

Borys P. Własow<sup>1</sup>, Tadeusz Szczypek<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>Białoruski Uniwersytet Państwowy, Wydział Geografii i Geoinformatyki, ul. Leningradzka 16,

220030 Mińsk, Białoruś; e-mail: vlasov@bsu.by

<sup>2</sup>Uniwersytet Śląski, Instytut Nauk o Ziemi, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec; e-mail: bajka158@wp.pl

## Zmiany stanu hydroekologicznego Jeziora Orzechowskiego (zachodnie Polesie Białoruskie) pod wpływem melioracji jego zlewni

Власов Б. П., Щипек Т. **Изменение гидроэкологического состояния озера Ореховское под влиянием мелиорации водосбора.** Необратимые изменения гидрологических особенностей Ореховского озера произошли из-за интенсивной гидромелиорации водосбора озера в течение последних 100 лет. Наиболее существенные изменения имели место в 1973–1975 гг. Мелиорация привела к уменьшению площади водосбора более чем в 17 раз (с 290,8 до 16,7 км<sup>2</sup>), уменьшению глубины озера (с 3,2 до 2,2 м) и площади озера (с 488 до 441 га); объем воды снизился на 10%. Гидрологические изменения стали причиной ухудшения качества воды, снижения насыщения кислородом, повышения минерализации воды (на 36%) и концентрации биогенов, снижения прозрачности воды (с 1,3 до 0,4 м). Отмечается цветение воды, уменьшение видового разнообразия и продуктивности рыбы.

Vlasov B. P., Szczypek T. **The changes of hydroecological features of lake Orekhovskoye under influence of melioration the watershed.** Irreversible changes of hydrological features of lake Orekhovskoye have occurred because of intensive hydromelioration of watershed of lake during the last 100 years. The most essential changes have taken place during 1973–1975. Melioration resulted in the reducing of watershed area more than in 17 times (from 290.8 to 16.7 km<sup>2</sup>), decreasing of lake's depth (from 3.2 to 2.2 m) and area of lake (from 488 to 441 ha); the value of water has decreased by 10%. Hydrological changes became a reason of declining of water quality, worsening of oxygen saturation, increasing of water mineralisation (by 36%) and concentration of biogens, decreasing of water transparency (from 1.3 to 0.4 m). The water blooming, decreasing of species diversity and fish productivity is registered.

**Słowa kluczowe:** jezioro, melioracja wodna, powierzchnia, głębokość, makrofity

**Ключевые слова:** озеро, гидромелиорация, площадь, глубина, макрофиты

**Key words:** lake, hydromelioration, area, depth, macrophytes

### Zarys treści

Intensywna melioracja zlewni Jeziora Orzechowskiego w ciągu ostatnich 100 lat, a zwłaszcza w okresie 1973–1975, spowodowała nieodwracalne zmiany cech hydrologicznych tego naturalnego zbiornika wodnego. Wspomniane zabiegi melioracyjne doprowadziły do ponad 17-krotnego zmniejszenia powierzchni zlewni (z 290,8 do 16,7 km<sup>2</sup>), zmniejszenia głębokości jeziora (z 3,2 do 2,2 m) i jego powierzchni (z 488 do 441 ha), a objętość wody obniżyła się o 10%. Zmiany hydrologiczne stały się

przyczyną pogorszenia jakości wody, obniżenia stopnia nasycenia tlenem, podwyższenia stopnia mineralizacji wody (o 36%) i koncentracji biogenów, spadku przezroczystości wody (z 1,3 do 0,4 m). Obserwuje się zakwity wody, spadek bioróżnorodności i produktywności ryb.

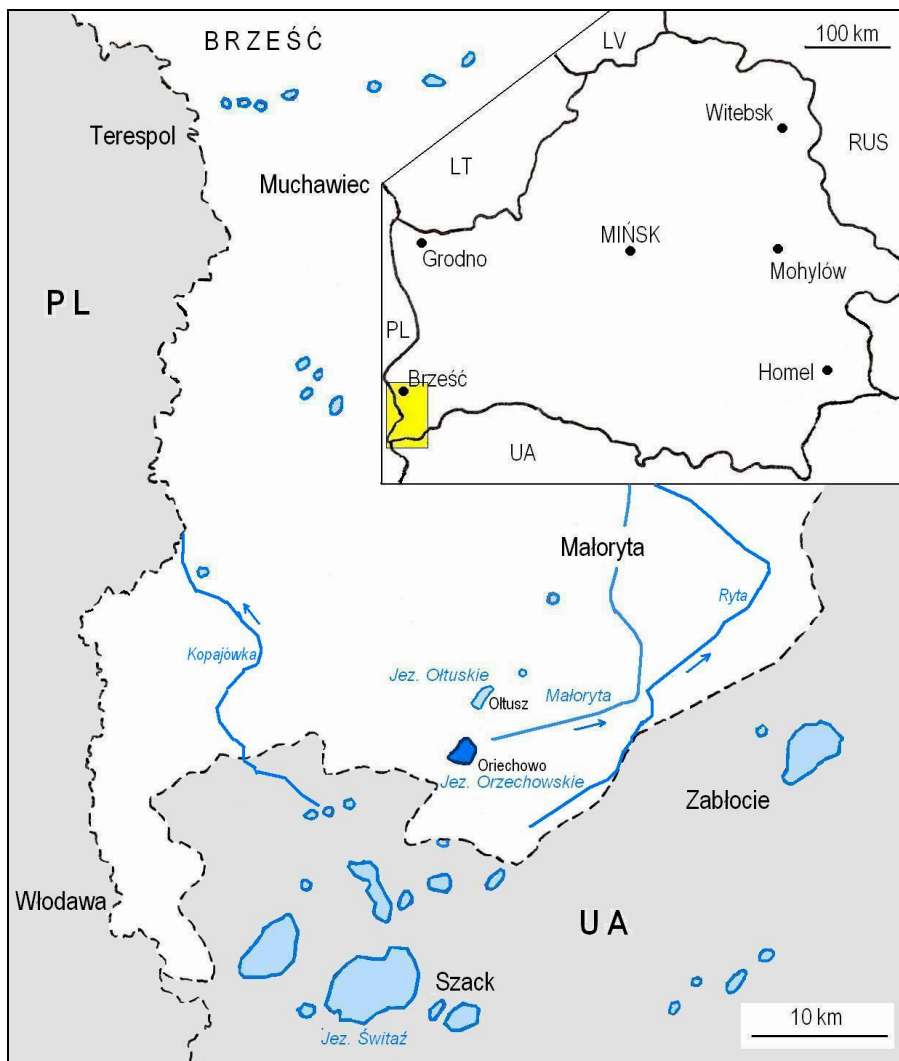
### Wstęp

Jeziora Niziny Poleskiej cechują się dużym znaczeniem przyrodniczym i gospodarczym. Są w nich skoncentrowane znaczne zasoby natu-

ralne: wodne, biologiczne: roślinne i zwierzęce, mineralne oraz rekreacyjne. Jeziora i ich zlewnie w ciągu długiego czasu były wykorzystywane w gospodarczej działalności człowieka. Wywołało to znaczne, czasami nieodwracalne zmiany w ekosystemach tych zbiorników. Głównym czynnikiem powodującym te przeobrażenia w ciągu ostatnich 100 lat były i są na Polesiu melioracje (LENCEWICZ, 1931; WŁASOW, 1999; JAKUSZKO i in., 1999). Ogólne prawidłowości zmian warunków hydrologicznych w jeziorach pod wpływem melioracji obszaru ich zlewni ilustruje przykład jednego z większych naturalnych zbiorników Zachodniego Polesia – Jeziora Orzechowskiego.

Jezioro Orzechowskie leży w południowo-wschodnim fragmencie Białorusi: 15,5 km na po-

łudnie od Małoryty, 1 km na północo-wschód od granicy z Ukrainą i około 10 km na północ od Parku Narodowego „Jeziora Szackie” na Ukrainie (rys. 1). Omawiany zbiornik wodny ma duże znaczenie ekologiczne, cechuje się bogactwem i różnorodnością ornitofauny, dużą koncentracją zimujących łabędzi niemych (*Cygnus olor*), jest położony na drodze sezonowych migracji ptaków wodno-błotnych, tutaj stwierdzono obecność żyjących w tym miejscu 36 gatunków ptaków wodno-błotnych i leśnych umieszczonych w Czerwonej Księdze. Samo jezioro i przylegające do niego od północo-wschodu użytki uznano za rezerwat biologiczny „Orzechowski” („Ореховский”) o znaczeniu lokalnym (WŁASOW, SZEWCOW, 2002) (fot. 1).



Rys. 1. Lokalizacja Jeziora Orzechowskiego na Polesiu Brzeskim  
 Рис. 1. Местоположение Ореховского озера на Брестском Полесье  
 Fig. 1. Location of Orzechovo Lake in Brest Polesie region



Fot. 1. Rośliny z pływającymi liśćmi wzdłuż północno-wschodniego brzegi Jez. Orzechowskiego (fot. I. A. Rudakovskij)

Фот. 1. Заросли растений с плавающими листьями вдоль северо-восточного берега озера Ореховское (фот.: И. А. Рудаковский)

Photo 1. Vegetation with floating leaves – NE shore of the Lake Orekhovskoye (phot. by I. A. Rudakovskiy)

## Główne elementy środowiska naturalnego obszaru badań

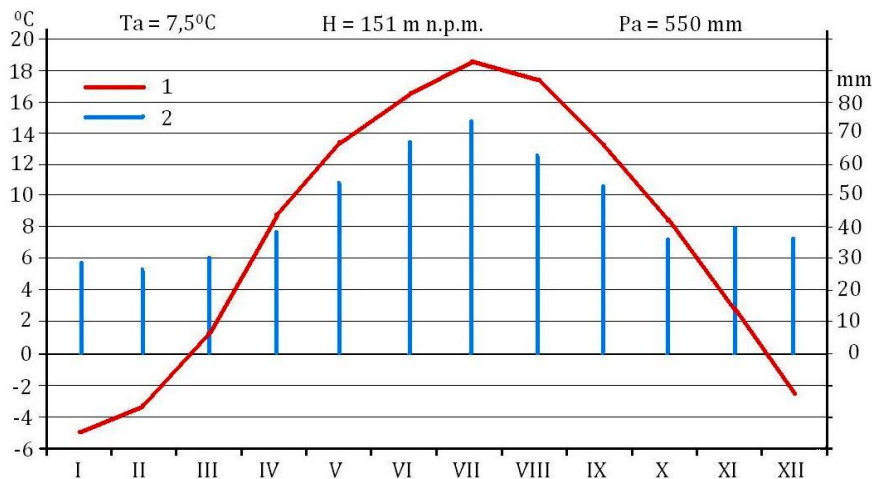
Jezioro Orzechowskie jest otoczone obszarem stanowiącym powierzchnię wododziałową między zlewniami Bugu i Muchawca w granicach południowej części Równiny Małoryckiej, która na południu przechodzi w rozległą Wyżynę Wołyńską. Wysokości bezwzględne na tym obszarze wahają się między 159 m (poziom jeziora) a 173 m (okolice wioski Ołtusz).

Współczesne ukształtowanie terenu jest związane z pokrywą utworów zlodowacenia dnierprzańskiego (środkowopolskiego), które tworzą rzeźbę pagórkowatą marginalnych stref naporu i akumulacji w postaci niewielkich wzgórz i pagórków w okolicach Ołtusza i Małoryty. Z tymi formami marginalnymi sąsiadują duże obniżenia jeziorne oraz obszary płaskiej równiny wodnolodowcowej częściowo zabagnione, jako ślad po byłych jeziorach. Zachowały się formy brzegowe, które zostały przeobrażone przez współczesne procesy eoliczne. Powierzchnia równiny wodnolodowcowej występuje na wysokości 160–165 m n.p.m., głębokość wcięć erozyjnych dochodzi do 5 m, a gęstość rozcięć powierzchniowych nie przekracza 0,5 km/km<sup>2</sup> (WŁASOW, SZEWCOW, 2002).

Warunki klimatyczne na omawianym obszarze (wg danych dla stacji Małoryta) są umiarkowanie kontynentalne: średnia wieloletnia temperatura w styczniu wynosi tu -5°C, w lipcu – 18,5°C, w związku z czym średnia wieloletnia temperatura roczna ma wartość 7,5°C (rys. 2). Średnia roczna suma opadów atmosferycznych sięga 550 mm, przy czym najniższe miesięczne opady przypadają na styczeń, luty i marzec (odpowiednio: 29, 27 i 30 mm), z kolei najwyższe – na miesiące letnie: czerwiec, lipiec i sierpień (odpowiednio: 68, 74 i 63 mm, co stanowi 37,3% sumy rocznej) (<https://ru.climate-data.org/европа/беларусь/брестская-область/малорита-23296/#climate-table>) (rys. 2).

Podstawowe zasoby wód podziemnych są związane z utworami wodnolodowcowymi zlodowacenia dnierprzańskiego (środkowopolskiego) oraz współczesnymi osadami jeziornymi i bagiennymi. Horyzont wodonośny ma charakter swobodny, a poziom wód gruntowych zalega na głębokości 1,3–1,8 m.

Sieć hydrograficzną tworzą górne odcinki rzek Ryta, Małoryta, Kopajówka, Pryrwa i in., duże jeziora: Orzechowskie i Ołtuskie oraz kilka mniejszych, a także duża liczba niewielkich bagien związanych z równiną wodnolodowcową.



Rys. 2. Małoryta – diagram klimatyczny (wg: <https://ru.climate-data.org/европа/беларусь/брестская-область/малорита-23296/#climate-table>):

1 – średnia wieloletnia temperatura powietrza, 2 – średnie wieloletnie sumy opadów atmosferycznych  
 Рис. 2. Малорита – климатограмма (по: <https://ru.climate-data.org/европа/беларусь/брестская-область/малорита-23296/#climate-table>):

1 – средняя многолетняя температура воздуха, 2 – средние многолетние суммы атмосферных осадков  
 Fig. 2. Malorita – climate diagram (after: <https://ru.climate-data.org/европа/беларусь/брестская-область/малорита-23296/#climate-table>):

1 – average multiannual air temperature, 2 – average multiannual precipitations

## Stopień poznania

Pierwszego opisu Jez. Orzechowskiego dokonał P. O. БОБРОВСКИЙ (1883), który scharakteryzował je jako płytkie, otoczone od wschodu przez największe bagna Guberni Grodzieńskiej, które nigdy nie były osuszane w większej skali. Na ilustracyjnej mapie (podziałka: 20 wiorst w angielskim calu) widnieje wpadająca do jeziora na południo-zachodzie naturalna rzeka. Wyływów z jeziora do rzeki Ryty i położonego na północ Jeziora Ołtuskiego – nie ma (rys. 3).

Na mapie w podziałce 1 : 126 000 (trójwiorstówka – *трехверстка*), wykonanej w tym samym czasie, można obserwować połączone skanalizowanymi odnogami jeziora Guberni Wołyńskiej (Ostrowieckie, Łuki, Wielkie Piszczerskie) położone na południu, ale też nietknięty przez kanalizację potok Zdiebka o długości 6 km, wpadający do jeziora z południo-zachodu. Pierwsza sieć melioracyjna składająca się z drobnych kanałów, została stwierdzona w północno-zachodniej części zlewni na użytkach rolniczych w pobliżu dużych wsi (wieś Lino-Spasskaja).

Analiza map świadczy, że w latach 70. XIX wieku sieć hydrograficzna zlewni Jeziora Orze-

chowskiego była słabo skanalizowana i jezioro miało charakter przepływowy.

Bardziej szczegółowy opis Jez. Orzechowskiego znajduje się w spisie wewnętrznych dróg wodnych L. I. CYMBALIENKO (1918). Według badań z 1912 r. jezioro miało powierzchnię 5 wiorst kwadratowych (5,35 km<sup>2</sup>). W zachodniej części zbiornika brzegi były nieodstępne. Poziom lustra wody – zgodnie z mapą Głównego Sztabu (*карта Главного Штаба*) – znajdował się na wysokości 74,5 sążni (158,7 m n.p.m.), czyli 1,6 sążnia (3,4 m) wyżej niż poziom położonego obok Jeziora Ołtuskiego. Jez. Orzechowskie nie miało dużych dopływów, a odpływ wód wiosennych hamowany przez tamę odbywał się przez Kanał Liachowicki do Ryty, która była rzeką splawną. Wcześniej wspomnianym kanałem były też spławiane tratwy. Dno Jez. Orzechowskiego było wyścielone gliną, a powierzchnia – pokryta roślinnością wodną.

W sprawozdaniu I. I. ŻILINSKIEGO (1899) zwrócono uwagę, że w latach 1892–1897 w zlewni Ryty (przy Jez. Orzechowskim i Ołtuskim) przeprowadzono prace odwadniające:

- w łachwieckim państwowym gospodarstwie leśnym (*Ляхвецкая казенная дача*) od uroczys-

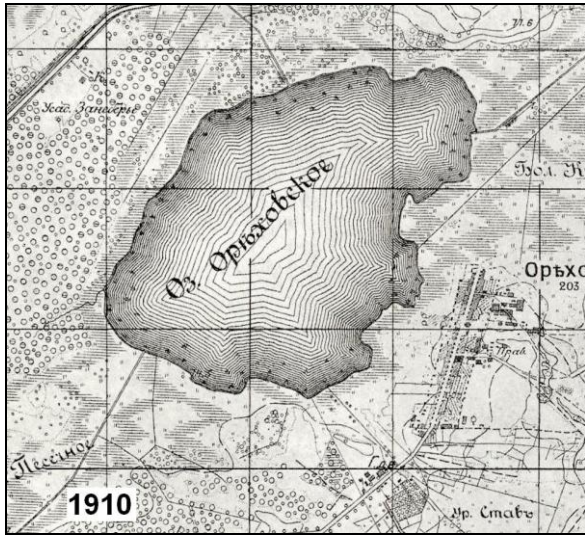




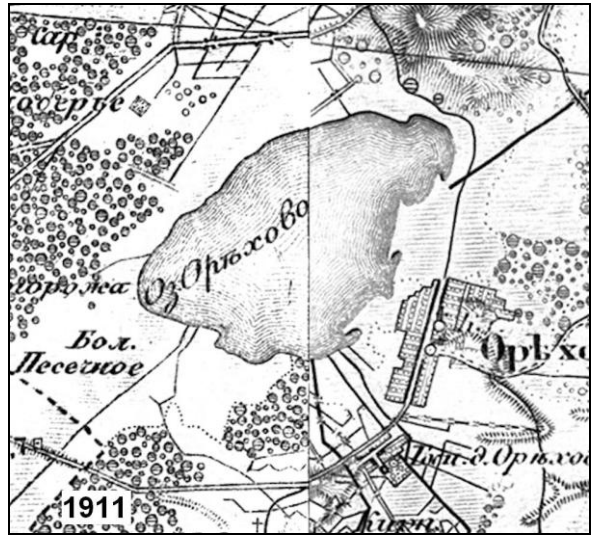
a



b



c



d

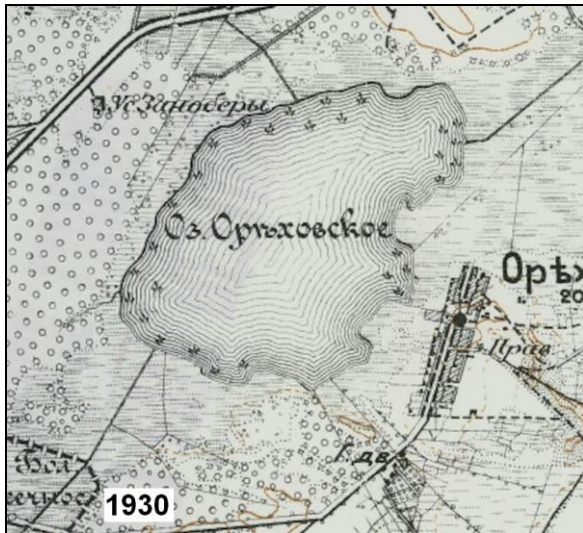


e



f





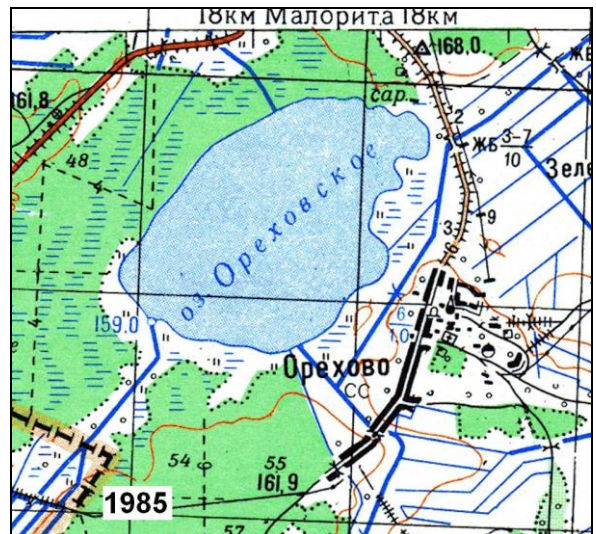
g



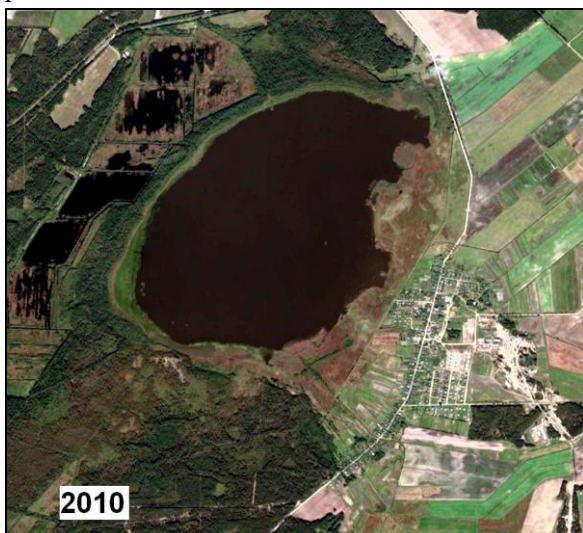
h



i



j



k

Rys. 3. Jez. Orzechowskie i tereny przyległe na różno-wiekowych mapach i obrazie satelitarnym (wg róż-nych źródeł)  
 Рис. 3. Изображение озера Ореховское и прилега-ющей территории на картах различных лет съем-ки и космическом снимке (по разным источни-кам)  
 Fig. 3. Lake Orekhovskoe and adjacent areas on the different age maps and satellite image (after different sources)

ka Turowo do Kolei Kijowsko-Brzeskiej (*Киево-Брестская железная дорога*) zbudowano kanał magistralny o długości 22,5 wiorsty z odgałęzieniem w kierunku Jez. Orzechowskiego i uroczyska Krugłyj Syczew o długości 4,5 wiorsty;

- na chłopskich gruntach wsi Mielniki i Chotysłowo oraz majątku Orzechowo (Oriechowo) zbudowano kanał magistralny, a także boczne odgałęzienie o długości 2,3 wiorsty;
- na chłopskich bagnach wioski Mielniki i Chotysłowo od uroczyska Kobylanieckoje do jezior Ołtuskiego i Orzechowskiego pogłębiono w latach 1894–1897 kanał Mielnicko-Chotysłowski na długości 14,2 wiorstwy i szerokości od 3 do 3,6 sążni. Aktualnie kanał służy jako droga wodna łącząca jeziora Ołtuskie i Orzechowskie z Rytą.

Mniej więcej w tym samym czasie na południo-zachód od Jez. Orzechowskiego i na północ od Jez. Łukowskiego oczyszczono 2 stare kanały na odcinku 11 wiorst i zbudowano główny kanał od uroczyska Kuchariewo do szosy Kijowsko-Brzeskiej (*Киево-Брестское шоссе*) na odcinku 3 wiorst. Oba magistralne kanały stanowiły ujście dla kanalizacji wyżej położonych rozległych państwowych gospodarstw leśnych Pierwszego Leśnictwa Kowelskiego (*казенные дачи Первого Ковельского лесничества*). Tą drogą, niezależnie od osuszenia innych bagien, spławiano drewno przez Kanał Łukowski, Jez. Orzechowskie do Ryty i dalej do rzeki Muchawiec.

Można wnioskować, że kanały wychodzące z jezior Orzechowskiego i Ołtuskiego do Ryty wykopano w przybliżeniu w 90. latach XIX w. W celu spławu drewna ze zlewni tych zbiorników wodnych i do roku 1912 straciły one swe pierwotne znaczenie, uległy wypłyceniu, zarosły i służyły przede wszystkim do zrzutu wód wiosennych. Warto zauważyć, że w przeglądzie działających i planowanych do budowy kanałów (*Осушительные работы...*, 1880) w sąsiedztwie Jez. Orzechowskiego nie ma, wskazano natomiast takie obiekty wychodzące z Jez. Tur i Jez. Świętego (na wschód od Orzechowskiego), które zbudowano w połowie XIX wieku w celu zasilania Kanału Dniepr-Bug.

Według danych z badań hydrograficznych z roku 1938, przeprowadzonych przez pracowników Uniwersytetu Warszawskiego, Jez. Orzechow-

skie zajmowało powierzchnię 488,1 ha, miało maksymalną głębokość 3,2 m (średnia 1,4 m), a zwierciadło wody znajdowało się na wysokości 159 m n.p.m. (identyczne wartości w odniesieniu do powierzchni jeziora i jego maksymalnej głębokości podawał S. LENCEWICZ, 1931).

Na mapie z 1940 roku w podziałce 1 : 50 000, zestawionej z map wykonanych na podstawie zdjęć topograficznych z 1888 r. i rekonesansu z 1914 r., potok Zdiebka został wyprostowany i przedłużony do kanału, który łączył ukraińskie jeziora Łuki i Zaozierje, co wyraźnie zwiększyło powierzchnię zlewni Jez. Orzechowskiego. W północno-wschodniej części jeziora narysowano dwa kanały, które prowadziły przez bagna Kriemienko i Zapolskie do Ryty, zbudowane pod koniec XIX wieku. Prawdopodobnie w początkach XX stulecia utworzono kanał łączący północno-zachodni brzeg Jez. Orzechowskiego z Jez. Ołtuskim. Informacje, że jezioro łączyło się przez Kanał Małorycki z Jez. Ołtuskim i miało powierzchnię 5,35 km<sup>2</sup>, można znaleźć w pracach: A. I. TIULPANOW (1949), *Trudy kompleksnoji ekspedicii...* (1956) i E. A. BOROWIK (1961).

Współczesna sieć melioracyjna w granicach zlewni Jez. Orzechowskiego zmieniała się niejednokrotnie. W roku 1965, w wyniku uruchomienia obiektu melioracyjnego na północno-wschodzie, osuszono część naturalnej zlewni jeziora i odpływ z niego skierowano do rzeki Małoryty. W rezultacie prac melioracyjnych w 1975 r. większą część odpływu powierzchniowego odprowadzono rzeką Kopajówką, w związku z czym powierzchnia zlewni jeziora zmniejszyła się o 272 km<sup>2</sup>. W latach 1980–1989 na północno-zachodnim brzegu Jez. Orzechowskiego było eksploatowane zmeliorowane pole torfowe „Oriechowo”. Odpływ wody z tego obiektu był wymuszony przez pompy bezpośrednio do jeziora.

## Współczesny stan jeziora

Materiały badań prowadzonych przez Laboratorium Jezioroznawstwa (*Лаборатория озераведения*) Białoruskiego Uniwersytetu Państwowego (w latach 1971, 1986, 1989, 1996, 2014) wskazują, że Jez. Orzechowskie jest zbiornikiem płytkim, z misą typu poleskiego (wg określenia O. F. JAKUSZKO, 1981 – jezioro-rozlewisko; por. też S.



LENCEWICZ, 1931: Jez. Orzechowskie „Brzegi ma niskie tak, że małe wahania poziomu wody mogą przyczynić się do znacznych zmian w powie-

rzchni”). Powierzchnia zwierciadła wody w jeziorze na wysokości 159,2 m n.p.m. wynosi 4,41 km<sup>2</sup>, objętość wody – 4,35 mln m<sup>3</sup> (tab. 1).

Таблица 1. Морфометрические показатели озера Ореховское

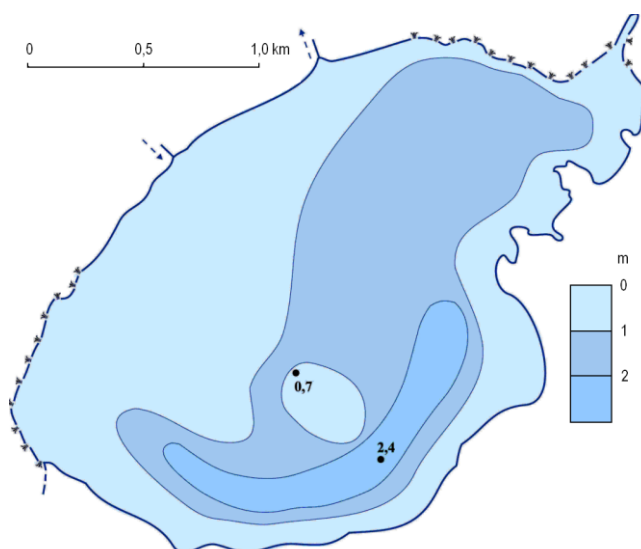
Tabela 1. Wskaźniki morfometryczne Jeziora Orzechowskiego

Table 1. Morphometric parameters and indicators of Orekhovskoye lake

Powierzchnia zwierciadła, km <sup>2</sup>	Powierzchnia zlewni, km <sup>2</sup>	Objętość wody, mln m <sup>3</sup>	Średnia głębokość, m	Maksymalna głębokość, m	Długość jeziora, km	Maksymalna szerokość, km	Szerokość średnia, km	Długość linii brzegowej, km	Powierzchnia pod lasem i krzewami, km <sup>2</sup>	Powierzchnia pod bagnami i gruntami zabagnionymi, km <sup>2</sup>
F <sub>0</sub>	S	V	H <sub>cp</sub> =V/F <sub>0</sub>	H max	L	B max	B <sub>cp</sub> =F <sub>0</sub> /L	Lo		
4,41	16,75	4,35	0,98	2,4	3,11	2,03	1,42	8,0	15,03	4,59

Podwodna część misy jeziornej o kształcie spodka stanowi szeroki pas litoralny (200–700 m) zajmujący 56% ogólnej powierzchni jeziora. Pas ten płynnie przechodzi w dno, cechujące się niewielkimi wahaniami głębokości. Strefy sublitoralnej brak. Podwodne zagłębienie, ciągnące się wzdłuż południowego brzegu (szerokość – 200 m, długość – 1 700 m), ogranicza izobata 2 m. Prawie w centrum tego zagłębienia zarejestrowano w 1986 roku maksymalną głębokość jeziora – 2,4 m, z kolei letnie pomiary z 1996 roku wykazały, że maksymalna głębokość nie przekraczała 2,2 m. Średnia głębokość jeziora wynosi 0,98 m. Na zachód od strefy maksymalnych głębokości zauważalne jest niewielkie wyniesienie owalnego kształtu z głębokościami 0,7–1,0 m (rys. 4).

Brzegi jeziora są niskie, piaszczyste, pokryte roślinnością łąkową (por. też dawny opis S. LENCEWICZA, 1931), w części północnej, zachodniej i południowej zabagnione, pokryte krzewami i lasem. Zbocza kotliny jeziornej są również niskie i słabo wyrażone, zajęte przede wszystkim przez osuszone torfowiska (fot. 2). Na odcinku wschodniego brzegu jest wyraźnie widoczny zespół terasowy: dwie dolne terasy mają charakter antropogeniczny – powstały w wyniku sztucznego obniżenia poziomu wody.



Rys. 4. Batymetria Jez. Orzechowskiego

Рис. 4 Картограмма глубин озера Ореховское

Fig. 4. Bathymetry of lake Orekhovskoye

Na południo-zachodzie z bagna Piesocznoje i Ostrowańskoje do jeziora wpada skanalizowana odnoga bez nazwy, niegdyś łącząca ten zbiornik z Kopajówką (rys. 3c, d, h, rys. 5). Co roku ta odnoga latem wysycha, a zimą zamarza. W okresie wiosennym w latach pełnowodnych w poprzednim czasie notowano przypadki przelewania się wody z Kopajówki do Jez. Orzechowskiego. Według danych z okresowego posterunku pomiarowego, działającego na kanale z Kopajówki do Jez. Orzechowskiego, w 1972 ro-

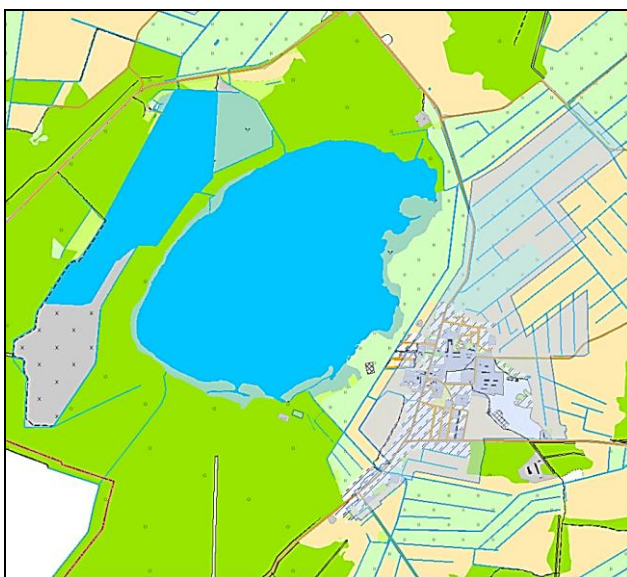


ku maksymalne przepływy wody występowały w kwietniu i wynosiły 0,050 m<sup>3</sup>/s. Obiektów hydrotechnicznych brak, według przekazów

ustnych koryto odnogi w sąsiedztwie granicy ukraińsko-białoruskiej przegradzono ziemną tamą.



Fot. 2. Jez. Orzechowskie – niski zachodni brzeg w sąsiedztwie byłego wyrobiska torfu (fot. I. A. Rudakowskij)  
 Фот. 2. Оз. Ореховское – низинный западный берег в районе торфоучастка (фот.: И. А. Рудаковский)  
 Photo 2. Lake Orekhovskoye – low west lakeside near former peat excavation (phot. by I. A. Rudakowskiy)



Rys. 5. Współczesne kontury i struktura użytków zlewni Jez. Orzechowskiego (wg systemu informacji o gruntach Białorusi)

Рис. 5. Современные контуры и структура угодий водосбора озера Ореховское (земельная информационная система РБ)

Fig. 5. Contemporary contours and structure of land use of lake Orekhovskoye (after: land information system of Belarus)

Na brzegu północno-zachodnim do jeziora wpada skanalizowana odnoga, którą wcześniej (do 1989 r.) zrzucano wody bagienne ze stacji pomp eksploatowanego torfowiska „Orzechowo-2”. Po zakończeniu eksploatacji dopływ wody do

jeziora z kompleksu bagiennego przestał funkcjonować, wyeksploatowane obszary z powierzchniami położonymi poniżej poziomu wody w jeziorze zostały zalane wodą, poziom wody w jeziorze i na zatopionych wyrobiskach wyrównał się i ustabilizował.

Na północno-zachodnim brzegu istniał wcześniej wypływ kanałem z Jez. Orzechowskiego do Ołtuskiego. W okresie wiosenno-letnim przepływ osiągał wartość 0,068–0,134 m<sup>3</sup>/s. Późniejsza budowa rowów melioracyjnych spowodowała jednak zaburzenie związku hydrologicznego między obydwoma jeziorami, a odpływ wody z Jez. Orzechowskiego skierowano do rz. Małoryty za pomocą kanału w północno-wschodniej części jeziora. Woda płynęła tylko w okresie wiosennych wezbrań. W ostatnich latach, przy niskim poziomie, odpływu wody z Jez. Orzechowskiego nie ma, koryto kanału wyschło i zarosło.

Uwzględniając powierzchnię zlewni oraz spływ jednostkowy, obliczono okres wymiany wody w omawianym jeziorze, który wynosi 1,29, tzn. pełna wymiana masy wodnej jeziora zachodzi w ciągu 1 roku i 3 miesięcy.

Reżim poziomu jeziora cechuje się wiosennym wezbraniem, letnio-jesienną oraz zimową niżówką, rzadziej jesiennymi przyborami wody. W przekroju wieloletnim najniższy poziom wody zimą występuje w styczniu (158,96 m n.p.m.). Od końca lutego-początku marca poziom roś-

nie i w drugiej połowie kwietnia sięga najwyższych wartości – 106 cm nad zerem wykresu (zero wykresu – 158,11 m n.p.m.). Według obserwacji z 1986 roku poziom wody w jeziorze wynosił w kwietniu 159,37 m n.p.m. Obniżenie poziomu przypadło na maj i ciągnęło się do sierpnia, osiągając najmniejsze wartości w końcu trzeciej dekady sierpnia – 158,85 m n.p.m. W czerwcu poziom wody w jeziorze znajdował się 159,2 m n.p.m., minimalny poziom letniej niżówki był niższy o 10 cm od średniego poziomu rocznego. Poziom wody w sierpniu 1996 r. był o 21 cm niższy od średniego wieloletniego. Jesienne podwyższenie rozpoczyna się w październiku i trwa do grudnia: przewyższa ono niżówkę letnią średnio o 20–25 cm. Pomiar z pierwszej połowy października 1986 roku nie wykazały jednak wzrostu poziomu wody w jeziorze: wynosił on wówczas 159,15 m n.p.m., czyli był o 10 cm niższy od wartości letnich.

Ogólnie można stwierdzić, że wahania poziomu wody w Jeziorze Orzechowskim w ciągu roku wynoszą około 0,3 m.



Fot. 3. Zatapiany obszar przy wschodnim brzegu Jez. Orzechowskiego (fot. I. A. Rudakowskij)

Фот. 3. Современная пойма (бывшая литораль) озера Ореховское, восточный берег (фот.: И. А. Рудаковский)

Photo 3. Flooded area at the east shore of lake Orekhovskoye (phot. by I. A. Rudakovskiy)

Obliczenia bilansu wodnego jeziora w różnych latach wskazują, że podstawę bilansu stanowi dopływ ze zlewni i opady na powierzchnię zwierciadła jeziora. Analiza porównawcza struktury bilansu wodnego uwzględniająca współczesną powierzchnię zlewni oraz z poprzednich okresów świadczy, że zmiany hydrologiczne po przeprowadzeniu melioracji (odpływ z jeziora i akumulacja) wynikają głównie ze zmniejszonego udziału dopływu ze zlewni (tab. 2, rys. 6).

Pokrywa lodowa w okresie zimowym jest trwała, zaczyna się tworzyć w połowie listopada i istnieje 65–70 dni. Pod koniec stycznia i na początku lutego grubość lodu jest największa i sięga wartości 42 cm. Od drugiej dekady lutego miąższość lodu się zmniejsza, a pod koniec marca pokrywa lodowa ulega stopniowemu zanikowi.

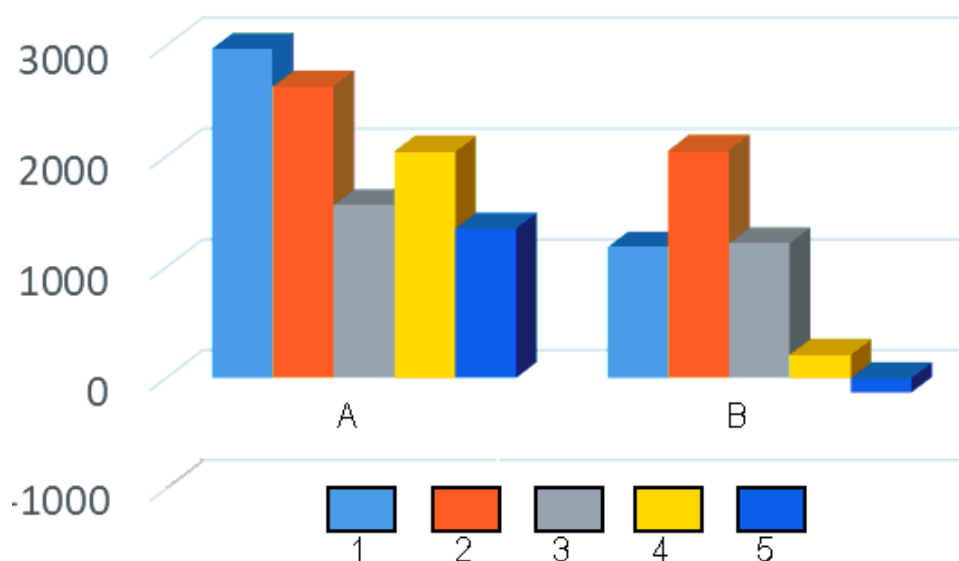
Porównanie materiałów kartograficznych i informacji z różnych okresów badań wskazuje, że obniżenie poziomu wód gruntowych w granicach przyległych kompleksów bagiennych spowodowało spadek średniego poziomu wód w jeziorze: w letnim okresie niżówkowym 1937 roku zalegał on na wysokości 159,84 m n.p.m., a po melioracji w 1980 roku – na 159,34 m n.p.m., czyli obniżył się o 0,5 m. Na możliwość wystąpienia takiego zjawiska uwagę już dawno zwracał W. KULMATYCKI (1933): jeziora poleskie, jako przeważnie płytkie, wskutek melioracji bagien będą narażone na stałe zmniejszanie ich powierzchni (fot. 3).

Wielkoskalowa melioracja zlewni w ciągu ostatnich 100 lat i działalność gospodarcza w sąsiedztwie jeziora są powodem nieodwracalnych zmian warunków hydrologicznych tego zbiornika. Najbardziej istotne zmiany powierzchni zlewni miały miejsce w latach 1973–1975: w rezultacie melioracji zmniejszyła się ona ponad 17-krotnie (z 290,8 do 16,7 km<sup>2</sup>), zmniejszyła się głębokość (z 3,2 m do 2,2 m) oraz powierzchnia zwierciadła wody (z 488 do 441 ha), o ponad 10% spa-



Tabela 2. Struktura bilansu wodnego Jeziora Orzechowskiego w roku suchym  
 Твблица 2. Структура водного баланса оз. Ореховское в маловодный год  
 Table 2. Water balance of lake Orekhovskoe in a dry year

Elementy	Przed melioracją	Stan współczesny
Dopływ do jeziora, tys. m <sup>3</sup>	2 972	1 179
Straty na parowanie, mm	2 629	2 053
Opady atmosferyczne, mm	1 562	1 217
Odpływ z jeziora, tys. m <sup>3</sup>	2 045	211
Nagromadzenie (-), ubytek (+) wody z jeziora, tys. m <sup>3</sup>	1 350	-132



Rys. 6. Bilans wodny Jeziora Orzechowskiego w roku suchym przed melioracją (A) i we współczesnych warunkach (B):

1 – dopływ do jeziora, tys. m<sup>3</sup>, 2 – straty na parowanie, mm, 3 – opady atmosferyczne, mm, 4 – odpływ z jeziora, tys. m<sup>3</sup>, 5 – nagromadzenie (-), ubytek (+) wody z jeziora, tys. m<sup>3</sup>

Рис. 6. Водный баланс оз. Ореховское в маловодный год до проведения мелиорации (A) и в современных условиях (B):

1 – приток к озеру, тыс. м<sup>3</sup>, 2 – потери на испарение, мм, 3 – осадки, мм, 4 – отток из озера, тыс. м<sup>3</sup>, 5 – накопление (-), сброс (+) озера, тыс. м<sup>3</sup>

Fig. 6. Water balance of lake Orekhovskoe in a dry year before the melioration (A) and in modern conditions (B):

1 – inflow to the lake, thous. m<sup>3</sup>, 2 – evaporation losses, mm, 3 – precipitation, mm, 4 – outflow from the lake, thous. m<sup>3</sup>, 5 – accumulation (-), draw off (+) of lake, thous. m<sup>3</sup>

dła objętość masy wodnej. Warto zwrócić uwagę, że pomiary A. CHOŃSKIEGO i in. (2012) na położonym w niedalekim sąsiedztwie Jez. Świtaż (Ukraina) wykazały podobną tendencję: spadek poziomu lustra wody o 0,3 m, co spowodowało zmniejszenie się powierzchni jeziora o 11,1% i objętości wody w tym zbiorniku o 9,2%. Stwierdzono natomiast wzrost głębokości maksymalnej i średniej, co autorzy tłumaczą procesem krasowienia podłoża kredowego (przytoczone dane odnoszą się do okresu 1929–2012, a więc 83 lat).

Przeobrażenia hydrologiczne stały się przyczyną zmian reżimu hydrochemicznego i obniżenia jakości wody. Pod względem składu chemicznego masa wodna Jez. Orzechowskiego należy do klasy wód kwasowęglowych i szcaw grupy wapniowej, podstawowe jony układają się zgodnie z ubywaniem w kolejności:  $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} > \text{Cl}^- > \text{Mg}^{2+} > \text{SO}_4^{2-}$ . Wartości stężeń wszystkich wskaźników hydrochemicznych w ciągu ostatnich 60 lat cechowały się tendencją wzrastającą. Według stopnia mineralizacji woda zmie-

niła się od słabo do średnio zmineralizowanej (92,7–241,4 mg/dm<sup>3</sup>). Dwukrotnie zwiększyła się zawartość chlorków w wodzie (4,8–10,4 mg/dm<sup>3</sup>). Koncentracja elementów biogenicznych w wodzie jest niska: zawartość fosforanów wynosiła 0,002–0,005 mgP/dm<sup>3</sup>, azotu amonowego – 0,01–0,76 mgN/dm<sup>3</sup>. Masa wodna cechuje się zwiększoną utlenialnością nadmanganianu z 12,3 do 25,6 mgO/dm<sup>3</sup>, intensywnością zabarwienia (35–100 w skali Pt - Co), spadkiem przezroczystości od 1,9 m w 1954 r. do 0,4 m w 2014 r. (tab. 3).

Zmiana parametrów środowiska spowodowała zaburzenia hydrobiologiczne. Wyraźnie

zmniejszyła się ogólna liczba gatunków fitoplanktonu (jest ich mniej w porównaniu ze zbiornikami analogicznego typu na Białorusi). Obserwuje się wielki spadek ilości okrzemek (*Bacillariophyceae*), wcześniej dominujących w jeziorze, widoczna jest również tendencja do zmniejszania się liczby gatunków glonów tobołków (*Pyrrophyta*). Wyraźnie wzrosła natomiast liczba gatunków alg zielonych (*Chlorophyta*). W ciepłej porze roku w ciągu wszystkich lat na jeziorze jest obserwowany masowy rozwój sinic (*Cyanobacteria*) oraz tobołków powodujący „zakwity” wody.

Таблица 3. Многолетние изменения гидрофизических и гидрохимических показателей озера Ореховское в летний период

Tabela 3. Wieloletnie zmiany wskaźników hydrofizycznych i hydrochemicznych Jeziora Orzechowskiego w okresie letnim

Table 3. Multiannual changes in hydrophysical and hydrochemical indicators of Orekhovskoye lake in the summer period

Wskaźniki	Lata				
	1954	1971	1986	1996	2014
Głębokość poboru próbek, m	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Temperatura wody, t°C	19,3	22,6	17,0	18,8	20,1
O <sub>2</sub> , mg/dm <sup>3</sup>		10,5	9,2	5,0	
O <sub>2</sub> , %		120,1	94,5	53,3	
Przezroczystość wody, m	1,9	1,0	1,2	0,4	0,4
Zabarwienie wody (w skali APHA = Pt-Co = Hazen)		35	40	50	100
pH		8,84	7,85	7,60	6,7
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	61,5	57,9	76,3	170,8	122,04
Cl <sup>-</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	5,4	4,8	5,0	7,4	10,49
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	5,3	2,5	5,1		2,4
Ca <sup>2+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	20,6	23,4	24,2	52,5	36,87
Mg <sup>2+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	0,6	3,8	0,0	3,3	2,92
Na <sup>+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>			4,5		2,6
K <sup>+</sup> , mg/dm <sup>3</sup>			0,7		0,9
Fe <sub>org.</sub> , mg/dm <sup>3</sup>	0,8	0,08	0,37	0,16	0,45
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mgN/dm <sup>3</sup>		0,01	0,14	-	0,76
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mgP/dm <sup>3</sup>		0,002	0,0	0,0	0,005
Mineralizacja, mg/dm <sup>3</sup>	110,7	92,7	118,6	241,4	179,93
Utlenialność nadmanganianu, mgO/dm <sup>3</sup>		12,3	14,2	25,6	
BPK <sub>5</sub> , mgO <sub>2</sub> /dm <sup>3</sup>		-	2,34	-	

Analiza wyników badań makrolitów Jez. Orzechowskiego świadczy, że wcześniej było ono typowym zbiornikiem makrofitowym, a strukturę produkcyjno-funkcjonalną ekosystemu określało i kontrolowało zbiorowisko makrofitów, dysponujące wysokim – w porównaniu z fitoplanktonem – potencjałem zdolności pochłaniających

i pełniące rolę swoistego bufora na drodze przenikania substancji eutroficznych do ekosystemu jeziora (GIGIEWICZ, WŁASOW, WYNAJEW, 2001). Według danych z okresu 1971–1986 Jez. Orzechowskie było całkowicie zarośnięte. Makrofity pogrążone (moczarka kanadyjska *Elodea canadensis*, wywłócznik *Myriophyllum*, osoka *Stratiotes*,



rdestnica *Potamogeton*) tworzyły zwartą podwodną pokrywę. Najgłębsze fragmenty misy jeziornej zajmowały płaty rdestnicy przeszytej (*Potamogeton perfoliatus*). Pas półpogrążonych roślin o znacznej szerokości (200–400 m) przy brzegu północnym, wschodnim i południowo-wschodnim tworzyły: oczeret jeziorny *Schoenoplectus lacustris*, trzcina pospolita *Phragmites australis* (fot. 4), pałka wąskolistna *Typha angustifolia* (fot. 5) i szerokolistna *T. latifolia*, manna mielec *Glyceria maxima*. Przeważały makrofity pogrążone, zajmujące około 67% powierzchni jeziora i tworzące 61% ogólnej biomasy makrofitów. Helofity (roś-

liny nadwodne) tworzyły najbardziej gęstą pokrywę wzdłuż południowego brzegu, przy północno-wschodnim i wschodnim brzegu natomiast nadwodne makrofity były rzadsze. Dominującym gatunkiem była trzcina pospolita, subdominantem – oczeret jeziorny, rzadziej występowały pałka wąskolistna i manna mielec. Zmiany ostatnich lat doprowadziły do prawie całkowitego zaniku roślinności pogrążonej, zatem jezioro z roślinnością typu hydrofitów przekształciło się zbiornik z roślinnością typu helofitów (rys. 7).



Fot. 4. Jez. Orzechowskie – zarośla trzciny *Phragmites australis* (fot. I. A. Rudakowskij)

Фот. 4. Ореховское озеро – тростниковые заросли *Phragmites australis* (фот.: И. А. Рудаковский)

Photo 4. Lake Orekhovskoye – thickets of common cane *Phragmites australis* (phot. by I. A. Rudakovskiy)



Fot. 5. Jez. Orzechowskie – zarośla pałki wąskolistnej *Typha angustifolia* wzdłuż wschodniego brzegu (fot. I. A. Rudakowskij)

Фот. 5. Ореховское озеро – заросли рогоза узколистного *Typha angustifolia* вдоль восточного берега (фот.: И. А. Рудаковский)

Photo 5. Lake Orekhovskoye – thickets of narrowleaf cattail *Typha angustifolia* along the east bank (phot. by I. A. Rudakovskiy)

Obecnie Jez. Orzechowskie jest zbiornikiem fitoplanktonowym, a jego strukturę produkcyjno-funkcjonalną określa rozwój zbiorowiska fitoplanktonu.

W omawianym jeziorze występowały: leszcz, szczupak, karaś, jaź, okoń, płoć i inne gatunki

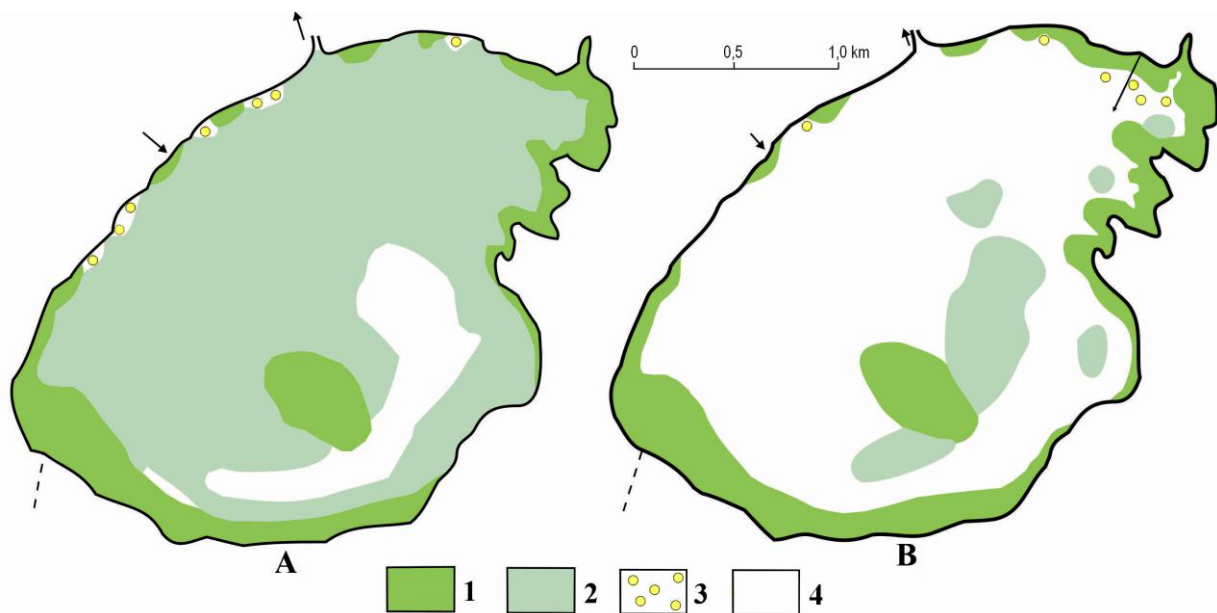
ryb, introdukowany został sum kanałowy, występowały raki, od 1966 roku jezioro niejednokrotnie było zarybiane. W rezultacie śniecia ryb w latach 1995–1966 ichtiofaunę dotknęły silne zmiany: zniknęły wszystkie gatunki ryb z wyjątkiem karasia i suma kanałowego, które zachowały się

w ilościach bez znaczenia gospodarczego, w związku z czym również zbiornik przestał odgrywać rolę jako obiekt rybołówstwa.

Zwrócono uwagę na dopływ z różnych źródeł substancji biogenicznych i zanieczyszczeń do ekosystemu jeziora w okresie najbardziej intensywnego gospodarczego wpływu na zlewnię. W tab. 4 przedstawiono ten problem na przykładzie dopływu azotu i fosforu.

Największy udział ładunków był związany z dostawą spływu powierzchniowego i grunto-

wego z obszarów rolniczych, w tym zwłaszcza kanałami melioracyjnymi. Znaczącym źródłem dostawy substancji biogenicznych do jeziora były odchody łabędzia niemego gnieźdzącego się na tym zbiorniku i zimującego podczas ciepłych zim. Obciążenie biogeniczne ze strony ludności było uwarunkowane dopływem ścieków gospodarczych i bytowych ze wsi Orzechowo (Oriechowo), wypasem bydła na zalewanych fragmentach wschodniego brzegu jeziora.



Rys. 7. Zarastanie Jez. Orzechowskiego:

A – 1971 r., B – 2014 r.; 1 – roślinność nadwodna, 2 – roślinność podwodna, 3 – rośliny z pływającymi liśćmi, 4 – powierzchnia wody bez roślinności

Рис. 7. Схема зарастания озера Ореховское:

A – 1971 г., B – 2014 г.; 1 – надводная растительность, 2 – подводная растительность, 3 – растения с плавающими листьями, 4 – водная поверхность без растений

Fig. 7. Overgrowing of lake Orekhovskoe:

A – 1971, B – 2014; 1 – helophytes, 2 – hydrophytes, 3 – plants with floating leaves, 4 – water surface without vegetation

Udział obszaru eksploatowanego torfu w dostawie składników pokarmowych do jeziora był niewielki, jednak przez dłuższy czas zrzucano z niego wody melioracyjne ze zwiększoną zawartością potasu (średnio 19,8 t/rok), magnezu (0,08 t/rok), chlorków (średnio 0,51 t/rok).

Wyniki przeprowadzonej oceny wskazują zatem, że obciążenie fosforem wód Jez. Orzechowskiego w okresie intensywnej antropopresji 12-krotnie przewyższało dopuszczalny poziom (WŁASOW, 2004).

Obecnie intensywność wpływów antropogenicznych na omawiany zbiornik wodny uległa obniżeniu. Współczesne obciążenie biogeniczne kształtuje się głównie pod wpływem opadów atmosferycznych, populacji łabędzi oraz – częściowo – ścieków bytowych ze wsi Orzechowo. Rola spływu z obszaru zlewni stała się nieznaczna, ponieważ z powodu budowy Kanału „Środkowy Rów” (Средний ров) do jeziora nie wpływają zanieczyszczenia z obszarów rolniczych (tab. 3). Obciążenie biogeniczne jeziora wynosi



Tabela 4. Dostawa azotu i fosforu ze zlewni do Jez. Orzechowskiego w okresie najbardziej intensywnego wpływu, okres 1976–1996

Таблица 4. Поступление азота и фосфора с водосбора в оз. Ореховское в период наиболее интенсивного хозяйственного воздействия, 1976–1996 гг.

Table 4. The flow of nitrogen and of phosphorus from lake basin to Orekhovskoe lake in the period of most intense economic influence, period 1976–1996

Źródła dostawy	Ilość substancji			
	Azot		Fosfor	
	t/rok	%	t/rok	%
Zrzut z terenu eksploatacji torfu	0,350	2,5	0,004	0,2
Spływ powierzchniowy z terenów rolniczych	9,100	65,7	0,900	46,5
Ludność	0,070	0,5	0,013	0,7
Hodowla zwierząt	0,655	4,7	0,326	16,8
Opady atmosferyczne	3,100	22,4	0,480	24,9
Populacja łabędzi	0,575	4,2	0,210	10,9
Razem	13,850	100,0	1,933	100,0

orientacyjnie 0,17 g/m<sup>2</sup>, co 4-krotnie przewyższa wartość dopuszczalną. Według danych z badań hydrochemicznych jeziora w roku 2014, stężenia głównych elementów chemicznych występują na poprzednim poziomie, zauważalny jest wzrost intensywności zabarwienia wody, a jej ogólna mineralizacja ma wartość 179,93 mg/dm<sup>3</sup>.

Zatem, Jez. Orzechowskie utraciło swój naturalny potencjał przede wszystkim w wyniku prac melioracyjnych, które spowodowały zmiany reżimu hydrologicznego na obszarze zlewni. Eksploatacja torfu, jako czynnik antropogeniczny, miała znaczenie drugorzędne.

## Podsumowanie

Badania współczesnego stanu Jez. Orzechowskiego oraz analiza porównawcza informacji literaturowych i archiwalnych pozwalają stwierdzić, że wielkoskalowa melioracja jego zlewni w ciągu ostatnich 100 lat, a także działalność gospodarcza w sąsiedztwie spowodowały nieodwracalne zmiany warunków hydrologicznych tego zbiornika wodnego. Najistotniejsze zmniejszenie powierzchni zlewni nastąpiło w latach 1973–1975. Wskutek melioracji powierzchnia tej zlewni zmniejszyła się 17 razy (z 290,8 do 16,7 km<sup>2</sup>), zmniejszyła się głębokość jeziora (z 3,2 do 2,2 m), powierzchnia lustra wody – z 4,88 do 4,41 km<sup>2</sup>, o ponad 10% spadła objętość masy wodnej. Wspomniane zmiany hydrologiczne spowodo-

wały obniżenie się jakości wody, pogorszenie warunków tlenowych, wzrost mineralizacji (o 36%), wzrost stężenia elementów biogenicznych, obniżenie przezroczystości wody (z 1,3 do 0,4 m), masowy rozwój glonów („zakwity” wody), spadek bioróżnorodności i produktywności ichtiofauny. Jezioro straciło swój naturalny potencjał.

## Literatura

- Bobrowski P. O., 1883: Materiały dla geografii i statystyki Rossii. Grodnieńska Gubernija, cz. I. SPb: 866 s.
- Borowik E. A., 1961: Oziera Biełarusi. Minsk: 380 s.
- Choiński A., Ilyin L., Ptak M., Strzelczak A., 2012: Zmiana batymetrii jeziora Świtaż w latach 1929–2012. W: Priroda zachidnogo Polissja ta prileglicz teritorij. Wolinskij nacionalnij uniwersitet im. Lesi Ukrainki, Łuck: 55–59.
- Cimbalienco L. I., 1918: Ukazateli wnutriennich wodnych putiej, issledowanych MPS w 1874–1916 gg., t. 2. Pietrograd: 742 s.
- Gigiewicz G. S., Własow B. P., Wynajew G. W., 2001: Wysszije wodnyje rastienija Biełarusi. BGU, Minsk: 231 s.
- Jakuszko O. F., 1981: Ozierowiedienije: geografija ozior Biełarussii. Wyszejsz. Szkoła, Minsk: 223 s.
- Jakuszko O. F., Własow B. P., Gigiewicz G. S., Lieszkowicz L. E., 1999: Prirodnyje riesursy ozior Biełarusi. Sostojanie i ispolzowanije. Prirodnyje riesursy, 1: 22–30.
- Kulmatycki W., 1933: Interesy rybactwa, a melioracja Polesia. Postępy prac przy Melioracji Polesia. Spra-

- wozdanie za lata 1931–1932. Biuro Melioracji Pollesia, Brześć nad Bugiem: 1–12.
- Lencewicz S., 1931: Międzyrzecze Bugu i Prypeci. Wody płynące i jeziora. Przegląd Geograficzny, 11: 1–72.
- Osuszitielnyje raboty w Poliesje i Riazanskoj gubernii. SPB, 1880: 77 s.
- Trudy kompleksnoj ekspedicii po izuczeniju wodojomow Poliesja. Red. G. G. Winbiereg. BGU, Minsk, 1956: 326 s.
- Własow B. P., 1999: Chozjajstwiennoje ispolzowanije i antropogiennyje izmienenija ozior Biełarusi. W: Naturalne i antropogeniczne przemiany jezior. IMGW, Warszawa: 277–284.
- Własow B. P., 2004: Antropogiennaja transformacija ozior Biełarusi: gioekologiczieskoje sostojanije, izmienenija i prognoz. BGU, Minsk: 207 s.
- Własow B. P., Szewcow N. W., 2002: Izmienenije gidrologii oziera Oriechowskoje (jugo-zapadnoje Poliesje Biełarusi) pod wlijanijem gidromielioracii. W: Andrejchuk V. N., Korzhyk V. P. (eds): Regional aspects of landscape use. Technical University "Kharkivsky Politekhnichny Uniwersytet (Chernivtsy), University of Silesia, Chernivtsy-Sosnowiec: 182–191.
- Žilinskij I. I., 1899: Oczierek rabot zapadnoj ekspedicii po osuszeniju bołot (1873–1898 gg.). SPb: 942 s.
- Tiulpanow A. I., 1949: Kratkij spravocznik riek i wodojomow BSSR. Minsk: 420 s.
- <https://ru.climate-data.org/европа/беларусь/брестская-область/малорита-23296/#climate-table>

*Wpłynął do redakcji 01 marca 2020*

*Поступила в редакцию 01 марта 2020*

*Received 01 March 2020*