

УДК 574.51+574.474

У. В. Легета, Д. Г. Гаврилоє

*Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича*

### **СЕЗОННА ДИНАМІКА КИСНЕВОГО РЕЖИМУ ЛОТИЧНОЇ ЕКОСИСТЕМИ (НА ПРИКЛАДІ р. МАЛИЙ СІРЕТ)**

Проаналізовано сезонні зміни вмісту розчинного кисню у поверхневих водах р. Малий Сірет. Підкреслено вагомий внесок вітчизняних учених (П. І. Чернеги, Ю. С. Ющенко, В. Г. Явкіна та ін.) у розробку окремих аспектів даного питання. Із метою визначення фонових територій басейну річки Малий Сірет запропоновано та апробовано нову методику виявлення фонових і унікальних територій, які слугують еталоном для моніторингу басейну р. Малий Сірет.

У. В. Легета, Д. Г. Гаврилоє

*Черновицький національний університет ім. Юрія Федьковича*

### **СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КИСЛОРОДНОГО РЕЖИМА ЛОТИЧЕСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ р. МАЛЫЙ СИРЕТ)**

Проанализированы сезонные изменения содержания кислорода в поверхностных водах реки Малий Сирет. Подчеркнут весомый вклад отечественных ученых (П. И. Чернеги, Ю. С. Ющенко, В. Г. Явкина и др.) в разработку отдельных аспектов данного вопроса. С целью определения фоновых территорий бассейна реки Малий Сирет предложена и апробирована новая методика выявления фоновых и уникальных территорий, которые могут служить эталоном для мониторинга бассейна данной гидросистемы.

U.V. Legeta, D.G. Gavryloe

*Chernivtsi National University*

### **SEASONAL DYNAMICS OF OXYGEN REGIME OF THE LOTIC ECOSYSTEM (THE SMALL SIRET RIVER)**

Seasonal changes of the content of dissolved oxygen in the surface water of the Small Siret river have been analyzed. Significant contributions of Ukrainian scientists (Chernega, Yushchenko, Yavkin) in the development of certain aspects of the subject have been outlined. The indication methods of the background and unique territories (the benchmark for the monitoring of the Small Siret river basin) have been proposed and tested.

#### **Вступ**

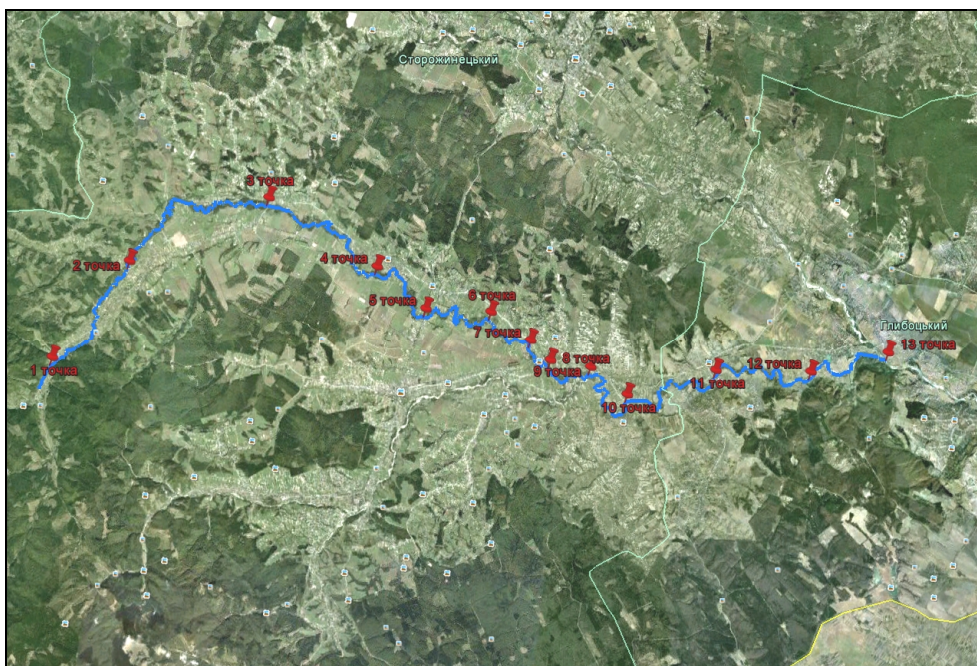
Розчинений у воді кисень належить до найважливіших фізико-хімічних показників, які впливають на екологічний стан водних екосистем [6]. Вміст кисню великою мірою визначає якість води завдяки інтенсифікації процесів самоочищення, фізико-хімічної трансформації та гідробіологічного кругообігу речовин. Концентрація розчиненого у воді кисню – інтегральна величина, що визначається співвідношенням різноспрямованих фізико-хімічних, гідробіологічних і гідродинамічних процесів, які відбуваються у водному середовищі та на межі «вода – атмосфера» [1].

Дослідженнями басейнової системи Малеого Сірету у свій час займалися В. Г. Лебедєв, М. С. Кожуріна, В. П. Безчасний та ін. в рамках дослідження території Передкарпаття [3]. Сучасним дослідженням території басейну Малеого Сірету присвячені праці П. І. Чернеги [7], Ю. С. Ющенко [8], В. Г. Явкіна [9]. Дослідженням структури гідромережі Карпат, у тому числі й Малеого Сірету, займався Б. В. Кіндюк [5]. Однак питання з'ясування сезонного характеру змін за основними гідрохімічними показниками даної лотичної екосистеми потребує додаткового вивчення.

У зв'язку з цим мета наших досліджень – оцінити сезону мінливість вмісту розчиненого кисню у поверхневих водах р. Малий Сірет.

### Матеріал і методи досліджень

Досліджувана лотична екосистема належить до гірських річок, у басейні яких не міститься об'єктів техногенного характеру (рис.). Це дозволяє з'ясувати питання зміни гідрохімічних параметрів води під впливом природних факторів. Коливання рівня інтегрального показника вмісту розчиненого кисню у воді дозволяє оцінити характер його змін у природній екосистемі без активного втручання людини.



**Рис. Картогсхема полігону досліджень території лотичної екосистеми р. Малий Сірет:**  
точка 1 – с. Банилів-Підгірний (верх); 2 – с. Банилів-Підгірний (низ); 3 – с. Давидени;  
4 – с. Череш; 5 – с. Буденець (верх); 6 – с. Буденець (низ); 7 – с. Верхні Петрівці (верх);  
8 – с. Верхні Петрівці (центр); 9 – с. Верхні Петрівці (низ); 10 – с. Нижні Петрівці;  
11 – с. Купка; 12 – с. Сучевени (верх); 13 – с. Сучевени (низ)

Дослідження проводили протягом жовтня – січня 2011–2012 років. Відбір проб здійснювали у чотириразовій повторності по руслу лотичної екосистеми у 13 точках моніторингу: с. Банилів-Підгірний – точка № 1 (верх); с. Банилів-Підгірний – 2 (низ); с. Давидени – 3; с. Череш – 4; с. Буденець – 5 (верх); с. Буденець – 6 (низ); с. Верхні Петрівці – 7 (верх); с. Верхні Петрівці – 8 (центр); с. Верхні Петрівці – 9 (низ); с. Нижні Петрівці – 10; с. Купка – 11; с. Сучевени – 12 (верх) та с. Сучевени – 13 (низ).

Точки моніторингу відбирали таким чином, щоб рівномірно охопити все русло річки Малий Сірет. Проби води відбирали на струмені потоку на глибині 0,2–0,5 м від поверхні [4]. Порівняння результатів проводили відносно рівня ГДК в. р. [2]. Статистичний аналіз результатів проводили у пакеті програм Statistica 6.0.

### Результати та їх обговорення

Аналіз результатів (табл. 1) дозволив виділити 7 точок моніторингу з різним характером прояву динаміки за даним показником. У пробах води з трьох точок (1 – с. Банилів-Підгірний, верх, 7 – с. Верхні Петрівці, верх, та 11 – с. Купка) – виявлено найвищий рівень вмісту кисню залежно від сезону, тоді як найнижчий рівень залежно від сезону встановлено для точок 3 – с. Давидени, 10 – с. Нижні Петрівці, 12 – с. Сучевени, верх та 13 – с. Сучевени, низ. Для всіх точок моніторингу характер змін зберігається протягом усього періоду досліджень. Найвищий рівень вмісту кисню у воді протягом осіннього періоду встановлено в точці 1 (19,8 мг/л), тоді як для зимового та весняного періоду цей показник характерний для точок 7 (16,0 мг/л) та 11 (25,6 мг/л) відповідно.

Достовірно відносно рівня ГДК в. р. зниження вмісту розчиненого кисню протягом осіннього сезону встановлено для води точок 3 – с. Давидени, 10 – с. Нижні Петрівці, низ, 12 – с. Сучевени, верх та 13 – с. Сучевени, низ, що в усіх випадках перебуває в межах допустимої норми.

Особливу увагу звертають на себе точки 3 та 7, у випадках яких має місце збереження характеру змін вмісту рівня кисню у воді незалежно від сезону. У пробах води точки 7 (с. Верхні Петрівці, верх) достовірно зростання даного показника протягом осіннього (15,4 мг/л) та зимового сезону (15,3–16,0 мг/л) є найвищим серед усіх точок полігону дослідження, тоді як для точки 3 (с. Давидени) протягом зимового (12,2 та 17,6 мг/л) та весняного періоду (16,7 мг/л) ці значення найнижчі серед усіх одержаних (див. табл. 1).

Таблиця 1

Вміст розчиненого кисню (мг/л) у воді точок моніторингу досліджуваної лотичної екосистеми

Точки моніторингу	Період досліджень					
	осінь		зима		весна	
	жовтень	листопад	грудень	січень	березень	квітень
1 – с. Банилів-Підгірний, верх	13,4 ± 0,41*	19,8 ± 1,50*	14,5 ± 0,24*	15,3 ± 0,28*	18,8 ± 0,15*	18,0 ± 0,24*
2 – с. Банилів-Підгірний, низ	11,6 ± 0,47*	13,8 ± 0,73*	14,1 ± 0,28*	13,8 ± 0,36*	19,8 ± 0,40*	18,6 ± 0,24*
3 – с. Давидени	12,4 ± 0,16*	11,9 ± 0,50	13,2 ± 0,76*	12,2 ± 0,41*	17,6 ± 0,27*	16,7 ± 0,42*
4 – с. Череш	13,3 ± 0,16*	14,3 ± 0,17*	14,2 ± 0,29*	15,7 ± 0,41*	18,9 ± 0,17*	17,7 ± 0,17*
5 – с. Буденець, верх	13,2 ± 0,49*	13,4 ± 0,41*	15,0 ± 0,50*	15,0 ± 0,28*	20,3 ± 0,23*	19,2 ± 0,24*
6 – с. Буденець, низ	14,5 ± 0,63*	12,4 ± 0,36*	15,0 ± 0,28*	15,3 ± 0,15*	19,6 ± 0,27*	18,6 ± 0,24*
7 – с. Верхні Петрівці, верх	15,4 ± 0,73*	12,9 ± 0,28*	15,3 ± 0,28*	16,0 ± 0,17*	19,9 ± 0,77*	18,9 ± 0,60*
8 – с. Верхні Петрівці, центр	12,9 ± 0,77*	14,3 ± 0,38*	14,4 ± 0,28*	15,1 ± 0,24*	19,2 ± 0,24*	18,2 ± 0,15*
9 – с. Верхні Петрівці, низ	12,2 ± 0,91*	12,9 ± 0,28*	14,0 ± 0,24*	14,4 ± 0,15*	21,5 ± 0,42*	19,9 ± 0,26*
10 – с. Нижні Петрівці	11,2 ± 0,49*	10,9 ± 0,37*	14,1 ± 0,28*	15,4 ± 0,17*	21,2 ± 0,50*	19,3 ± 0,50*
11 – с. Купка	12,1 ± 0,29*	13,5 ± 0,28*	13,8 ± 0,15*	15,1 ± 0,24*	25,6 ± 0,53*	23,1 ± 0,27*
12 – с. Сучевени, верх	11,2 ± 0,15*	12,1 ± 0,28*	14,1 ± 0,28*	15,0 ± 0,15*	23,4 ± 0,26*	22,0 ± 0,45*
13 – с. Сучевени, низ	12,2 ± 0,24*	11,5 ± 0,15*	11,6 ± 0,24*	13,1 ± 0,17*	24,3 ± 0,29*	22,4 ± 0,39*

Примітка: \* –  $p < 0,05$ ; контроль (ГДК в. р.) –  $\geq 4,0$ .

Враховуючи, що за результатами досліджень у всіх випадках одержані дані перевищують мінімально необхідний рівень ГДК в. р., ми розробили та випробували методику відбору унікальних і фонових територій, які репрезентують дану лотичну еко-

систему. Алгоритм відбору таких територій будувався на співставленні результатів дослідження між самими точками моніторингу залежно від сезону. При цьому (табл. 2) унікальні точки лотичної екосистеми відбиралися за наявності трьох основних критеріїв: найбільша частота достовірних відхилень порівняно з усіма точками; характер зміни самого рівня показника (найвищий чи найнижчий серед усіх виявлених); достовірне відхилення відносно ГДК в. р. У випадку відсутності одного із двох перших названих критеріїв дана територія розглядалася нами як фонові.

За результатами гідрохімічного аналізу води за жовтень 2011 року при співставленні між частотою достовірних відхилень між усіма точками моніторингу встановлено найвищу частоту достовірних відхилень для таких точок моніторингу як 4, 6, 7 та 12. При цьому одержані результати співставлення для точки 7 узгоджуються з рівнем даного показника як найвищого за вмістом розчиненого кисню серед відібраних точок лотичної екосистеми (15,4 мг/л). Такий результат дозволяє віднести дану територію до фонових.

Таблиця 2

**Порівняння точок моніторингу за вмістом розчиненого кисню (мг/л) у воді**

Точки моніторингу	Період досліджень					
	осінь		зима		весна	
	жовтень	листопад	грудень	січень	березень	квітень
1 – с. Банилів-Підгірний, верх	13,4 ± 0,4	19,8 ± 1,5	14,5 ± 0,2	15,3 ± 0,3	18,8 ± 0,2	18,0 ± 0,2
	II**	XII	II	IV	VII	VII
2 – с. Банилів-Підгірний, низ	11,6 ± 0,5	13,8 ± 0,7	14,1 ± 0,3	13,8 ± 0,4	19,8 ± 0,4	18,6 ± 0,2
	III	III	II	VII	VII	V
3 – с. Давидени	12,4 ± 0,2	11,9 ± 0,5	13,2 ± 0,8	12,2 ± 0,4	17,6 ± 0,3	16,7 ± 0,4
	IV	V	I	XI	X	IX
4 – с. Череш	13,3 ± 0,2	14,3 ± 0,2	14,2 ± 0,3	15,7 ± 0,4	18,9 ± 0,17	17,7 ± 0,17
	VII	VIII	II	IV	VII	V
5 – с. Буденець, верх	13,2 ± 0,5	13,4 ± 0,4	15,0 ± 0,5	15,0 ± 0,3	20,3 ± 0,2	19,2 ± 0,2
	II	IV	III	II	VI	VII
6 – с. Буденець, низ	14,5 ± 0,6	12,4 ± 0,4	15,0 ± 0,3	15,3 ± 0,2	19,6 ± 0,3	18,6 ± 0,2
	VII	IV	III	V	IV	IV
7 – с. Верхні Петрівці, верх	15,4 ± 0,7	12,9 ± 0,3	15,3 ± 0,3	16,0 ± 0,2	19,9 ± 0,8	18,9 ± 0,6
	VII	IV	VII	VI	III	IV
8 – с. Верхні Петрівці, центр	12,9 ± 0,8	14,3 ± 0,4	14,4 ± 0,3	15,1 ± 0,2	19,2 ± 0,2	18,2 ± 0,2
	–	VI	I	IV	V	IV
9 – с. Верхні Петрівці, низ	12,2 ± 0,9	12,9 ± 0,3	14,0 ± 0,2	14,4 ± 0,2	21,5 ± 0,4	19,9 ± 0,3
	I	V	III	IX	VIII	VIII
10 – с. Нижні Петрівці	11,2 ± 0,5	10,9 ± 0,4	14,1 ± 0,3	15,4 ± 0,2	21,2 ± 0,5	19,3 ± 0,5
	V	VIII	II	III	VII	II
11 – с. Купка	12,1 ± 0,3	13,5 ± 0,3	13,8 ± 0,2	15,1 ± 0,2	25,6 ± 0,53	23,1 ± 0,27
	III	V	III	II	XI	IX
12 – с. Сучевени, верх	11,2 ± 0,2	12,1 ± 0,3	14,1 ± 0,3	15,0 ± 0,2	23,4 ± 0,3	22,0 ± 0,5
	VII	V	II	V	XI	IX
13 – с. Сучевени, низ	12,2 ± 0,2	11,5 ± 0,2	11,6 ± 0,2	13,1 ± 0,2	24,3 ± 0,3	22,4 ± 0,4
	IV	VII	XI	X	X	IX

**Примітка:** \*\* – римськими цифрами відзначено частоту достовірних випадків співставлення між усіма точками.

Аналогічно, при співставленні за трьома критеріями відбору унікальних територій виявлено точку 12 (с. Сучевени, верх), для якої рівень кисню протягом жовтня найнижчий серед усіх одержаних варіантів (11,2 мг/л). Якщо у першому випадку характер прояву інтегрального показника збігається, то для точки 12 має місце певна

розбіжність: при високій частоті достовірних співставлень рівень показника найнижчий (11,2 мг/л), що дозволяє нам віднести цю територію лотичної екосистеми до специфічних за даним критерієм.

За результатами аналізу рівня кисневого показника поверхневих вод р. Малий Сірет протягом листопада найвищий вміст розчинного кисню встановлено для точки 1 (с. Банилів-Підгірний, верх – 19,8 мг/л), тоді як найнижчий рівень кисню за даний період серед всіх точок моніторингу виявлено для території с. Нижні Петрівці (точка 10). У першому випадку можна говорити про фоновий рівень даного показника для всього полігону досліджень, оскільки збігаються як частота зустрітваності (12 випадків із 13), так і вміст кисню у воді.

Результатами аналізу за грудень 2011 року виявлено одну точку моніторингу, яку можна віднести до унікальних серед усіх лотичних екосистем. Точка 13 (с. Сучевени, низ) характеризується найвищою частотою достовірних відхилень між усіма точками моніторингу (11 випадків) і найнижчим рівнем (11,6 мг/л) вмісту кисню. Для цього ж періоду виявлено точку 7 із високим вмістом розчиненого кисню та дещо меншим числом достовірних відхилень (7 випадків) на фоні низької частоти зустрітваності.

Аналіз результатів моніторингу за січень 2012 року дозволив установити випадок, який нами віднесено до унікальних територій серед усіх точок моніторингу. Найнижчий рівень кисню у поверхневих водах р. Малий Сірет встановлено для точки 3 (с. Давидени, 12,2 мг/л) з найвищою частотою достовірних відхилень при співставленні між усіма точками моніторингу (11 випадків серед 13), що дозволяє віднести дану територію до специфічних для всієї лотичної екосистеми за даний період (див. табл. 2). Свою унікальність дана територія демонструє також і під час весняних досліджень. На період квітня 2012 року для точки 3 встановлено найвищий рівень частоти достовірних співставлень між усіма територіями (10 випадків із 13) при найнижчому рівні показника (16,7 мг/л).

Протягом лютого 2012 року вода у р. Малий Сірет за низьких температур ( $-25^{\circ}\text{C}$  і нижче) замерзла, що не дало змоги провести відбір проб. У першій декаді березня 2012 року відновили відбір проб води у цій річці. Результати аналізу дозволили виявити випадок із найбільшою частотою достовірних варіантів співставлення для точки 11 (с. Купка), а також із найвищим рівнем розчиненого кисню (25,6) у воді для даної території. Даний випадок віднесено до категорії фонових на весняний період досліджень.

За результатами аналізу вмісту кисню протягом квітня 2012 року виявлено 4 варіанти з найбільшою частотою достовірних відхилень для точок 3, 11, 12, 13. Вище зазначалася унікальність точки 3 та фоновий характер точки 11. Щодо результатів для останніх двох територій, має місце прояв фонового рівня залежності між обома критеріями: високий рівень показника та його частоти достовірних відхилень (див. табл. 1, 2).

### **Висновки**

За рівнем розчиненого кисню як фонові території залежно від сезону виділено точки 4 – с. Череш; 10 – с. Нижні Петрівці, осінній період; 7 – с. Верхні Петрівці, верх; 13 – с. Сучевени, низ, зимовий період; 12 – с. Сучевени, верх; 3 – с. Давидени, весняний період. До категорії унікальних територій залежно від сезону увійшли точки 1 – с. Банилів-Підгірний, верх; 7 – с. Верхні Петрівці, верх; 12 – с. Сучевени, верх, осінній період; 13 – с. Сучевени, низ; 3 – с. Давидени, зимовий період; 11 – с. Купка, єдина за весняний період, яку ми виділили як унікальну для всієї екосистеми.

### Бібліографічні посилання

1. **Алекин О. А.** Основы гидрохимии. – Л. : Гидрометеоздат, 1970. – 444 с.
2. **Алексеев Л. С.** Контроль якості води. – М. : Инфра-М, 2004. – 159 с.
3. **Березка І. С.** Гідрографічні просторові ознаки складності річкових басейнів // Науковий вісник ЧНУ. – Чернівці : ЧНУ, 2009. – 184 с.
4. **Білявський Г. О.** Основы екології: теорія та практика / Г. О. Білявський, Л. І. Бутченко. – К. : Лібра, 2006. – 361 с.
5. **Кіндюк Б. В.** Дослідження циклічних коливань рядів зливого стоку річок Українських Карпат // Наук. вісник ЧНУ. – Чернівці : ЧНУ, 2005. – С. 35–54.
6. **Осадчий В. І.** Кисневий режим поверхневих вод України / В. І. Осадчий, Н. М. Осадча // Наук. пр. УкрНДГМІ. – 2007. – Вип. 256. – С. 265–285.
7. **Чернега П. І.** Структура передгірських ландшафтів Буковинського Передкарпаття, проблеми їх оптимізації: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.01 – Фізична географія та раціональне природокористування. – К., 1995. – 23 с.
8. **Ющенко Ю. С.** Геогідроморфологічні закономірності розвитку русел. – Чернівці : Руга, 2005. – 320 с.
9. **Явкін В. Г.** Вплив кількісних характеристик рельєфу на густоту річкової мережі Північно-Східного схилу Українських Карпат // Українська геоморфологія: стан і перспективи: Матер. Міжнар. наук.-практ. конфер. – Львів, 1997. – С. 309–311.

*Надійшла до редколегії 10.03.2012*