

УДК 504.455(477.82)

**Т. М. Куньчик** – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Волинського національного університету імені Лесі Українки;

**О. М. Климяк** – аспірант Інституту гідробіології НАН України, провідний іхтіолог Головного державного управління охорони, використання і відтворення живих ресурсів та регулювання рибальства у Волинській області;

**В. К. Бігун** – аспірант Інституту гідробіології НАН України, іхтіолог 1 категорії Головного державного управління охорони, використання і відтворення живих ресурсів та регулювання рибальства у Волинській області

## Зимувальні ями Шацького поозер'я як природні біологічні реактори

*Роботу виконано на кафедрі екології та охорони навколишнього середовища ВНУ ім. Лесі Українки*

Проведено обчислення оптимуму зимувальних ям для Шацького поозер'я, отримані дані порівняно з фактичними площами зимувальних ям та проаналізовано стан озерних екосистем.

**Ключові слова:** стратифікація, озеро, зимувальна яма, турбулентне перемішування, розчинений кисень.

**Куньчик Т. Н., Климяк А. Н., Бігун В. К. Зимувальні ями Шацького поозер'я як естественные биологические реакторы.** Проведен расчет оптимума зимувальних ям для Шацького поозер'я, зроблено порівняння отриманих даних з фактичними площами зимувальних ям і проаналізовано стан озерних екосистем в цьому відношенні.

**Ключевые слова:** стратификация, озеро, зимувальная яма, турбулентное перемешивание, растворенный кислород.

**Kunchyk T. N., Klymyuk A. N., Bigun V. K. Winter Pits for the Shatsk Lakes, as Natural Biological Reactors.** The calculation of optimum of winter pits is conducted for the Shatsk lakes, findings comparatively with the actual areas of winter pits and the state of lake ecosystem are analysed in that behalf.

**Key words:** stratification, lake, winter pits, turbulent interfusion, dissolved oxygen.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Період льодоставу негативно впливає на живе населення водних об'єктів. Він погіршує надходження атмосферного кисню у водне середовище, а після випадіння снігу на поверхню льоду погіршує проникнення сонячної радіації. Сповільнюється фотосинтез водоростей і вищих водяних рослин. На цьому фоні споживання розчиненого кисню гідробіонтами різко прискорює розвиток кисневої недостатності (дефіциту). У найбільш суворі та тривалі зими дефіцит розчиненого кисню буває настільки значним, що викликає замори – масову загибель риб. Такі явища спостерігали в оз. Велике Чорне в 1996 році. Послабити ці негативні явища можна шляхом порушення крижаного покриву або примусової аерації застійних зон.

Забезпечення умов зимівлі водних живих ресурсів є досить важливим фактором для видового, кількісного різноманіття аборигенної іхтіофауни, а також впливає на рибопродуктивність природних водойм.

**Матеріали й методи.** Проведено аналіз стану та розрахунок оптимуму площ зимувальних ям, що має вирішальне значення для збереження водної біоти в зимовий період. Зимувальні ями – це природні або штучні поглиблення придонного ложа водойм зі стабільною якістю води, температурним режимом та відсутністю стресових ситуацій. Зазвичай, вони розміщені в місцях уклинювання русел, у гирлах приток першого порядку.

Зимувальні ями в озерах ми розглядаємо як природні біологічні реактори, завдяки діяльності яких створюються необхідні умови для зимівлі аборигенної іхтіофауни.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** У складі іхтіофауни озер Шацького поозер'я нараховується 29 видів риб, серед яких такі акліматизанти, як строкатий товстолоб (*Aristichthys nobilis Richardson*), вугор річковий (*Anguilla anguilla L.*), судак звичайний (*Sander lucioperca L.*) [4]. Найбільше у промислових та любительських виловах виявляють

плітки (*Rutilus rutilus* L.), карася сріблястого (*Carassius auratus* L.), ляща (*Abramis brama* L.), верховодки звичайної (*Alburnus alburnus* L.), сомика карликового (*Ictalurus nebulosus* Le Sueur). Інколи трапляється миньок звичайний (*Lota lota* L.) та сом звичайний (*Silurus glanis* L.). У найбільших озерах Світязь та Пулемецьке виявлено 16 видів риби, серед яких найбільше промислове значення мають плітка, лящ, сом звичайний, вугор річковий, щука в оз. Світязь, а плітка, лящ, сазан, карась сріблястий, судак та вугор – в оз. Пулемецькому. На цих рибах припадає 90–92,0 % іхтіомаси загального вилову. Загалом такі ж види (з невеликими відмінностями) становлять основні об'єкти рибальства і в інших Шацьких озерах. Мало чим відрізняється і їх видовий склад. Найменше видове різноманіття іхтіофауни спостерігається в оз. Чорне, де трапляється лише 12 видів риби та їх молоді [4].

Багаторічний аналіз показника рибопродуктивності озер свідчить про те, що найбільшим він був у період 1945–1955 рр., коли досягав рівня 22–37 кг/га. Із того часу цей показник різко зменшився. Уже в 1979–1986 рр. промислова рибопродуктивність не перевищувала 8–15 кг/га, а в 1987–1992 рр. в озерах Світязь та Пулемецьке вона впала до 2,7–4,3 кг/га. Причиною такого падіння в найбільших озерах Шацького національного парку вважається застосування електрифікованих знарядь лову, перевилів та підризу чисельності плідників промислових видів риби. Лише у відносно невеликих озерах Луки, Перемут, Люцимер та Острів'янське рибопродуктивність залишилась на рівні 11,7–16,2 кг/га, а в оз. Чорне навіть досягала 31 кг/га [4].

У 1996–2000 рр. промислова рибопродуктивність знизилася до найменшої за всі періоди величини: 0,7–3,5 кг/га [4].

Останнім часом (2000–2007 рр.) величина промислової рибопродуктивності досягла мізерних величин – 0,1–0,6 кг/га [4].

Під час проведення науково-дослідних робіт на озері Світязь у весняний період в уловах спостерігалася велика кількість вугра річкового (30 % загальної маси) віком 7–9 років, сомик карликовий (35 %) віком 2–3 роки, коропові види риби: лящ, плітка, краснопірка, плоскирка, лин, карась сріблястий (25 %) віком 2–4 роки, окунь (2 %) віком 2–5 років, щука (8 %) віком 2–4 роки [4].

Привертає увагу той факт, що рівень природного відтворення багатьох видів риби різко скоротився, унаслідок чого чисельно переважають малоцінні види риби: плітка, плоскирка, краснопірка та верховодка звичайна. Відзначено низький темп росту багатьох промислових видів риби, які перетворилися на тугорослі форми. Причиною таких змін є зростаючий вплив стресових факторів, що супроводжується погіршенням якості води, високим рекреаційним навантаженням на екосистеми озер, перевилом риби, малою забезпеченістю зимувальними ямами. Ці чинники призвели до підризу відтворювальної здатності найбільш цінних із промислового погляду популяцій риби. Статус Національного парку не захищає Шацькі озера від антропогенного тиску, тож потребується посилення природоохоронних заходів для збереження цих унікальних водних екосистем та рибного населення.

На ефективність зимівлі водних живих ресурсів в озерах парку впливають природні (аноксія у процесі заростання водних об'єктів водною рослинністю, вплив сірководневих зон на молодь та плідників риби, тривалість льодоставу, вміст розчиненого кисню у воді) й антропогенні чинники (забруднення органічними та біогенними сполуками, рекреаційне навантаження, стоки органічних речовин, добрих, перевилів маточного поголів'я).

У сучасних умовах спостерігається інтенсивне старіння озер, вимушені міграції таких стійких до кисневого режиму риби, як карась (міграція карася срібного з озера Линовець в оз. Світязь, весна 2008 р.) у ділянки, сприятливі за кисневим режимом води.

Більшість озер Шацького НПП мілководні (оз. Олешно, Навраття, Кругле, Плотиччя, Карасинець, Чорне Велике, Озерце, Линовець, Звединка, Ритець, Чорне Мале, Соминець). Їх ложе заповнене сапропелем, середня глибина води становить 0,5–1,7 м, а глибина відкладів сапропелю – 3,0–12,5 м, за максимальної товщини льодового покриву 32 см, середня глибина не відповідає вимогам зимувальних ям і становить 0,2–1,4 м, що є недостатнім для ефективною зимівлі риби. Тому використання цих водойм для рибництва є обмеженим. Крім цього, унаслідок загального постмеліоративного підсушення території Шацького регіону, на фоні якого спостерігається старіння озер і, відповідно, заростання водною рослинністю, процес замулення посилюється [1].

Озера Шацького НПП супроводжує процес стагнації, під час якого відбувається накопичення детриту на дні водойми й утворення торфу та сапропелю. У процесі деструкції мікроводоростей у глибоководних ділянках озер у сапропелі відбувається накопичення вітаміну В<sub>12</sub>, кількість якого сягає до 20,0 мкг на 1,0 г сухого мулу. У водному середовищі вітамін В<sub>12</sub> синтезується бактеріями, синьо-зеленими мікроводоростями, актиноміцетами. Зокрема, досліджено біосинтез вітаміну В<sub>12</sub> такими водоростями, як *Anabaena cylindrica*, *A.gralics*, *A. flos-aqua* (1,0 мг на 1,0 г сухої речовини), *Aphanizomenon flos- aqua*, *Microcystis aeruginosa* (0,38 мг на 1,0 г сухої речовини) [2; 3].

Вітамін В<sub>12</sub> (ціанкобаламін) впливає на гемопоез, засвоєння рибою вітамінів А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>6</sub>, С, Е, білків рослинного походження, формування імунітету в риб та ростові процеси загалом.

Під час зимівлі риб у зимувальних ямах переважна частина вітаміну поступає через зябровий епітелій в організм риб, що є необхідною складовою частиною обміну речовин та сприяє підвищенню життєстійкості риб у складних умовах зимівлі.

В основу обчислень покладено дослідження доктора біологічних наук Й. В. Гриба, який запропонував цю методику для розрахунку оптимальних площ зимувальних ям. При обчисленні враховувалися гідрологічні (площа водного дзеркала, глибина водойми, характеристика дна, тривалість льодоставу, характер живлення водойми тощо), гідрохімічні (вміст розчиненого кисню, наявність токсичних речовин тощо) характеристики водойм, рибопродуктивність.

Таблиця 1

### Особливості зимувальних ям у природних водних системах [3]

№ з/п	Функції зимувальної ями	Процеси, що відбуваються у зимувальній ямі як природному біореакторі
1	Улітку – депонування детриту, попередження природних аноксії	Анаеробний розклад детриту, біосинтез вітаміну В <sub>12</sub> , який відіграє важливу роль як регулятор обмінних процесів в організмі риб у зимовий період
2	Формування термоклину – різке зниження температури води нижче 2,5 м від поверхні водного дзеркала	Метановий та сірководневий розклад депонованих органічних залишків різного походження
3	Збереження постійних умов узимку – зимова гомотермія температура води в глибоководній частині + 4,0 °С, до 20,0 м у глибоководних озерах	Унаслідок найвищої густини води за температури +4,0 °С насичена розчиненим киснем вода спускається з верхніх шарів до дна ями, створюючи необхідні умови збереження життя риб; водночас холодніші шари води, які мають меншу питому вагу, підіймаються вгору і “прикривають” середовище ями від переохолодження
4	Установлення швидкості водобміну води та якості середовища в зимовий період	За період льодоставу риби перебувають у стані напіванабіозу близько 100 днів. Незважаючи на те, що поверхня тіла риб захищена шаром слизу, а інтенсивність дихання знижена у 2–3 рази, вони потребують певної якості води та рівня насичення розчиненим киснем

Більшість Шацьких озер карстового походження, найбільше з них оз. Світязь. Утворення котловану цього озера пов'язане з розмиванням крейдових порід, унаслідок чого й утворилося поглиблення земної поверхні.

Водний баланс озер формується за рахунок атмосферних опадів, притоку поверхневих та підземних вод. Так, у районі оз. Світязь атмосферні опади становлять у середньому 585–590 мм/рік. На підземний притік припадає лише 135 мм/рік, тобто основною складовою частиною водного балансу озера є атмосферні опади, а вклад інших джерел досягає лише 24 %. Подібне співвідношення характерне і для інших озер. Шацькі озера слабопроточні. Найменший водообмін в озерах Світязь та Пісочне. Повний водообмін у них здійснюється в середньому один раз за дев'ять років. Для найбільш проточного оз. Соминець цей показник становить 2,19 року [7].

Для озер Шацького національного природного парку найбільш характерні вітрові – дрейфові й супутні їм компенсаційні течії. Так, в оз. Світязь у верхньому півметровому шарі води швидкість переміщення водних мас досягає 15–25 см/с, а в 10–12-метровому шарі – тільки 3–7 см/с. В інших Шацьких озерах швидкість течій за такої сили вітру менша на 20–30 %. При середній для цього регіону швидкості вітру висота хвиль в озерах Світязь та Пулемецьке досягає 10–20 см, довжина –

1,5–3,0 м, а період – 0,7–1,3 с. За таких умов швидкість переміщення частинок води в поверхневому шарі досягає 10–15 см/с, а на глибині 2–3 м падає до 1–2 см/с [7].

Для функціонування озерних екосистем особливе значення має турбулентне перемішування водних мас. Із ним пов'язаний рівномірний розподіл розчинених речовин (особливо розчиненого кисню, який життєво необхідний для існування гідробіонтів), їх обмін між окремими шарами водних мас тощо. Швидкість течії є одним із важливих екологічних показників, від якого значною мірою залежить ефективність самоочисної здатності водойм. Так, при зростанні швидкості течії від 0 до 20 см/с ефективність самоочисної здатності в озерах зростає у 20 разів. Діапазон коливань швидкості течії в Шацьких озерах може оцінюватись як достатній для забезпечення задовільної самоочисної здатності. Серед гідрофізичних факторів, що впливають на внутрішньоводоймні процеси, важливою є температурна стратифікація озер. Для неглибоких озер характерна літня гомотермія. Лише в найбільш глибоких ділянках озер Світязь та Пісочне відзначається температурна стратифікація, що важливо для зимівлі риби [7].

Температурний режим водойм охоплює періоди денного та весняно-літнього нагрівання і нічного та осінньо-зимового охолодження. Завдяки таким змінам температури відбувається динамічне перемішування водних мас. Періоди нагрівання й охолодження поверхневого шару призводять до формування на певній глибині шару *температурною стрибка*, або *термоклин*, щільність води в якому зростає, водна маса у водоймах має характер стратифікованої тришарової гідрологічної структури, до якої належать верхній прогрітий шар води (епілімніон), середній шар стрибка температури (металімніон) та нижній, найхолодніший (гіполімніон). Отже, зона температурного стрибка, або термоклин, є шаром води, у якому вертикальні градієнти температури більш виражені порівняно з градієнтами розташованих вище або нижче шарів води. Він утворюється в глибоких озерах (оз. Світязь) (рис. 1). У таких стратифікованих озерах погіршується обмін речовин і енергії між епі- і гіполімніоном [7].

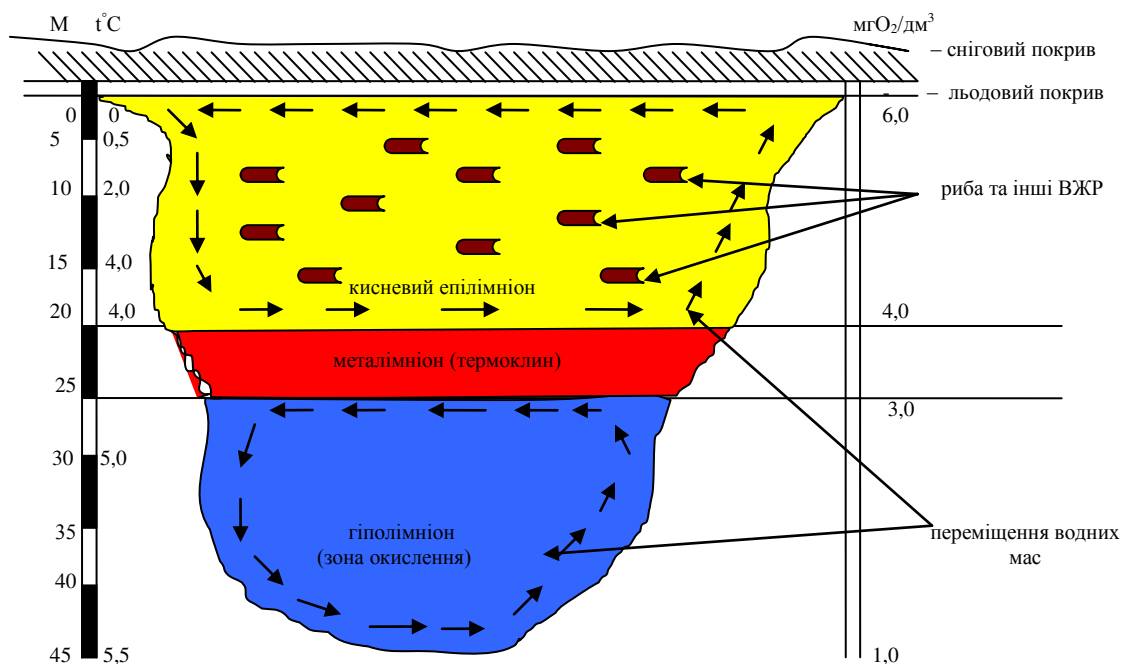


Рис. 1. Температурна стратифікація: вміст розчиненого кисню залежно від глибини озера в озерній екосистемі взимку під час замерзання верхнього шару води

В озерах із повільною течією води (озера Острів'янське, Перемут, Линовець, Навраття, Олешно, Кругле, Плотиччя, Довге, Карасинець, Озерце, Чорне Велике, Люцимер, Кримно) у зимовий і літній періоди року спостерігаються процеси стагнації, коли в період температурної стратифікації не відбувається циркуляція вод у водоймах.

У період зимової межени тепліша вода зосереджується в придонних шарах, у період літньої – навпаки. Під час стагнації в літній період спостерігається *киснева дихотомія*, за якої вміст розчиненого кисню в поверхневих шарах води значно більший, ніж у глибинних (рис. 1).

Згідно із середніми багаторічними гідрологічними даними за останні 10 років льодостав на озерах Шацького НПП розпочинається з 2-ї декади січня (на малих озерах), з 3-ї декади січня на оз. Світязь і триває по 2-гу декаду березня. Загальна тривалість льодоставу становить у середньому 30–40 днів на оз. Світязь і 40–42 дні – на інших малих озерах, максимальна тривалість льодоставу – 60 днів. Для обчислення оптимуму зимувальних ям приймається максимальна тривалість льодоставу – 60 днів. Максимальна товщина льоду на різних водоймах становила від 16 до 32 см [5; 6].

Вміст розчиненого кисню в озерах на початку зимового періоду не перевищував 9,0 мг  $O_2$ /дм<sup>3</sup>, після повного очищення льоду вміст розчиненого кисню становив близько 4,0 мг  $O_2$ /дм<sup>3</sup>.

Обчислення оптимальних площ зимувальних ям на озерах Шацького НПП проводили за формулою, яку запропонував Й. В. Гриб й апробували дослідники [3]:

$$S = \frac{a \cdot M \cdot R \cdot F \cdot r_2}{K(\theta_2^0 - \theta_2^1) \cdot h} (ga), \quad (1)$$

де  $F$  – поверхня водного дзеркала, га;

$M$  – рибопродуктивність, кг/га, приймається 0,6 кг/га;

$R$  – коефіцієнт дихання для коропових риб дорівнює 9,142 кисню (г  $O_2$ /кг риби на добу);

$a$  – поправочний коефіцієнт на зниження інтенсивності дихання риб у зимовий період, прийнятий рівним 0,5;

$r_2$  – час перебування риби в непроточній зимувальній ямі, днів (початок та кінець льодоставу), прийнятий за 60 днів;

$K$  – коефіцієнт аерації, рівний 1,1;

$\theta_2^0$ ,  $\theta_2^1$  – вміст розчиненого кисню для озер Шацького НПП: початковий – 9,0 мг  $O_2$ /дм<sup>3</sup> та кінцевий – 4,0 мг  $O_2$ /дм<sup>3</sup>;

$h$  – середня глибина зимувальної ями, м.

Приклад обчислення площі зимувальних ям для озера Світязь наведено нами вперше:

$$S = \frac{0,5 \cdot 0,6 \text{ кг/га} \cdot 9,142 \text{ г} O_2 / \text{кг} \cdot 2621 \text{ га} \cdot 60 \text{ днів}}{1,1 \cdot (9,0 \text{ мг} O_2 / \text{дм}^3 - 4,0 \text{ мг} O_2 / \text{дм}^3) \cdot 6,9 \text{ м}} = 1,136 \text{ га}$$

Результати обчислення оптимальних площ зимувальних ям наведено в табл. 2.

#### Висновки й перспективи подальших досліджень

1. В озерах Шацького НПП – Світязь, Пісочне, Люцимер, Пулемецьке – достатня площа зимувальних ям, із середньою глибиною 6,9–4,1 м, які є сприятливими для зимівлі водних живих ресурсів.

2. Глибоководні ділянки озер та зимувальні ями є не лише місцем схову риби під час зимівлі, їхня роль значно важливіша – це біологічні реактори, у яких протягом теплого періоду року відбувається поступова підготовка середовища до напруженого періоду в річному циклі функціонування озерної екосистеми – зимової межени.

3. Для покращення умов зимівлі риби потрібно збільшити площі та глибину зимувальних ям шляхом розробки та проведення підводного видобутку сапропелю в мілководних озерах на глибину покладів до 3 м. Добуту сапропелю сировину в кількості 71,08 тис. м<sup>3</sup> необхідно використовувати із максимальною ефективністю для потреб народного господарства.

4. Якщо збільшується глибина зимувальної ями на 3 м, збільшується об'єм зимувальної ями на 14–50 %, тим самим покращуються умови зимівлі для гідробіонтів.

5. На водних об'єктах зимувальні ями слід проектувати на місцях зі стабільною якістю води (вода більш насичена розчиненим киснем).

6. Потрібно відновити вільне сполучення з гідрографічною мережею (повне або часткове під час весняної повені та осінніх паводків), створити сприятливі умови зимівлі риб.

Таблиця 2

## Вихідні величини озер Шацького НПП для розрахунку оптимальних площ зимувальних ям та результати обчислень

№ з/п	Назва озера	Показник								
		$F, га$	$h$ зимувальної ями, м	$S$ розрахункова зимувальної ями, га	$V$ зимувальної ями, тис. м <sup>3</sup>	$S$ фактична зимувальної ями (розрахунок ШНП), га	$h$ середня глибина зимувальної ями після видобутку сапропелю на 3 м	$V$ зимувальної ями після видобутку сапропелю 3 тис. м	Відсоток відбілення $V$ зимувальної ями, %	Можливий об'єм видобутку сапропелю тис. м <sup>3</sup>
1	Світязь	2621	6,9	1,136	78,42	3,8	–	78,42	–	–
2	Пулемецьке	1569	4,1	1,145	46,94	2,4	–	46,94	–	–
3	Луки	673	2,1*	0,959	20,14	0,46	5,1	48,90	41	28,77
4	Острів'янське	255	2,3*	0,332	7,63	–	5,3	17,58	43	9,95
5	Пісочне	189	6,9	0,082	5,65	–	–	5,65	–	–
6	Перемут	146	2,2*	0,199	4,37	0,22	5,2	10,32	42	5,96
7	Соминець	43	1,7*	0,076	1,29	–	4,7	3,56	36	2,27
8	Чорне Мале	36	1,2*	0,090	1,08	–	4,2	3,77	29	2,69
9	Мошно	36	2,0*	0,054	1,08	–	5	2,69	40	1,62
10	Климівське	29	1,5*	0,058	0,87	–	4,5	2,60	33	1,74
11	Линовець	9,5	1,6*	0,018	0,28	–	4,6	0,82	35	0,53
12	Ритець	4,4	1,6*	0,008	0,13	–	4,6	0,38	35	0,25
13	Зведенка	4,0	1,6*	0,007	0,12	–	4,6	0,34	35	0,22
14	Люцимер	443	4,4	0,301	13,25	3,1	–	13,25	–	–
15	Кримно	145	2,9*	0,150	4,34	0,28	5,9	8,83	49	4,49
16	Чорне Велике	82	3,0	0,082	2,45	0,12	–	2,45	–	–
17	Карасинець	13,9	1,1*	0,038	0,42	–	4,1	1,55	27	1,13
18	Озерце	13,4	1,6*	0,025	0,40	–	4,6	1,15	35	0,75
19	Довге	112	1,4*	0,239	3,35	–	4,4	10,53	32	7,18
20	Плотиччя	11	0,5*	0,066	0,33	–	3,5	2,30	14	1,97
21	Кругле	8,6	1,0*	0,026	0,26	–	4	1,03	25	0,77
22	Навраття	2,0	1,0*	0,006	0,06	–	4	0,24	25	0,18
23	Олешно	5,8	1,0*	0,017	0,17	–	4	0,69	25	0,52
24	П'явочне	1	1,0*	0,003	0,03	–	4	0,12	25	0,09
	Всього	6452,6		5,116	193,06	0,919		264,14		71,08

Примітка: – дані відсутні; \*недостатня глибина зимувальної ями.

7. Перед настанням зимового періоду відбуваються осінні міграції іхтіофауни до місць зимівлі, у випадках забруднень водних об'єктів або нестачі розчиненого кисню у воді відбуваються вимушені міграції водних живих ресурсів у більш безпечні ділянки водойм. Якщо такі ділянки відсутні, відбуваються зимові замори, які завдають шкоди екосистемі водойми.

8. За результатами розрахунків лише оз. Світязь забезпечене природними зимувальними ямами, решта озер – на половину, а то й на 10,0 %. Якщо обчислення оптимальних площ зимувальних ям проводити при середній рибопродуктивності водойми 10–15 кг/га, яка спостерігалася в досліджуваних озерах 10–15 років тому, тоді потреба в забезпеченості в зимувальних ямах зростає в 50–100 разів.

Загалом Шацьке поозер'я забезпечене зимувальними ямами на 20,0 %. Це свідчить про те, що риба в озерах погано зимує, худне від міграцій, не зберігається маточне поголів'я, а самі озера інтенсивно старіють.

Потрібне штучне відтворення зимувальних ям у місцях їх дефіциту чи деградації, а також підживлення свіжою водою.

#### *Література*

1. Горун А. А. Доцільність видобутку сапропелю та вплив його на природні екосистеми // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки.– 2007.– № 11, Ч. 1: За матеріалами I Міжнар. наук.-практ. конф. “Шацький нац. природ. парк: регіон. аспекти, шляхи та напрями розвитку”.– С. 121–129.
2. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В., Волкова Л. А. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем.– Рівне: Волин. береги, 1999.– С. 167–192.
3. Гриб Й. В., Сондак В. В., Гончаренко Н. І., Куньчик Т. М., Новіцький Р. О. Відновна іхтіоекологія.– Рівне: Волин. береги, 2007.– С. 85–93.
4. Свтушенко М. Ю., Захаренко М. О., Шевченко П. Г. Науково-біологічне обґрунтування лімітів меліоративного вилову риби в озерах Шацького національного природного парку на 2009 рік / Нац. аграр. ун-т.– К., 2008.
5. Матеріали Головного державного управління охорони, використання і відтворення водних живих ресурсів та регулювання рибальства у Волинській області.– Луцьк, 2008.
6. Мольчак Я. О., Фесок В. А. Гідрологічна характеристика та гідрохімічна оцінка оз. Світязь // Наук. вісн. Волин. держ. ун-ту ім. Лесі Українки.– 2007.– № 11, Ч. 1: За матеріалами I Міжнар. наук.-практ. конф. “Шацький нац. природ. парк: регіон. аспекти, шляхи та напрями розвитку”.– С. 98–102.
7. Романенко В. Д. Основи гідробіології: Підручник.– К.: Береги, 2001.– С. 224–229, 590–595.

Статтю подано до редколегії  
22.01.2009 р.