єм до 100 см³.
8. Бідистильована вода застосовується для приготування реактивів і розведення досліджуваних проб; вона не повинна містити слідів міді.

Можна використовувати також катіоновану воду.

Посуд.

1. Дві колби конічні місткістю 200-250 см³.
2. Одна бюретка на 25 см³.
3. По одній піпетці на 2, 10, 20, 50 см³.
4. Одна мірна колба на 100 см³.

ВИЗНАЧЕННЯ ІОНІВ МАГНІЮ

Метод заснований на здатності гідрату окису магнію утворювати забарвлене адсорбційне з'єднання типу лаку з індикатором діамантовим жовтим.

Забарвлення індикатору при цьому переходить від жовто-помаранчевого до червоного. Через те, що лак утворюється в лужному розчині, він нестійкий і може досить швидко коагулювати, тому реакцію проводять в присутності стабілізатора - полівінілового спирту. Чутливість методу 0,02 мг Mg/дм³. Похибка визначення $\pm 5\%$.

Попередні зауваження.

Визначенню заважають іони кальцію, алюмінію, марганцю, цинку. Вплив іонів кальцію і алюмінію зростає з підвищенням їх концентрації до деяких значень і далі залишається постійним. З цього випливає, що врахувати вплив названих іонів можна, додаючи до проби і до стандартів надмірну кількість з'єднань кальцію і алюмінію. Крім вищевказаних, визначенню магнію заважають іони заліза при концентрації вище 2,5 мг/дм³, ортофосфати і фториди при концентрації вище 5 мг/дм³, хлориди при концентрації більше 250 мг/дм³. Їх вплив може бути усунуто або істотно знижено розведенням проби. Вплив вільного хлору, що виявляється при вмісті його вище 0,5 мг/дм³, усувається додаванням 1 см³ 1% розчину сульфату натрію.

Хід визначення.

У мірну колбу на 100 см³ наливають 50 см³ або менше досліджуваної води (в залежності від очікуваної концентрації магнію), 1 см³ 0,01 N розчину сірчаної кислоти, 20 см³ насиченого розчину сульфату кальцію і 5 см³ розчину сульфату алюмінію. Вміст колби перемішують і обсяг його доводять дистильованою водою приблизно до 80 см³. Потім до розчину доливають 10 см³ розчину полівінілового спирту, 2 см³ розчину діамантового жовтого і 4 см³ розчину ідкого натру. Обсяг суміші доводять дистильованою водою до мітки, обережно перемішують, не допускаючи спінювання рідини. Через 1 годину вимірюють оптичну щільність розчину на фотоелектроколориметрі з жовтим світлофільтром або на спектрофотометрі при довжині хвилі $\lambda = 525$ нм.

Вміст магнію в пробі визначають за калібрувальною кривою. Концентрацію магнію в досліджуваній воді розраховують за формулою:

$$C = \frac{a}{V} * 1000,$$

де C - шукана концентрація магнію, мг/дм³; a - вміст магнію в пробі, мг; V - об'єм проби.

Для перерахунку вагової концентрації магнію в мг-екв/дм³ і назад використовують співвідношення:

1 мг-екв = 12,15 мг,

1 мг = 0,082 мг-екв.

Побудова калібрувальної кривої.

В п'ять мірних колб на 100 см³ наливають 50, 50, 50, 45 і 40 см³ дистильованої води і відповідно 0,0; 1,0; 2,0; 5,0 і 10,0 см³ робочого стандартного розчину сульфату магнію, що містить 0,1 мгMg/см³. У кожен колбу доливають по 1 см³ розчину сірчаної кислоти, по 20 см³ насиченого розчину сульфату кальцію, по 5 см³ розчину сульфату алюмінію. Вміст колб перемішують і в кожен з них додають по 10 см³ розчину полівінілового спирту, по 2 см³ розчину діамантового жовтого і по 4 см³ розчину ідкого натру. Обсяг розчинів в колбах доводять дистильованою водою до мітки (до 100 см³), обережно перемішують і через 1 годину вимірюють їх оптичну щільність.

За результатами вимірювань будують калібрувальний графік: по осі абсцис відкладають вміст магнію в пробі в мг, а на осі ординат - відповідні значення оптичної щільності.

Застосовувані розчини і реактиви.

1. Стандартні розчини сульфату магнію:

а) запасний стандартний розчин (1 мгMg /см³). 1 г чистого металевого магнію з вмістом Mg не менше 99,9% поміщають в конічну колбу на 500 см³ і доливають приблизно 150 см³ дистильованої води і повільно невеликими порціями при перемішуванні 5 см³ розчину сірчаної кислоти (1:1). Після додавання останньої порції кислоти, розчин кип'ятять протягом 10 хв, охолоджують і переносять в мірну колбу на 1 дм³, споліскуючи конічну колбу декількома порціями дистильату. Останній зливають в мірну колбу, і об'єм розчину доводять дистильованою водою до мітки. Розчин повинен бути прозорим;

б) робочий стандартний розчин (0,1 мгMg/см³). 10 см³ запасного стандартного розчину розбавляють дистильованою водою до 100 см³.

2. Розчин сірчанокислого алюмінію. 0,31 г Al₂(SO₄)₃*18H₂O розчиняють в дистильованій воді і об'єм розчину доводять до 1 дм³.

3. Насичений розчин сірчанокислого кальцію. 15-20 г тонкого порошку CaSO₄ поміщають в колбу на 1 дм³, доливають 1 дм³ дистильованої води, ретельно перемішують. Вміст колби нагрівають до 30 °C, знову перемішують і залишають на 2-3 години, після чого розчин фільтрують через щільний паперовий фільтр.

4. Розчин діамантового жовтого. 0,050 г діамантового жовтого C₂₆H₁₈O₈N₄S₂Na₂ розчиняють в 100 см³ дистильованої води. Стійкий 2-3 дні при зберіганні в темному прохолодному місці.

5. Розчин сірчаної кислоти. 0,3 см³ хімічно чистого H₂SO₄ (питома вага 1,84) розчиняють в дистильованій воді і об'єм розчину доводять до 1 дм³.

6. Розчин ідкого натру. 200 г хімічно чистого NaOH розчиняють в дистильованій воді і об'єм розчину доводять до 1 дм³.

7. Розчин полівінілового спирту. 2 г полівінілового спирту розчиняють в 75-80 см³ дистильованої води при нагріванні. Після охолодження об'єм розчину доводять дистильованою водою до 100 см³. Стійкий 2-3 дні при зберіганні в прохолодному місці.

Апаратура і посуд.

1. Один фотоелектроколориметр чи спектрофотометр. 2. Десять мірних колб на 100 см³. 3. Піпетки з розподілами: 1 см³ - дві, 2 см³ - дві, 5 см³ - три, 10 см³ - одна, 20 см³ - одна.

ВИЗНАЧЕННЯ ІОНІВ АМОНІО ТА АМІАКУ ФОТОМЕТРИЧНИМ МЕТОДОМ З РЕАКТИВОМ НЕССЛЕРА

Іони амонію потрапляють у незабруднені природні води в основному внаслідок перебігу процесів біохімічної деструкції азотовмісних органічних сполук — білків, амінокислот, амінів, сечовини тощо. У деяких випадках іони амонію можуть утворюватися також за анаеробних умов при відновленні нітратів і нітритів. Високі концентрації іонів амонію засвідчують антропогенне забруднення природних вод.

Амонійний азот у поверхневих водах суходолу міститься в основному у формі іонів NH_4 . Однак за високих значень рН та температури води можливе утворення значної кількості більш токсичного аміаку. Вміст амонійного азоту в природних водах зазвичай коливається в межах $\text{п} \cdot 10^{-3} — \text{п} \cdot 10^{-1} \text{ мг Н/дм}^3$.

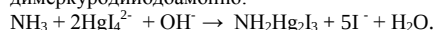
Найпростішим, але недостатньо селективним і надійним методом визначення амонійного азоту є фотометричний метод із використанням реактиву Несслера. Стабільніші результати дають методи, при яких застосовуються органічні реагенти. Якщо концентрації іонів амонію істотні, їх визначають титриметричним методом після відгонки і поглинання розчином сірчаної або борної кислоти.

Іони амонію біохімічно нестійкі, тому їх вміст потрібно визначати якомога швидше після відбирання проби води. Відібрані проби фільтрують крізь мембранний фільтр із розміром пор 0,45 мкм. За потреби пробу води консервують додаванням 2–4 см^3 хлороформу або 1 см^3 концентрованої сірчаної кислоти на 1 дм^3 .

Фотометричне визначення з реактивом Несслера

Принцип методу.

У лужному середовищі аміак взаємодіє з тетраїодомеркуратором(II) калію з утворенням малорозчинної жовто-коричневої сполуки — йодиду димеркуродийодоамонію:



Залежно від концентрації аміаку утворена сполука випадає в осад або переходить у колоїдний стан. Нижня межа визначення вмісту аміаку дорівнює 0,05 мг Н/дм^3 за об'єму проби 50 см^3 . Без розбавлення можна визначити не більш як 2 мг Н/дм^3 .

Безпосередньому визначенню аміаку заважають аміни, хлораміни, ацетон, альдегіди, спирти та деякі інші органічні речовини. Кольоровість води заважає, якщо вона перевищує 30 - 40°. Впливу твердості води, особливо солей магнію, які під час аналізу утворюють осад $\text{Mg}(\text{OH})_2$, позбуваються додаванням розчину сегнетової солі. Надмірну кількість сполук заліза й каламутність води усувають за допомогою солі цинку. Для цього до 100 см^3 проби води додають 1 см^3 розчину сульфату цинку (100г $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 1 дм^3 бідистильованої води), суміш перемішують і 15%-м розчином КОН або NOH доводять до рН - 10,5 за потенціометричного контролю. Осад, що утворився, відділяють фільтруванням крізь скляний фільтр або центрифугуванням. Збільшення об'єму розчину треба враховувати при наступних розрахунках.

Якщо після додавання розчину сегнетової солі або сульфату цинку й лугу каламутність та кольоровість води не зникли, цей метод для проведення аналізу непридатний. У такому разі потрібно попередньо відігнати аміак.

Методика визначення.

До 50 см^3 або меншого об'єму проби, доведеного до 50 см^3 бідистильованою водою, додають 0,5 см^3 розчину сегнетової солі і ретельно перемішують. Потім доливають 1 см^3 реактиву Несслера, перемішують і через 10 хв вимірюють оптичну густину розчину на фотоелектроколориметрі з фіолетовим світлофільтром ($\lambda_{\text{эф}} = 440 \text{ нм}$) у кюветі з товщиною поглинального шару 3 см. Розчином порівняння є дистильована вода. Забарвлення суміші не змінюється впродовж 30 хв. Якщо значення оптичної густини розчину більше за 1,0, то для аналізу беруть менший об'єм проби, а якщо менша за 0,02, то відбирають більший об'єм і випарюють пробу до 50 см^3 . Паралельно проводять «холостий» дослід з бідистильованою водою й отримане значення оптичної густини віднімають від значення оптичної густини проби.

Вміст іонів амонію (мг Н/дм^3) визначають за калібрувальним графіком.

ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ АРЕОМЕТРА

Поводження з ареометром.

Ареометри - прилади чутливі і крихкі і вимагають тому ретельного поводження. Працювати з ними потрібно акуратно. Найкрихкіша частина ареометра - шийка - при необережному поводженні з ареометром легко обламується. Ареометр, що зберігається у футлярі (ящику), витягають таким чином: двома пальцями (великим і вказівним) беруть за верхню частину шийки, піднімають і ставлять ареометр у вертикальне положення, не відриваючи від гнізда нижньої його частини, завантаженої дробом. Як тільки ареометр прийняв вертикальне положення, його відривають від гнізда і розпочинають з нього працювати. Спроби витягнути ареометр з гнізда, не приводячи його спочатку у вертикальне положення вказаним вище способом, призводять до неминучого відламування шийки.

Укладають ареометр в ящик в зворотному порядку. Спочатку його ставлять в призначене для цього гніздо вертикально, а потім повільно нахилиють і укладають на своє місце.

Брати ареометр за циліндр не допускається, оскільки дотик пальців залишає на нім сліди жиру, порушуючи точність визначення щільності.

Часто ареометри на станції зберігають не в ящику, а в окремих пеналах, по одному в кожному. В цьому випадку пенал потрібно вистилати усередині чистим білим папером, згорнутим в трубку, щоб ареометр не торкався стінок пенала. На його дно кладуть шар чистої вати, краще всього гігроскопічної, такої товщини, щоб ареометр не бився в дно пенала, а шийка ареометра при знятті кришки пенала дещо виступала вище за верхній край пенала (для зручності витягання з нього). Кришка пеналу не повинна стикатися з кінцем шийки, щоб уникнути її ушкодження. Простір між шийкою і денцем кришки заповнюють чистою ватою настільки, щоб вата без сильного натиску упиралася в шийку при закриванні пенала кришкою. Ареометр повинен входити в пенал не туго, але і не занадто вільно. Виймати і вкладали ареометр в пенал потрібно дуже обережно, тільки у вертикальному положенні, тримаючи його двома пальцями за самий кінець шийки.

Необхідно стежити за тим, щоб на занурюваній у воду частині ареометра і його шийці, що знаходиться над водою, не було слідів від пальців або інших яких-небудь нальотів.

Якщо при витяганні ареометра з води, вона рівномірно стікає з нього, не затримуючись на стінках у вигляді крапель, що розпливлися, збираються в окремих місцях, то ареометр чистий, якщо ж вода залишається на стінках ареометра, він забруднений. Такий забруднений ареометр потрібно протерти чистою ганчіркою, шматком фільтрувального паперу або гігроскопічної (тільки гігроскопічної) вати, помірно змоченими чистим нашатирним спиртом, розбавленим навпіл з водою (концентрований шкідливо діє на шкіру пальців), і сполоснути його дистильованою водою.

Шийку ареометра необхідно частіше протирати нашатирним спиртом. Забруднення її неприпустимо, оскільки це змінює положення меніска змочування, а отже, і правильність відліку. З цієї ж причини неприпустимо присутність на поверхні води в ареометричній склянці плівки, ворсинок і тому подібних предметів. Стінки ареометричної склянки також необхідно час від часу протирати нашатирним спиртом.

Після споліскування ареометр протирають рушником з білого батику, маркізету або іншої якої-небудь тканини, що не залишає ворсу на склі. Рушник для витирання ареометрів і термометра після обмивання їх прісною водою не повинен застосовуватися для інших цілей.

Руки перед роботою з ареометром ретельно миють милом з щіткою, споліскують водою і протирають розлученим нашатирним спиртом. Ретельне дотримання чистоти при роботі з ареометром є основною вимогою для отримання надійних результатів.

Перед вживанням нових ареометрів, а також у разі забруднення ареометрів і термометра їх необхідно ретельно протерти нашатирним спиртом, сполоснути прісною водою і досуха витерти чистим рушником.

Проведення вимірювань ареометром.

Різниця між температурою повітря в приміщенні і температурою води, яка підлягає ареометруванню, має бути якомога менше 1°C, інакше визначення щільності буде неточним. Тому не слід ареометрувати відразу ж після узяття проби, коли температура води значно відрізняється від температури повітря в приміщенні станції.

Ареометричну склянку обполіскують невеликою кількістю проби, після чого в нього наливають досліджувану воду з таким розрахунком, щоб після занурення ареометра рівень води не досягав на 1-2 см краю склянки. Перед наповненням склянки пробу перемішують струшуванням.

Потім в склянку опускають термометр, помішують їм воду і, коли свідчення термометра перестануть змінюватися, відлічують температуру води з точністю до 0,1 °C і відлік записують в книжку. Після цього термометр виймають з води, кладуть на чистий рушник і залишають тут до вторинного виміру температури води в склянці. Після цього ареометр обережно виймають з футляра, повільно опускають у воду і випускають його з пальців тільки тоді, коли переконуються, що він не тоне, оскільки інакше він може ударитися об дно склянки і розбитися.

Переконавшись, що ареометр плаває в склянці строго прямовисно, а рівень води виявляється в межах шкали ареометра, повідомляють останньому легкий обертальний рух. Як тільки обертання припиняться, роблять відлік. Перед відліком слід переконатися, що ареометр не торкається до стінок склянки. Якщо це помічено, легким обертанням ареометра відводять його від стінок.

Необхідно також стежити за тим, щоб до стінок зануреного у воду ареометра не прилипли бульбашки повітря, що спричиняє за собою невірні покази. У цих випадках виймають його і знову опускають у воду. Якщо це не допоможе, необхідно промити ареометр і операцію повторити кілька разів. Відлік по ареометру роблять до 0,5 ділення шкали, тобто до 0,00005. Така точність відліку потрібна для того, щоб правильно заокруглити результат до 0,0001. Відлік ареометра завжди ведуть по нижньому краю меніска таким чином: направляють промінь зору дещо нижче рівня води в склянці так, щоб поверхня води була видна знизу. Потім дещо піднімають голову, поки промінь зору не припаде точно на рівень поверхні води в склянці (нижня поверхня води при цьому перетвориться на лінію), і в цьому положенні роблять відлік по нижньому краю меніска з точністю до 0,5 того ділення, яке перетинається з нижнім краєм меніска. Після цього знову надають обертальний рух ареометру і роблять вторинний відлік, який так само записують в книжку. Якщо різниці між двома відліками розходяться більш ніж на одно ділення (на 0,0001), необхідно зробити третє спостереження і записати третій відлік. Потім ареометр виймають і знову занурюють термометр для вторинного визначення температури води. Середнє з двох відліків термометра відповідає температурі води в склянці під час відліків ареометра. Різниця між обома відліками температури води не повинна перевищувати 0,5 °C. Інакше визначення слід повторити. Якщо щільність проби води виявиться менше або більше меж шкал наявних на станції ареометрів, ареометр при вимірі занурюється дещо вище за саме верхнє ділення шкали (у першому випадку) або дещо нижче самого нижнього ділення шкали (у другому випадку), і зробити відліки неможливо. У таких випадках рекомендується, закривши посуд пробкою, поставити пробу в першому випадку в прохолодне місце для пониження температури проби, в другому випадку - в тепле приміщення для підвищення температури. Після зміни температури води спостереження продовжують в звичайному порядку.

Щільність в цих випадках визначають в приміщенні, де охолоджується (нагрівається) проба, щоб уникнути різкої зміни температури води. Якщо визначення щільності води виконують в період льодоутворення або за наявності льоду, необхідно стежити за тим, щоб кристали або шматочки льоду не потрапили в пробу води.

Вимір проби, налитой в ареометричну склянку, необхідно зробити в можливо короткий термін (проте не за рахунок точності ареометрирования), щоб уникнути погіршеності за рахунок випару води в ареометричній склянці.

Після закінчення спостережень ареометр і термометр обполіскують прісною водою, витирають насухо рушником і укладають в коробку або пенал. Склянку також обполіскують прісною водою і прибирають на місце.

Первинна обробка спостережень за щільністю

Первинна обробка визначень густини морської води полягає: у введенні поправок у відліки термометра при ареометрі і обчисленні середньої температури проби води при ареометруванні; у введенні поправок у відліки ареометра; у приведенні виправлених показів ареометра до температури 17,5 °C.

Відліки термометра при ареометрі виправляють, тобто, поправка алгебраїчно додається до відліку термометра. Потім з двох виправлених відліків, зроблених до і після занурення ареометра, обчислюють середню температуру, що відповідає моменту виробництва визначення.

Ареометри, як правило, повинні мати поправки, що не перевершують цілого найменшого ділення (0,0001). В цьому випадку прилад свідчення про перевірку не має і поправки у відліки по приладу вводити не слід. На такі ареометри ставиться клеймо. Деякі ареометри можуть мати поправки, що перевершують найменші ділення шкали приладу; в цьому випадку вони забезпечуються документами про перевірку.

Для зручності користування, щоб кожного разу не інтерполювати, рекомендується скласти таблицю, де приведені поправки і межі показів ареометра, в яких слід застосовувати ту або іншу поправку. Для обчислення такої таблиці будують криву поправок. З цією метою на міліметровій по осі абсцис наносять свідчення ареометра, а по осі ординат - значення поправок, приведених в сертифікаті. Отримані точки сполучають кривою. По цій кривій визначають межі, яким відповідає та або інша поправка.

Отримане значення умовної щільності морської води приводять до температури 17,5 °C. по табл. 6 Океанологічних таблиць 1957 р.

Поправки вводять зі знаком, вказаним в таблиці. При температурі нижче 17,5 °C поправки мають знак мінус (-) і вони віднімаються з виправлених відліків ареометра, а при температурі вище 17,5 °C поправки мають знак плюс (+) і вони додаються до відліків ареометра.

ВИМІРЮВАННЯ ГЛИБИНИ ВОДИ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕХОЛОТА GARMIN. FISHFINDER 250/250C.

Акустичний спосіб промірів глибин передбачає визначення глибин по швидкості руху ультразвукового імпульсу від випромінювача приладу до дна і назад. Цей спосіб реалізується методом безперервних промірів глибин (ехолотами). Ехолоти забезпечують автоматизоване виконання промірів з високою точністю, швидкістю, достатньо прості у використанні. Визначення глибини ехолотом засновано на зв'язку часу проходження ультразвукових імпульсів від вібратора-випромінювача через водне середовище до дна та назад до вібратора-приймача. Швидкість розповсюдження ультразвуку у воді залежить від її температури, солоності. Тому для забезпечення необхідної точності вимірювання глибин перед початком промірів виконують градування ехолота по температурі і солоності води в місці виконання робіт.

Для малих річок широке застосування знайшли малогабаритні ехолоти. Основні частини ехолотів: центральний прилад, блок живлення, вібратор, допоміжні пристрої. Центральний прилад автоматично записує глибини і керує ультразвуковими імпульсами. Запис профілю дна самописами здійснюється на паперовий стрічці методом пропалювання чи на електронне табло і в пам'ять приладу. Також можуть використовуватись стрілочні показники глибин.

Сучасні ехолоти мають компактні розміри, інтеграцію з персональним комп'ютером та GPS-навігатором по USB-порту. Типовим представником подібних приладів є ехолот «Fishfinder-250» фірми «Garmin».

Дана модель ехолота забезпечує вимірювання глибини, характеру ґрунту дна, температури води.

Принцип вимірювання глибини – акустичний.

Підготовчі роботи при використанні ехолотів включають: встановлення в робоче положення центрального приладу і ультразвукового випромінювача, підключення живлення, польове градування (перевірка вимірювання глибини). Всі операції виконують згідно інструкції (керівництва з експлуатації) до ехолоту. В процесі промірних робіт ехолот обслуговує один оператор, який вмикає прилад, робить записи вимірювань (або фіксацію даних вимірювань на GPS) та вимикає прилад при закінченні робіт в створі.

Координування вимірювань глибин на озерах з використанням ехолоту на сьогодні здійснюється з використанням GPS.

На нешироких річках і озерах проміри ведуть вздовж розміченого тросу, при проходженні судна по тросу оператор здійснює фіксацію даних вимірювань в моменти суміщення випромінювача з мітками на тросі. При цьому неохопленими можуть залишитися прибережні мілини з глибиною менш ніж 0,5 м (у випадках, коли неможливо підійти з приладом), ширину таких мілководь визначають рулеткою, а глибину – рейкою.

За допомогою ехолотів можна досліджувати ґрунти дна користуючись тим, що різні за механічним складом ґрунти неоднаково пропускають ультразвук. На екрані ехолота різні типи ґрунтів (тверді, м'які) показуються різним кольором, а їх потужність визначається по

відповідній мірній шкалі в правій частині екрану (див. рис. 1.5).

Під час навчальної практики відбувається зйомка глибин за позовжнім профілем озера. Для цього промірний човен обладнується електронним ехолотом з GPS-приймачем. Координати і траєкторія руху човна за маршрутом, глибина і потужності різних шарів донних відкладів виводяться на табло ехолота. В характерних точках по маршруту оператор ехолота робить фіксацію опорних точок на GPS-приймачі. Паралельно ведеться польовий журнал, в який записуються глибина і потужності шарів донних відкладів в характерних (опорних) точках, а також схема і абрис маршруту. Потім отримані дані використовуються для побудови позовжнього профілю маршруту.

Робота ехолота

Використання клавіатури

Клавіатура приладу включає в себе наступні кнопки:

Кнопки зі *стрілками* - використовуються для вибору опцій меню і введення даних. У режимі курсору керують переміщенням курсору. Крім того, дозволяють управляти настроюванням сторінки ехолота.

Кнопка *ENTER* - використовується для активізації виділеної опції меню. При введенні даних дозволяє почати введення і потім підтвердити обрані значення. Перебуваючи в режимі курсору, натисніть на кнопку *ENTER* для створення шляхової точки в місці розташування курсору (ця функція може використовуватися тільки в тому випадку, якщо до ехолота підключений NMEA-сумісний прилад GPS).

Кнопка *ADJ / MENU* - перебуваючи на екрані ехолота, натисніть і відпустіть цю кнопку для виклику меню налаштування. Щоб відкрити головне меню, натисніть і утримуйте кнопку в натиснутому положенні. На сторінках інших меню ця кнопка використовується для повернення на сторінку ехолота.

Кнопка *POWER / BACKLIGHT* - натисніть і утримуйте для включення і виключення пристрою. Коли прилад знаходиться у включеному стані, натисніть і відпустіть цю кнопку для виклику вікна налаштування підсвічування / контрастності.

Зупинка зображення на сторінці ехолота

Включивши паузу, Ви можете зупинити зображення на сторінці ехолота. У режимі паузи Ви можете більш уважно вивчити відбиті сигнали ехолота. В цьому режимі активізується курсор-стрілка, і в нижній частині екрана з'являється слово "Paused". Ви можете переміщати курсор по зупинилася зображенні ехолота і відзначати шляхові точки (якщо до ехолота підключений NMEA-сумісний навігаційний прилад або GPS-приймач Garmin. У верхній частині сторінки показано поле даних, що містить значення глибини курсору, температуру води в цьому розташуванні і координати GPS (при наявності цієї інформації). Стоп-кадр полегшує пошук таких об'єктів, як палі або камені, які можуть бути корисні при виборі місця для риболовлі. Поки дисплей знаходиться в режимі паузи, пристрій продовжує оновлювати свідчення глибини. Однак нові дані не будуть показані на екрані до тих пір, поки Ви не відключите режим паузи. Ви можете побачити розрив картинки ехолота в тому місці, де діяв режим паузи.

Для включення і відключення режиму паузи екрану ехолота:

1. Перебуваючи на сторінці ехолота, натисніть на кнопку *ADJ / MENU*.
2. За допомогою кнопок зі стрілками виділіть опцію "Pause" (пауза) і натисніть на кнопку *ENTER*. Зображення на екрані ехолота зупиниться. При цьому активізується курсор-стрілка, і у верхній частині екрану з'являється поле даних, що містять інформацію про курсорі.
3. Для виходу з режиму паузи натисніть на кнопку *ADJ / MENU*, виділіть опцію "Resume" (продовжити) і натисніть на кнопку *ENTER*.

Для позначки підводної точки маршруту:

1. Перебуваючи в режимі паузи, за допомогою кнопок зі стрілками вставте курсор з підводним об'єктом (уламками, палею), який Ви хочете відзначити. У верхній частині екрану з'явиться поле даних з глибиною курсору, температурою води в цьому розташуванні і координатами GPS.
2. Натисніть на кнопку *ENTER*. На екрані з'явиться вікно нової колійної точки з назвою за замовчуванням (3-значним номером) і координатами курсору.
3. Для зміни назви точкою маршруту виділіть поле назви і натисніть на кнопку *ENTER*. Внесіть необхідні зміни за допомогою кнопок зі стрілками і натисніть на кнопку *ENTER*.
4. Після введення нової назви виділіть поле "OK" і натисніть на кнопку *ENTER*. Пристрій передасть пропозиція NMEA WPL підключеному GPS-приймача або навігаційного приладу NMEA.

Позиція "Temp" (температура)

Позиція "Temp" управляє індикацією графіка температури води (якщо до ехолота підключений трансдюсер / датчик температури). Показання графіка читаються справа наліво, тобто, самі останні виміри температури розташовані в крайній правій частині графіка. Пунктирні лінії відзначають інтервали за шкалою температури і часу.

Є такі налаштування:

Позиція "Units" (одиниці вимірювання)

Позиція "Units" використовується для вибору одиниць виміру. Є такі налаштування:

- * Depth (глибина) - Вибір одиниць виміру глибини: "Feet" (фути), "Fathoms" (морські сажни) або "Meters" (метри).
- * Temperature (температура) - Вибір одиниць вимірювання температури: "Fahrenheit" (градуси Фаренгейта) або "Celsius" (градуси Цельсія).
- * Distance and Speed (відстань і швидкість) - Вибір одиниць зміни відстані і швидкості: "Nautical (nm / ft, kt)" (морські милі / фути, вузли), "Nautical (nm / m, kt)" (морські милі / метри, вузли), "Statute (mi, mh)" (милі, милі в годину) або "Metric (km, kh)" (кілометри, кілометри на годину).
- * Position Format (формат розташування) - Служить для зміни координатної системи, яка використовується в показаннях розташування. Формат за замовчуванням - широта і довгота в градусах, хвилинах і тисячних частках хвилини (hdddmm.mmm '). Також Ви можете вибрати наступні формати: широта / довгота в градусах (hddd.ddddd) і широта / довгота в градусах, хвилинах і секундах (hdddmm.ss.s ").
- Heading (напрямок руху) - Вибір напрямку півночі, використовуваного в розрахунку наступних типів інформації, яка може бути показана в додаткових полях даних: азимут, напрямок за компасом, поточний курс і бажаний курс. При виборі опції "True" дані будуть показані щодо напрямлення дійсної півночі. Якщо Ви виберіть опцію "Magnetic", то дані будуть показані щодо напрямлення магнітної півночі, яке розраховується на основі значення магнітної відміни, отриманого у вигляді пропозиції NMEA RMC.

Позиція "Sonar" (ехолот)

Позиція "Sonar" дозволяє ввести початкові налаштування і калібрування. Є такі налаштування:

- * Water Type (тип води) - Оскільки швидкість переміщення звукових хвиль в прісній і солоній воді різна, Ви повинні вибрати потрібний тип води для забезпечення точності показань приладу. Є опції "Salt" (морська вода) та "Fresh" (прісна вода).
- * Depth Number (показання глибини) - Управляє швидкістю поновлення цифрових показників глибини. Якщо Ви вибрали "Fast Sonar Update" оновлення даних відбувається швидше. Ця установка рекомендується для глибоководних областей (> 50 футів) з низьким рівнем шуму. Опція "Auto" підходить для мілководдя або областей з високим рівнем шуму. При цьому оновлення зображення на екрані відбувається повільніше, що зручно при плаванні в областях з мінливою глибиною. Якщо ехолот не може з яких-небудь причин вести стеження за дном, цифри у вікні глибини будуть мигати.

Вимірювання глибини води

Перед промірами глибин в гідростворі за допомогою ехолота виконуються підготовчі роботи (установка ехолота на промірні судні і його польове тарування). Забортної пристрій ехолота за допомогою закріплюючих пристосувань встановлюється за бортом судна в середній його частині на відстані не менше 10 см від обшивки. Робоча частина вібратора повинна бути паралельна поверхні води і поглиблена залежно від осадки судна на 20-80 см. Необхідно передбачити, щоб попереду забортного пристрою не було виступаючих частин корпусу судна, що створюють завихрення.

Ехолот зміцнюється на промірні судні в горизонтальному положенні і м'якими канатами кріпиться до корпусу судна. Місце установки ехолота має забезпечувати оператору зручність роботи. Прилад не повинен бути віддалений від забортного пристрою на відстань, що перевищує довжину сполучних кабелів. Штучне подовження кабелів не допускається.

Після з'єднання цих вузлів їх підключають до джерела живлення. Кабелі від випромінювача, приймального вібратора і від акумуляторної батареї підключаються до штепсельних муфт, які мають відповідні позначення. Правильність (полярність) підключення джерела живлення контролюється по вольтметру на пульті приладу.

Потім проводять польове тарування ехолота, сутність якого полягає в налагодженні оборотів електродвигуна на швидкість поширення ультразвуку у водному середовищі. Тарування ехолота визначає подальшу точність промірних робіт. Тарування має виконуватися перед початком промірних робіт на ділянці з найбільшими глибинами в даному гідростворі. Без виконання тарування ехолота приступати до виробництва промірів глибин забороняється. Перед тарування роблять регулювання числа обертів електродвигуна ехолота, яке доводять до номіналу з точністю $\pm 0,5\%$.

Тарування виконується по ґрунту на двох ділянках річки з глибинами, що відрізняються на 5 м. Якщо на ділянці гідроствору глибини менше 5 м, тарування проводиться по одній ділянці з найбільшою глибиною. Для тарування вибирають ділянку гідроствору з рівним дном, щільним ґрунтом (бажано з невеликими швидкостями течії).

Тарування проводиться шляхом порівняння глибин, виміряних ехолотом, з глибинами, вимірюваними наміткою чи вантажем на канаті.

ПРОМІРИ ГЛИБИН

Гідрометричний створ закріплюється на обох берегах знаками-стовпами. Стоп на одному з берегів приймається за постійну початок, від якого завжди вимірюються відстані до кожної промірних вертикалі.

Для проведення промірів в гідрометричному створі, поперек річки при ширині її не більше 300 м натягується розмічальний трос. Установка натульної лебідки (ворот) і закріплення троса проводиться за участю техніків гідрологічної станції.

Нульова позначка на тросі при його натягу повинна збігатися з постійним початком. Трос натягується по можливості туго, з найменшим провисання. Для переміщення човна вздовж створу і установки його на вертикалі паралельно з розмічальним тросом (під ним) натягується ізодвий трос.

У тих випадках, коли ширина річки значно змінюється при високих і низьких рівнях або коли при великій амплітуді коливання рівня трос в межах виявляється дуже високо підвішеним і користуватися ним стає незручно, для кріплення розміченого троса слід установлювати на гідростворі декілька додаткових стовпів-колів, відстань яких попередньо точно визначається щодо постійного початку.

При наявності гідрометричного містка розмітка відстаней робиться безпосередньо на його настилі, а при колісковій (човновій) переправі - на розмічальному тросі. Відстані на тросі, а також на містках і коліскових (човнових) переправах розмічаються інженером або техніком. Спостерігач зобов'язаний закріпити мітки, стежити за їх збереженням і правильністю розташування і при необхідності підновляти, щоб вони завжди були добре помітні.

Проміри глибин по натягнутому розмічальному тросу проводяться через рівні відстані з таким розрахунком, щоб по ширині річки було не менше 20 промірних вертикалей. Відстані між промірними вертикалями, які слід приймати в залежності від ширини річки, вказуються спостерігачеві працівником станції. Наявні на дні великі камені, валуни, топляки і інші нерівності видаляються зі смуги гідроствору, в 10 м вище і 10 м нижче гідроствору.

Вимірювання глибин проводиться штангою або гідрометричним вантажем на тросі з точністю відліку до 1 см.

Якщо найбільші глибини по створу не перевищують 3,0 м, для промірів зазвичай застосовується металева штанга, на яку після промірів кріпиться гідрометричний млинок. Роботи проміри глибин штангою або вантажем з укріпленням на них млинком забороняється.

У ряді випадків при глибинах 3-4 м для промірів застосовуються намітки, що представляє собою круглу дерев'яну жердину товщиною 4-6 см. Штанга і намітки для промірів глибин на річках з мулистим дном забезпечуються піддоном, щоб кінець штанги або намітки не заглибовався в дно.

Під час промірів глибин необхідно стежити, щоб штанга або позначка стояли вертикально. У разі набігу води на штангу відлік слід проводити точно по горизонтальній поверхні води, з огляду на підвищення і зниження рівня, які створюються навколо штанги. Істотне збільшення точності проміру при швидкій течії і великому набігу води на штангу дає застосування спеціального повзунка. Повзунок складається з втулки, вільно пересувається по штанзі, до однієї сторони прикріплена стрілка-показчик, а до протилежної - хвіст у вигляді двох хрестоподібно розташованих пластинок. Втулка забезпечена серезкою, до якої прив'язується тонкий шнур. На шнурі на певній відстані від повзунка робиться позначка (вузлик, кольорова ганчірочка і т. п.) для зручності відліку глибин по штанзі, коли спостерігач знаходиться високо над водою. При вимірюванні глибини штанга встановлюється на дно річки, а повзунок за допомогою шнура опускається на поверхню води, причому стрілка-показчик показує рівень поза зоною набігу води перед штангою; хвіст встановлює показчик повзунка проти течії. Потім по штанзі на рівні мітки робиться відлік, який дорівнює сумі глибини потоку і відстані від повзунка до мітки на шнурі. Глибина потоку виходить вирахуванням з відліку по штанзі постійної довжини шнура до мітки.

На мілководних гірських річках з бурхливою течією, коли поверхня води нерівна і точний відлік глибини по штанзі ускладнений, проміри глибин можна виробляти від перетягнутого через річку троса, від настилу (перил) моста або статі (перил) люльки. В цьому випадку робляться два відліки на рівні троса (настилу або перил): перший відлік, коли штанга опущена до дна, і другий відлік, коли штанга нижнім кінцем торкається поверхні води. Різниця між цими двома відліками дасть значення глибини.

Якщо найбільші глибини по створу перевищують 3 м, проміри виробляються гідрометричним вантажем на тросі за допомогою лебідки. Більшість лебідок забезпечено лічильником, за яким відраховується довжина витравленого троса. Перший відлік по лічильнику відзначається в момент, коли вантаж торкнеться нижньої своєю частиною поверхні води, другий - коли вантаж торкнеться дна. Глибина в цьому випадку знаходиться як різниця другого і першого відліків.

При лічильнику, що дозволяє скидати цифри на нуль, таке скидання проводиться при торканні води нижньою поверхнею вантажу. Тоді відлік по лічильнику при торканні вантажем дна дає безпосереднє значення вимірюваної глибини. Момент торкання вантажем дна добре відчувається рукою по ослабленню натягу троса. Для більшої впевненості в правильності відліку при торканні вантажем дна слід один-два рази трохи підняти і опустити вантаж до дна; відліки при цьому повинні бути однаковими або несуттєво (на кілька сантиметрів) відрізнятися один від іншого.

Використовуючи лебідку без лічильника (або в разі пошкодження лічильника), промірні трос її розмічається через 1 м. Для зручності трос слід розмітити так, щоб нульовий розподіл збігалось з нижньою поверхнею вантажу. У лебідки паралельно тросу, що йде з барабана на ролик, зміцнюється рейка довжиною 1 м, розмічена на сантиметри і своїм нулем звернена до барабана лебідки. В цьому випадку при торканні вантажем поверхні води помічається (або відраховується) метровою позначка на тросі і розподіл рейки проти цієї позначки. При торканні вантажем дна вдруге помічається мітка на тросі і розподіл рейки, проти якого вона виявилася. Різниця між цими двома відліками дає глибину.

При великих швидкостях течії (особливо на стрижневих вертикалях) вантаж на тросі, опускаючись на дно, відхиляється від вертикального положення, що веде до завищення виміряної глибини. Для вимірювання кута відхилення троса від вертикального положення застосовується кутомір з схилом.

Відхилення троса від вертикалі до 10° до уваги не береться. При відхиленні троса від вертикалі на 10° і більше гідрометричний створ обладнується пристроєм для відтягнення троса, завдяки якому трос приймає майже вертикальне положення.

При неможливості влаштування такого пристосування (наприклад, через велику ширину річки) в разі, якщо кут відхилення троса від вертикалі буде перевищувати 10° , його слід виміряти кутоміром і записати в відповідну графу книжки КГ-4, а в подальшому врахувати при обробці. Поправки на віднесенні троса вводяться по відповідній таблиці.

У разі роботи з моста або люльки, високо розташованих над поверхнею води, пристосування для тримання троса слід застосовувати при відхиленні троса від вертикалі на 5° і більше. Якщо зробити таке пристосування чомусь не вдається, слід вимірювати кути віднесення

троса кутоміром (з точністю відліку до градуса) і записувати їх у відповідну графу книжки витрати (поправки в виміряні глибини вводяться на гідрологічній станції).

Щоб уникнути введення поправок на віднесенні троса, слід підібрати таку масу стандартного гідрометричного вантажу, при якій кут віднесення буде незначний. При цьому необхідно враховувати глибину потоку, найбільшу швидкість течії на стрижневій вертикалі і діаметр застосовуваного троса. Для гідрометричних робіт на річках, враховуючи, що максимальна маса вантажу становить 100 кг, застосовувати трос діаметром більше 3 мм не рекомендується.

Застосування відтяжок при проміру глибин гірських річок з допомогою вантажу на тросі не усуває повністю помилок наприклад за рахунок викривлення підводної частини троса. У цьому випадку глибини за даними промірів будуть завищені, причому величина завищення залежить від маси вантажу і швидкості потоку. Так, при масі вантажу 50 кг і швидкості потоку 3,0 м/с завищення глибини складе близько 5%, а при швидкості 4,0 м/с — близько 7%. Тому на пристрій відтяжки слід йти лише в крайньому випадку, якщо в наявності немає вантажів належної маси, при яких введення поправок не потрібно.

При промірах штангою або вантажем на тросі (без відхилення троса від вертикалі) при відсутності крижаного покриття значення виміряних глибин записуються відразу у відповідну таблицю.

У першій і останній рядках, відповідних першій і останній промірні вертикалях на урізі води, в графі записується «урізу л/б» або «урізу п/б» (урізу лівого або правого берега), і в відповідну графу - глибина на урізі. При обривистих берегах ця глибина може бути не дорівнює нулю.

Інші графи заповнюються тільки в тих випадках, коли глибина вимірюється при нестійкому руслі в два ходи - «туди» і «назад».

При промірах вантажем на тросі в разі відхилення його на великих швидкостях течії від вертикального положення значення виміряної глибини записуються у відповідну графу

Значення кута віднесення троса записується в відповідну графу. При промірах в два ходи значення кутів віднесення троса записуються в графу дробом (чисельник - при вимірюванні «туди», а знаменник - по ходу «назад»).

ВИМІРЮВАННЯ РІВНІВ ВОДИ

Водомірний пристрій пального типу найбільш зручний для рівнинних річок зі значною амплітудою коливань рівнів води. Водомірні палі встановлюють в одному створі, перпендикулярному течії річки. Загальна кількість паль залежить від амплітуди коливань рівня води і кута нахилу берегового укосу.

Голівка верхньої палі повинна бути розташована на 0,25-0,5 м вище найвищого спостереженого (розрахованого) рівня води в річці, а голівка нижньої палі - на 0,25-0,5 м нижче найнижчого рівня. Різниця відміток голівок сусідніх паль повинна становити 0,4-0,8 м, а перевищення голівки палі над поверхнею землі не більше 0,10-0,15 м. Горизонтальна відстань між палями встановлюється з урахуванням особливостей берегового укосу і зручності підходу до паль для виробництва спостережень. Загальна кількість паль, необхідних для влаштування поста, і їх розміщення попередньо визначає фахівець станції по поперечному профілю берега, а потім дані проекту переносять на місцевість.

В даний час пальові пости обладнають стандартними металевими гвинтовими палями довжиною 220 см і діаметром 8 см. Нижня частина палі (35 см) має гвинтову нарізку, а верхня (15 см) являє собою голівку діаметром 10 см. На голівці палі з двох протилежних сторін зроблені плоскі зрізи, що служать опорою для ключа, за допомогою якого паля загвинчується в ґрунт. Головка палі забарвлюється білою масляною фарбою, і на ній чорною фарбою з двох сторін надписується номер палі. Палі поста нумеруються по порядку зверху вниз від найближчої до реперу палі, яка отримує перший номер.

Тимчасові палі при відсутності металевих можна виготовити з дерева міцних, стійких до гниття, порід. Для паль беруть відрізки колод діаметром 20-25 см. Довжина признається залежно від характеру ґрунту і глибини його промерзання, але не менше 1,5 м. Нижній кінець дерев'яної палі затісуються на три або чотири грані.

При забиванні паль в щільні ґрунти на загострений кінець надягають сталевий башмак. Вся паля обстругується і для запобігання від гниття обсмолюється або злегка обвуглюється. Щоб уникнути розколювання і размочалювання при забиванні її в ґрунт, на верхній кінець палі надягають сталеве кільце-бугель.

У торець дерев'яної палі забивають залізний костиль або великий цвях із круглою голівкою.

Тимчасові палі можуть бути також металевими з відрізків труб або балок. Голівки паль повинні бути строго горизонтальні. Основна вимога до установки паль - незмінність їх висотного положення. Рекомендації про глибину забивання паль даються фахівцями гідрологічної станції.

Для виробництва спостережень за висотою рівня на водомірному пристрої пального типу застосовуються переносна металева ГР-104 або дерев'яна рейка, а також рейки із заспокоювачем ГР-23. Рейка в момент спостережень ставиться вертикально на голівку металевої палі або капелюшок милиці, забитого в дерев'яну палю.

Спостерігач вимірює і записує в книжку КГ-1 висоту рівня: на рейковому посту - над нулем над вершиною голівки палі. Додавши до відліків відповідну приводку (перевищення позначки голівки палі або нуля рейки над нулем графіка поста), отримує рівень над нулем графіка даного водомірного пристрою і записує у відповідну графу.

Відлік значень рівня на рейковому посту і по переносній рейці на пальовому посту повинні проводитися так, щоб очі спостерігача перебували якомога ближче до поверхні води, так як інакше будуть виходити неправильні відліки.

При точності відліку рівня в 1 см записується найближчим з поділок, біля якого знаходиться поверхню води. Якщо рівень знаходиться посередині між розподілами рейки, записується парне з них (наприклад: 10,5 записується 10 см, а 13,5 записується 14 см).

В час хвилювання, якщо висота хвилі на око не перевищує 15 см, спостерігач стежить за коливаннями рівня і зауважує вище і нижче ділення, яких досягає вода на рейці. У польову книжку записується середнє з цих двох відліків (наприклад, $(12+28)/2=20$ см).

При висоті хвилі, що перевищує 15 см, спостерігач зобов'язаний зробити і записати 10 відліків висоти рівня при проходженні гребенів і улоговин п'яти хвиль. У водомірній книжці відліки рівня по рейці (палі) записуються в графу 4 книжки КГ-1 у вигляді дробу (у чисельнику - висоти гребенів, а в знаменнику - балок); тут же для кожної пари відліків виводиться середнє значення. По середнім значенням для п'яти хвиль обчислюється висота рівня води над нулем графіка.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОЗОРОСТІ ВОДИ ЗА СТАНДАРТНИМ ШРИФТОМ

Прозорість води визначається в нефільтрованій, тільки що розкупореній пробі. Перш ніж відміряти воду для визначення, пляшку слід збовтати і негайно ж відібрати чистою і сухою мензуркою необхідний об'єм води. У разі, якщо вода взмучена гідроокисом заліза, що випав при відстоюванні, або вода взагалі містить велику кількість зависей, її слід брати після відстоювання впродовж 1 хвилини, відмітивши це в примітці.

Потім воду переливають в циліндр з плоским дном і краном об'ємом близько 100 см³. Циліндр встановлюється для роботи в штативі. Підклавши на відстані 4 см від дна циліндра стандартний шрифт, зливають через кран воду до тих пір, поки не з'явиться можливість читання тексту через шар води, що знаходиться в циліндрі. Це визначення повторюють ще раз, підливаючи воду в циліндр до тих пір, поки читання шрифту буде ледве можливим. В якості результату визначення беруть середнє арифметичне з двох вимірів висоти шару води в циліндрі при першому і другому визначеннях. Прозорість проби виражається в сантиметрах.

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОЗОРОСТІ ВОДИ ЗА БІЛИМ ДИСКОМ (СЕККІ)

Прозорість води залежить від кількості зважених в ній мінеральних і органічних речовин, розчинених гумусових речовин, від присутності у воді мікроскопічних організмів (планктону) і знаходиться у великій зв'язку з кольором води. У переважній кількості озер величина прозорості води вельми неоднорідна і часто розподіляється концентрично, зі збільшенням від берегової зони до центральної глибокої області озера.

Спостереження над прозорістю води виробляються регулярно на рейдових вертикалях і гідрологічних розрізах. При необхідності встановлення (на великих озерах) більш точних меж горизонтального розподілу різних ступенів прозорості слід проводити додаткові вимірювання прозорості у відповідних для цього районах озера. Взимку вимір прозорості виробляють в лунках; розміри лунок повинні бути однаковими (приблизно 50 x 50 см); майданчик навколо лунки повинен бути очищений від снігу на відстані близько 1 м від країв лунки. При вимірюванні лунку слід затінювати від прямого сонячного світла візком або щитом.

Для вимірювання прозорості води користуються білим диском (ДБ) спеціальної конструкції. Цей диск на ліні з марками повільно опускають у воду з тіньової сторони шлюпки або судна (катера), щоб відблиск від поверхні води не сліпив очі; сам диск у воді може бути освітлений сонцем з під шлюпки. При опусканні стежать за диском, і коли він стає невидимим, то відзначають глибину по маркам лана. Після цього, опустивши трохи диск і почекавши 1-2 хв., починають повільно піднімати диск догори і записують глибину по лані, коли диск знову стає видимим. Середня з цих двох вимірів і приймається за величину прозорості води в метрах. Для отримання остаточної величини прозорості бажано повторювати ці вимірювання два-три рази на кожній вертикалі, а величину прозорості обчислювати як середнє з всіх проведених вимірювань в даний термін. Обов'язково слід вказувати в книжці спостережень «дно», якщо при спостереженні прозорості в мілководній водоймі диск доходить до дна, продовжуючи залишатися видимим. Спостереження за диском в воді значно полегшуються, особливо в умовах хвилювання, якщо користуватися для цього особливої трубою слабо конічної форми.

У книжці для запису вимірювань треба відзначати, крім глибини зникнення і появи кола, стан неба, ступінь хвилювання, наявність сонячного саява, з якого борту проводилися вимірювання (навітряного або підвітряного).

Білий диск (ДБ) являє собою цинкове або латунне коло діаметром 30 см, з отвором в центрі, в яке вставляється металева (латунна, мідна) трубка довжиною 15 см; на нижній кінець її надівається металевий вантаж, відокремлений від диска гумовою прокладкою. Крізь трубку пропускається розмічений на метри прядив'яний лан, який закріплюється знизу під вантажем болтиком. Якщо коло підвішується до тросу гідрологічної лебідки за допомогою карабіна, то для цього в направляючу трубку вставляється джгут з м'якої мідного дроту з петлею на верхньому кінці і з кляпом на нижньому. Коло забарвлюється цинковими білилами (матовими) три рази, щоб отримати найбільш чистий колір.

Труба для спостереження за диском у воді може бути зроблена з листового заліза у формі рупора довжиною до 70 см, при діаметрі нижнього отвору 15-20 см, який занурюється у воду, і верхнього - не менше 12 см, щоб одночасно можна було дивитися обома очима; внутрішню поверхню труби слід зачорнити. Спостереження над зануренням білого диска потрібно робити при однаковій відстані очей від поверхні води.

ВИМІРЮВАННЯ КООРДИНАТ ЗА ДОПОМОГОЮ GPS72

Щоб навігатор «GPS 72» можна було використовувати для навігації, він повинен визначити своє точне положення в просторі: ця операція називається *ініціалізація*. Ініціалізацію потрібно провести всього один раз, відразу після придбання навігатора, або в разі його тривалого зберігання в вимкненому стані.

У пам'яті навігатора є таблиця з параметрами орбіт всіх супутників системи GPS. Кожен супутник GPS безперервно передає свої ідентифікаційні сигнали. Коли навігатор включається і працює з супутниками, таблиця параметрів орбіт поповнюється. Завдяки цьому навігатор «знає», з якими супутниками в кожен конкретний момент часу можна працювати. Якщо навігатор не використовувався протягом декількох місяців або був переміщений на кілька сот кілометрів у вимкненому стані, таблиця з параметрами орбіт супутників буде не відповідати дійсності і навігатор не зможе прийняти сигнали від очікуваних супутників. Якщо навігатор не зможе визначити свої координати, на екрані з'явиться список налаштувань.

Щоб форматувати приймач сигналів супутників:

1. Встановити свіжі батареї, винести навігатор на вулицю з повним круговим вільним оглядом небосхилу.
2. Включити навігатор і утримувати його перед собою, верхню частину направивши до неба. На екрані з'являться команди, які слід виконати. Натиснути кнопку **PAGE**: з'явиться інформаційна сторінка GPS.
3. Ініціалізація приймача сигналів супутників GPS виконується автоматично. Навігатору «GPS 72» потрібно не більше 5 хвилин для збору даних від необхідної кількості супутників. Коли навігатор буде готовий до роботи, на екрані в рядку стану приймача з'явиться значок 2D або 3D команди ініціалізації

Якщо навігатор не зміг відразу визначити свої координати, на екрані з'явиться вікно зі списком команд ініціалізації. Залежно від ситуації, слід вибрати команду, яка допоможе приймачу навігатора встановити зв'язок із супутниками. Для цього потрібно виділити рядок з командою і натиснути кнопку **ENTER**.

New Location: якщо прилад був переміщений в вимкненому стані на значну відстань і не може відразу визначити свої координати, слід вибрати рядок «New Location».

Після вибору рядка «New Location» на екрані з'явиться нова сторінка управління, на якій є все два рядки - «Automatic» і «Use Map». Якщо вибрати рядок «Automatic», навігатор переключиться в режим автоматичного визначення своїх координат і почне пошук супутників. Якщо вибрати рядок «Use Map», можна буде використовувати стрілку-показник на сторінці Карти для вказівки свого приблизного положення, що значно полегшить навігатору завдання пошуку супутників, відповідних часу і місця. Визначення координат в режимі «Automatic» може зажадати трохи більше часу.

Якщо навігатор «GPS 72» зберігався тривалий час без батарейок, час і дата внутрішнього годинника навігатора можуть бути неточні. Щоб ввести правильну дату, слід виділити рядок «Stored w/o Batteries» і перевірити правильність відображається дати. Якщо дата невірна, слід вибрати рядок «Stored w/o Batteries» для пошуку супутників.

Continue Acquiring: Цей рядок слід виділити, якщо навігатор знаходиться в місцевості, де прийом сигналів супутників особливо ускладнений.

Інформаційна сторінка

На Інформаційній сторінці можна бачити дані про швидкість руху, перевищення (над рівнем моря), точності обчислення координат, стані приймача GPS, про положення супутників і силі їх сигналу, дату, час і поточних координатах навігатора GPS.

Швидкість, перевищення і точність обчислення координат

Коли приймач GPS навігатора прийме сигнали мінімум від трьох супутників, стане можливо визначення швидкості руху і точності обчислення координат. Щоб навігатор зміг визначити своє перевищення над рівнем моря, повинні бути прийняті сигнали мінімум від чотирьох супутників GPS.

Стан приймача GPS

Ось позначення станів, які можуть бути видні у вікні стану приймача GPS:

Autolocate: йде процес послідовного пошуку супутників GPS.

Acquiring Satellites: в цьому режимі навігатор завжди починає свою роботу при кожному включенні до отримання сигналів не менше ніж від трьох супутників GPS.

2D GPS Location: навігатор приймає сигнали тільки від трьох навігаційних супутників. В цьому випадку навігатор здатний відображати свої координати на площині, проте не може визначити своє перевищення над рівнем моря.

3D GPS Location: навігатор приймає сигнали щонайменше, ніж від чотирьох навігаційних супутників, що дозволяє йому визначити не тільки свої координати на площині, а й висоту над рівнем моря.

2D Differential Location: навігатор приймає поправочні сигнали типу DGPS або WAAS до сигналів від трьох навігаційних супутників.

3D Differential Location: навігатор приймає поправочні сигнали типу DGPS або WAAS до сигналів мінімум від чотирьох навігаційних супутників.

Lost Satellite Reception: навігатор втратив зв'язок із супутниками GPS.

Simulating GPS: навігатор «GPS 72» працює в режимі тренування і приймає супутникових сигналів вимкнений. Важливо пам'ятати, що в режимі тренування «GPS72» не можна використовувати для справжньої орієнтації на місцевості.

Дата, час і координати

Навігатор отримує відомості про поточну дату і час від навігаційних супутників, які використовують високоточні атомні годинники. Оскільки годинник навігатора налаштовується від годин супутників, час в навігаторі також дуже точно.

Коли навігатор визначає плоскі 2D або просторові 3D координати, його поточні координати будуть відображатися у відповідній системі координат.

Існують три методи створення Точок в навігаторі «GPS 72».

Створення Точки за допомогою кнопки **ENTER / MARK**: перебуваючи в пункті, координати якого повинні бути збережені, натиснути і утримувати кнопку **ENTER / MARK** до появи на екрані сторінки «Mark Waypoint», звідки можна буде редагувати ім'я Точки, змінити її символ, висоту над рівнем моря і глибину. Для збереження Точки в пам'яті навігатора слід виділити кнопку **«OK»** і натиснути **ENTER**.

Створення Точки по Сторінці карти: за допомогою поворотної кнопки перевести стрілку-показчик на місце на екранній Карті, в якому повинна бути створена Точка, і натиснути **ENTER**. Якщо стрілка-показчик не збіглася з об'єктом карти або з дорогою, на екрані з'явиться сторінка Нової Точки. У цей момент можна редагувати ім'я Точки, змінити її символ, висоту над рівнем моря і глибину. Для збереження Точки в пам'яті навігатора слід виділити кнопку **«OK»** і натиснути **ENTER**.

Створення Точки вручну, використовуючи створені координати: перебуваючи в пункті координати якого повинні бути збережені, слід натиснути і утримувати кнопку **ENTER / MARK** до появи на екрані сторінки Створення Точки. Навігатор запише в пам'ять поточні координати. Виділити поле координат Точки «Location» і натиснути кнопку **ENTER**. За допомогою поворотної кнопки ввести нові координати. Для підтвердження змін натиснути **ENTER**. У цей момент можна редагувати ім'я Точки, змінити її символ, висоту над рівнем моря і глибину. Для збереження Точки в пам'яті навігатора, слід виділити кнопку **«OK»** і натиснути **ENTER**.

Видалення Точок

Щоб видалити окрему Точку, її слід виділити в списку Точок і натиснути кнопку **MENU**. Потім вибрати рядок «Delete Waypoint» і натиснути кнопку **ENTER**. Потім вибрати екранну кнопку **«Yes»** і натиснути кнопку **ENTER**. Точка буде видалена.

Щоб видалити групу Точок з однаковими символами, слід виділити одну з Точок з символом, який потрібно видалити і натиснути кнопку **MENU**. Потім вибрати рядок «Delete By Symbol» і натиснути кнопку **ENTER**. Потім вибрати екранну кнопку **«Yes»** і натиснути кнопку **ENTER**. Група Точок буде видалена.

Щоб видалити всі Точки, слід виділити будь-яку Крапку і натиснути кнопку **MENU**. Потім вибрати рядок «Delete All» і натиснути кнопку **ENTER**. Потім вибрати екранну кнопку **«Yes»** і натиснути кнопку **ENTER**. Все Точки будуть видалені.

ВИМІРЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ ВОДИ

Температура води визначається по термометру, який опускається на глибину взяття проби води, але ні в якому разі не в узятій пробі. При визначенні температури поверхневого шару води в річці або озері слід користуватися поверхневим термометром (в захисній металевій, так званій джерельній оправі) з поділками через 0,2 °C. Для визначення температури води термометр опускають на шнурі так, щоб резервуар зі ртуттю знаходився на глибині 0,2 м. Витримавши 10 хв, термометр виймають і роблять відлік з точністю до 0,1 °C.

Для визначення температури води на глибинах користуватися поверхневими термометрами не можна; в цих випадках слід застосовувати глибоководні термометри. Найбільш зручними для цієї мети є перекидні максимумні термометри. Такі термометри складаються з металеву оправу, яка є в батометрі. Батометр опускається на тросі з таким розрахунком, щоб резервуар зі ртуттю при зведеному стані батометра знаходився на необхідній глибині. Зачекавши 10 хв, опускають посилюючий вантаж для закриття батометра. Відлік температури проводиться негайно після вилучення батометра: спочатку починається відлік по додатковому термометру (з точністю до 0,1 °C), а потім за основним (з точністю до 0,01 °C). Для отримання істинних значень температури, виміряних за допомогою глибоководного термометра, необхідно в його показання ввести такі поправки: 1) поправку «на шкалу», за основним і додатковим термометрами, згідно з поправками, які наводяться в «Свідостві про повірку» (додається до термометру); 2) редуційну поправку (К) з метою врахування зміни довжини стовпа ртуті за рахунок різниці температур в момент відриву (в воді) і в момент відліку (в повітрі).

НІВЕЛЮВАННЯ ПОСТОВИХ РІВНЕМІРНИХ ПРИСТРОЇВ. НІВЕЛЮВАННЯ IV КЛАСУ

Роботи щодо нівелювання IV класу починаються з ознайомленням з тією місцевістю, по якій повинен бути прокладений нівелірний хід. Намічають найбільш зручне і вигідне направлення лінії нівелювання, по можливості минаючи узгір'я, скелі, круті підйоми, місця з рихлим ґрунтом, болота, чагарники і інші незручні місця, а також посіви.

Для виконання нівелювання IV класу з сучасних нівелірів можна застосовувати нівеліри НВ-1, Н-3, НГ і нівеліри з компенсатором. Рейки застосовуються триметрові шашкові.

Перед початком польових робіт нівеліри досліджують і перевіряють. Для нівелірів НВ-1, Н-3, НГ виконують:

- а) визначення коефіцієнта далекоміра;
- б) перевірку настановних рівнів;
- в) перевірку плавності обертання верхньої частини інструменту;
- г) перевірку установки сітки ниток;
- д) перевірку установки циліндричного рівня.

Для нівелірів з компенсатором виконують:

- а) визначення коефіцієнта далекоміра;
- б) перевірку установочного рівня;
- в) визначення та усунення помилки в установці лінії візування;
- г) усунення помилки - докомпенсації.

Рейки досліджують за допомогою контрольної рейки. Визначають:

- а) помилки дециметрових ділень;
- б) середню довжину метра комплексу рейок;
- в) різниця висот нулів рейок.

Визначають різницю нулів («п'яток») рейок, перевіряють установочні рівні на рейках. У період польових робіт у нівелірів щодня перевіряють установочні рівні і не рідше одного разу на 15 діб установку циліндричного рівня (у нівелірів НВ-1, Н-3) і визначають і усувають помилки в установці лінії візування у нівелірів з компенсатором. Дослідження і повірки нівелірів і рейок записують в журналі нівелювання.

Нівелювання IV класу виконують, як правило, в одному напрямку між двома вихідними реперами або, у виняткових випадках, замкнутим ходом від одного репера. Нівелювання IV класу проводиться з середини. Нормальна довжина променя візування 100 м. Якщо нівелювання виконують інструментом, у якого труба має збільшення не менше 30 X то при відсутності коливань зображень дозволяється збільшувати довжину променя до 150 м. Відстань від нівеліра до рейок можна виміряти кроками. Нерівність відстаней від нівеліра до рейок на станції допускають до 5 м, а накопичення їх по ходу - до 10 м. Висота променя над підстильною поверхнею повинна бути не менше 0,2 м.

Під час спостережень нівелір захищають від сонячних променів за допомогою парасольки.

Рейки встановлюють прямою чи по рівню на милиці, черевикі або дерев'яні кілки (довжиною не менше 30 см, товщиною 5 см). На ділянках з пухким і заболоченим ґрунтом кілки роблять довшими.

На заболочених ділянках рекомендується застосовувати нівеліри з компенсатором.

При перервах нівелювання закінчують на трьох милицях (кілках), забитих у дно ям глибиною 0,3 м. Нівелювання на обох станціях виконують за звичайною програмою, після чого милиці покривають травою і засипають землею. Після перерви виконують нівелювання на останній станції, а при необхідності - і на передостанній. З порівняння результатів нівелювання до і після перерви встановлюють, який милицю зберіг своє початкове положення, і від нього продовжують нівелювання далі. Милиці вважаються такими, що зберегли своє початкове положення, якщо отримані до і після перерви значення перевищення на станції коливаються не більше ніж на 5 мм. У обробку приймають спостереження, виконані до і після перерви. При великих розбіжностях нівелювання по секції виконують заново від постійного знака.

Спостереження на станції виконуються в такій послідовності:

- а) встановлюють нівелір в робоче положення за допомогою установочного або циліндричного рівня;
- б) наводять трубу на чорну сторону задньої рейки (у нівелірів з циліндричним рівнем наводять пляшечку рівня на середину) і роблять відліки по верхній і середній нитках;
- в) наводять на чорну сторону передньої рейки і роблять відліки по верхній і середній нитках;
- г) повертають передню рейку червоною стороною і роблять відлік по середній нитці;
- д) наводять трубу на червону бік задньої рейки і роблять відліки по середній нитці.

Результати спостережень на станції записують в журнал встановленої форми.

Розбіжності значень перевищень на станції, визначених по чорним і червоним сторонам рейок, допускають до 5 мм з урахуванням різниці висот нулів пари рейок. При більшій розбіжності спостереження на станції повторюють, попередньо змінивши становище нівеліра по висоті на 3-5 см. Якщо нерівність відстаней від нівеліра до рейок більше 5 м або накопичення нерівностей відстаней від нівеліра до рейки більше 10 м, то спостереження на станції повторюють, попередньо змінивши плечі від нівеліра до рейок. У цих випадках всі записи спостережень закреслюються, на полях журналу пишуть, чому станція перероблена і нижче записують повторні спостереження.

Журнал заповнюється простим олівцем, чорнилом, кульковою ручкою. Олівці по твердості підбираються в залежності від стану атмосфери. Занадто твердий олівець буде дряпати і різати папір, а м'який розмазуються. Записи в журналі повинні бути зроблені чітко і ясно. Прати і підчищати відліки не можна. Якщо невірні записаний відлік, він закреслюється і рядком нижче записується правильний або закреслюється і переробляється вся станція. Помилкові записи в обчисленнях акуратно закреслюють і зверху записують правильні.

Далі чорнилом заповнюють графу «Середнє перевищення» і на кожній сторінці теж чорнилом роблять посторінковий контроль: підраховують довжину ходу, суми відліків по середній нитці по чорній і червоній сторонах кожної рейки, потім обчислюють різницю.

Після того як зроблений посторінковий контроль, аналогічно йому виконується контроль за ходом, тільки для всього ходу обчислюється довжина, суми відліків по задній і передній рейках, подвійне перевищення, перевищення і середнє перевищення по ходу.

У виміряне середнє перевищення вводиться поправка за середню довжину метра рейок, в результаті чого виходить виправлене перевищення.

Потім по лінії між вихідними пунктами або по замкнутому ходу від одного пункту підраховують нев'язки, яка не повинна перевищувати ± 20 мм. Якщо допустима нев'язка, складається відомість перевищень і висот пунктів нівелювання IV класу.

Нев'язка розкидається в перевищення пронівельованих пунктів у вигляді поправок зі знаком, зворотним нев'язці, а за величиною прямо пропорційні числу кілометрів на секції. За виправленими перевищеннями від вихідних пунктів обчислюють висоти пронівельованих пунктів.

Нівелювання IV класу через водну перешкоду шириною 200-400 м дозволяється виконувати по урізу води. На річці вибирають прямолінійний ділянку зі спокійним плином. Поблизу урізу води на обох берегах викопують відповідні канали з ковшами. За сигналом в ковшах забивають по одному колу, щоб зрізи колів виявилися одночасно на рівні води. Роботу виконують в тиху погоду. Кілки в каналах негайно ж пов'язують нівелюванням по ходу з реперами на берегах. Перевищення між реперами на берегах дорівнюють сумі перевищень по ходу.

Нівелювання через перешкоди значної ширини (понад 400 м) по лініях III і IV класу виконується методами та інструментами, передбаченими для нівелювання II класу, використовуючи способи, наведені в «Інструкції з нівелювання I, II, III і IV класу». Як правило, воно виконується спеціалізованими організаціями.

У виняткових випадках нівелювання через значні водні перешкоди виробляють взимку по льоду з виконанням наступних умов:

- а) нівелювання виконують по найбільш короткому шляху;
- б) на обох берегах річки завчасно закладають за два постійних репера;
- в) перед початком нівелювання по льоду трасу очищають від снігу;
- г) відстані від нівеліра до рейок повинні бути ті ж, що і при звичайному нівелювання; в місцях для постановки рейок пробивають в льоду отвори, в які вморожували дерев'яні кілки довжиною 20-30 см і діаметром 8-10 см з вбитими в їх торці цвяхами зі сферичною головкою; в місцях постановки нівеліра для кожної ніжки штатива вморожували кілки довжиною 10-15 см і товщиною 8-10 см;
- д) порядок спостережень і допуски на стаціях, як при звичайному нівелюванні.

Нівелювання по льоду виконують двічі в прямому і двічі в зворотному напрямках. Розбіжності між середніми значеннями перевищення з двох прямих і двох зворотних ходів допускається не більше ± 20 мм.

Нівелювання по льоду виробляють в якомога коротший термін в періоди найменших добових коливань льоду.

У всіх випадках при нівелювання через водні перешкоди значної ширини вибирають найбільш вузькі місця з одноманітними в топографічному відношенні берегами, з наявністю островів і млин, на яких можлива установка інструмента. Висота променя візування над водою повинна бути не менше 3 м.

ВИМІРЮВАННЯ ШВИДКОСТІ ТЕЧІЇ ГІДРОМЕТРИЧНИМ МЛИНКОМ

Для вимірювання швидкості течії води на гідрологічній мережі застосовуються такі типи стандартних гідрометричних млиноків: ГР-21М, ГР-55, ГР-99.

Число обертів лопатевого гвинта враховується за сигналами, які отримуються в результаті електричного контакту після певного для кожного типу вертушки числа обертів лопатевого гвинта. У млиноків ГР-21М, ГР-55 сигнал дається через 20 обертів, у млинка ГР-99 — при кожному обороті лопатевого гвинта. Млинок ГР-55 забезпечений двома лопатевими гвинтами: гвинт № 1 застосовується при швидкостях течії від 0,05 до 2,5 м/с, гвинт № 2 — від 2,5 до 5,0 м/с.

Вимірювання швидкості течії млинком на штанзі може проводитися в двох варіантах.

1) Штанга впирається нижнім кінцем в дно, а млинок встановлюється на ній так, щоб вісь її перебувала на необхідній глибині. Млинок при цьому повинен бути нерухомо закріплений на штанзі затискними гвинтами. Млинок слід завжди встановлювати перпендикулярно напрямку гідростратора. При опусканні на глибину спостерігач зазвичай не бачить, як розташований млинок в потоці. Для контролю

правильності положення млинка на верхню частину штанги надівається покажчик і закріплюється так, щоб напрямок його збігався з напрямком корпусу млинка (поєднується з напрямком осі лопатевого гвинта). Така схема кріплення млинка є найбільш раціональною. У цьому випадку будь-який з наступних типів млинка ГР-21М, ГР-55, ГР-99, встановлений перпендикулярно до гідроствору, фіксує швидкість потоку з достатньою точністю при косоструйності потоку близько 40° помилка у вимірі швидкості складе не більше 5% (в бік завищення). Млинок ГР-21 в цих умовах дає помилку до 15%.

При роботі з млинком, закріпленням на штанзі, прикріплення хвоста не обов'язково. Хвіст надівається тільки в разі роботи при великих швидкостях (понад 2,0 м/с), коли млинок важко утримувати проти течії. Необхідно стежити, щоб штанга була нахилена вниз за течією, стояла на швидкісній вертикалі строго вертикально. Для цього при опусканні в воду нижній кінець штанги заноситься трохи вгору за течією.

При вільному руслі працювати млинком, що не закріпленням на штанзі, не рекомендується. У зимовий період при роботі з льоду допускається вимірювати млинком, вільно переміщуваним по штанзі.

2) Штанга не впирається в дно, а підвішується так, щоб її нижній кінець знаходився на необхідній глибині; млинок закріплюється на нижньому кінці штанги і піднімається або опускається разом з нею. Такий спосіб усуває необхідність перестановки млинка по штанзі при переході з однієї точки на іншу.

Для полегшення роботи з штанги слід застосовувати штанготримач, а на колісках - пристосування у вигляді невеликої в'юшки (лебідки).

При швидкій течії обов'язкове застосування відтяжок для кріплення штанги. Один кінець відтягнення закріплюється у нижнього кінця штанги за допомогою затискного кільця, інший кінець пропускається через блок, що пересувається по відтяжним тросу, і направляється в люльку або на місток.

При великій висоті підвісу містка (люльки) над водою застосовується нарощені штанги довжиною 4,5-6,0 м; при наявності відтягнення застосування нарощених штанги можливо при швидкості течії до 4 м/с.

При роботі млином троса повинен застосовуватися спеціальний трос з токопровідною жилою діаметром 2,8 мм.

Для зменшення кута віднесення троса плином води до нього підвішується гідрометричний вантаж обтічної форми, що забезпечує, у порівнянні з іншими конструкціями, значно менший кут віднесення при великих швидкостях течії і характеризується більшою стійкістю в потоці. Млинок встановлюється на носовому штирі гідрометричного вантажу або на кронштейні.

Млинок, підвішений на тросі, приймає напрямок течії. В цьому випадку показання млинка при наявності косоструйності будуть дещо завищені, тому що млинок буде вимірювати швидкість, а не її проекцію на нормаль до створу. При вимірі значних швидкостей, особливо в потоках з косоструйністю течії більше 15° , кріплення млинка на верлюзі неприпустимо, так як покази млинка будуть значно завищені.

З досвіду роботи встановлено, що незначна (до 10°) косина струменів викликає невелику помилку (близько 1,5%), тому вона не враховується. При косині струменів більше 10° крім величини швидкості необхідно вимірювати і напрямок течії.

Перед кожним вимірюванням витрати води трос необхідно уважно оглянути, щоб на ньому не було вузлів, «перекруток», які можуть викликати обрив. У разі виявлення будь-яких порушень поверхні троса або іржі трос слід відправити на станцію для випробувань на розрив. Після роботи трос обтирається сухою ганчіркою, обсушується і потім протирається олійною ганчіркою.

При великих швидкостях течії для усунення віднесення троса від вертикалі рекомендується застосовувати відтягнення, а при неможливості використовувати відтягнення через велику ширину річки вимірюють кут віднесення троса.

При роботі млинком на тросі з судна потрібно стежити за тим, щоб млинок і вантаж знаходилися поза зоною збурень, що викликаються обтіканням судна потоком. Кордон зазначеної зони легко визначається на око. При можливості слід опускати млинок з носової частини судна, де ця зона має найменшу ширину.

Вертикалі, на яких вимірюються швидкості течії, їх кількість і місце розташування по ширині річки призначаються інженером або техніком станції. Всі швидкісні вертикалі поєднуються з промірних і закріплюються (на розмічальному тросі, настилі моста, на льоду) особливими мітками, відмінними від міток на промірних вертикалях. Мітки робляться для більш точної установки млинка на вертикалі.

У всіх інших більш складних умовах, коли на вертикалях слід встановлюватися по берегових створних віх або по інструментальним засічкам з берега, вимірювання витрати води проводиться інженером або техніком станції за участю спостерігача.

Крім постійних швидкісних вертикалей іноді виникає необхідність призначати додаткові вертикалі для вимірювання швидкостей течії води поблизу берегів, якщо постійні вертикалі при даному рівні виявляються розташованими далеко від урізу води. Ці вертикалі призначаються спостерігачем.

Якщо найближча до берега постійна швидкісна вертикаль виявиться від урізу води далі половини відстані між найближчими сусідніми швидкісними вертикалями, призначається додаткова прибережна швидкісна вертикаль. При плавному зменшенні глибин до берега прибережна вертикаль призначається посередині між урізом води і найближчою постійною швидкісною вертикаллю. При стрімкому березі, а також у набережних зі стрімкої стінкою і мостових опор додаткові вертикалі біля берегів і в мостових прольотах призначаються поблизу урізу, але не ближче ніж в 0,3 м від нього і обов'язково поза зоною берегових вирів.

Якщо виявиться, що на наміченій прибережній вертикалі течія відсутня або швидкість її менше граничних швидкостей (0,08 м/с), нижче яких вимірювання млинком проводити не рекомендується, так як можливі неприпустимі похибки, проводиться додаткове обстеження прибережних районів при допомозі глибинних поплавців.

Декількома послідовними пусками глибинних поплавців визначається межа прибережної зони, де течія відсутня; ця зона називається мертвим простором. Прибережна швидкісна вертикаль призначається там, де глибинний поплавець покаже швидкість не меншу допустимої для вимірювання млинком (0,08 м/с).

Якщо проміжок між кордоном мертвого простору і найближчою постійною вертикаллю виявиться менше половини відстані між сусідніми вертикалями, прибережна додаткова вертикаль не призначається і швидкість течії вимірюється тільки на найближчій постійній вертикалі.

У тих випадках, коли простір з малими швидкостями течії, недоступними для вимірювання вертушкою, захоплює кілька постійних вертикалей, швидкості на них вимірюються не млинком, а глибинним поплавцем.

Якщо в прибережній зоні спостерігаються зворотні течії і вири, вона відноситься до мертвого простору. Про наявність зворотних течій вказується в примітці в книжці витрати. Результати обстеження прибережних районів записуються в книжку витрати.

В межах при значному звуженні русла, коли в поперечному перетині потоку за його ширини залишаються тільки дві-три швидкісні вертикалі з числа діючих під час повені, між ними призначаються додаткові вертикалі, щоб загальне (кількість вертикалей було не менше п'яти – семи). Розташування додаткових швидкісних вертикалей для меження русла встановлюється інженерно-технічним персоналом станції.

При нестійкому руслі, якщо між постійними швидкісними вертикалями з'являються різко виражені зниження або підвищення дна, спостерігач призначає в цих місцях додаткові вертикалі.

На річках з блукаючим руслом спостерігач сам призначає швидкісні вертикалі після кожного значного переміщення русла. При правильному профілі русла вертикалі призначаються через рівні відстані в кількості не менше п'яти (наприклад: при ширині річки менше 20 м вертикалі призначаються через 0,5-2,0 м; при ширині річки від 20 до 40 м – через 2-3 м). При наявності різних переломів профілю русла вертикалі призначаються не рівномірно, а пристосовуються до переломів профілю.

Якщо після переміщення русла загальний напрямок річки на око помітно змінилося стосовно гідроствору, спостерігач повинен повідомити про це на станцію для зміни напрямку гідроствору або його перенесення в таке місце, де основний напрямок течії річки було б перпендикулярно знову намічається гідроствор. Про зміну положення або про перенесення гідроствору повинен бути зроблений докладний запис в книзі витрати.

Всім постійним швидкісним вертикалям привласнюють порядкові номери.

Додатковим вертикалям надається номер найближчої постійної швидкісній вертикалі із зазначенням відстані від неї зі знаком мінус, якщо додаткова або прибережна вертикаль розташована ближче до постійного початку, і зі знаком плюс, якщо далі.

Перед вимірюванням швидкості течії на кожній швидкісній вертикалі спочатку вимірюється робоча глибина, щоб переконатися, що вона збігається з глибиною, отриманої з проміру, або принаймні близька до неї.

Робочою глибиною швидкісній вертикалі, так само як і на промірних вертикалях, вважається відстань по вертикалі від дна до поверхні води, а при наявності льоду (шуги) - до нижньої поверхні льоду (шуги).

При незмінному рівні води різниця в глибинах на вертикалі з проміру і в момент вимірювання швидкості в умовах сталого русла не повинна перевищувати 2-3 см при глибинах до 1 м, 5 см при глибинах від 1 до 3 м. При більшій різниці промір слід повторити.

У випадках змін рівня за час вимірювання витрати води, а також при вимірюванні витрати на річках з нестійким руслом, коли глибини можуть змінюватися дуже швидко, розбіжності між значеннями глибини по проміру і під час вимірювання швидкості течії неминучі і тому до уваги не приймаються.

Відомості про місцезнаходження і глибині швидкісній вертикалі при вільному від льоду руслі записуються в книжку витрати в розділі «Вимірювання на швидкісних вертикалях».

При вимірюванні швидкості течії млинком на штанзі глибина вертикалі записується так як виміряна штангою глибина при відсутності крижаного покриття буде робочою глибиною; При вимірюванні швидкості течії млинком, підвішеною на тросі, спочатку вимірюють відстань від осі млинка до нижньої поверхні вантажу. Ця відстань записується, для всіх вертикалей вона залишається постійною. Потім млинок занурюється в воду до осі лопатевого гвинта і при цьому положенні показання лічильника на лебідці.

Якщо лічильник має пристосування, що скидає покази на нуль, це скидання проводиться при положенні осі млинка на поверхні і в графу записується цифра 0.

Якщо лічильник не має пристосування для скидання на нуль, в графу записується показання лічильника, яке було при положенні осі млинка на поверхні води.

Після цього опускають млинок до зіткнення вантажу з дном і роблять новий відлік, який записують. Різниця між першим і другим відліком записують.

Вимірювання швидкості течії на вертикалі детальним способом проводиться при вільному (від льоду і водної рослинності) руслі в наступних п'яти точках по глибині вертикалі: біля поверхні, на 0,2 Н, на 0,6 Н, на 0,8Н і у дна.

Цей спосіб дає найбільш точне значення середньої швидкості на вертикалі і застосовується за вказівкою станції на виявлених гідростворях в перші два роки їх дії. На малих річках вимір витрат води детальним способом може бути доручено спостерігачеві поста за вказівкою станції. Дані вимірювань записуються в книжці витрати.

Перша точка - у поверхні. Ось млинка встановлюється якомога ближче до поверхні води, але так, щоб лопатевий гвинт не виходив з води. Залежно від розміру лопатевого гвинта (від його діаметра) вісь млинка встановлюється наступним чином:

млинок ГР-21, ГР-21М - в 6 см від поверхні води;

млинок ГР-55, ГР-99 - в 4 см від поверхні води,

При хвилюванні млинок зміщується глибше, щоб лопатевий гвинт не оголювався.

Друга, третя і четверта точки розраховуються в частках 0,2, 0,6, 0,8 робочої глибини до по таблиці глибин, надрукованої на обкладинці книжки витрати КГ-3.

При глибинах менше 1 м розрахунок глибин установки осі млинка в точках вертикалі проводиться по відповідній таблиці. Точки вимірювання швидкості розташовуються так, щоб лопатевий гвинт охоплював всю глибину вертикалі.

П'ята точка - у дна. Ось млинка встановлюється в залежності від діаметра лопатевого гвинта можливо ближче до дна, але так, щоб при обертанні лопатевий гвинт не зачіпав дна, т. п.:

млинок ГР-21, ГР-21М - в 7-8 см від дна;

млинок ГР-55, ГР-99 - в 5-6 см від дна.

На гірських річках з бурхливою течією і галькові-кам'янистим руслом вісь млинка слід встановлювати на 1-2 см вище зазначених норм для запобігання від поломки лопатевого гвинта млинка об каміння, що перекочується по дну.

При роботі з троса вісь млинка розташовується на 10 см і більше від дна в залежності від маси вантажу та способу кріплення млинка. У положенні торкання вантажем дна не можна опускати млинок нижче, даючи слабину тросу. При хвилюванні, в разі качки човни, млинок слід піднімати, щоб вантаж не бився об дно. Вимірювання млинками ГР-21, ГР-21М при глибині потоку менше 10 см неприпустимі, а для млиноків ГР-55 і ГР-99 найменша глибина становить 6 см.

При наявності в руслі водної рослинності або крижаного покриття до п'яти вищезгаданих точок додається шоста - на 0,4 робочої глибини. В цьому випадку при роботі з штанги глибина установки осі млинка визначається за графою 0,6 таблиці глибин. Вимірювання в п'яти або шести точках можуть доручатися спостерігачеві за вказівкою начальника станції.

При крижаному покритті точка біля поверхні води на крапку у нижній поверхні льоду при цьому лопатевий гвинт млинка, перебуваючи поблизу нижньої поверхні льоду, не повинен торкатися його. Вісь млинка повинна встановлюватися на такій же відстані від нижньої поверхні льоду, як і від дна. При наявності крижаного покриття вимірювання млинками ГР-21 і ГР-21М на робочій глибині менше 15 см і млинками ГР-55 і ГР-99 на робочій глибині 8 см не допускаються.

Вимірювання швидкості на вертикалі основним способом робиться: при вільному руслі в двох точках (0,2 і 0,8 робочої глибини); при льодоставі і наявності в руслі водної рослинності в трьох точках (0,15, 0,5 і 0,85 робочої глибини).

При глибинах потоку менше 40 см швидкість на вертикалі вимірюється в одній даній точці: при відкритому руслі на 0,6, а під льодом на 0,5 робочої глибини.

В даний час на більшості постів Гідрометслужби витрати води вимірюються основним способом.

Розрахунок глибини занурення млинка при вимірюванні швидкостей в точках, відповідних часток робочої глибини, проводиться по таблиці глибин, надрукованої на обкладинці книжки витрати. Глибини в таблиці дані від поверхні води (для роботи млинка з троса). При цьому в виміряні робочі глибини швидкісних вертикалей поправки на віднесенні троса не вводяться.

При роботі млинком, закріпленням на штанзі, положення точки береться за тією ж таблиці глибин, але в зворотному порядку (так як ділення на штанзі зростають від дна до поверхні): значення глибин установки осі млинка в точках 0,2; 0,6 і 0,8 беруться відповідно з граф 0,8; 0,4 і 0,2 таблиці. Подібним же чином визначається установка осі млинка на 0,15 і 0,85 робочої глибини.

Відстань між точками при вимірюванні швидкості на вертикалі повинно бути не менше діаметра лопатевого гвинта млинка. При глибинах до 1 м цифри в таблиці глибин читаються в міліметрах, які треба переводити в см, а при великих глибинах - в сантиметрах (такий порядок складання таблиці дозволив значно скоротити її обсяг).

Для глибин до 1 м установка млинка в заданій точці може бути виконана з точністю до 1 см. Глибини більше 1 м (читаються в таблиці в сантиметрах) дані до 2 м через 5 см, а понад 2 м - через 10 см. Тому, щоб не вдаватися до інтерполяції, обчислення глибини занурення проводиться для виміряного значення глибини з округленням до найближчого в таблиці числа, що закінчується на 0 або 5.

Запис глибини установки млинка при вільному руслі проводиться в відповідні графи.

При роботі з троса записується глибина занурення млинка, розрахована за таблиці глибин, надрукованої на обкладинці книжки витрати.

При роботі млинком на штанзі записується розподіл штанги, на якому укріплення млинок, т. п. висота встановлення млинка над дном.

При опусканні млинка на тросі, записується відлік по лічильнику, відповідний установці млинка в потрібній точці по глибині вертикалі.

Якщо при положенні осі млинка на поверхні води відлік по лічильнику дорівнював нулю (лічильник має пристосування, скидає на нуль), відлік при зануренні млинка в потрібну точку має дорівнювати розрахунковій глибині занурення. Якщо при положенні осі млинка на поверхні води відлік по лічильнику не дорівнює нулю (лічильник не має пристосування, що скидає на нуль), відлік повинен бути рівний початкового показання лічильника плюс розрахункова глибина її занурення в дану точку. Якщо на лебідці вийшов з ладу лічильник, записується відлік по мітці на тросі і по рейці, рівний початкового відліку при положенні осі млинка на поверхні води плюс розрахункова глибина занурення.

Після опускання млинка в воду в потрібну точку по глибині вертикалі через один-два сигнали (за якими переконаються, що сигналізація в порядку і лопатевий гвинт набрав швидкість обертання, що відповідає швидкості течії потоку) включається секундомір і починається рахунок сигналів.

Перший сигнал, по якому включається секундомір, в рахунок не береться – він називається нульовим.

Включення секундоміра, відліки часу і зупинка секундоміра виробляються по кінця сигналу. Початок сигналу як би попереджає спостерігача, дозволяє йому підготуватися і більш точно помітити час кінця сигналу.

Якщо протягом 100 с надійдуть два і більше сигналів, за наступним сигналом (першому, що надійшов після закінчення 100 с) секундомір зупиняється і вимір припиняється.

При великій швидкості течії, коли сигнали надходять частіше, ніж через 2 с, вимір припиняється на 50 сигналах. В цьому випадку тривалість вимірювання може бути менше 100 с.

При малій швидкості течії, коли проміжок часу між сигналами перевищує 80 с, вимір млинком не рекомендується і слід переходити на вимірювання швидкості глибинним поплавцем.

При рахунку сигналів слід звертати увагу на рівномірність їх надходження. Якщо буде виявлено, що сигнали надходять дуже нерівномірно, вимір в точці переривається. Млинок піднімається з води і перевіряється, чи не гальмується чи чим-небудь (наприклад, намотаною травою) обертання лопатевого гвинта, чи справний контакт у млинка, чи в порядку сигнальний пристрій і електричні дроти. Вимірювання в точці в цьому випадку повторюється.

Рахунок сигналів, щоб не збитися, слід вести вголос. У момент закінчення останнього сигналу секундомір вимикається (зупиняється) і записується номер останнього сигналу і тривалість вимірювання в секундах за показаннями секундоміра.

Результати вимірювання швидкості в кожній точці записуються в графі книжки витрати. Записується номер останнього сигналу в момент зупинки секундоміра, і показання секундоміра по останньому сигналу.

Графи «сума обертів», «кількість обертів в 1с», «середня швидкість на вертикалі» заповнюються при обчисленні витрати.

ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ВОДИ НА РІЧКАХ МЕТОДОМ «ШВИДКІСТЬ-ПЛОЩА»

Вимірювання витрат води полягає у визначенні об'єму води, який протікає через поперечний переріз потоку за одну секунду (Q , м³/с). Для вимірювання витрат води вибирають прямолінійну ділянку русла та влаштовують витратомірний гідрометричний створ.

Вимірювання витрат води можливо прямим і непрямим шляхом.

Прямі вимірювання передбачають використання мірної посудини, яка підставляється під струмінь води, при цьому фіксується час наповнення використаної ємності. Середня витрата знаходиться шляхом поділу об'єму посудини на час її заповнення.

Непрямі вимірювання витрат води передбачають вимірювання окремих елементів водного потоку, з використанням яких, шляхом подальших розрахунків, одержують величину витрати. Так, при застосуванні методу «швидкість-площа» витрата води отримується з використанням попередньо виміряних глибин потоку (для визначення площ) та швидкостей течії в гідростворі.

Обчислення витрат води виконується аналітично і графічно.

Визначення витрат води, виміряних за допомогою гідрометричних млиноків основним способом (зі штанги, з тросу на тросовій переправі).

Принцип методу заснований на моделі «швидкість-площа», в кожній швидкісній вертикалі в точках по глибині вимірюють швидкість, потім обчислюють загальну витрату в створі. Основний спосіб передбачає визначення швидкостей течії на кожній швидкісній вертикалі в точках, які відповідають горизонталю 0,2 і 0,8 від робочої глибини на вертикалі.

Перед вимірюванням витрати води необхідно визначити придатність до роботи гідрометричного млинка. З цієї метою застосовують спосіб вибігу: на лопатевий гвинт млинка намотується нитка, довжиною 1 м з вантажем 100 г. Дають можливість вантажу вільно розкрутити лопатевий гвинт. Фіксують час до повної зупинки гвинта. Час вибігу повинен бути не менше 20 с. Результати записуються в книжку КГ-3М(н).

Також необхідно перевірити справність контактного і реєструючого механізмів, проводів.

Перевірити стан гідрометричної штанги, гідрометричної лебідки, лічильника глибини та змазати їх машинним маслом. Лебідку прикріплюють до лонжеронів човна.

При вимірюванні витрат води виконуються наступні роботи: опис стану річки, погоди; спостереження за рівнем води; проміри глибин; виміри швидкостей течії у двох точках на кожній швидкісній вертикалі.

При вимірюваннях швидкостей млинком на малих річках при глибинах до 3 м застосовують гідрометричні штанги. Спочатку штангою визначають робочу глибину на вертикалі, потім розраховують глибини занурення млинка (зворотним шляхом – враховуючи, що розмітка глибин на штанзі відбувається від її п'ятки), шукають відповідне місце на штанзі і закріплюють корпус млинка затискними гвинтами, опускають штангу з млинком у відповідну точку на вертикалі і проводять вимірювання. Для орієнтації осі млинка назустріч течії паралельно з віссю млинка на штанзі застосовують вказівник течії.

При роботі на глибоких і швидких річках, коли нема змоги встановити човен на якір, влаштовують тросову переправу і виміри проводять млинками, закріпленими на тросі гідрометричної лебідки. В такому випадку визначення робочої глибини на вертикалі і глибин занурення осі млинка в точки вимірювання проводять за допомогою показів лічильника глибин на гідрометричній лебідці.

При вимірюванні швидкостей млинком типу ГР-21М (сигнал через 20 обертів лопатевого гвинта) перший сигнал зазвичай пропускають. Секундомір запускають у момент закінчення другого сигналу. Чекають третього сигналу і записують у книжку КГ-3М(н) час закінчення сигналу. Далі чекають наступного сигналу і записують час його закінчення. Вимірювання швидкості триває доти поки час витримки млинка в точці буде більше 100 с, а число сигналів буде не менш чотирьох. Кількість обертів млинка і показання секундоміра записують у книжку КГ-3М(н).

Для обчислення витрати води в книжці КГ-3М(н) необхідно розрахувати три таблиці.

Перша таблиця – площі поперечного перерізу між промірними і швидкісними вертикалями. Спочатку розраховуються площі між сусідніми промірними вертикалями за правилом трапецій. Далі обчислюють площі між сусідніми швидкісними вертикалями.

Друга таблиця – обчислення швидкостей. Спочатку для кожної точки вимірів розраховується число обертів лопатевого гвинта у секунду (швидкість обертів гвинта) шляхом ділення числа обертів на тривалість виміру. По тарувальній таблиці визначається швидкість течії в точках $u_{0,2}$ і $u_{0,8}$. Потім визначається середня швидкість на вертикалі за формулою:

$$v_j = 0,5 (u_{0,2} + u_{0,8}). \quad (1)$$

У третій таблиці – обчислюють витрату води. Для цього за отриманим значенням середніх швидкостей на вертикалях обчислюють середні швидкості між сусідніми вертикалями:

$$v_{\text{ср.і}} = (v_1 + v_2)/2. \quad (2)$$

Для крайніх ділянок водного перерізу (між урізом води і швидкісними вертикалями) середню швидкість приймають рівної швидкості на першій (або останній) вертикалі, помноженої на коефіцієнт k , значення якого встановлюють за табл. 1.

Таблиця 1 – Значення коефіцієнта k

Характеристика берега	Значення k
1. При відсутності мертвого простору:	
– пологий берег з нульовою глибиною на урізі води	0,70
– природний стрімчастий берег або нерівна стінка	0,80
– гладка бетонна стінка	0,90
2. При наявності мертвого простору	0,50

Далі обчислюють часткові витрати для площ між швидкісними вертикалями:

$$q_i = \omega_i V_{\text{сер},i} \quad (3)$$

Повна витрата дорівнює сумі часткових витрат (q_i):

$$Q = q_1 + q_2 + \dots + q_{n-1} + q_n \quad (4)$$

За підсумками розрахунку витрат води в польовій книжці КГ-3М(н) заповнюють таблицю «Прийняті дані», куди вносять кінцевий результат обчислень. Приклад дається в табл. 3.2.

Таблиця 2 – Прийняті дані по розрахунку витрат води гідрометричним млинком

Робочий рівень $H_{\text{роб}}$	$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	$W, \text{ м}^2$	$B, \text{ м}$	Глибина, м		Швидкість, м/с		Метод вимірювань	Метод обчислення	$I, \%$
				$h_{\text{сер}}$	h_{max}	$V_{\text{сер}}$	V_{max}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
								основний	аналітичний	-

Заповнення таблиці потребує деяких пояснень. Дані для стовбців №№ 1,3,4,5,6 отримують з накресленого профілю водного перерізу створу і розрахованим його морфометричним характеристикам. Стовпчик №2 заповнюють витратою води, розрахованою за формулою 3.4, стовпці № 7-8 заповнюють так: $V_{\text{сер}} = Q_0/W$; V_{max} – визначають з виміряних точкових швидкостей. Уклон водної поверхні I визначають при польових роботах.

ВІДБІР ПРОБ ДОННИХ ВІДКЛАДІВ

Відбір проб ґрунту в руслі проводиться з метою отримання даних про гранулометричний склад, об'ємну і питому вагу, вміст органічних речовин донних відкладень.

Залежно від характеру ґрунту, глибини і швидкості потоку для відбору проб донних відкладень використовуються різні прилади. На великих і середніх рівнинних річках рекомендується застосовувати відбірників проб донних відкладень ГР-86; може бути також використаний дночерпак. На малих рівнинних річках рекомендується застосовувати штанговий дночерпак ГР-91 і донний щуп ГР-69. До оснащення всіх постів приладами ГР-86, ГР-91 і ГР-69 дозволяється використовувати також щуп Аполлово і донний щуп ГГІ.

Відбірник проб донних відкладень ГР-86 призначений для взяття проб незв'язних і слабо зв'язаних донних відкладень з дна річок, каналів, озер і водосховищ з глибиною до 30 м і швидкістю течії до 2 м/с. Відбірник розрахований на роботу з троса із застосуванням лебідок або дистанційних гідрометричних установок ГР-64, ГР-70. Прилад має знімальні диски-вантажі. Проба відбирається з дна ковшем, що приводиться в дію натягом несучого троса в момент початку підйому відбірників. При цьому ківш повертається навколо своєї осі, врізається в ґрунт, забираючи пробу. Після відбору проби різучі кромки ковша притискаються до гумовій прокладці, оберігаючи пробу від вимивання. Обсяг ковша 300 см³. Загальна маса приладу 43 кг, без зовнішніх носіїв 35 кг.

Дночерпак являє собою ківш, що складається з двох шарнірно з'єднаних стулок, що обертаються на горизонтальній осі. Прилад на тросі з відкритими стулками опускається на дно, стулки утримуються за допомогою ланцюжків і гака-зкидача, який при ударі приладу об дно звільняє ланцюжок. При підйомі стулки закриваються і захоплюють ґрунт. Дночерпатель призначений для відбору проб ґрунтів від пилувато-мулистих до піщано-гравелистих; рекомендується використовувати прилад при глибинах до 10 м і швидкостях течії до 1 м/с.

Штанговий дночерпак ГР-91 призначений для взяття проб мулистих і піщано-гравелистих донних відкладень з дна річок, каналів, озер і водосховищ при глибинах до 2 м і швидкостях: течії до 2 м/с і розрахований на роботу зі штанги ПІ-13 або ПІ-17. Прилад можна застосовувати при глибині до 4,5 м, якщо швидкості течії не перевищують 1 м/с. Для взяття проб дночерпак зміцнюють на гідрометричній штанзі і опускають з відкритим ковшем, утримуваного в такому положенні фіксатором. При досягненні дна прилад щільно притискають до нього і тимчасово натягують вгору гнучку тягу. При цьому фіксатор звільняє ківш, який під впливом пружин врізається в дно і відбирає пробу. Різучі кромки ковша притискаються до гумовій прокладці і забезпечують збереження відібраної проби. Ємність, забірної ковша 300 см³. Маса приладу 3,5 кг.

Донний щуп ГР-69 призначений для відбору проб донних відкладень в водотоках і водоймах з мулистим, піщаним, гравелистим і мілкогалечним дном, з глибиною до 6 м і швидкістю течії до 1 м/с. Прилад складається із забірної склянки і противаги. Забірний стакан з противагою може вільно обертатися; на цапфах в вертикальній площині.

Конструкція приладу забезпечує надійність його роботи і оберігає стакан з противагою від перевертання в момент опускання приладу. При взятті проб щуп опускається на дно і вдавлюється в ґрунт, при цьому тиск ґрунту пересуває поршень вгору. Відібрана проба доставляється на поверхню в перевернутому стані (збірною склянкою вгору). У верхній частині приладу є наконечник, на який кріпиться гідрометрична штанга або насадка для жердини.

Маса приладу 3,8 кг. Обсяг відібраної проби 175 см³.

Проби донних відкладень спостерігач відбирає на основному гідрометричному створі. Якщо з яких-небудь причин відібрати проби на основному гідро створі не можна, вони відбираються на додатковому створі, відстань якого від основного гідро створу (вище або нижче за течією) вказується в метрах на етикетці до проби.

Точки взяття проб зазвичай пристосовують до швидкісних вертикалей; при малій мінливості гранулометричного складу по ширині річки проби відбираються через одну швидкісну вертикаль. У деяких випадках при великій нерівномірності розподілу крупності частинок по ширині русла проби донних відкладень відбираються на кожній промірній вертикалі. Всього в руслі відбирається від 5 до 12 проб.

Кількість проб, яке необхідно відбирати в конкретному пункті спостережень за одну серію (за дату), призначається станцією (ГМО).

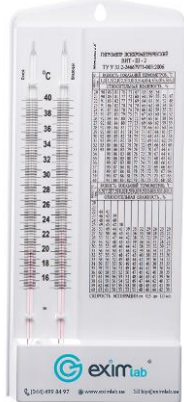
Кожна відібрана проба поміщається в окремий мішечок (щільний матерчатий або поліетиленовий), а потім просушується до повітряно-сухого стану в закритому приміщенні на чистому аркуші паперу.

Додаток Г Загальний опис основних приладів та обладнання

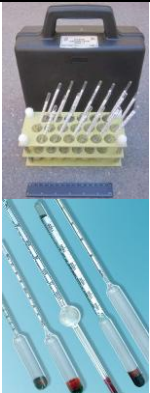
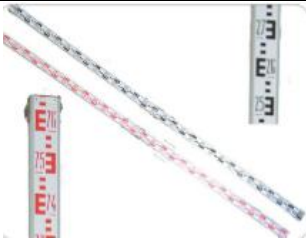
Таблиця Г.1 – Назва, фотографічне зображення, загальний опис і призначення основних приладів та обладнання

Назва 1	Фотографічне зображення 2	Загальний опис і призначення 3
Аналізатор рідини ЭКОТЕСТ-2000-1 з електродами ЭКОМ-Еh, ЭВЛ-1М, з температурним датчиком Pt-1000		Використовувати при визначенні біохімічного споживання кисню (БПК), а також в якості високо омного мілівольметра при потенціометричного титрування, проведенні аналізів методом стандартних добавок та інших потенціометричних вимірюваннях за відповідними методиками кількісного хімічного аналізу (МКХА). Аналізатори призначені для використання в хіміко-технологічних, агрохімічних, екологічних та аналітичних лабораторіях промислових підприємств, науково-дослідних установ, органах контролю, інспекції та нагляду для аналізу природних і стічних вод, технологічних розчинів і водних екстрактів проб рослинної і харчової продукції.
Аналізатор розчиненого кисню (Киснемір лабораторний), АЖА-101М		Киснеміри АЖА-101М призначений для оперативного вимірювання концентрації розчиненого кисню в технічних розчинах, природних і стічних водах. Киснеміри АЖА-101М призначений для контролю ефективності роботи очисних споруд, для перевірки якості води і ступеня охорони вод водокористувачами (рибогосподарські ставки і водосховища), центрами гігієни і епідеміології, гідрохімічними, гідробіологічними лабораторіями, гідропостами і службами комунального господарства.
Апаратура супутникової навігації, GPS72		GPS 72 - міцний портативний навігатор. Навігатор простий у використанні. Цей прилад включає в себе багато нових функцій, що робить його відмінним морським портативним навігатором початкового рівня.
Барометр-анероїд метеорологічний, БААМ-1		Призначений для вимірювання атмосферного тиску в наземних умовах при температурі від 0 до +40 ° С і відносній вологості повітря до 80%.
Ваги лабораторні електронні, AS 220/C		Призначені для точного визначення маси матеріалів, предметів, рідких і сипучих матеріалів в лабораторних умовах.

Продовження табл. Г.1

1	2	3
Гігрометр психрометричний, ВІТ-2		Використовують для вимірювання відносної вологості повітря і температури.
Ехолот, Fishfinder 250		Новий двопроменевий ехолот. Висока екранне дозвіл і 10 градацій сірого кольору дозволять вам побачити навіть найменші деталі.
Кондуктометр з датчиком УЕП-Н-С, №510, ЕКСПЕРТ-002		Призначений для вимірювання питомої електричної провідності (УЕП), температури і розрахунків за результатами вимірювань УЕП, наведеної до 25°C, питомого опору, загальної мінералізації контрольованого середовища. Передбачено ручне і автоматичне приведення УЕП. Контрольована середовище вода, водні розчини, інші рідини, які не руйнують конструкційні матеріали осередки (оргскло, нержавіюча сталь, графіт).
Млинок гідрометричний, ГР-21М		Гідрометричний млинок є найбільш точним поширеним приладом для вимірювання швидкостей течії води.
Млинок гідрометричний, ГР-55		Малогабаритна гідрометрична вертушка ГР-55 (Бурцева) є вимірювальним приладом, службовцям для вимірювання усередненого за часом значення швидкості течії води в різних точках поперечного перерізу потоку.

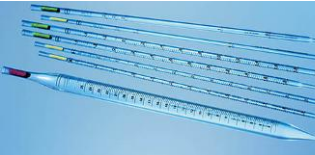
Продовження табл. Г.1

1	2	3
Набір ареометрів, АОН-1		Використовується для вимірювання щільності рідини від 700 до 1840 кг / м ³ (сольові і кислотні розчини, різні кислоти, солі, цемент, бетон). Ареометри типу АОН-1 випускаються окремо і у вигляді набору з 19 приладів
Нівелір, Н-3		Геодезичний інструмент для нівелювання, тобто визначення різниці висот між декількома точками земної поверхні.
рН-метр-мілівольтметр з електродом ЭСКЛ-08М.1, №0516, рН-150 М		Призначений для оперативного вимірювання активності іонів водню (рН), окисно-відновних, потенціалів (Еh) і температури технологічних розчинів, природних і стічних вод.
Рейка нівелірна, РН-3-3000 С		Призначена для вимірювання перевищень методом геометричного нівелювання спільностічними і технічними нівелірами.

Продовження табл. Г.1

1	2	3
Рулетка вимірювальна з фібергласовою стрічкою, STANLEY 34-296		Забезпечує підвищену міцність і низький коефіцієнт розтягування, стрічка не схильна до корозії, захищена від ультрафіолетового випромінювання і не проводить електричний струм
Секундомір механічний, СОП пр.-2а		Застосовується при проведенні спортивних змагань, наукових досліджень, хронометражів.
Термометр скляний мінусовий, ТМ 10-3		Ртутні термометри для вимірювання температури глибинних шарів ґрунту і поверхневого шару води водойм
Термометр скляний ртутний, ТТ		Призначений для вимірювання температур рідких або газоподібних середовищ, в обладнанні різних галузей промисловості та житлово-комунального господарства.
Термометр скляний ртутний, ТТ		Призначений для місцевого контролю температури в трубопроводах, посудинах і інших промислових установках.

Продовження табл. Г.1

1	2	3
Термометр лабораторний скляний, ТЛС-4		Застосовується для точного вимірювання температури в процесі лабораторних досліджень, а також для повірки в термостатах інших термометрів з ціною поділки шкали не менше 0,1 °С.
Фотометр, КФК-3-0.1		Призначений для дослідження різних матеріалів, що пропускають світло у видимому спектральному діапазоні, і (або) ближніх ІК і УФ діапазонах.
Хроматограф рідинний (Стайер-А) з детектором кондуктометричним CD 510 №5101272, (Стайер-А)		Призначений для аналізу слідів (<1 мкг / л) різних неорганічних і органічних іонів (включаючи аніони карбонових кислот, аліфатичні аміни) в особливо чистих водних середовищах, в тому числі в технологічних водах підприємств теплової і атомної енергетики і мікроелектронної промисловості.
Піпетки мірні градульовані		Градульовані піпетки дозволяють вимірювати об'єм зазвичай з точністю $\pm 0,1$ або $0,2$ мл.
Піпетки мірні з однією позначкою		Піпетки мають одну кругову мітку у верхній частині і призначені для відбирання проб рідин певного об'єму. Такі піпетки звичайно забезпечують меншу похибку вимірювання, ніж градульовані.

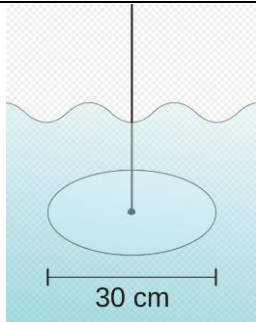
Продовження табл. Г.1

1	2	3
Циліндри мірні		Посудина з позначеними на ній поділками, якою вимірюють невеликі об'єми рідини.
Колби мірні		Мірна колба – реакційна лабораторна ємність з прозорого скла, один з найпопулярніших видів лабораторного посуду, що відповідає 1-му або 2-му класу точності. Основне призначення – визначення об'ємів рідин і зберігання реактивів. Калібруються на виливання або наливання.
Шприц медичний		Застосовується в медицині, техніці та кулінарії для введення і виведення рідин і газів з використанням поршневого тиску
Бюретка		Бюретка - тонка градуйована скляна трубка, відкрита на одному кінці і забезпечена скляним або тефлоновим замочним краном на іншому. Призначена для виміру певної кількості рідини.
Шафа сушильна, 2В-151		Сушарна шафа застосовується у виробничих і хімічних лабораторіях. Також він підходить для учбових і мед. закладів

Продовження табл. Г.1

1	2	3
Електрична піч лабораторна (муфельна піч), СНОЛ-1,6.2.5.1/9-ИЗ		
Шафа сушильна, СП-50С		Призначений для сушки скляного і металевого посуду, висушування хімічних і інших зразків при температурі до 2800°C. Рівномірний розподіл Температури у середині камери досягається за рахунок руху повітря в камері, створеного повітряним вентилятором у середині шафи
Термостат водяний, ІТЖ-0-03		Призначений для термостатування вмісту колб, пробірок і різного медичного посуду при проведенні біохімічних, бактеріологічних і інших досліджень в лабораторіях медичних установ.
Центрифуга, ОПн-8		Призначена для розділення на фракції неоднорідних рідких систем щільністю до 2 г/см ³ під впливом відцентрових сил.
Аквадистилятор електричний, ДС-10		Призначений для виробництва дистильованої води в аптеках, лікарнях, різних лабораторіях і інших установах усіх галузей, де є потреба в дистильованій воді.

Продовження табл. Г.1

1	2	3
Мішалка магнітна, ММ-5		Принцип дії мішалки ММ-5 заснований на передачі руху від обертового магніту до перемішують стрижня за допомогою магнітного поля магніту.
Прилад фільтрувальний, ГР-60		Прилад фільтрувальний ГР-60 призначений для прискореного фільтрування проб води в лабораторних і польових умовах при температурі від 5 до 40°C.
Диск білий (Секкі), ДБ		Призначений для визначення прозорості води, а також для створення порівняльного фону при визначенні кольору води в морях і озерах.
Циліндр Снеллена, ЦС		Циліндр Снеллена застосовують в Лабораторних роботах при визначенні прозорості води. Циліндр Снеллена являє собою отградуїрована циліндр зі шкалою по висоті, що має у свого заснування тубус для зливу води і плоске дно.

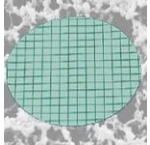
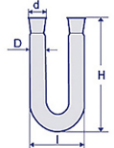
Продовження табл. Г.1

1	2	3
Водяна баня		Водяні лабораторні лазні – це прилади, призначені для рівномірного нагрівання проб або зразків під час проведення досліджень в лабораторіях. Цей прилад добре підходить саме у тому випадку, коли температура зразка не перевищує 100°C при цьому атмосферному тиску.
Щипці тигельні та муфельні		Щипці тигельні застосовують для захоплення і перенесення тиглів, термостійких склянок та іншого посуду, який підлягає нагріванню на водяній бані або в спиртівці.
Гідрометрична лебідка, ПИ-23 (ГНЛ-52), «Нева»		Лебідка гідрометрична ПИ- 23 ("Нева") є допоміжним устаткуванням при гідрологічних спостереженнях і служить для опускання у воду на задану глибину підвішених на сталевому канаті гідрологічних приладів.
Батометр, ГР-16М		Узяття проб води із зваженими наносами при тривалому наповненні з глибин потоку до 4 м, як в окремих точках, так і інтегрованим способом
Батометр, ГР-61М		Узяття проб води точковим способом робиться на глибинах від 0,1 до 20 м, при швидкостях течії до 3 м/с і інтеграційним способом на глибинах: від 1 до 20 м при швидкостях течії до 0,5 м/с; від 1 до 10 м при швидкостях течії до 1 м/с; від 0,5 до 1 м при швидкостях течії до 2 м/с. Принцип дії батометра ґрунтований на всмоктуванні проби води у вакуумну камеру через огорожний наконечник зі швидкістю, близькою до швидкості течії води, шляхом створення в камері розрядки.
Щуп донний, ГР-69		Щуп донний ГР-69 призначений для узяття проб донних відкладень в річках, озерах і водосховищах з мулком, піщаним, гравілістим або мілкогалечним дном

Продовження табл. Г.1

1	2	3
Захисна оправа для термометра ТМ-10-3		
Штатив для нівеліра		
Колби конічні		Конічна форма сприяє легкому і зручному перемішуванню вмісту в процесі роботи безпосередньо вручну або за допомогою спеціального лабораторного устаткування (магнітної мішалки).
Часове скло		Скло годинне призначено для мікроаналізу, випарювання, зважування і інших лабораторних операцій
Паперовий фільтр		Фільтри беззолні "Синя стрічка" зроблені з щільного фільтрувального паперу з діаметром пір ~ 1-2,5 нм. Ці фільтри нерідко іменуються баритовими. Вони призначені для кількісного аналізу: для відділення дрібнозернистих (дрібнокристалічних) нерозчинних опадів з подальшим точним визначенням їх кількості. Швидкість фільтрації повільна, від 100 с.

Продовження табл. Г.1

1	2	3
Водоступневий насос		Вакуумні водоструминні насоси широко використовуються в хімічних лабораторіях: для відкачування різноманітних газів, повітря, пари; для фільтрації під вакуумом; а також при необхідності створення вакууму в різних лабораторних установках.
Фільтр		Мембранні фільтри і фільтри для попередньої фільтрації призначені для проведення санітарно-епідеміологічних, паразитологічних і фізико-хімічних аналізів, а також для попередньої, тонкої і стерилізуючої фільтрації рідин, середовищ і повітря. Перед фільтри призначені для відділення і утримання суспензій і великих часток з метою зниження навантаження на мембранні фільтри. Крім того, перед фільтри можуть самостійно використовуватися як фільтри для очищення різних рідин від грубо дисперсних забруднень.
Штатив лабораторний, ШЛ		Механізми кріплення утримувачів на стойці штатива лабораторного ШЛ забезпечують можливість вертикального і горизонтального переміщення кругло донних і конічних колб, склянок лабораторних, пробірок, бюреток і іншого лабораторного посуду.
Стакан термічний термостійкий		
Ексикатор		Ексикатор – це посудина діаметром від 15 до 30 см (місткістю від 100 до 300 мл), в якому підтримується певний рівень вологості повітря, - близько 0. Він складається з місткості, виготовленої з товстого високоякісного боросилікатного або лабораторного скла, рідше з полімерних матеріалів з кришкою, у середині якого знаходиться осушувач.
Хлоркальцієва трубка		Трубки хлоркальцієвої використовують для очищення газів від механічних забруднень.

Додаток Д Графіки хронологічних коливань сум опадів
за сценарієм RCP4.5

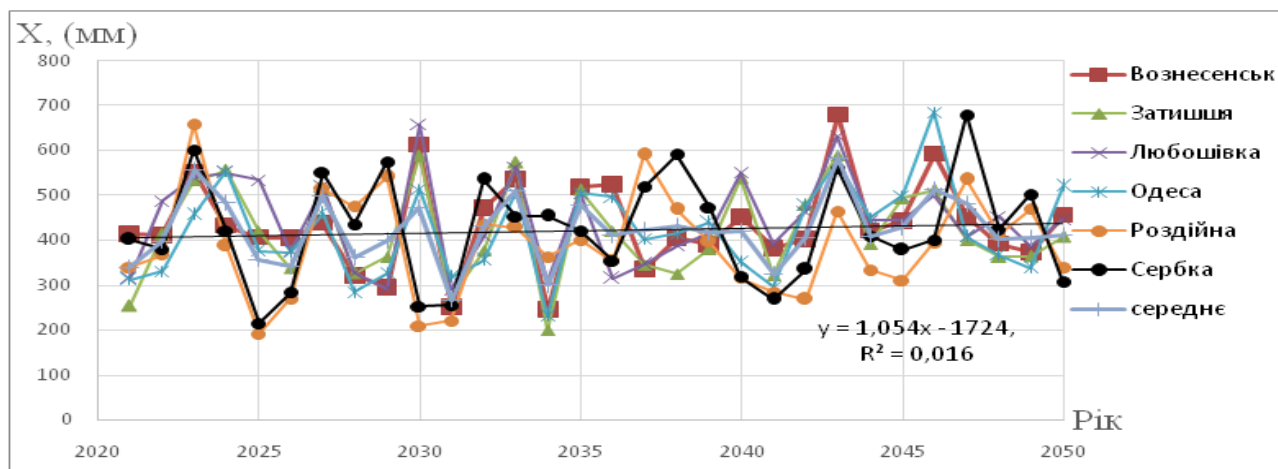


Рисунок Д.1 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №1 CLMcom1)

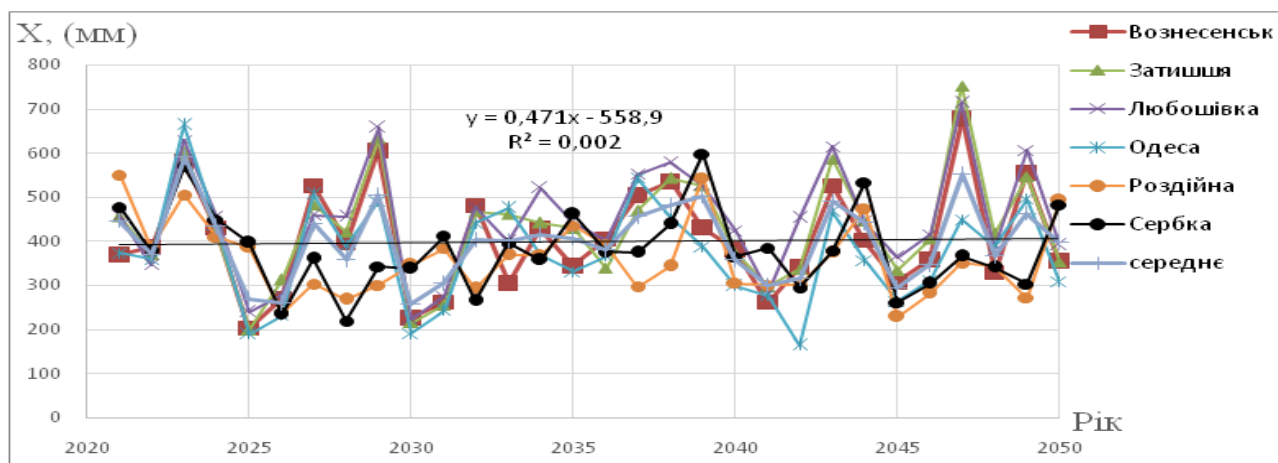


Рисунок Д.2 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №2 CLMcom2)

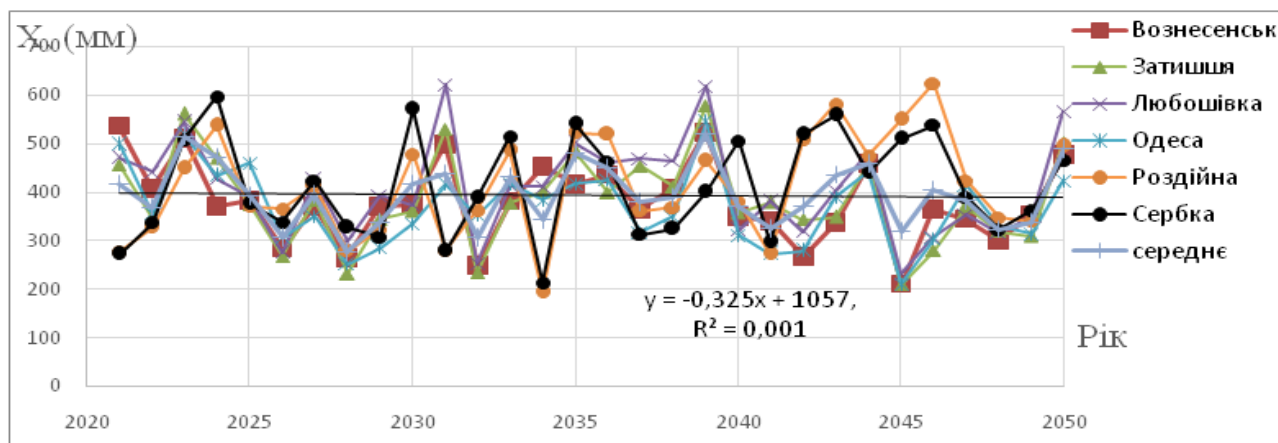


Рисунок Д.3 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №3 CLMcom3)

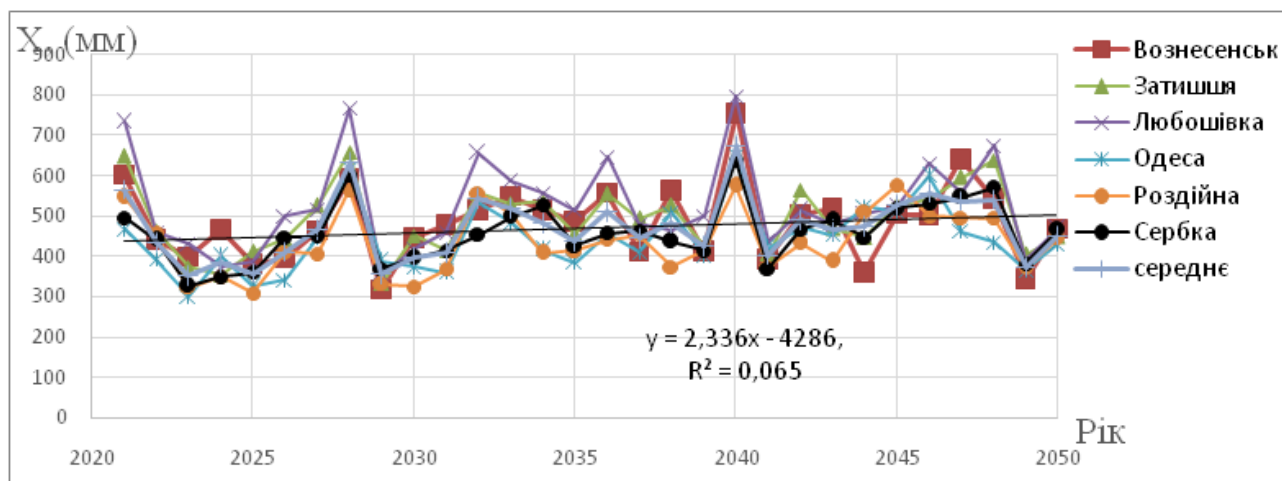


Рисунок Д.4 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №4 CLMcom4)

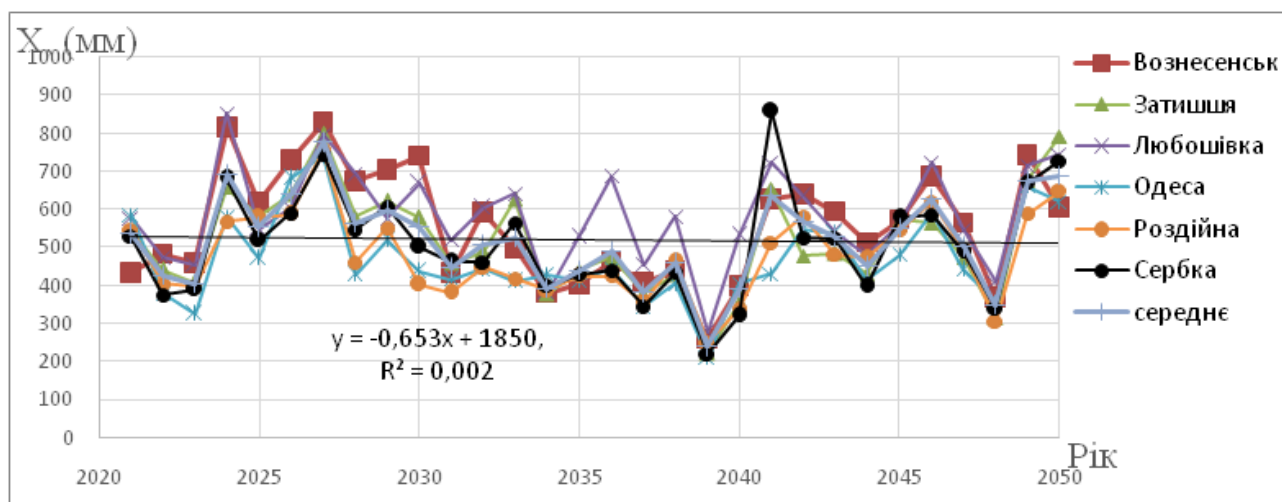


Рисунок Д.5 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №5 CNRM)

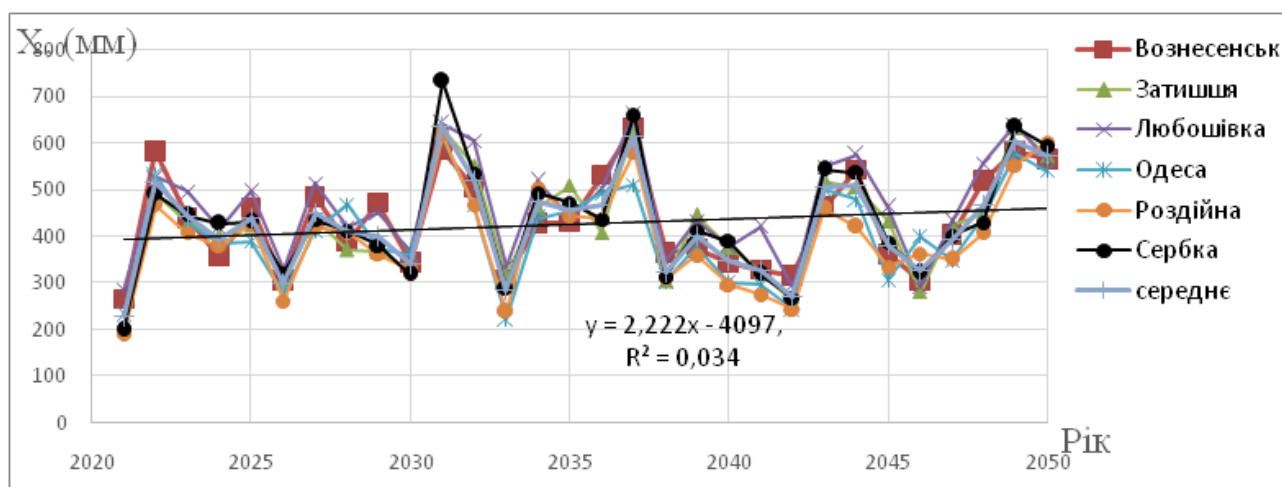


Рисунок Д.6 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №6 DMI)

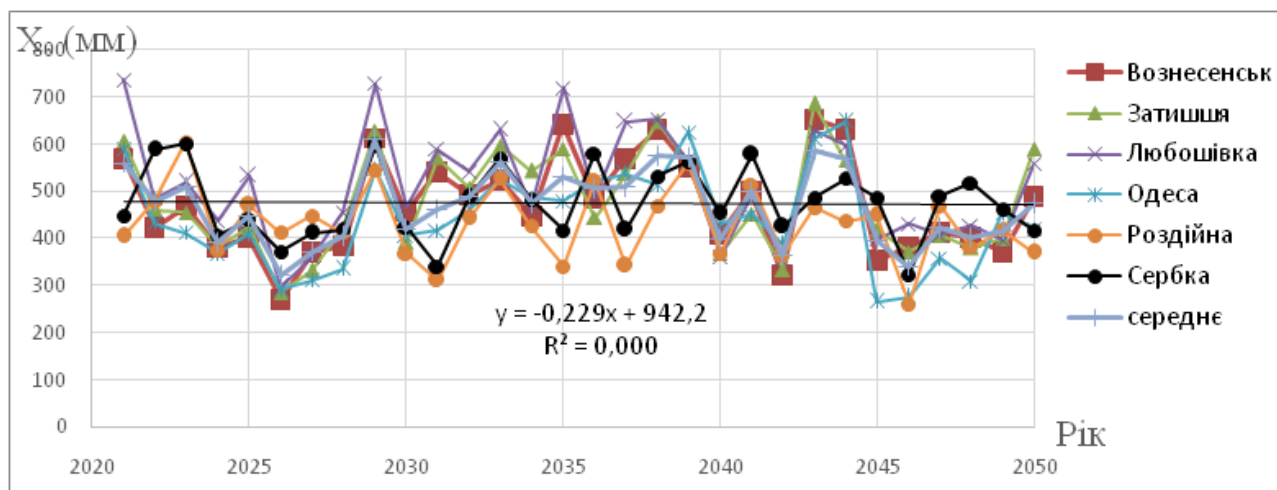


Рисунок Д.7 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №7KNMI1)

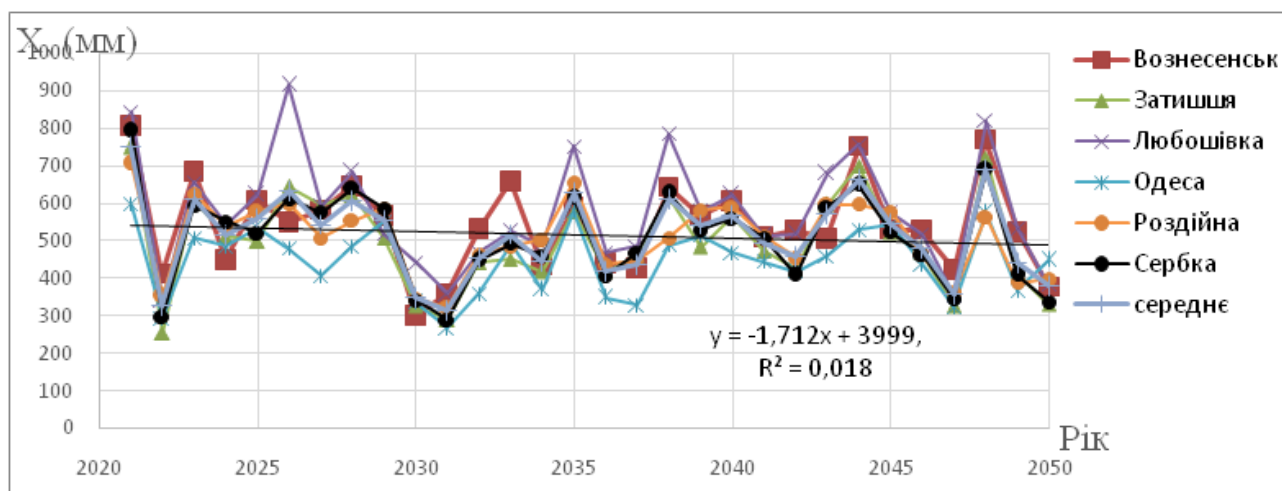


Рисунок Д.8 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №8KNMI2)

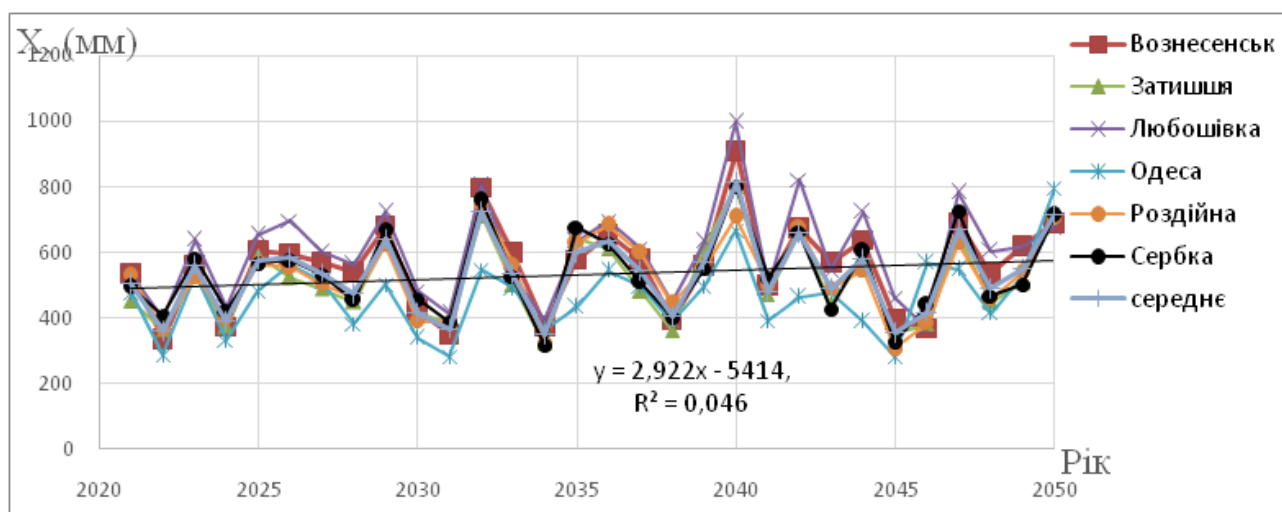


Рисунок Д.9 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №9MPI-CSC1)

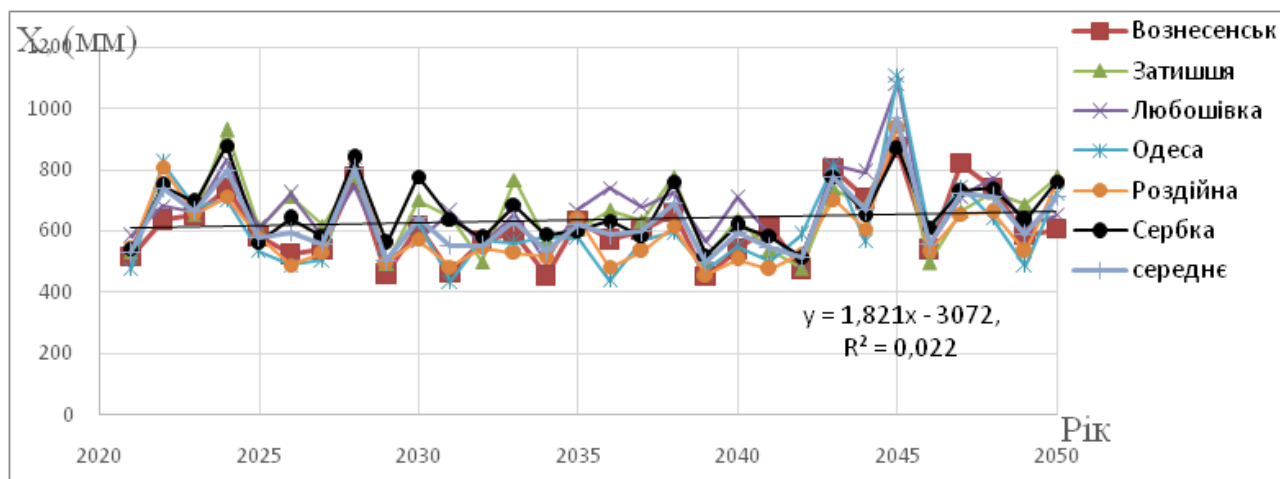


Рисунок Д.10 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №10MPI-CSC2)

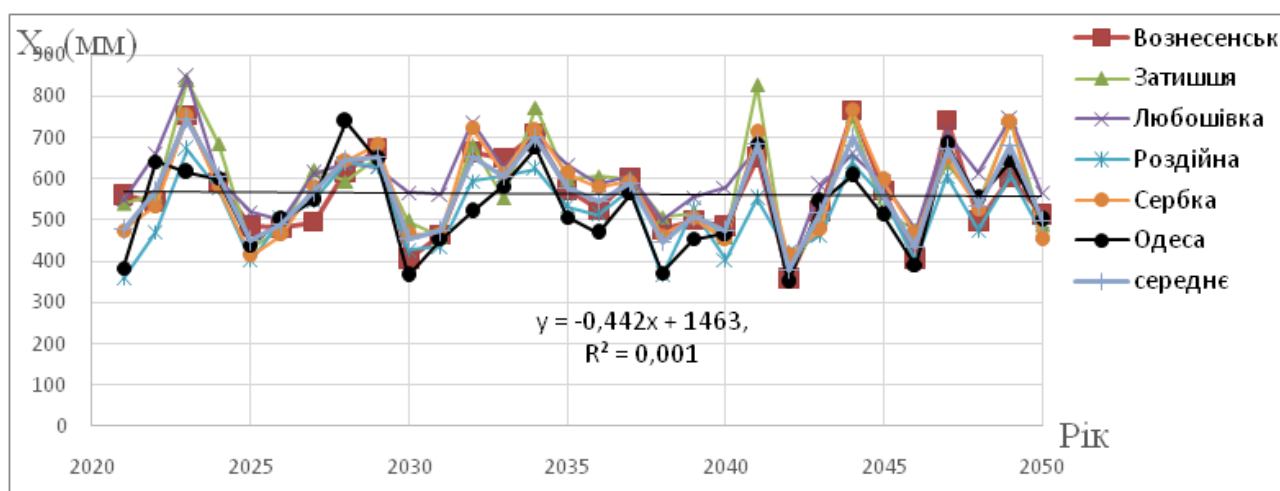


Рисунок Д.11 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №11SMHI1)

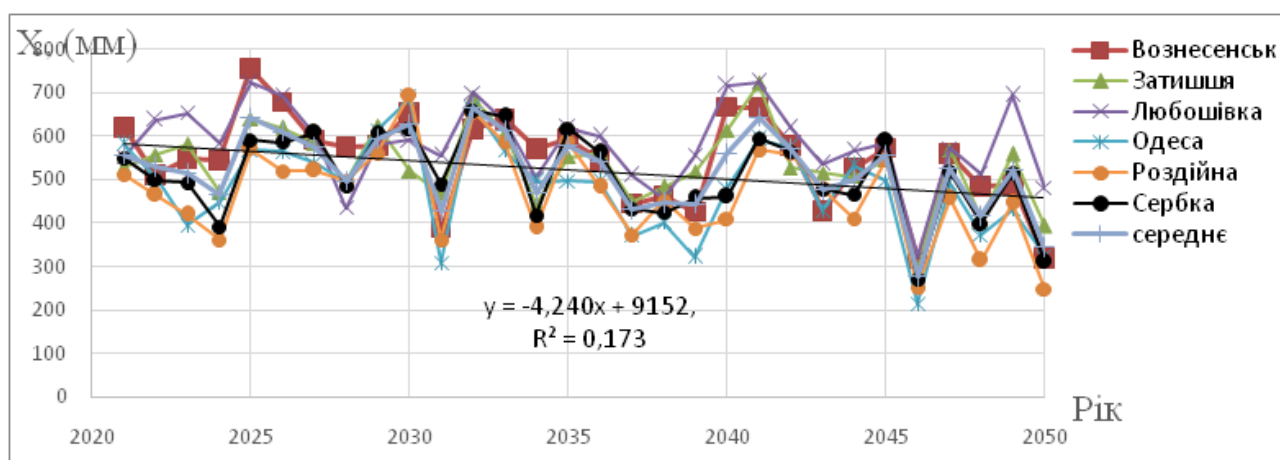


Рисунок Д.12 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №12SMHI2)

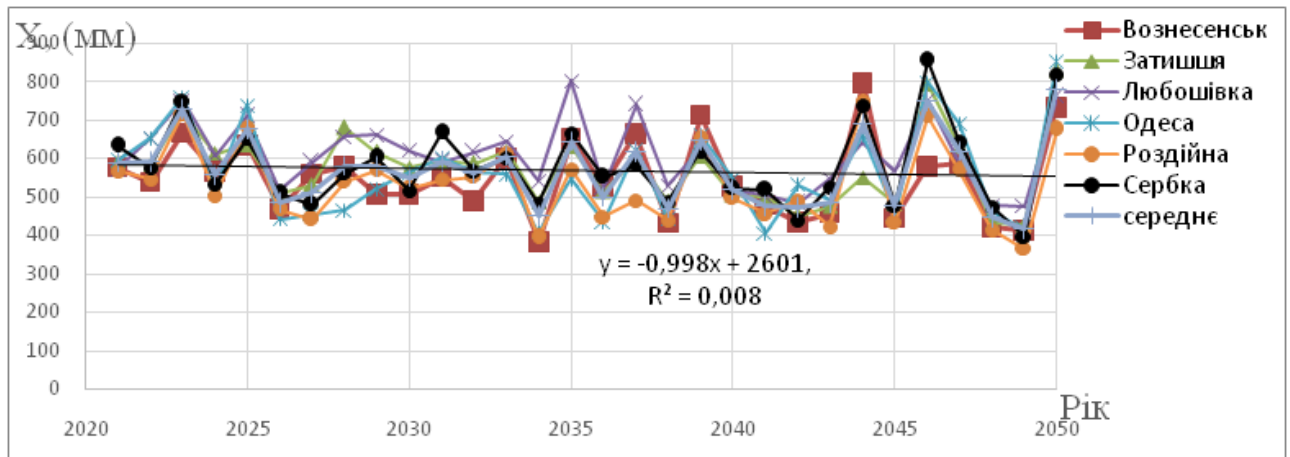


Рисунок Д.13 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №13SMHI3)

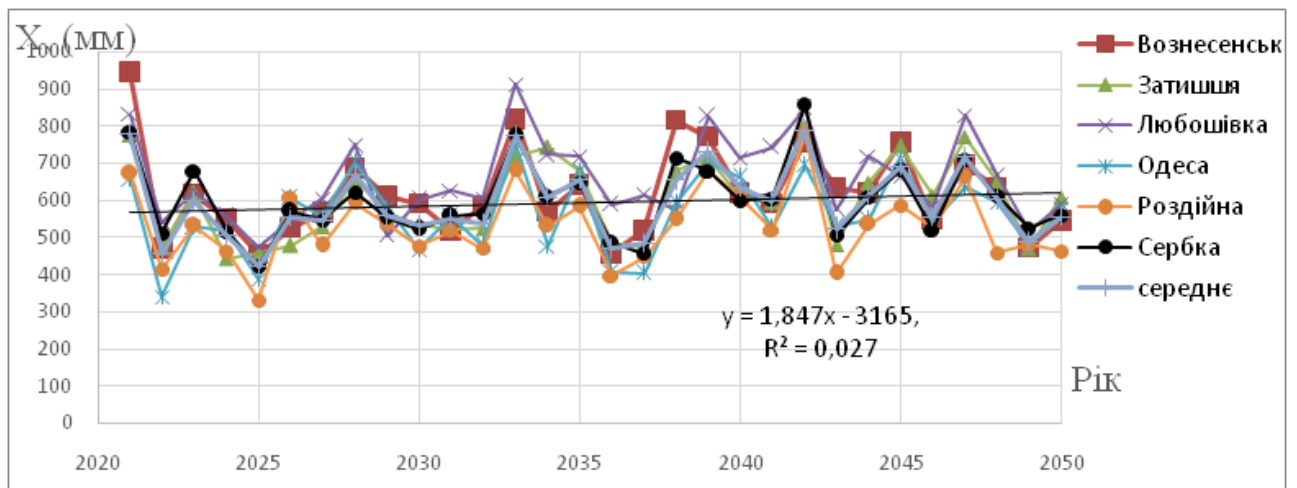


Рисунок Д.14 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №14SMHI4)

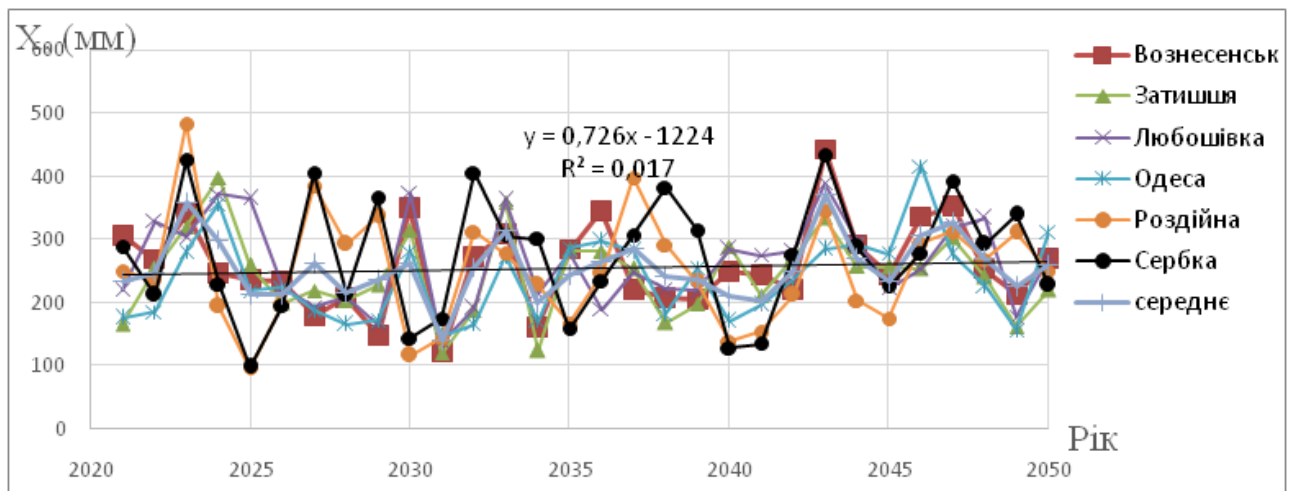


Рисунок Д.15 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів (теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №1CLMcom1)

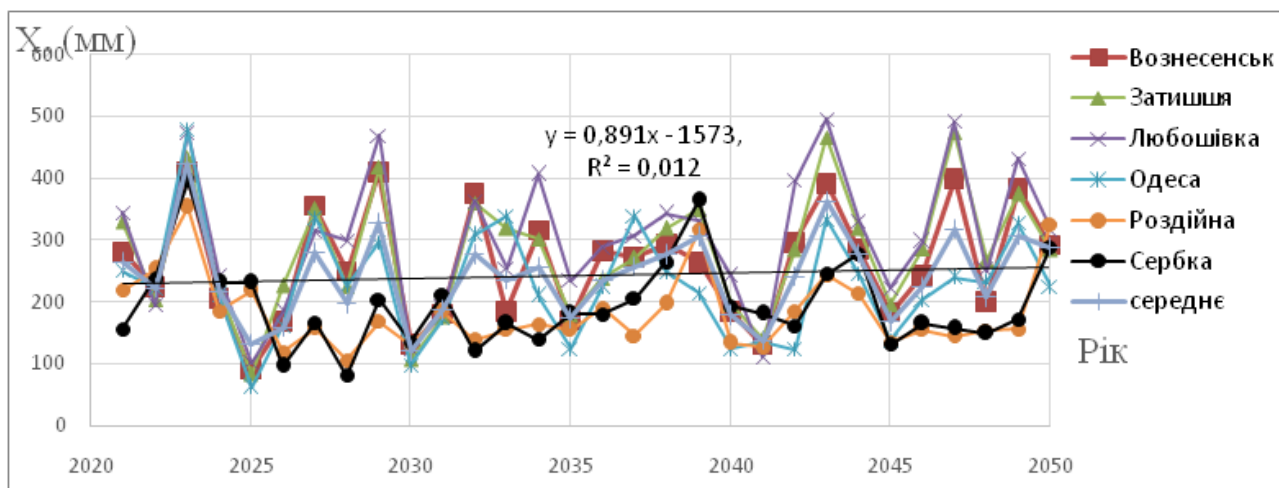


Рисунок Д.16 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів (теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №2CLMcom2)

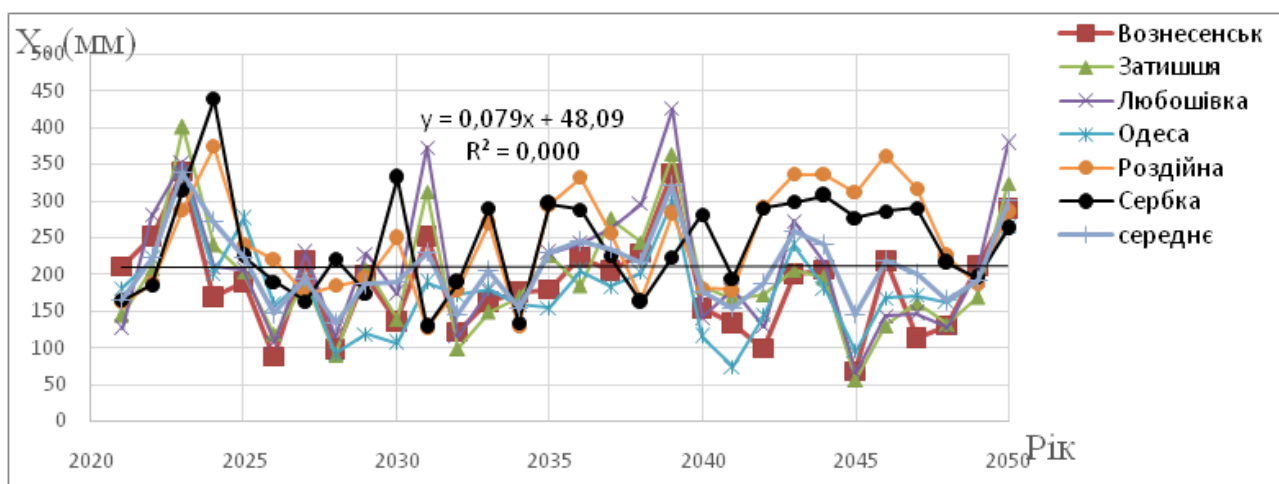


Рисунок Д.17 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів (теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №3CLMcom3)

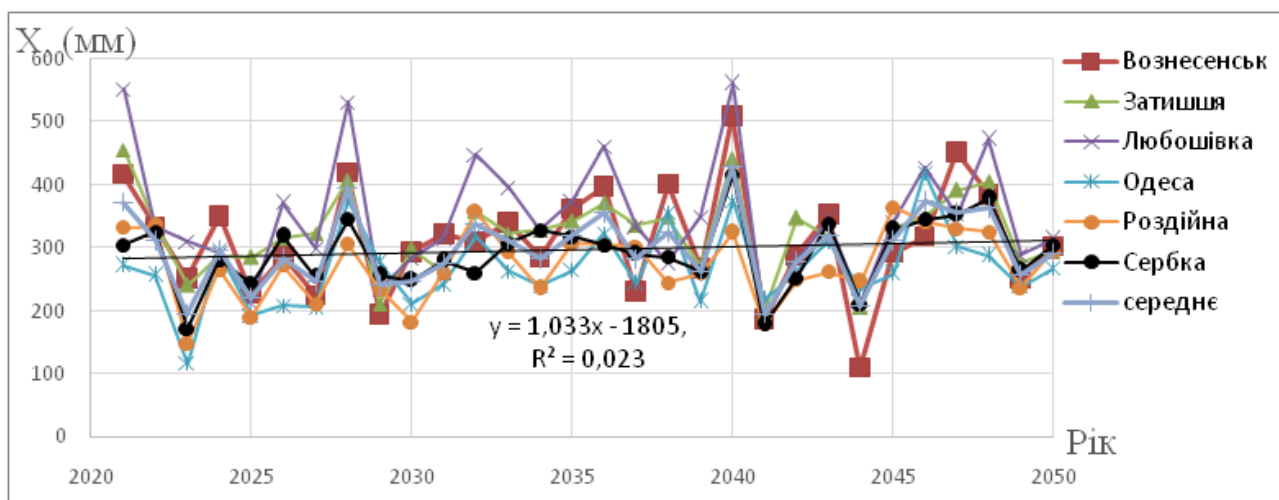


Рисунок Д.18 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів (теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №4CLMcom4)

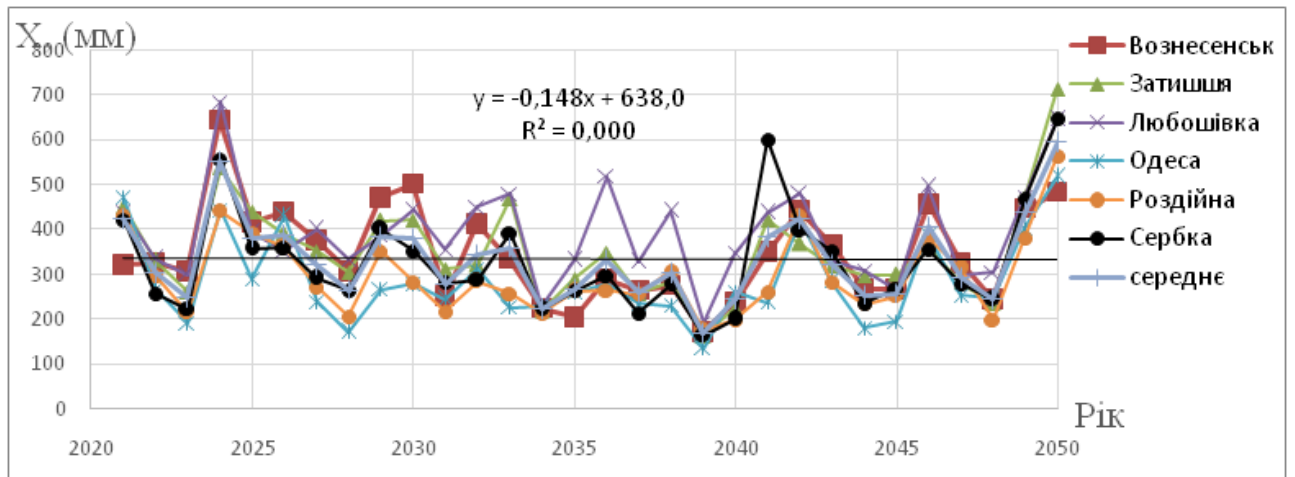


Рисунок Д.19 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів (теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №5CNRM)

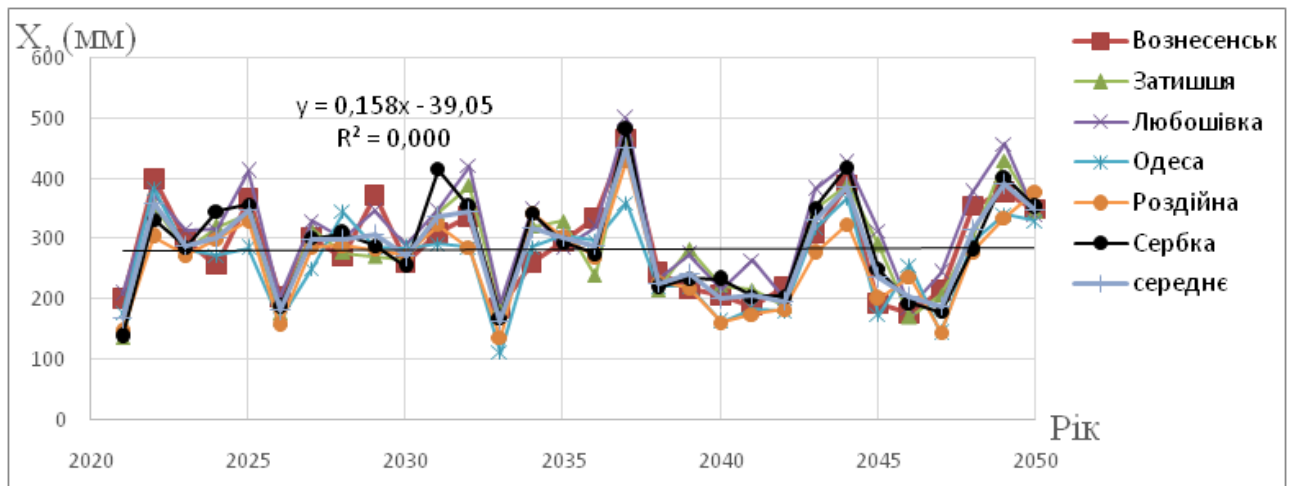


Рисунок Д.20 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №6DMI)

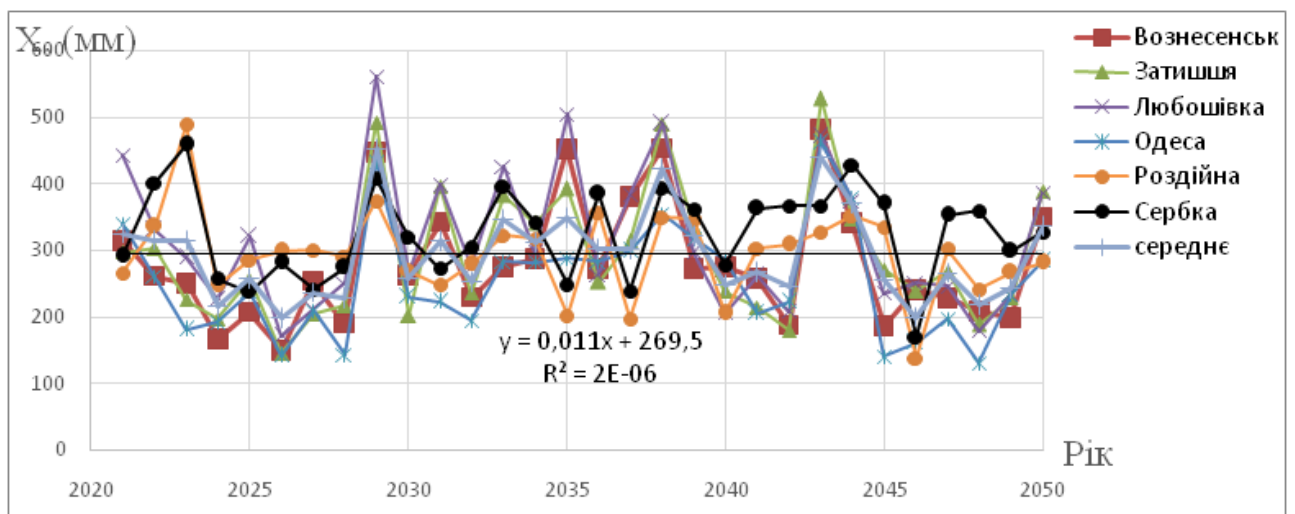


Рисунок Д.21 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів (теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №7KNMI1)

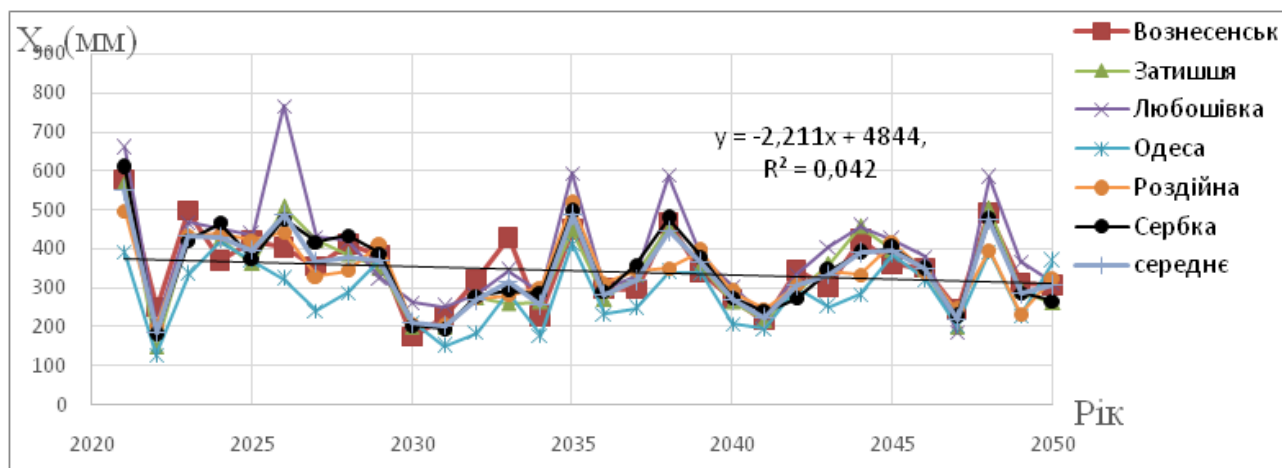


Рисунок Д.22 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №8KNMI2)

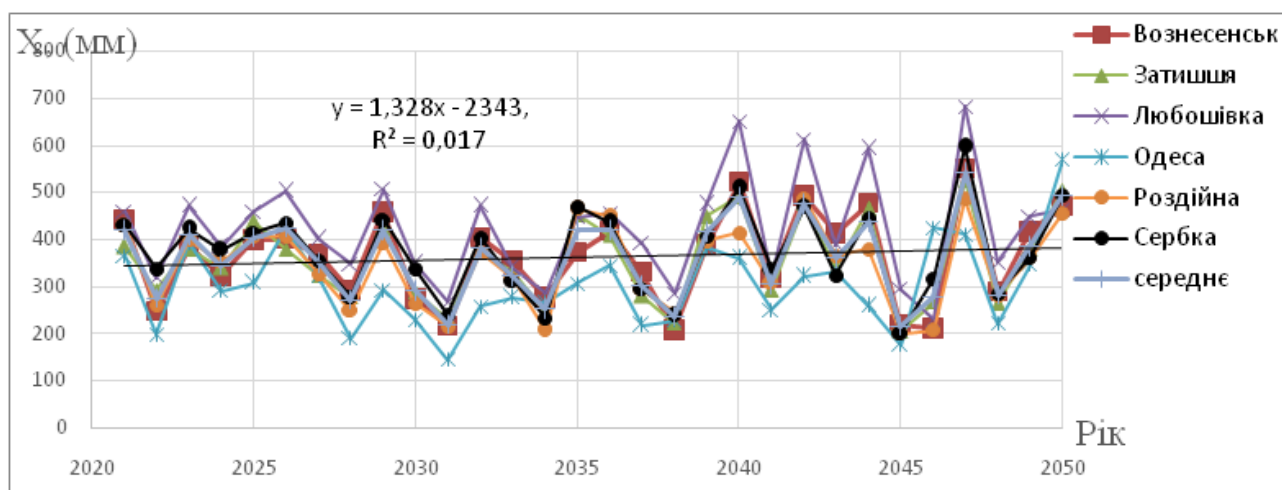


Рисунок Д.23 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів (теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №9MPI-CSC1)

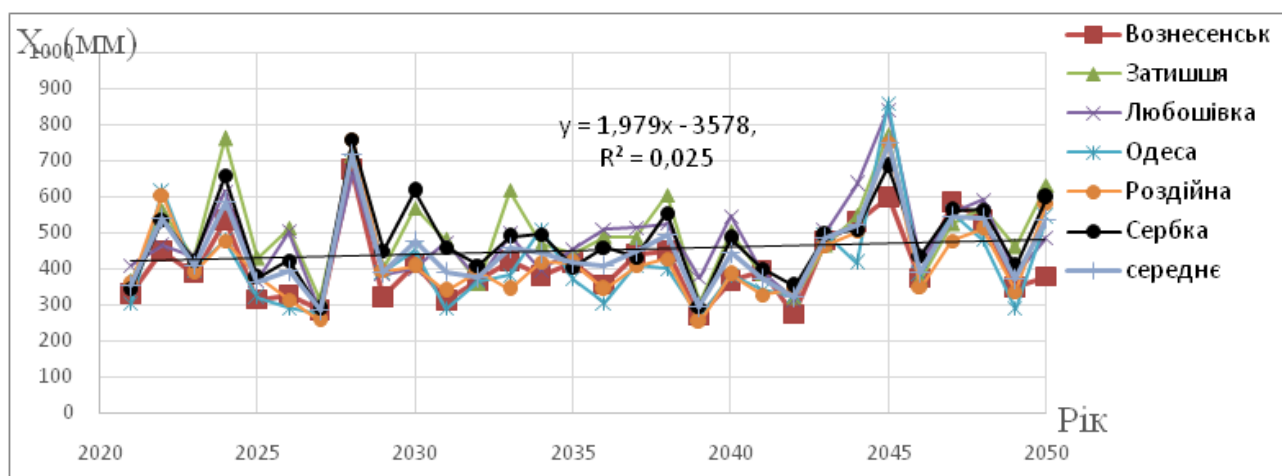


Рисунок Д.24 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів (теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №10MPI-CSC2)

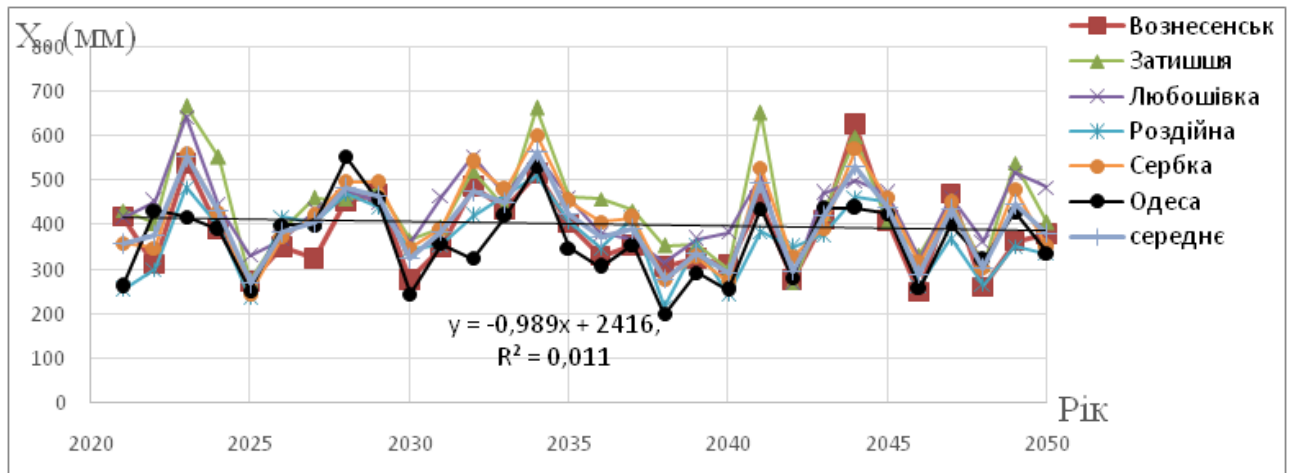


Рисунок Д.25 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №11SMH1)

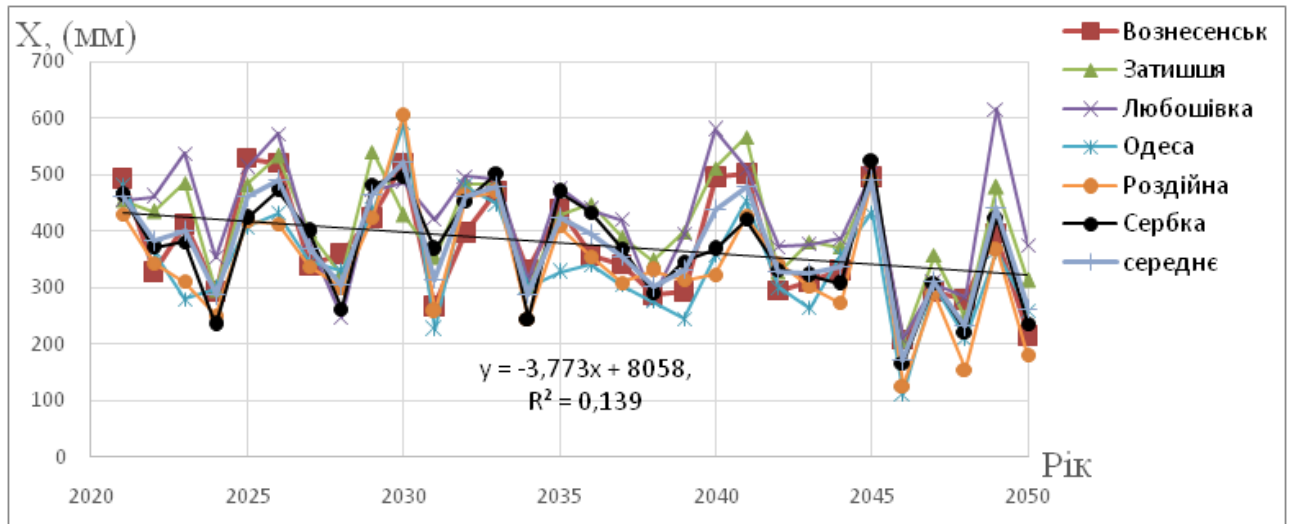


Рисунок Д.26 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №12SMH2)

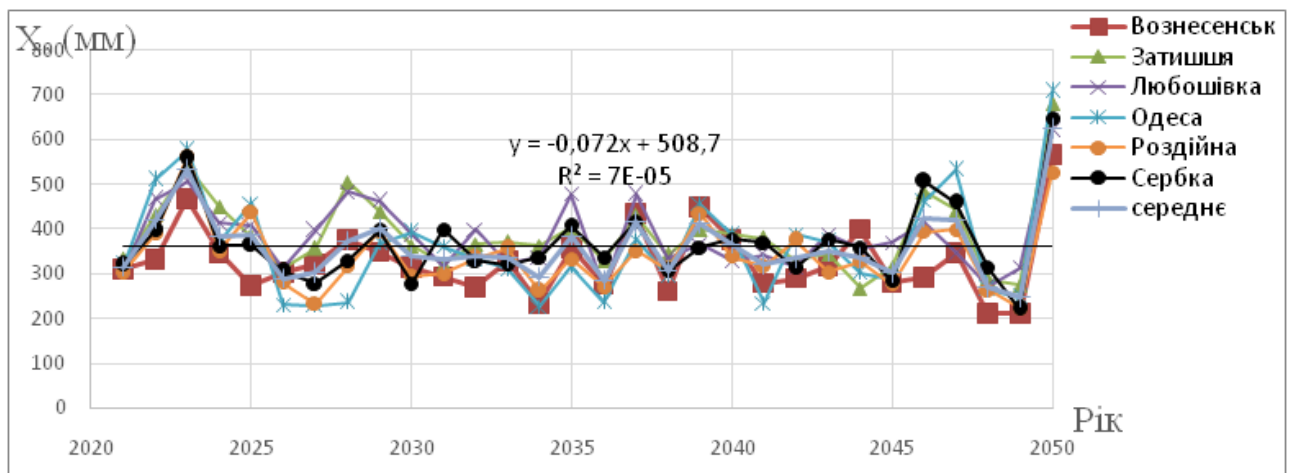


Рисунок Д.27 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №13SMH3)

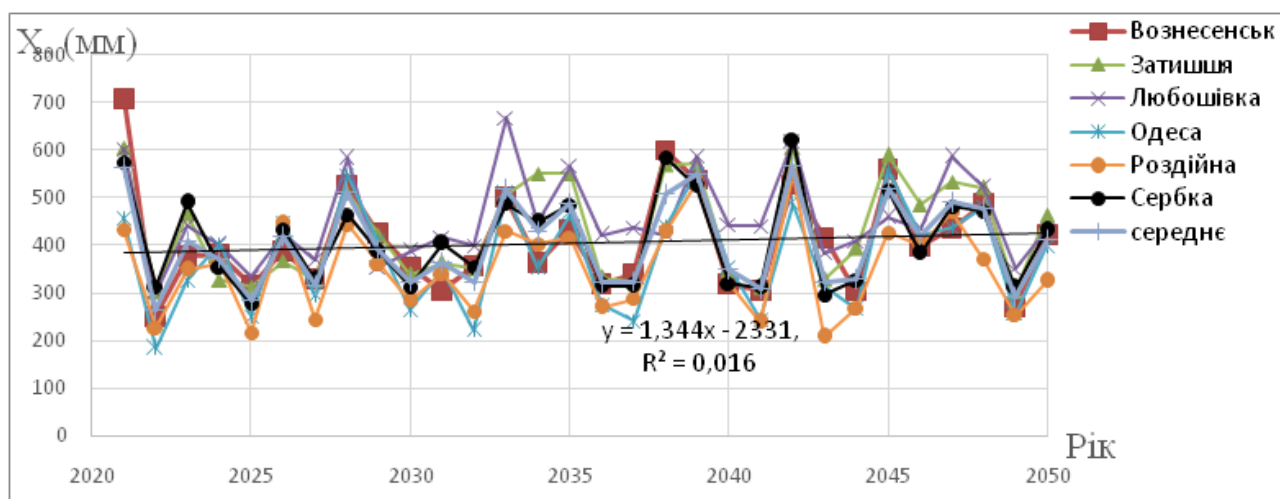


Рисунок Д.28 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(теплого періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №14SMHI4)

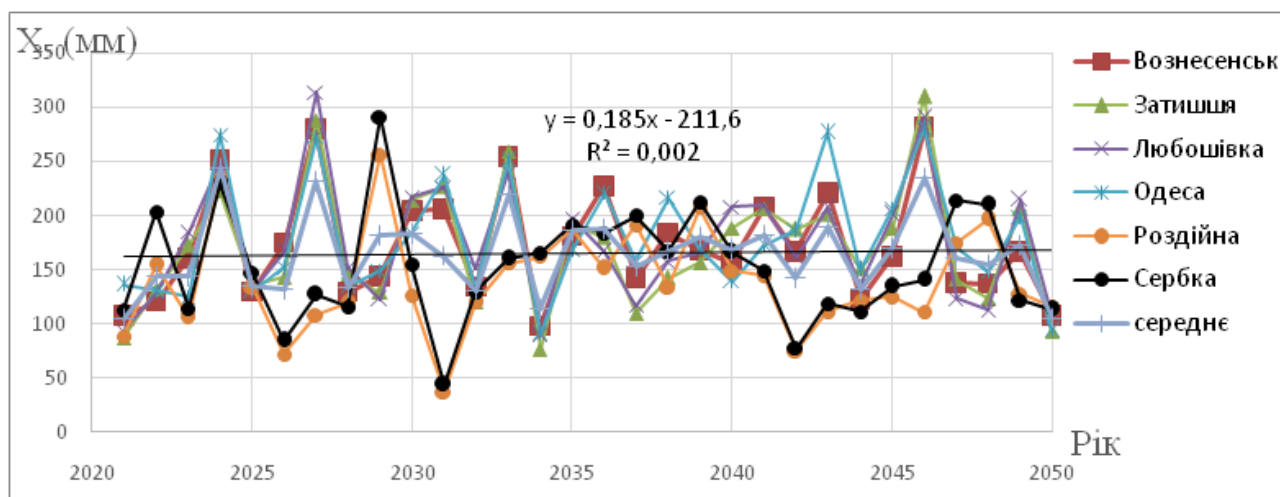


Рисунок Д.29 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №1CLMcom1)

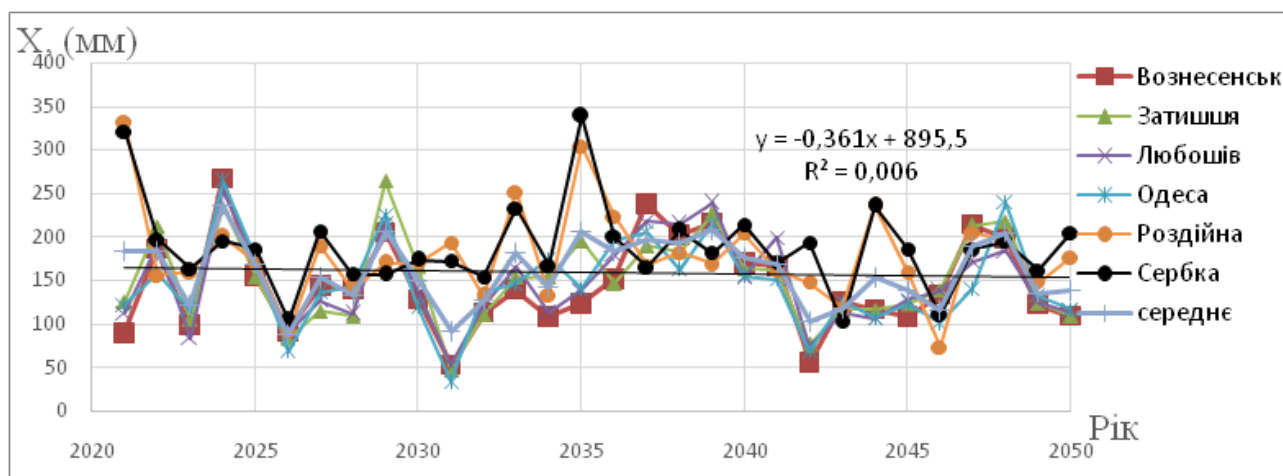


Рисунок Д.30 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №2CLMcom2)

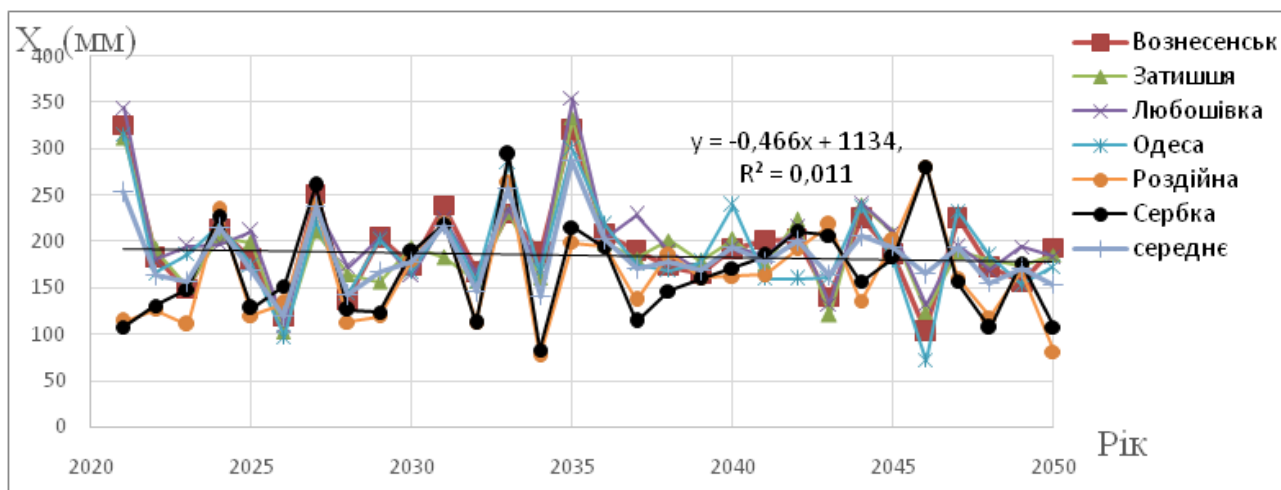


Рисунок Д.31 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №3CLMcom3)

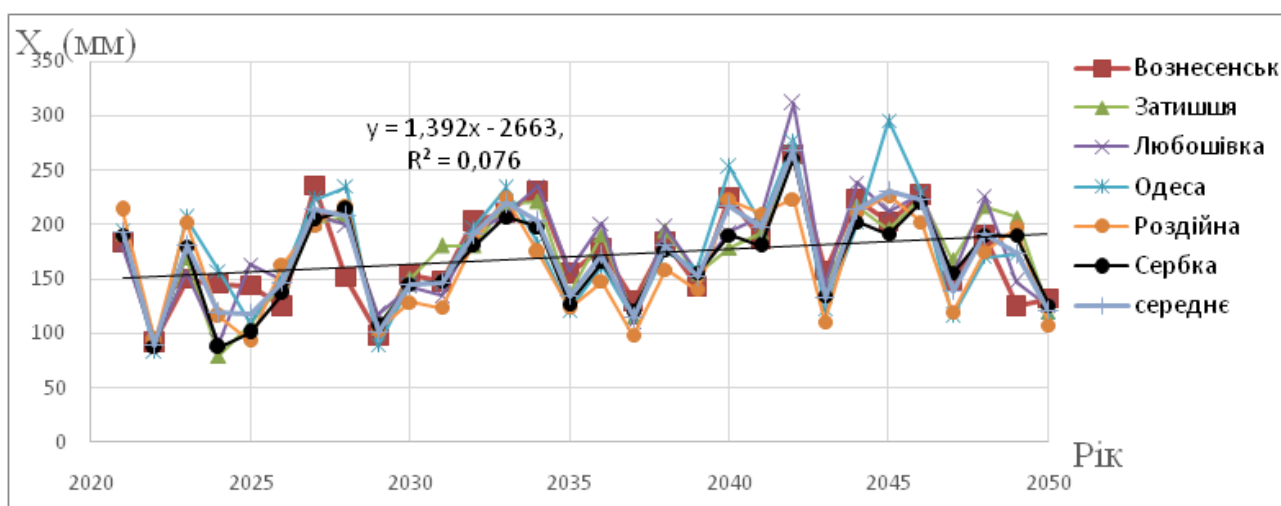


Рисунок Д.32 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №4CLMcom4)

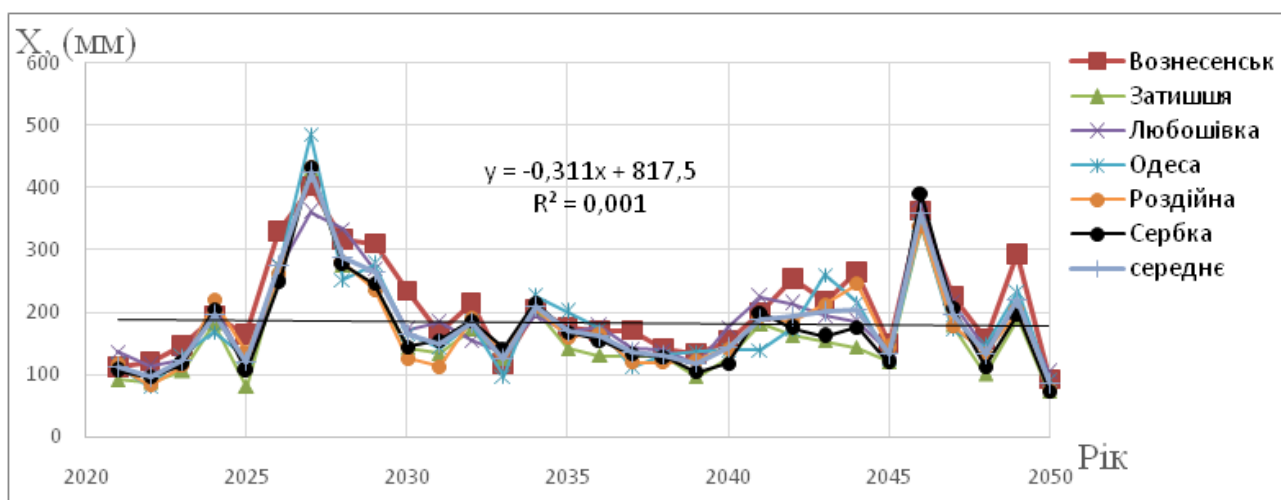


Рисунок Д.33 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №5 CNRM)

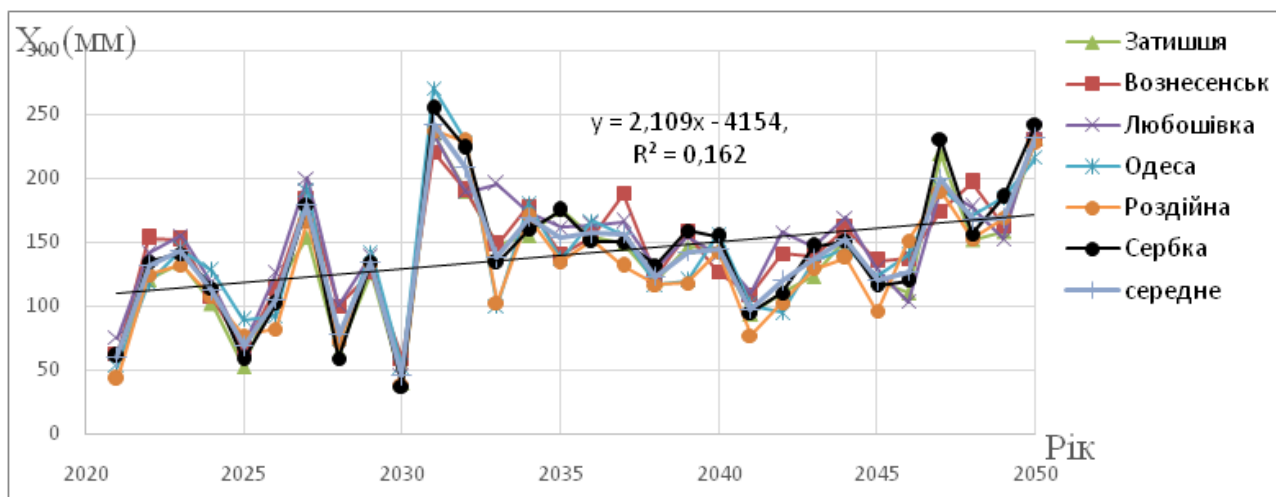


Рисунок Д.34 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №6 DMI)

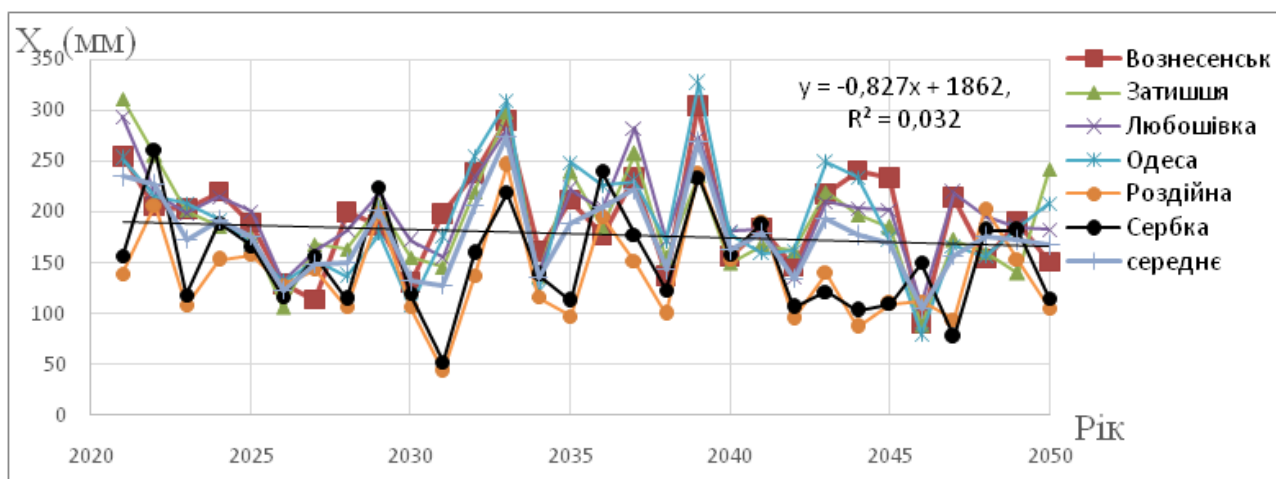


Рисунок Д.35 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №7 KNMI1)

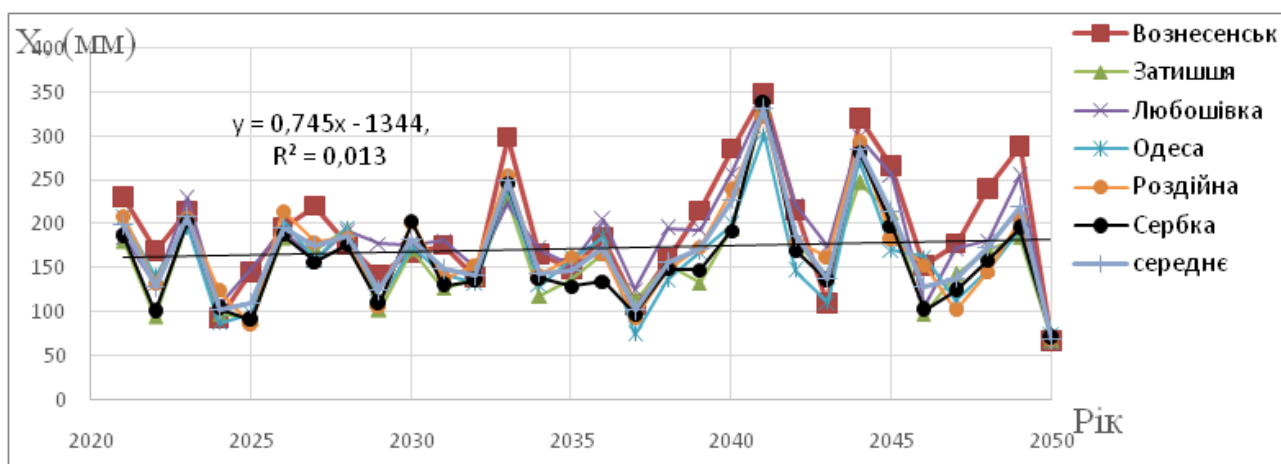


Рисунок Д.36 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №8 KNMI2)

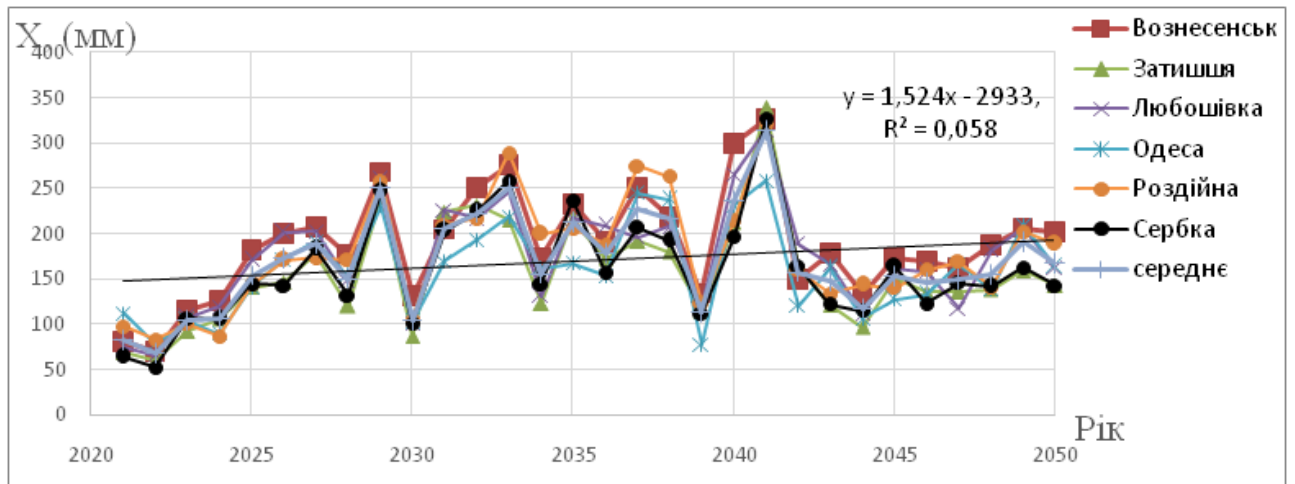


Рисунок Д.37 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №9 MPI-CSC1)

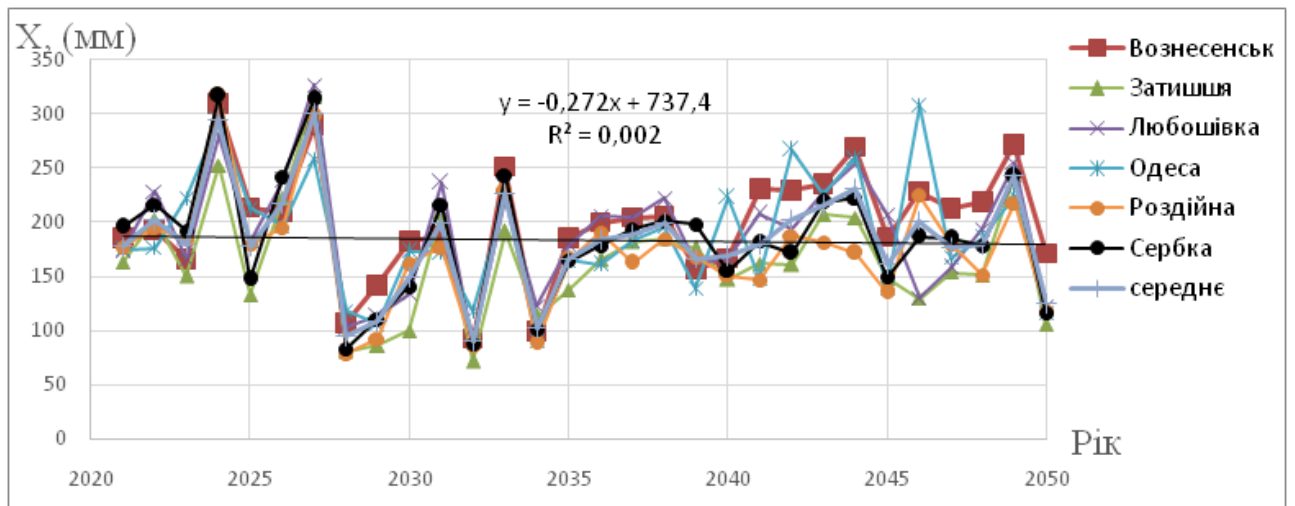


Рисунок Д.38 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №10 MPI-CSC2)

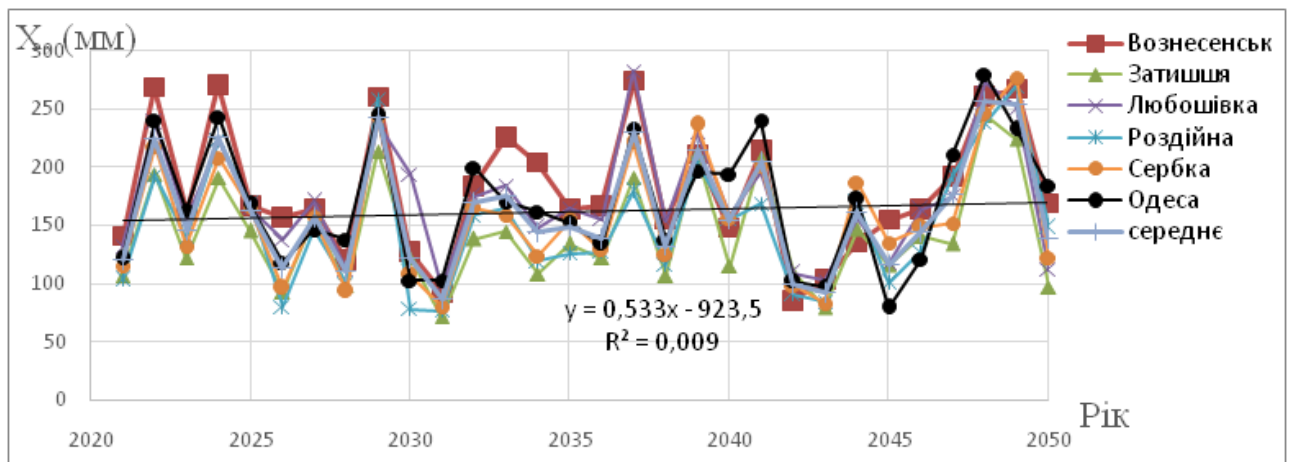


Рисунок Д.39 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №11 SMHI1)

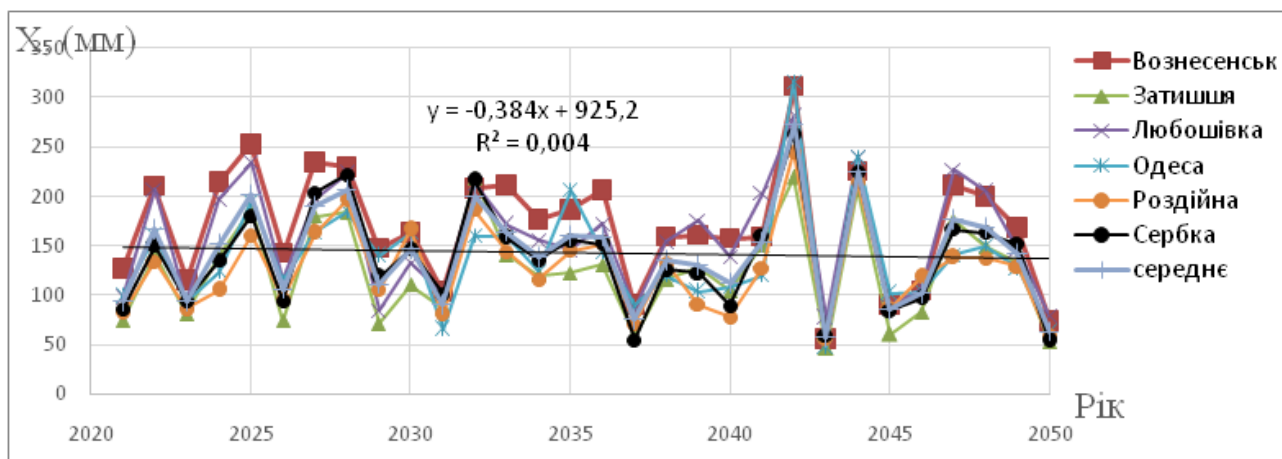


Рисунок Д.40 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №12 SMHI2)

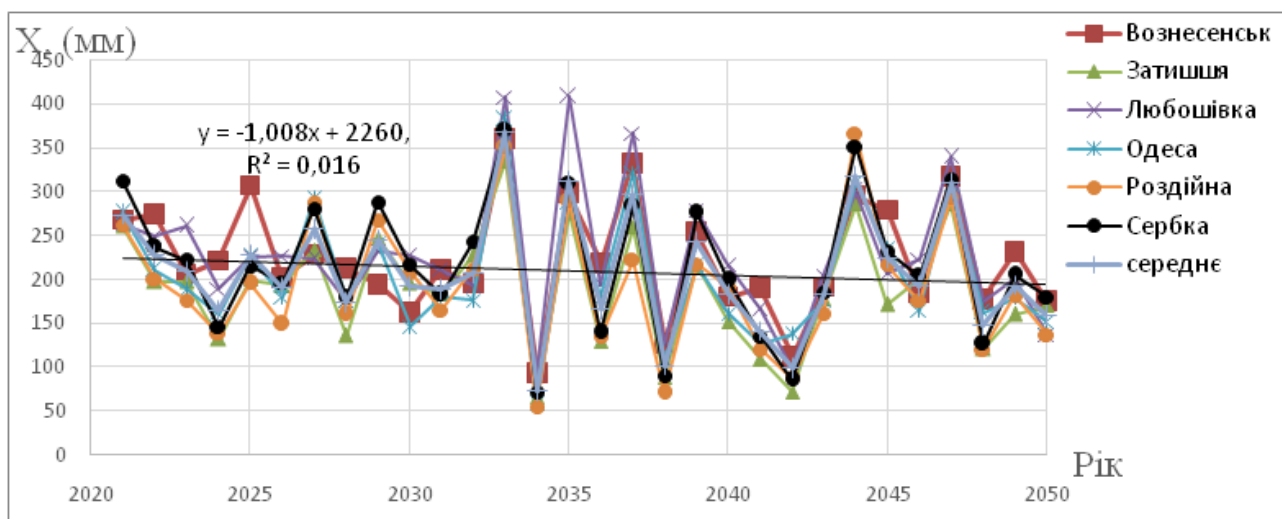


Рисунок Д.41 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №13 SMHI3)

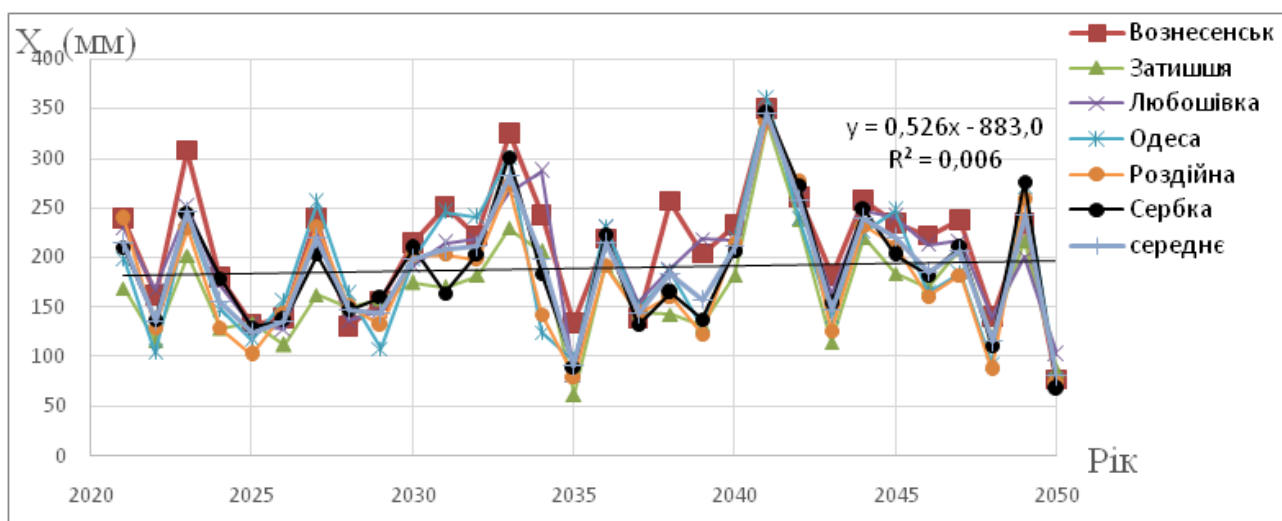


Рисунок Д.42 – Хронологічний хід коливань річних сум опадів(холодного періоду) за сценарієм RCP4.5 (модель №14 SMHI4)

Додаток Е Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів
за сценарієм RCP4.5

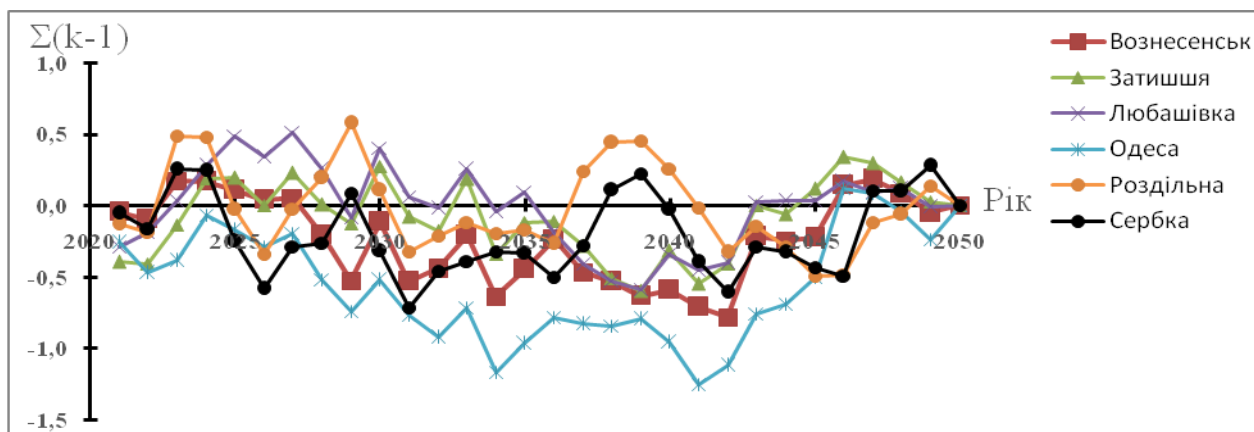


Рисунок Е.1 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №1 CLMcom1)

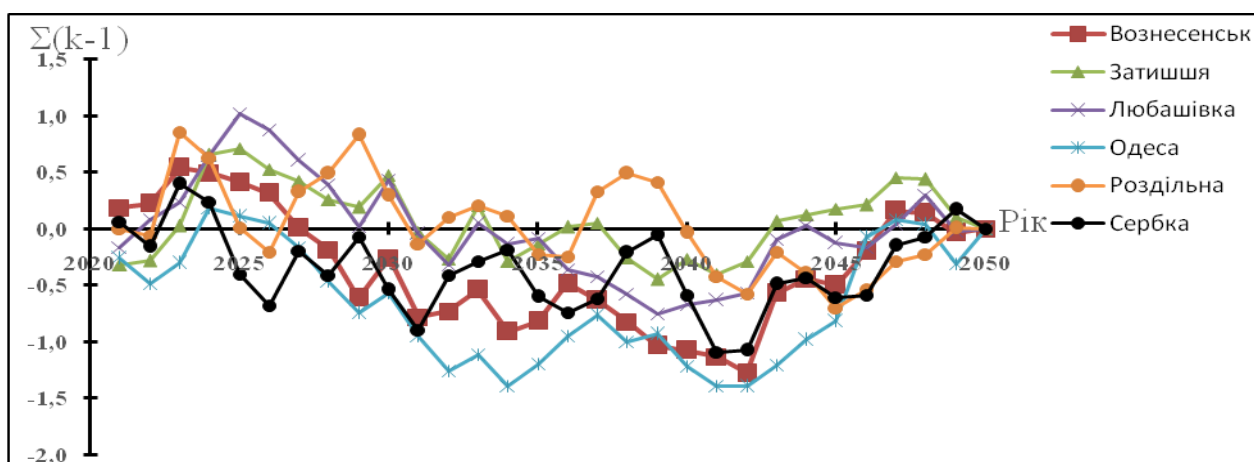


Рисунок Е.2 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплового періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №1 CLMcom1)

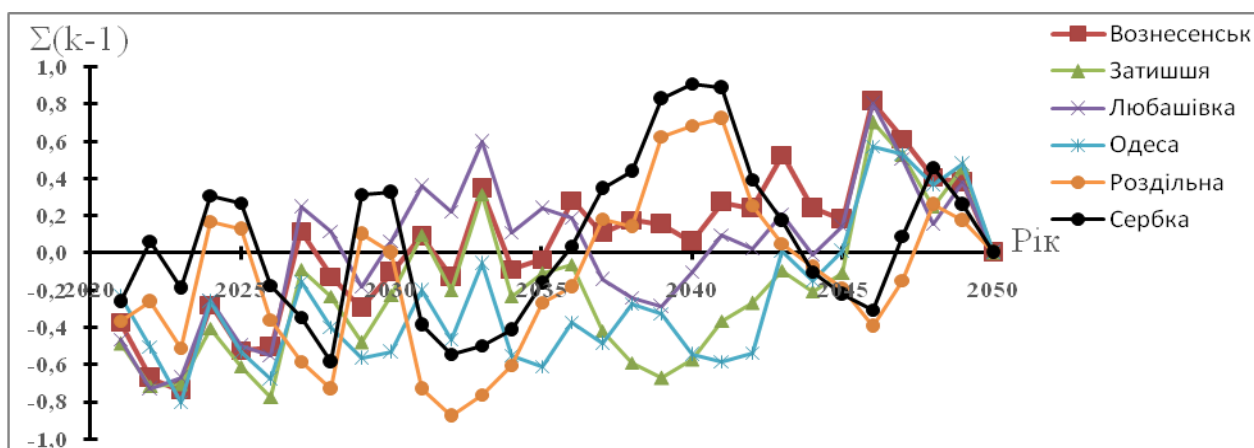


Рисунок Е.3 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №1 CLMcom1)

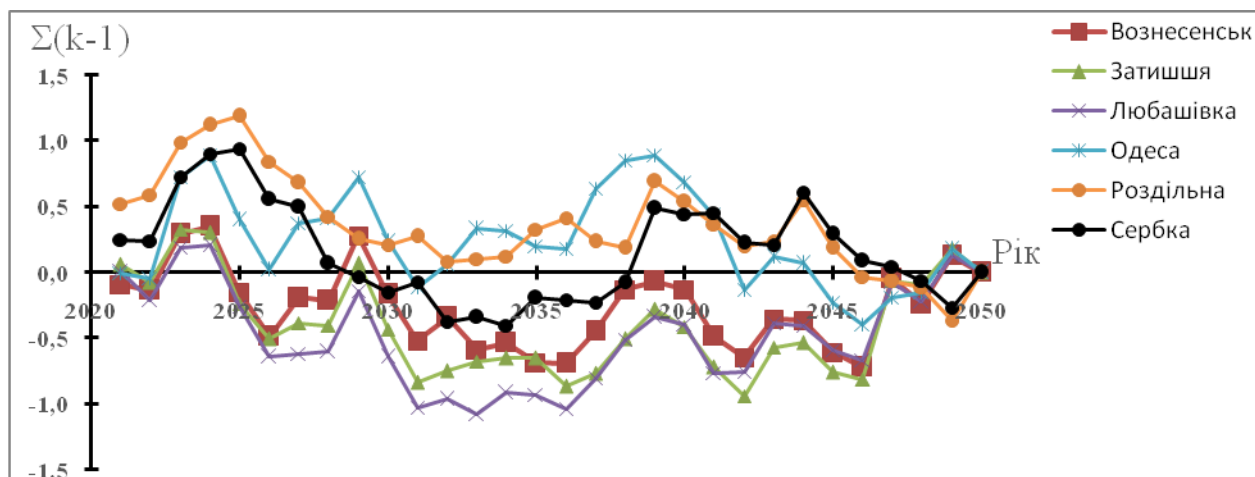


Рисунок Е.4 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №2 CLMcom2)

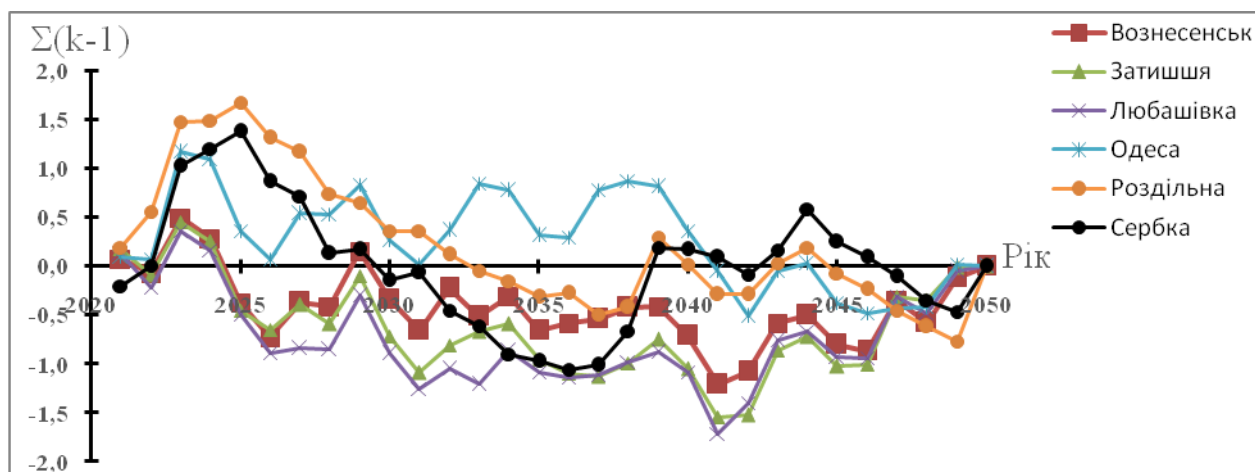


Рисунок Е.5 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплого періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №2 CLMcom2)

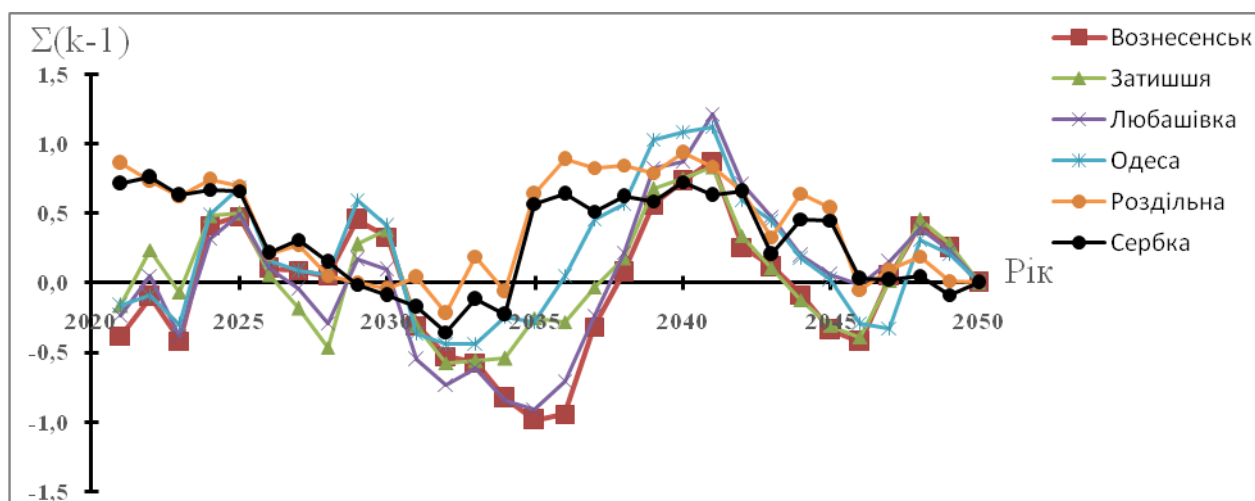


Рисунок Е.6 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №2 CLMcom2)

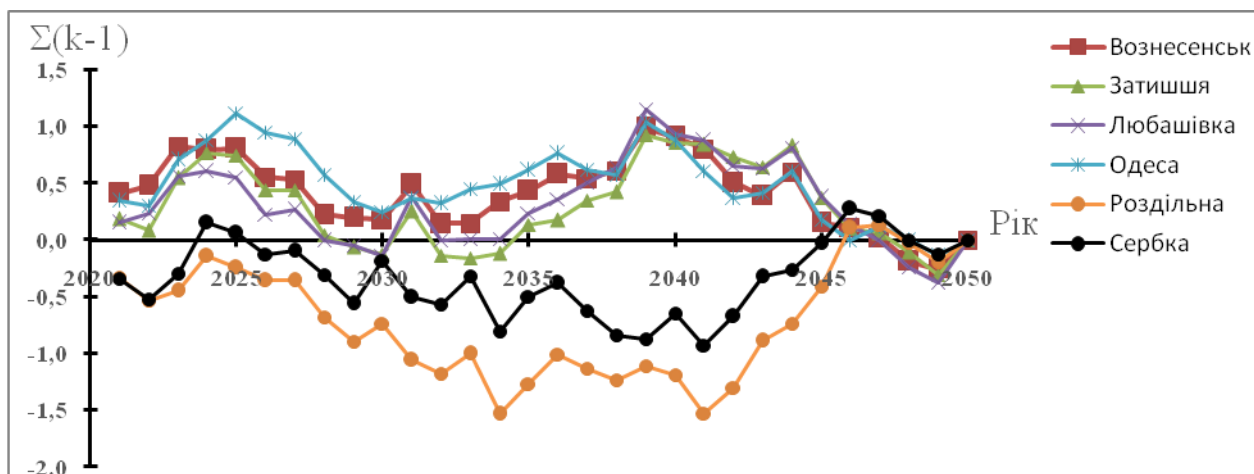


Рисунок Е.7 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценаріємRCP4.5(модель №3 CLMcom3)

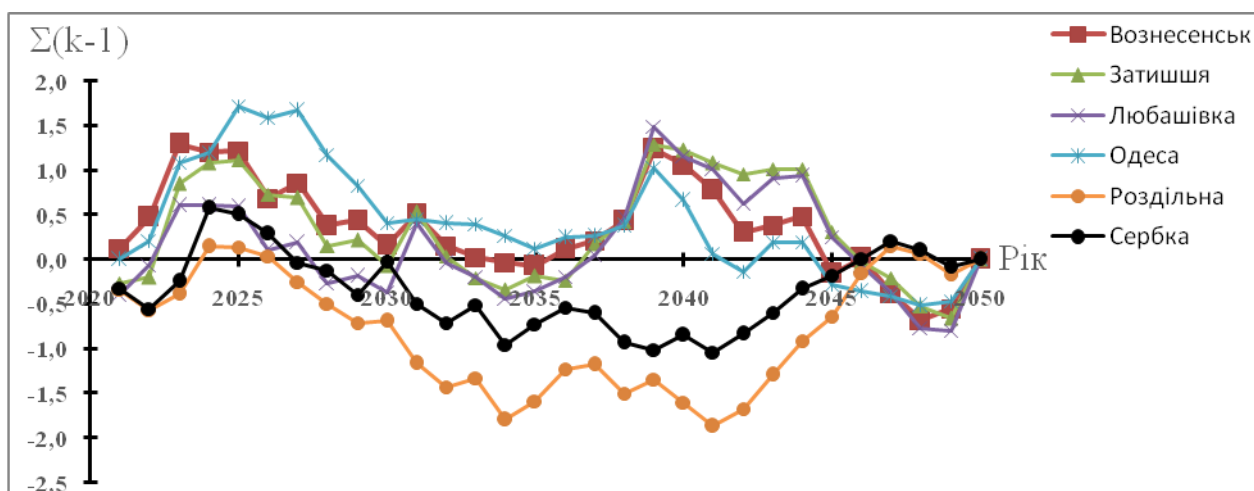


Рисунок Е.8 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплого періоду за сценаріємRCP4.5(модель №3 CLMcom3)

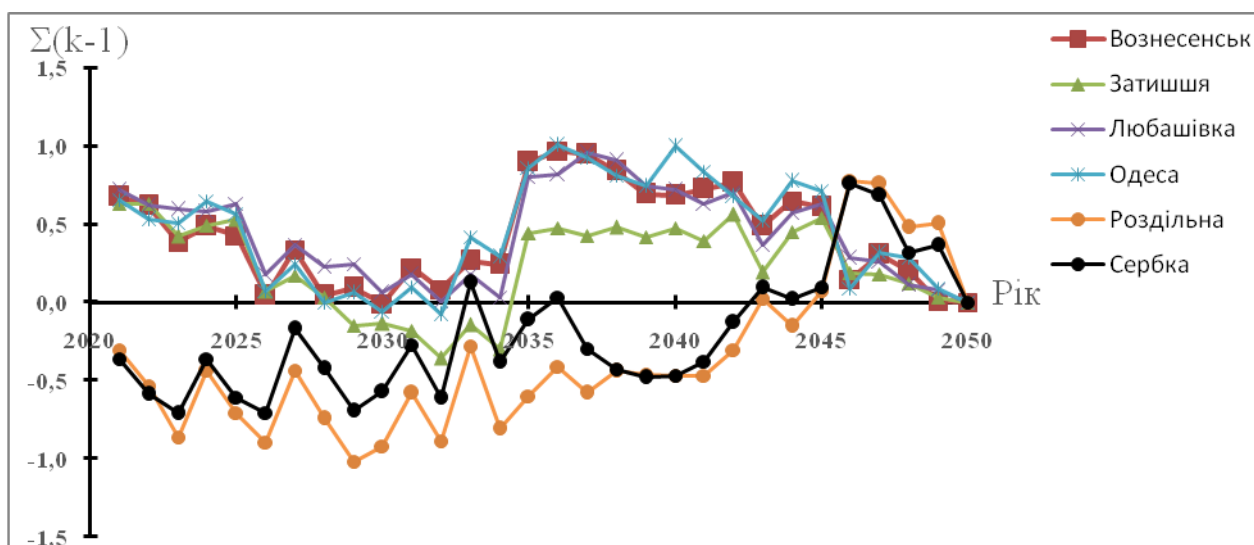


Рисунок Е.9 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценаріємRCP4.5(модель №3 CLMcom3)

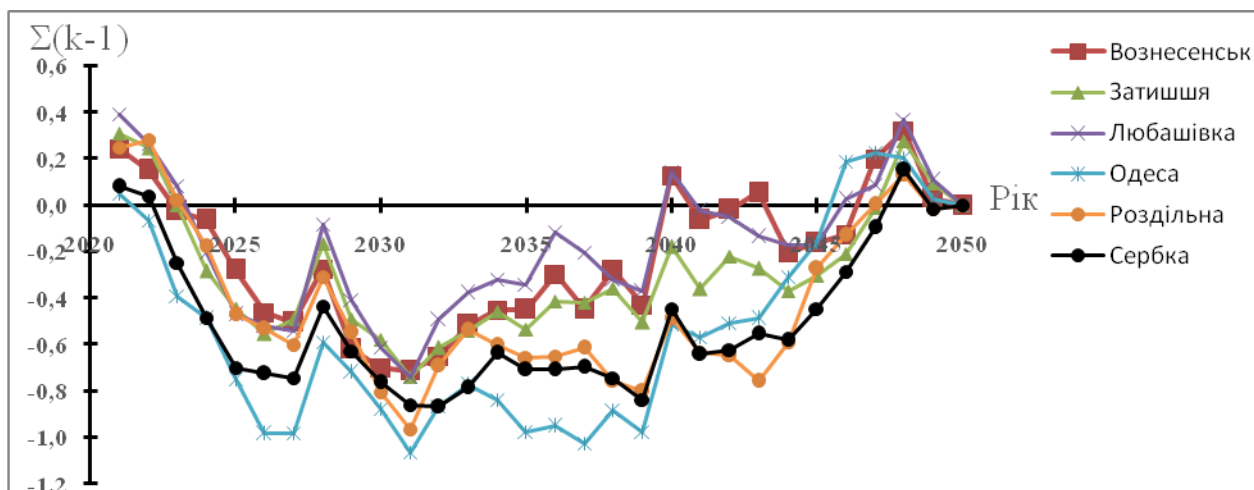


Рисунок Е.10 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №4 CLMcom4)

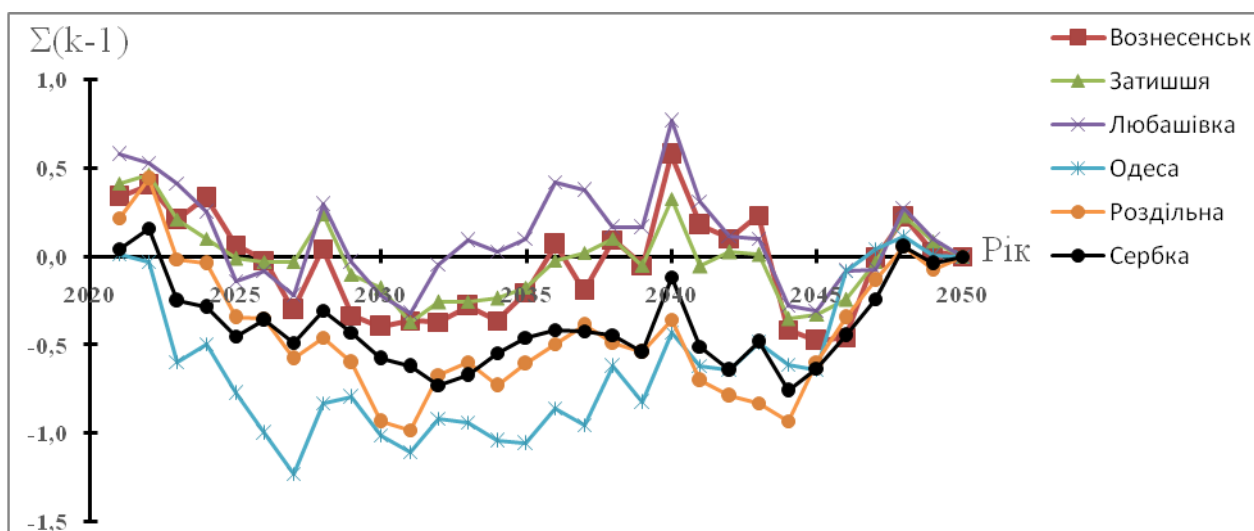


Рисунок Е.11 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплового періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №4 CLMcom4)

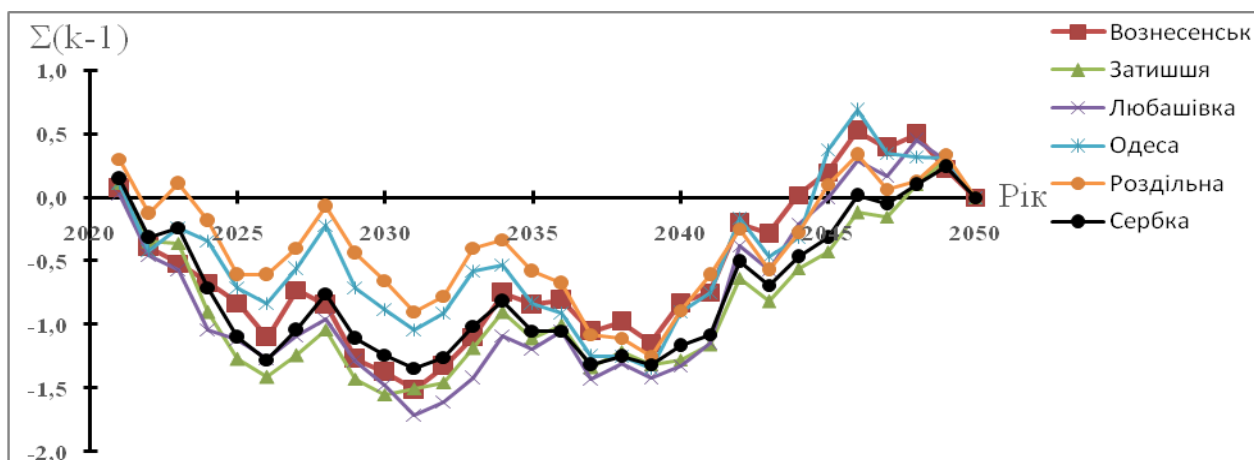


Рисунок Е.12 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №4 CLMcom4)

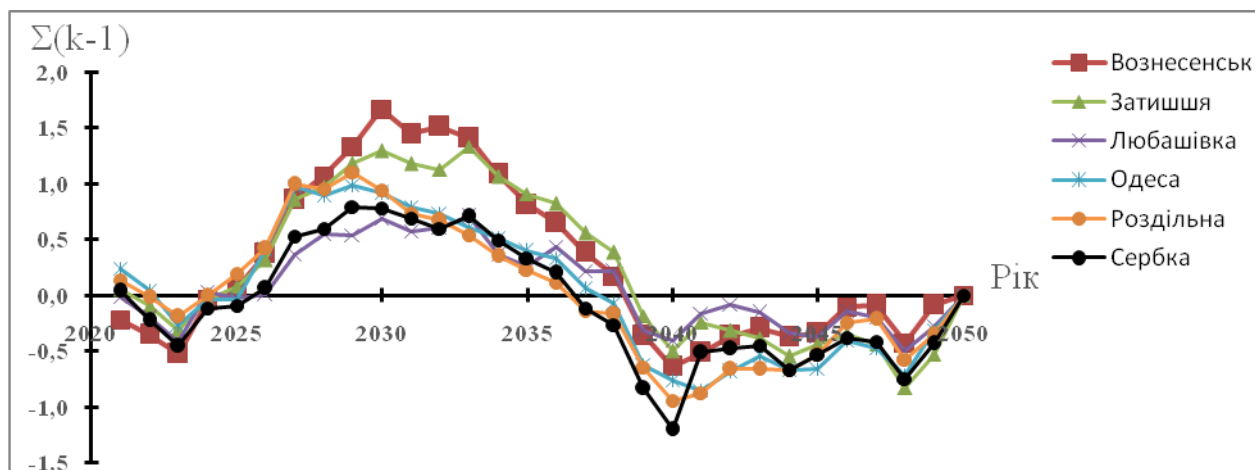


Рисунок Е.13 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценаріємRCP4.5(модель №5 CNRM)

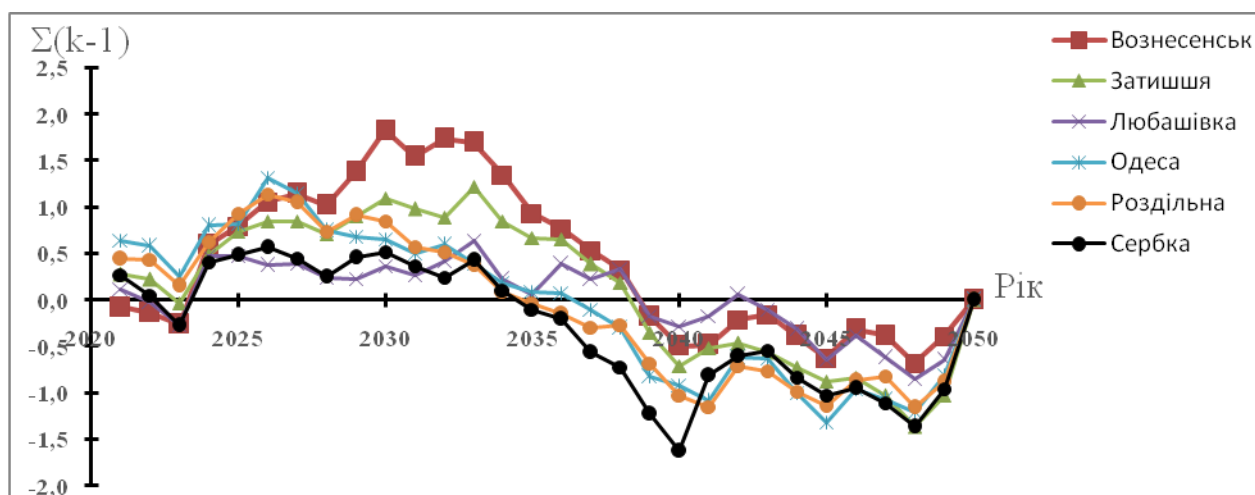


Рисунок Е.14 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплого періоду за сценаріємRCP4.5(модель №5 CNRM)

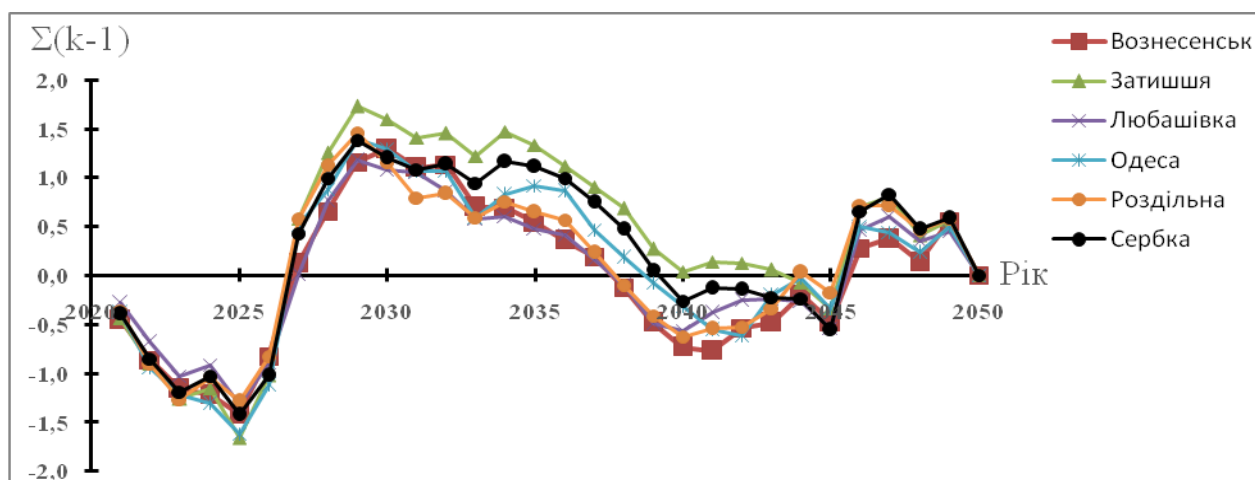


Рисунок Е.15 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценаріємRCP4.5(модель №5 CNRM)

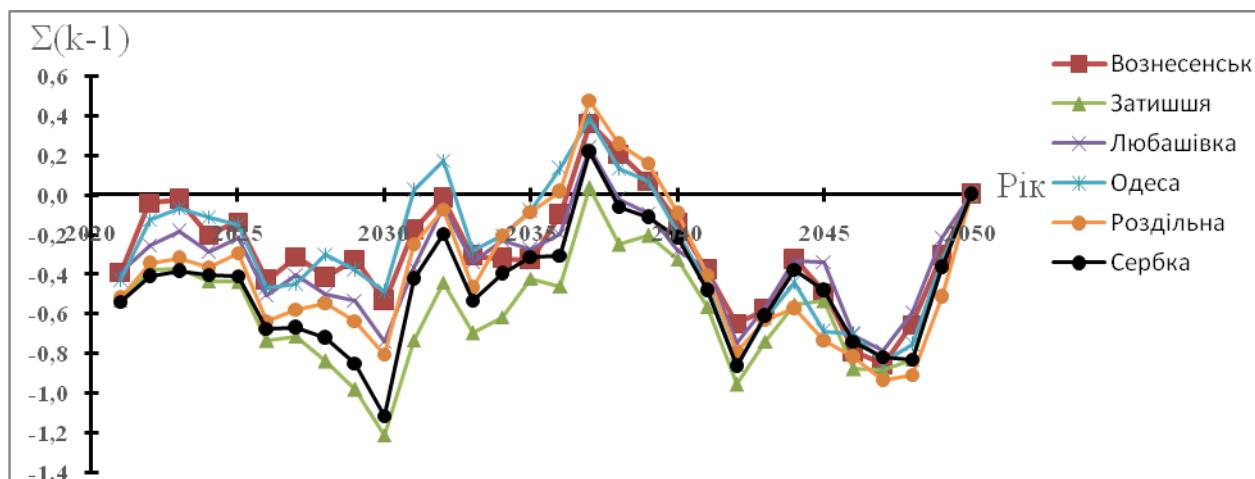


Рисунок Е.16 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №6 DMI)

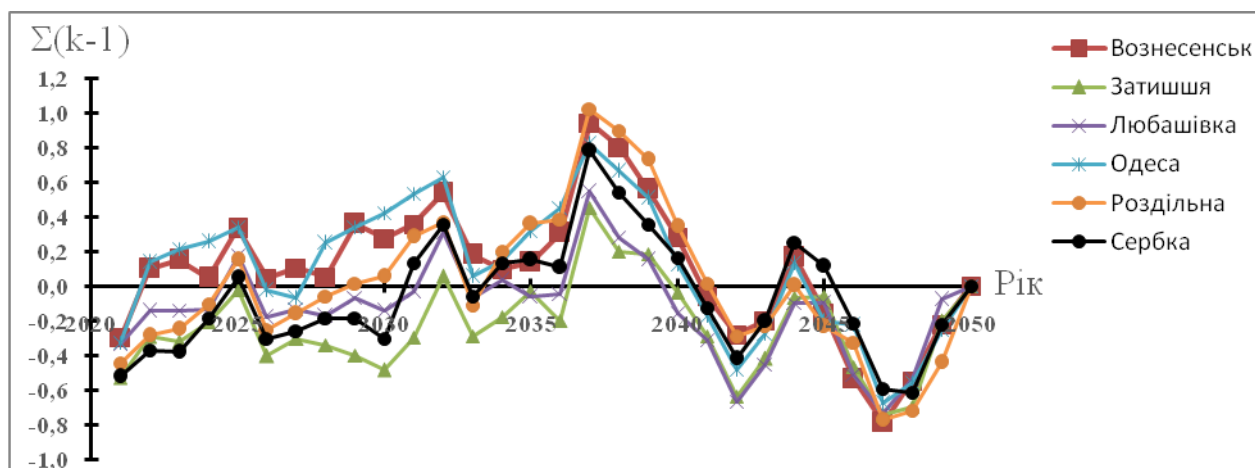


Рисунок Е.17 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплого періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №6 DMI)

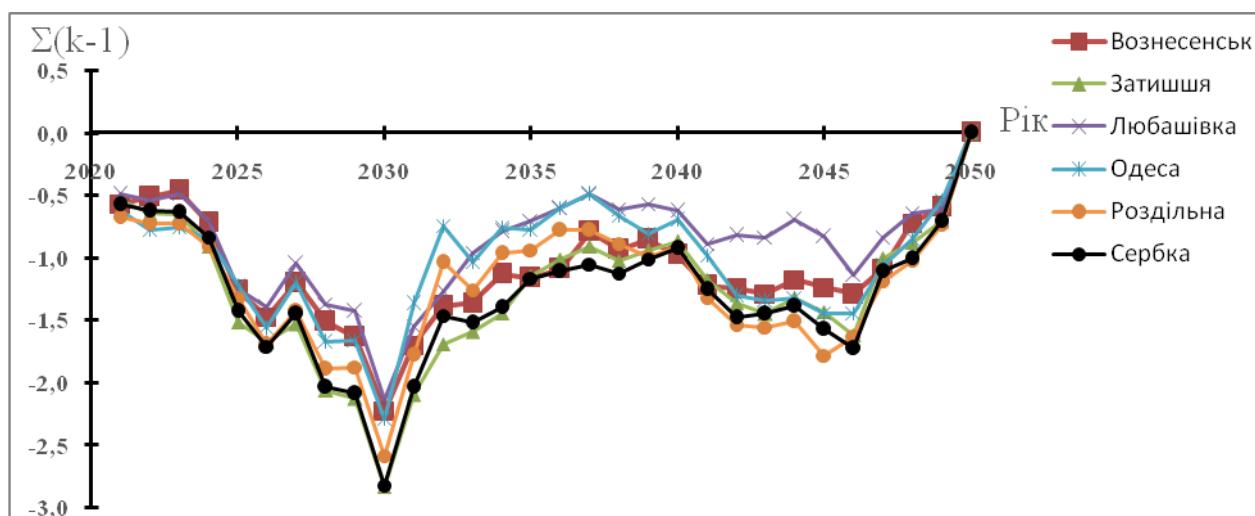


Рисунок Е.18 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №6 DMI)

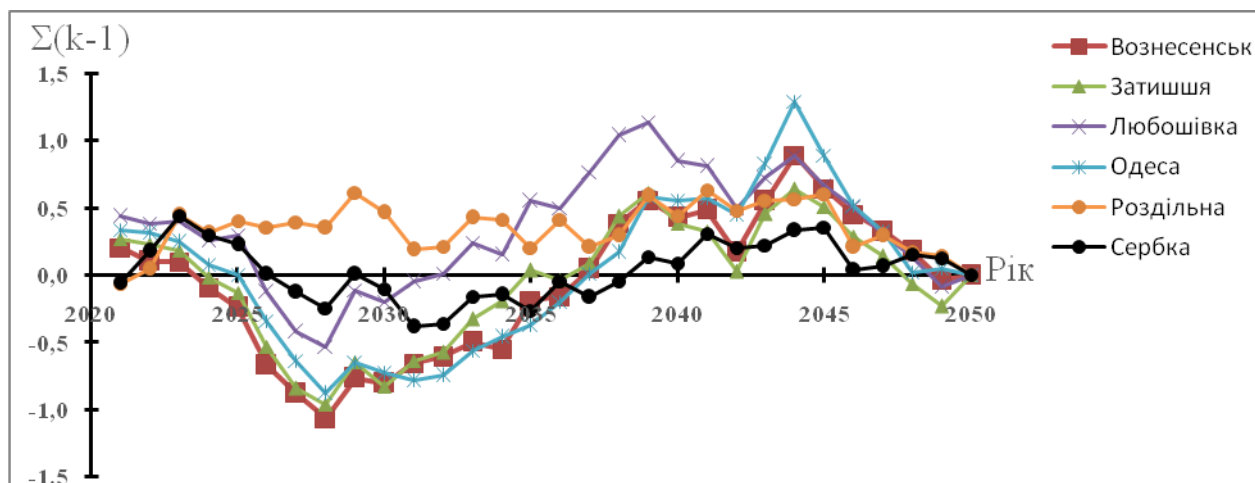


Рисунок Е.19 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №7 KNMI1)

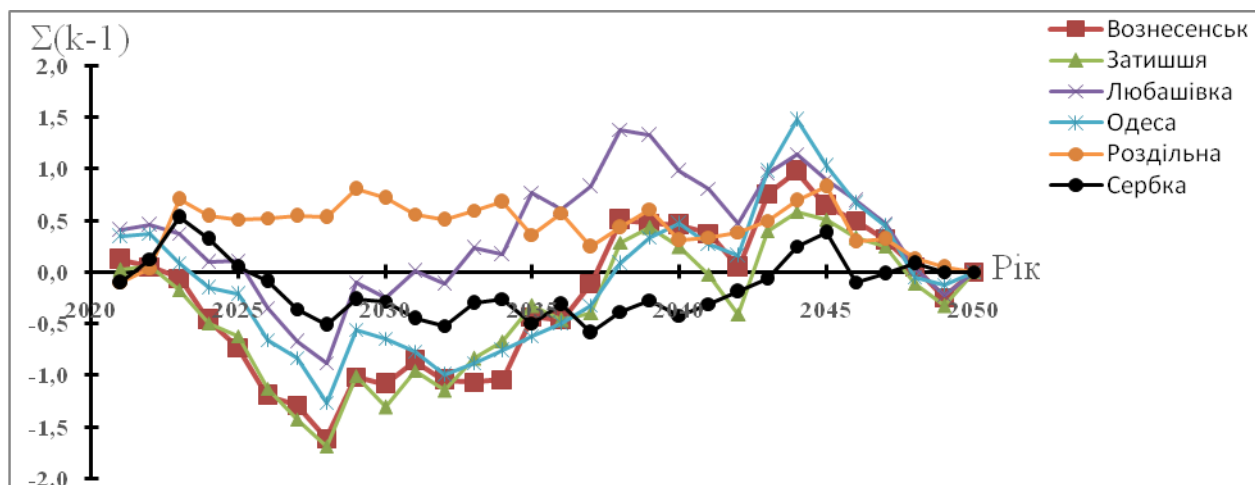


Рисунок Е.20 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплового періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №7 KNMI1)

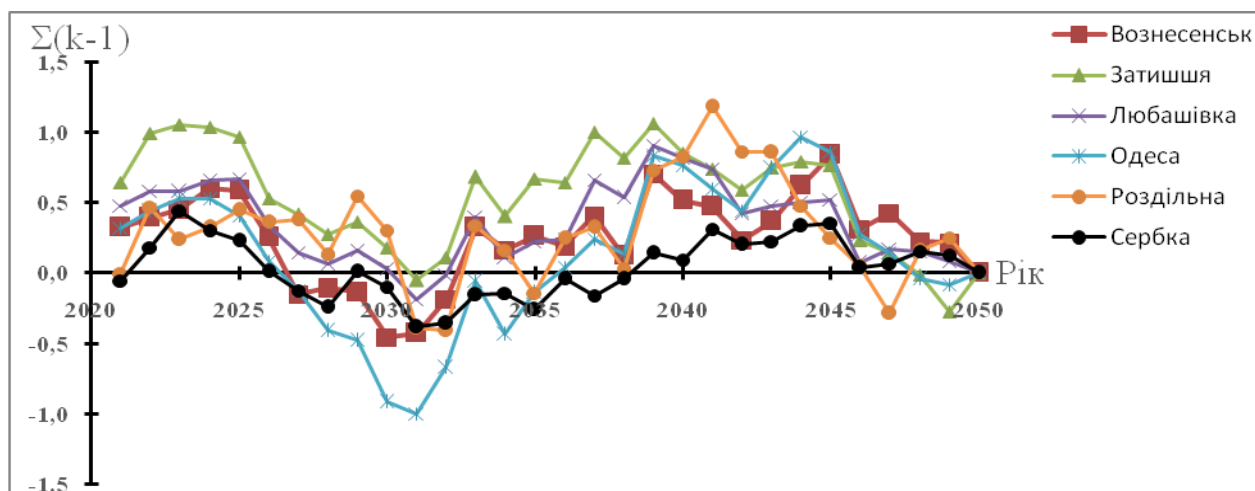


Рисунок Е.21 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №7 KNMI1)

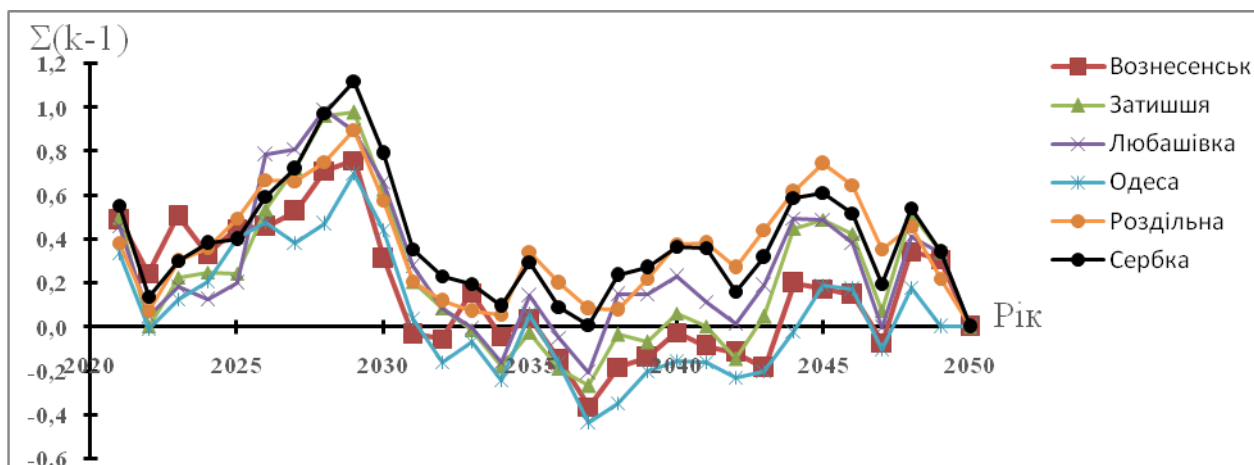


Рисунок Е.22 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №8 KNMI2)

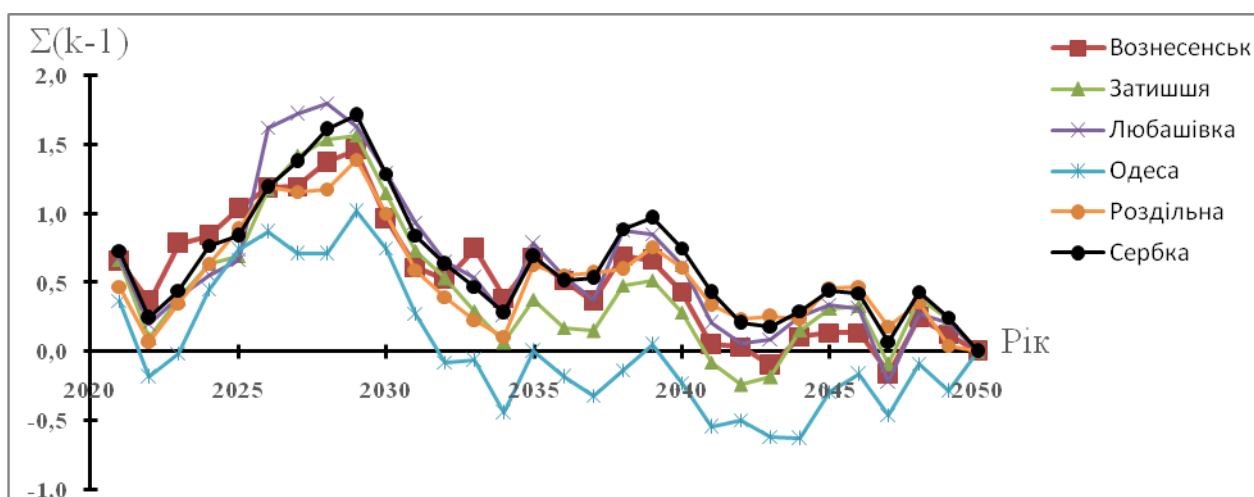


Рисунок Е.23 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплого періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №8 KNMI2)

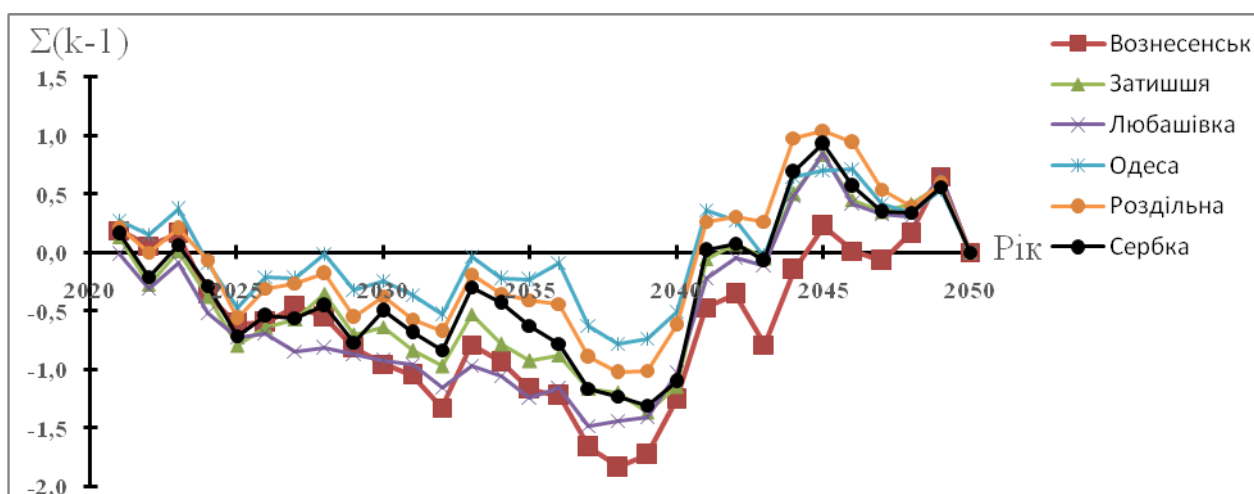


Рисунок Е.24 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №8 KNMI2)

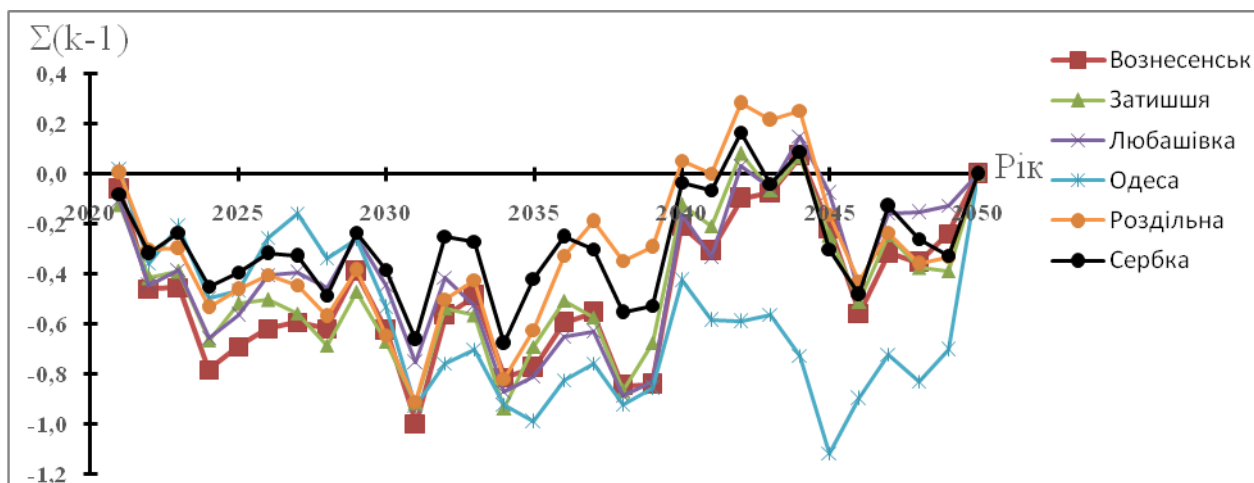


Рисунок Е.25 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №9 MPI-CSC1)

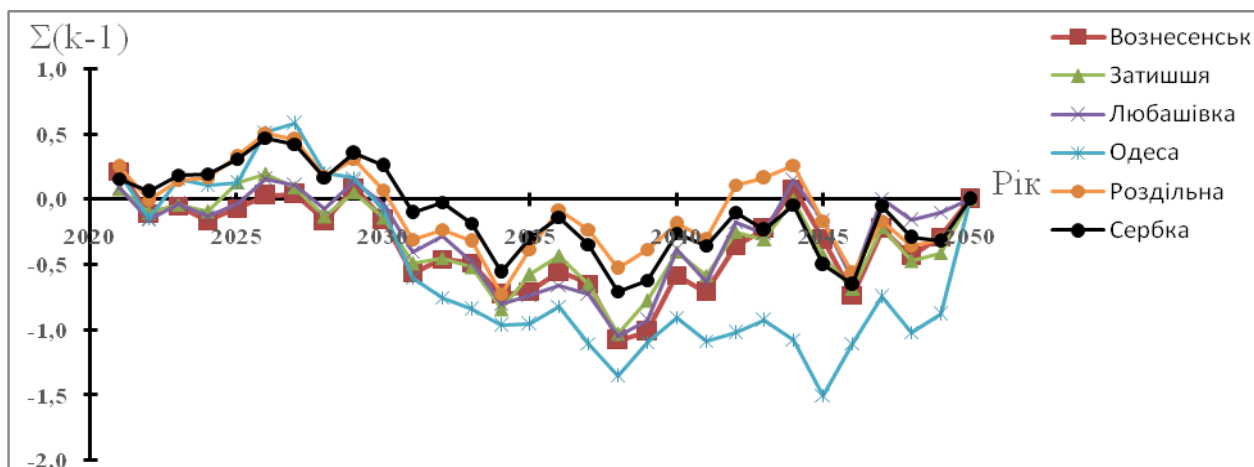


Рисунок Е.26 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплого періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №9 MPI-CSC1)

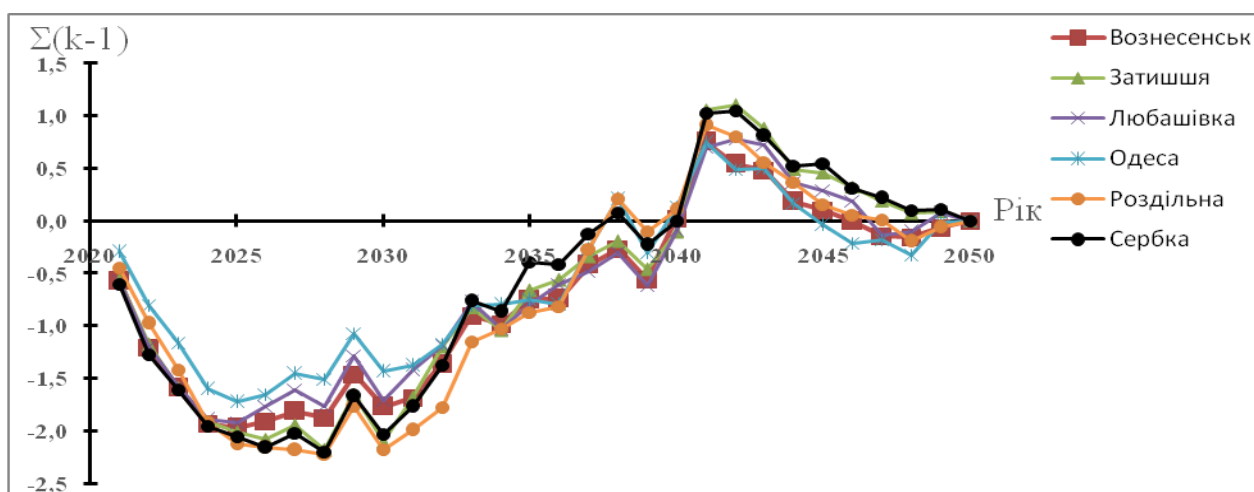


Рисунок Е.27 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №9 MPI-CSC1)

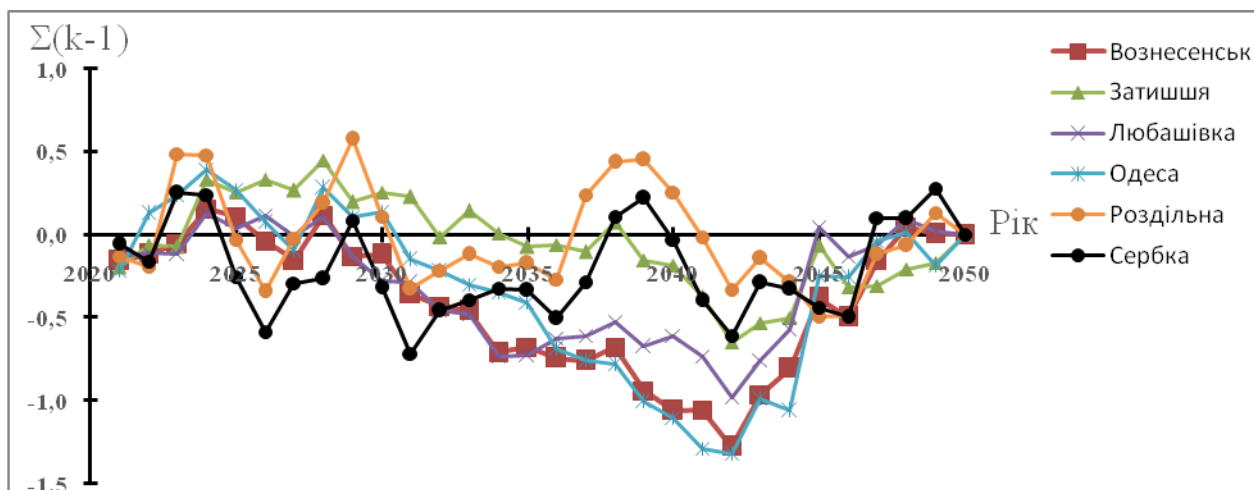


Рисунок Е.28 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №10 MPI-CSC2)

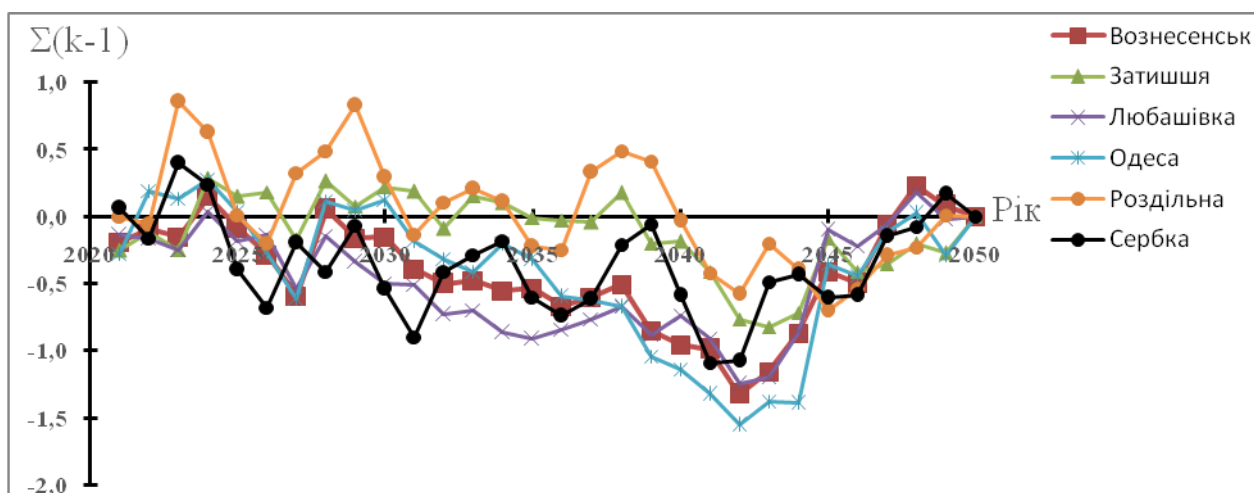


Рисунок Е.29 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплого періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №10 MPI-CSC2)

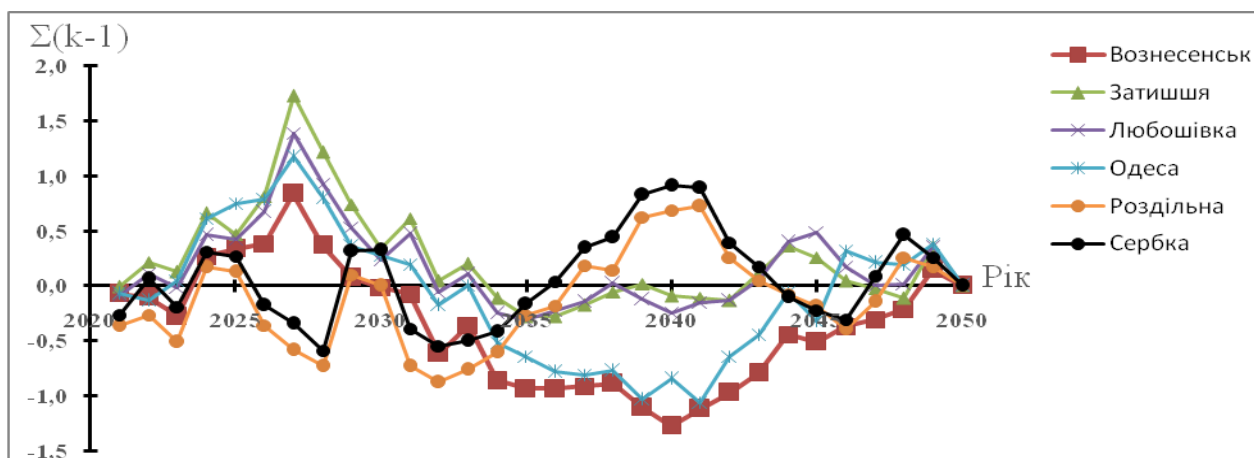


Рисунок Е.30 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №10 MPI-CSC2)

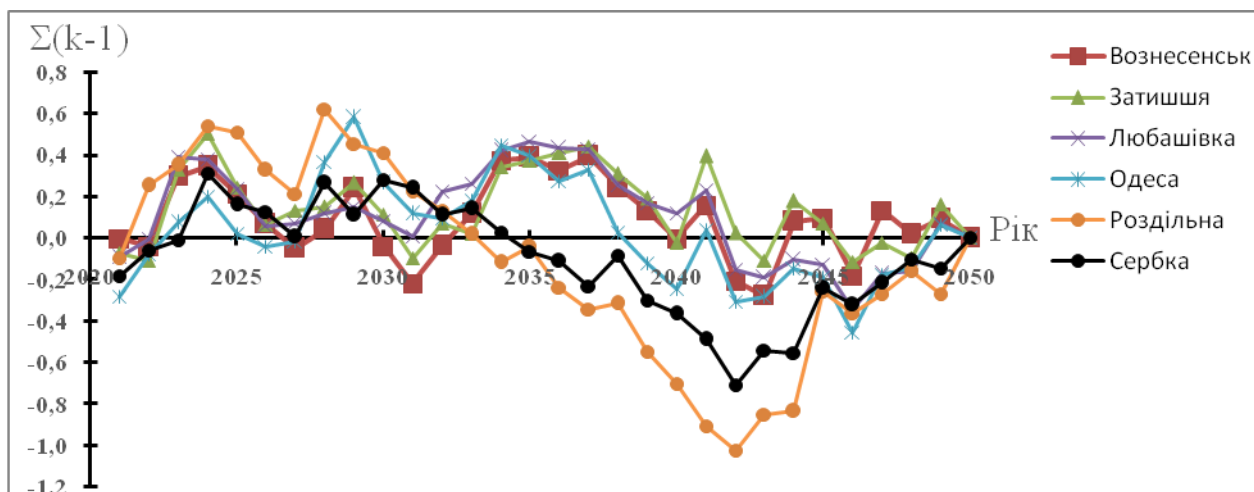


Рисунок Е.31 – Суміщені різницьові інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №11 SMHI1)

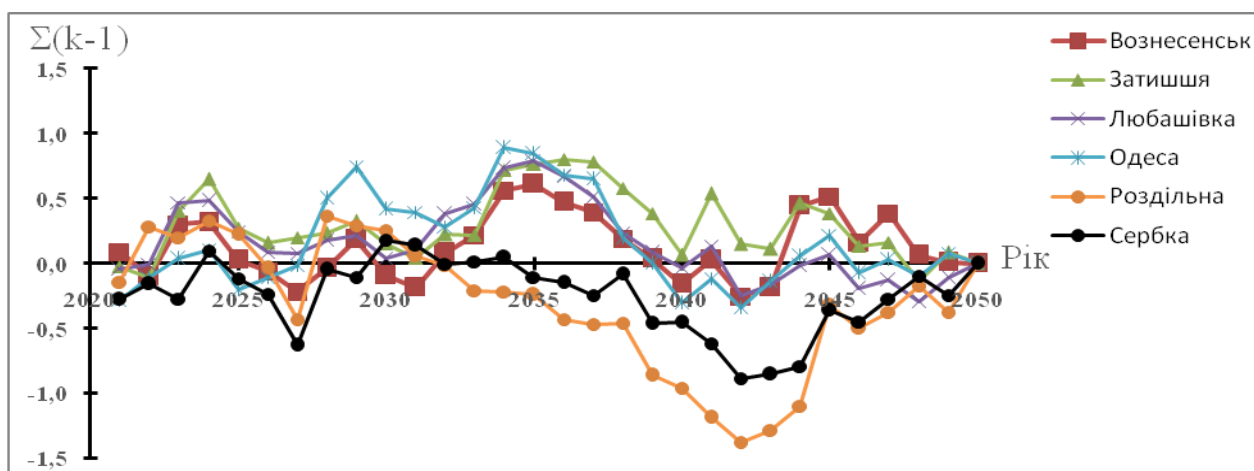


Рисунок Е.32 – Суміщені різницьові інтегральні криві для сум опадів теплогo періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №11 SMHI1)

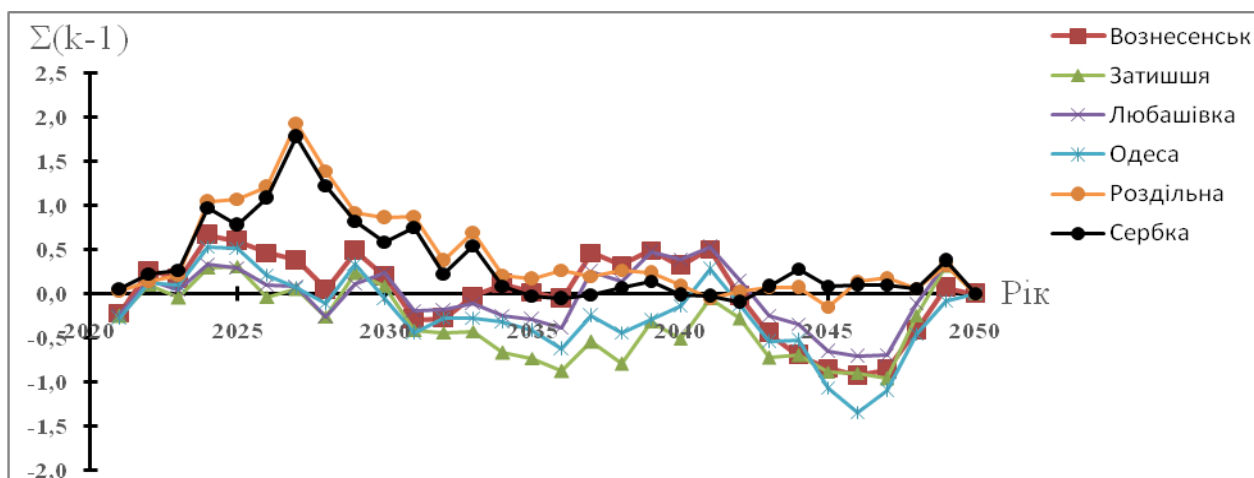


Рисунок Е.33 – Суміщені різницьові інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №11 SMHI1)

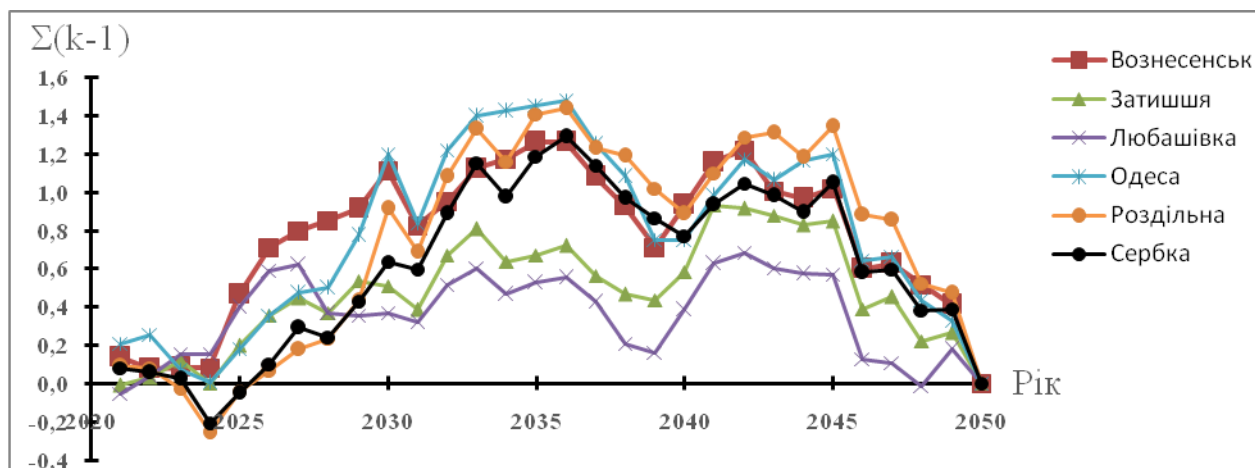


Рисунок Е.34 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №12 SMH12)

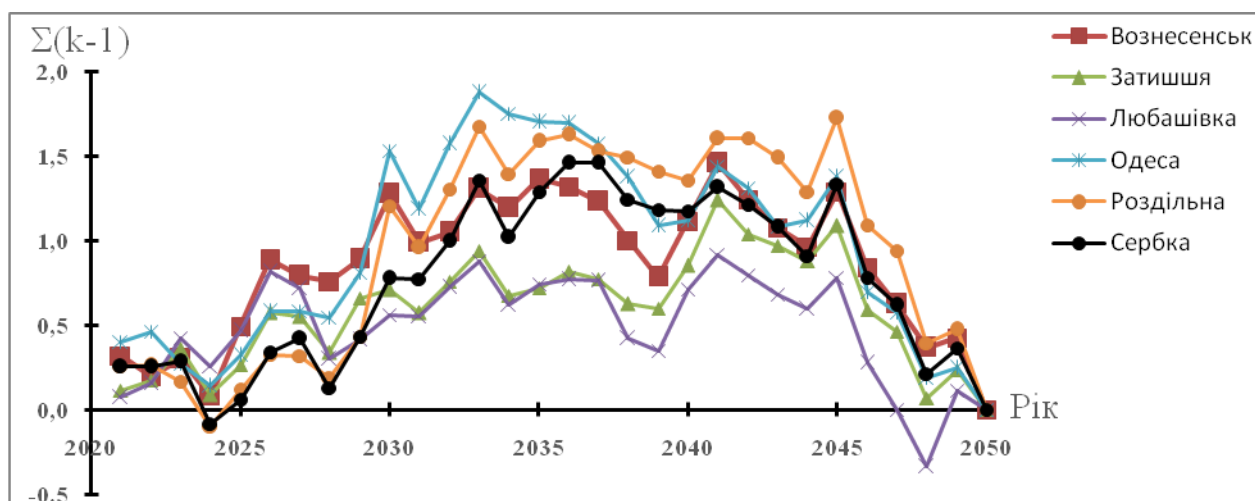


Рисунок Е.35 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплового періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №12 SMH12)

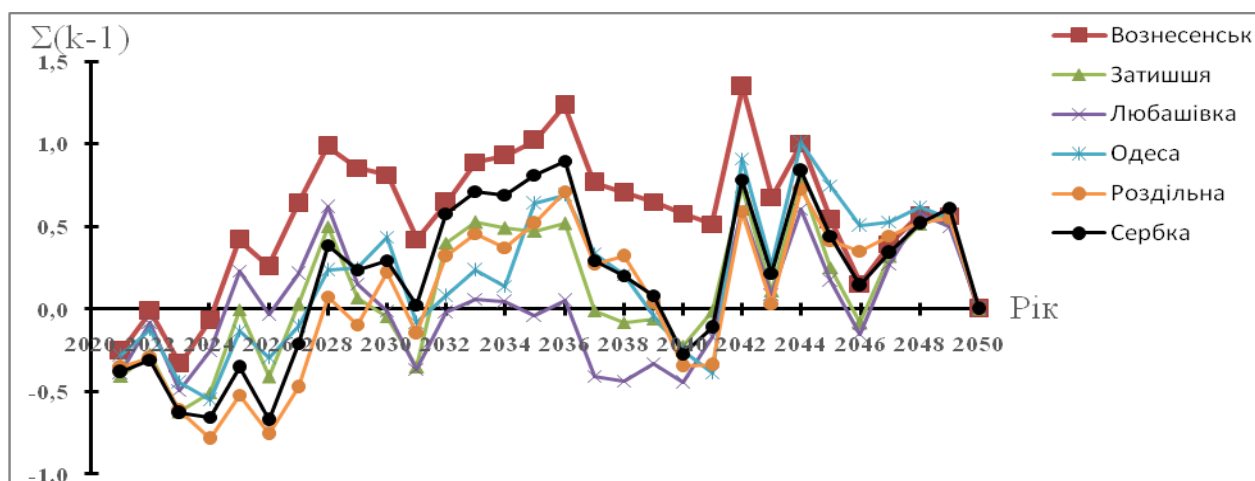


Рисунок Е.36 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №12 SMH12)

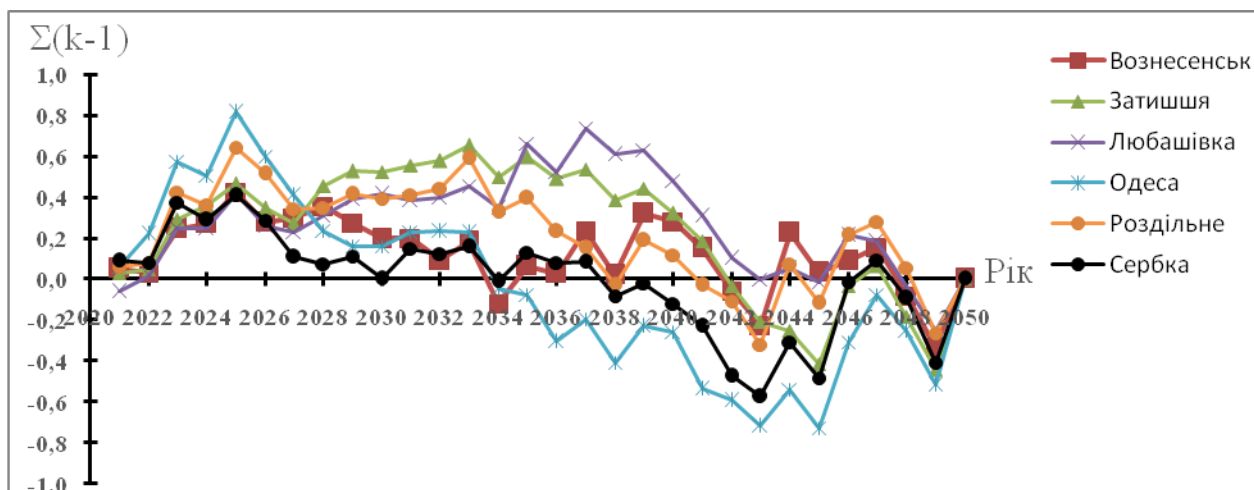


Рисунок Е.37 – Суміщені різницьві інтегральні криві для річних сум опадів за сценарієм RCP4.5 (модель №13 SMHI3)

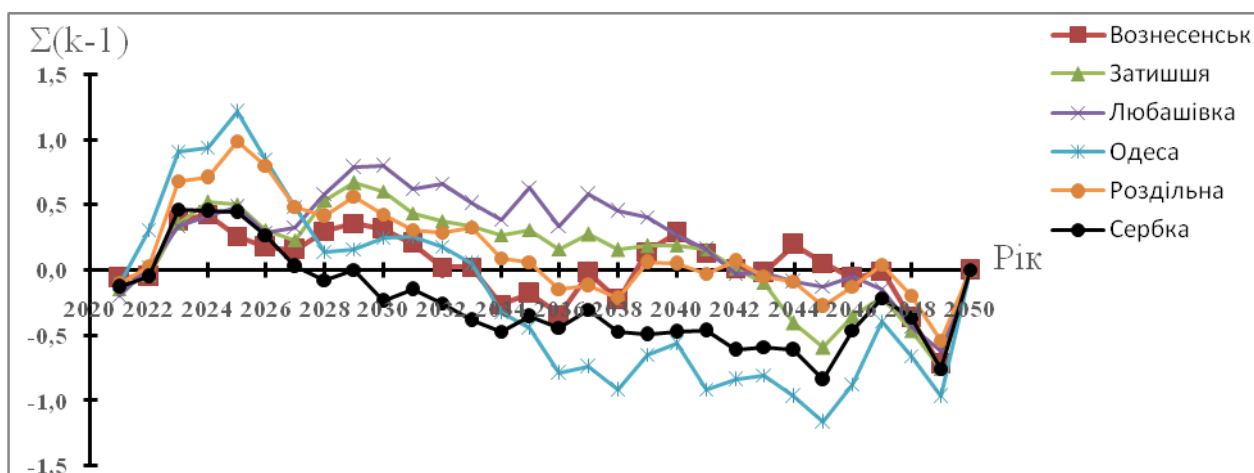


Рисунок Е.38 – Суміщені різницьві інтегральні криві для сум опадів теплого періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №13 SMHI3)

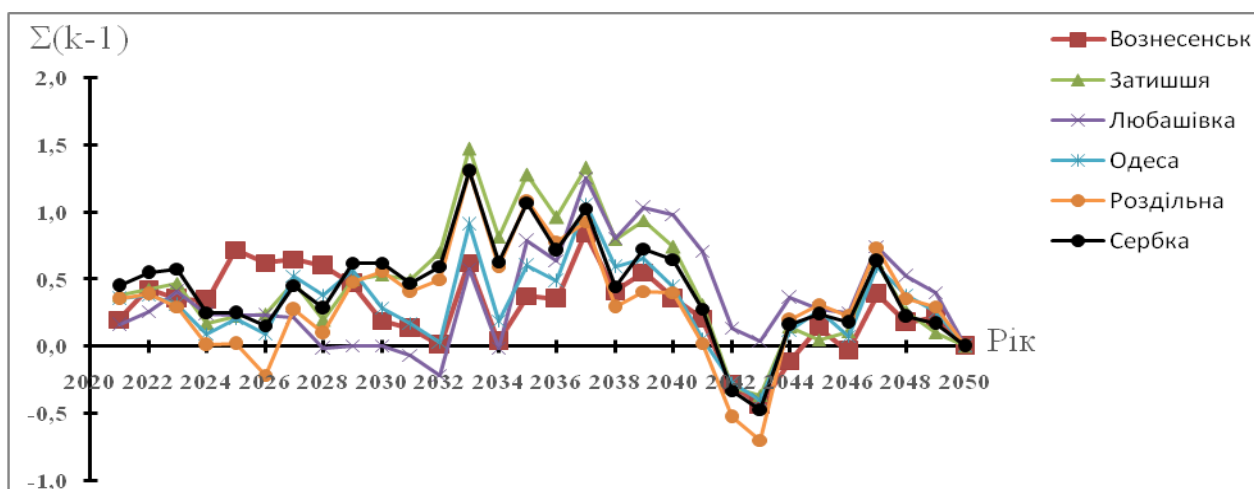


Рисунок Е.39 – Суміщені різницьві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценарієм RCP4.5 (модель №13 SMHI3)

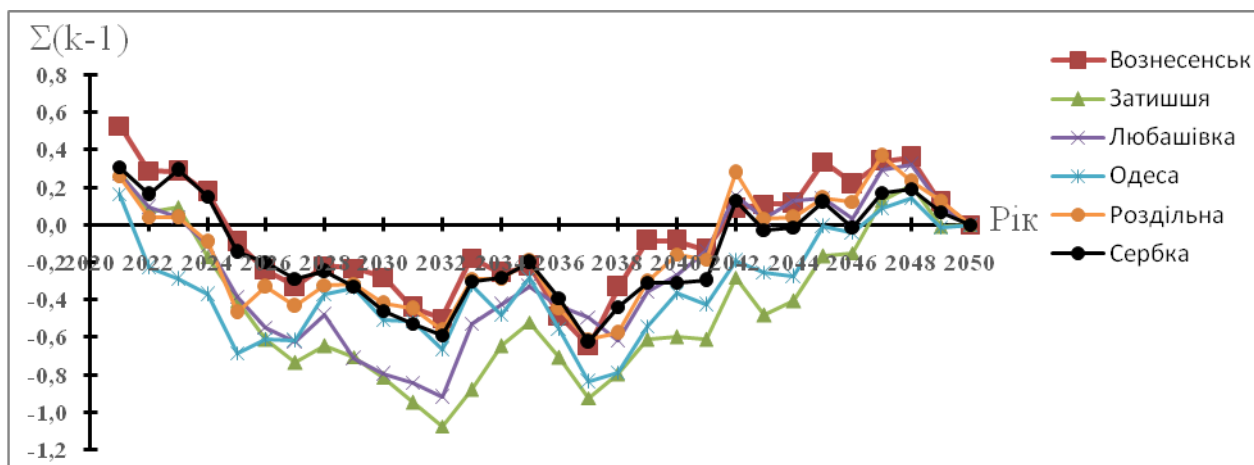


Рисунок Е.40 – Суміщені різницеві інтегральні криві для річних сум опадів за сценаріємRCP4.5(модель №14 SMHI4)

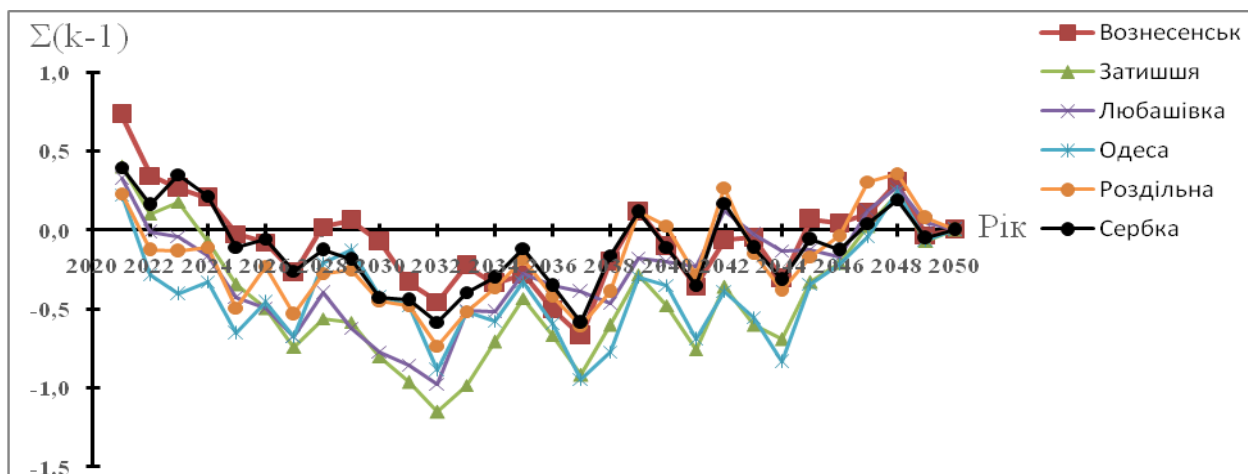


Рисунок Е.41 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів теплового періоду за сценаріємRCP4.5(модель №14 SMHI4)

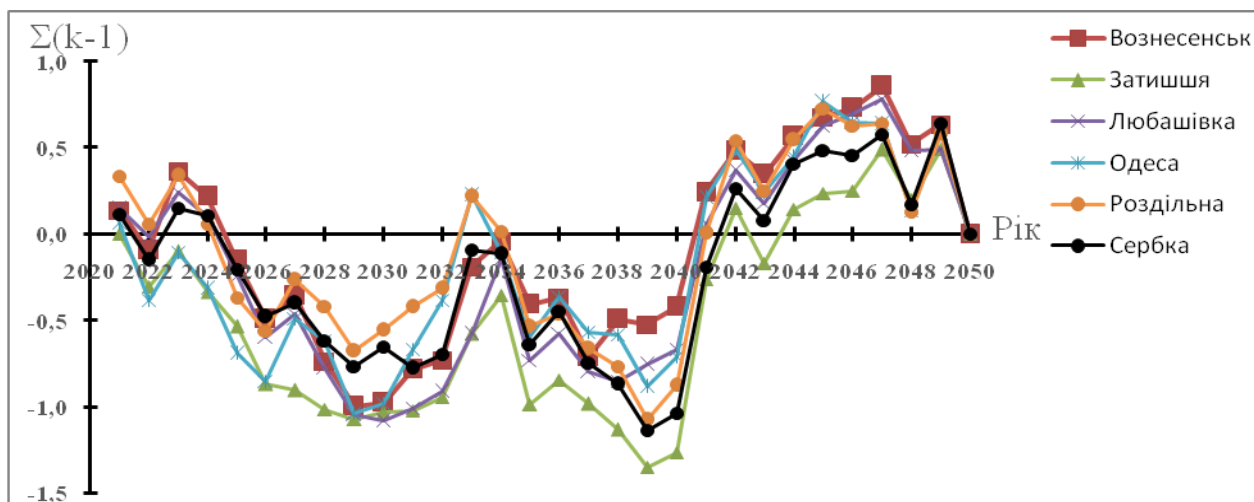


Рисунок Е.42 – Суміщені різницеві інтегральні криві для сум опадів холодного періоду за сценаріємRCP4.5(модель №14 SMHI4)