

ния метеорологической информации за период заблаговременности прогнозов. Таким образом, владея информацией о предстоящем чрезвычайном происшествии, можно существенно снизить ущерб и риск наводнения.

Список литературы

1. Корень, В.И. Математические модели гидрологических прогнозов М.: Гидрометеиздат, 1991. – 199 с.
2. Бураков, Д.А. Математическая модель расчета гидрографа весеннего половодья для равнинных заболоченных бассейнов // Метеорология и гидрология, 1978, № 1. – С. 49-59.
3. Бефани, Н.Ф., Калинин, Г.П. Упражнения и методические разработки по гидрологическим прогнозам Гидрометеиздат, 1983. – 390 с.
4. Шанченко, Н.И., Эконометрика: лабораторный практикум Н.И. Ульяновск: УлГТУ, 2004. – 79 с.

УДК 911.2 : 556.55 (477.82)

ЛИМНОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОЗЕРА ОХНИЧ, УКРАИНСКОЕ ПОЛЕСЬЕ

Ильина О. В., Пасичник М. П., Пасичник Н. В.

Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки,
г. Луцк, Украина, olga-v-ilyina@rambler.ru, beekeeper.misha@gmail.com

This work analyzes the material of limno-geochemical studies of Ohnych Lake (Ukrainian Polissya). Special attention is paid to the analysis of the chemical composition of ash. Morphometric and hydrological characteristics of water bodies and land catchment structure was calculated as well. The results can be used for hydrochemical studies of the lake and for predicting changes in the water with different degrees of anthropogenic load.

Введение

Актуальность исследования лимносистем Украинского Полесья обусловлена значительной долей озер в пространственной структуре ландшафтов (0,16 %) [4], усиленной антропогенной и естественной трансформацией водоемов локального уровня, слабой изученностью закономерностей функционирования водоемов, имеющих важное научное и хозяйственное значение.

Осадочные комплексы озёр являются типичной геохимической средой пресноводного осадконакопления в регионе. Знание закономерностей распределения, особенностей состава отложений и факторов, их определяющих, необходимое для научно-обоснованного прогнозирования развития водоемов под влиянием техногенной нагрузки, выявление закономерностей функционирования экосистем водоемов в зависимости от ландшафтных условий, а также разработке рациональных схем использования ресурсов водоемов (воды, донных отложений, макрофитов) в зависимости от состава и свойств [2–3]. В связи с этим, лимнологическо-геохимические исследования природных водоемов Полесья позволят глубже познать теорию генезиса, функционирования, устойчивости и восстанавливаемости водоемов зоны смешанных лесов и спрогнозировать тенденции их дальнейших изменений.

Выбор ключевого участка для осуществления анализа связан непосредственно с озером Охнич, который отличается большой эстетико-ландшафтной привлекательностью и раритетным биоразнообразием прилегающих геокомплексов, а также необходимостью исследования разнотипных озерно-бассейновых систем Украинского Полесья.

Основная часть

Озеро Охнич ($51^{\circ}28'26''$ с. ш., $25^{\circ}31'44''$ в. д.) – находится в северо-восточной части Поворско-Маневичского конечно-моренного геоморфологического района на флювиогляциальной пологоволнистой поверхности днепровского оледенения. Водосборная площадь озера находится на дерновых слабо- и среднеподзолистых почвах. К югу от озера (1 км) – с. Замостье (Маневичского административного района) (рисунок 1а).

Водоём имеет сложную вытянутую с запада на восток форму, и нетипичное сужение в центральной части с обоих берегов в виде мысов, это связано с симметрично расположенными частями котловины. Такое сужение придаёт озеру в плане форму «лемниската» (рисунок 1б). Юго-восточный и восточный берег выше на 1,5–2 м над уровнем воды. Западный берег озера, поросший высшей водной растительностью и заболоченный. Подводная растительность присутствует на всей площади котловины озера.

Режим водного питания – грунтовый и поверхностно-сточный. Наклон поверхности незначительный, сток воды замедлен. Общая площадь водосбора составляет $6,84 \text{ км}^2$, из них $3,22 \text{ км}^2$ находится под лесными насаждениями, $2,99 \text{ км}^2$ – земли сельскохозяйственного назначения, $0,21 \text{ км}^2$ – болота.

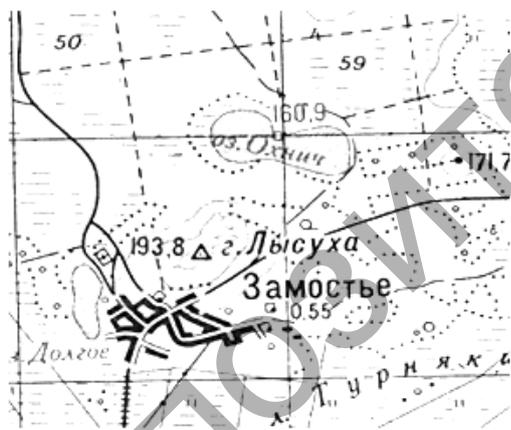


Рисунок 1 – Локализация озера Охнич на топооснове $M 1:100000$ (а) и на космоснимке (б)

Площадь озера – $0,42 \text{ км}^2$, длина – 1,12 км, максимальная ширина – 0,45 км, средняя – 0,36 км, длина береговой линии – 2,96 км. Средняя глубина озера составляет 1,5 м, максимальная – 2,5 м (таблица 1). Наибольшая глубина наблюдается в восточной части озера, постепенно уменьшаясь к берегам водоёма. Дно котловины характеризуется пологим рельефом, склоны которого в литоральной зоне не превышают $4-6^{\circ}$, увеличиваясь в сублиторали до 15° . Максимальная глубина впадины достигает 14 м, которая на 53% заполнена донными отложениями. Озерные отложения представлены, в основном, зоогеновым видом сапропеля, который в отдельных частях водоёма чередуется с органо-глинистым, торфянистым и водорослевым видом.

Таблица 1 – Морфогенетическая характеристика озера Охнич

F, км²	L, км	V_{mid}, км	V_{max}, км	l, км	h_{mid}, м	h_{max}, м	H_{абс.}, м
0,42	1,12	0,36	0,45	2,96	1,5	2,5	163,1
V_{оз.}, тыс. м³	K_{нап.}	K_{изр.}	K_{гл.}	K_{ёмк.}	K_{отк.}	K_{вид.}	K_{ант.}
580,0	0,53	0,74	1,75	0,28	0,30	3,11	0,43

Примечания: F – площадь водоёма, L – длина, V_{mid} – средняя ширина, V_{max} – максимальная ширина, l – длина береговой линии, h_{mid} – средняя глубина, h_{max} – максимальная глубина, H – абсолютная высота, V_{оз.} – объём водной массы, K_{нап.} – коэффициент наполненности котловины отложениями, K_{изр.} – коэффициент изрезанности береговой линии, K_{гл.} – коэффициент глубинности, K_{ёмк.} – коэффициент ёмкости, K_{отк.} – коэффициент открытости, K_{вид.} – коэффициент видовженности озера, K_{ант.} – коэффициент антропогенной нагрузки.

Распределение донных отложений по акватории озера характеризуется неравномерностью, обусловленной морфометрическими особенностями водоёма. Площадь котловины покрыта сапропелевыми отложениями, кроме узкой литоральной полосы восточного берега, составленной алевритовыми песками. Дно озера заложено глиной, суглинками и песками, изредка встречается мел. Мощность отложений в западной части водоёма отличается от восточной. В западной части котловины их толщина достигает 4–6 м, в восточной увеличивается до 11–14 м. На восточном берегу сапропель выходит за пределы водного зеркала на 20–50 м и перекрывается слоем торфа (до 2 м). Заболоченность берегов и выход сапропелевых отложений за пределы водного зеркала доказывают, что с момента возникновения озера было больше по площади на 20–30 %. Процесс заболачивания (со слов местных жителей) начался относительно недавно, после мелиоративных работ на водосборе. Уровень воды колеблется в незначительных пределах, увеличиваясь во время весеннего таяния снега на 0,15–0,2 м.

По данным Киевской геологоразведочной экспедиции в озере Охнич разведано 2429,0 тыс. м³, а в пересчете на 60 % влажность – 333,0 тыс. т балансовых запасов низкосолевого сапропеля зоогенового вида. В частности, запасы в пределах зеркала воды составляют 304,0 тыс. т. Средняя влажность таких сапропелей составляет 94,57 %, средняя зольность – 27,0 %. Водородный показатель меняется в пределах 5,25–6,42 рН (в среднем – 5,95 рН).

Цвет зоогенового сапропеля из озера Охнич меняется от серовато-коричневого до бурого с оливковым оттенком. Он имеет мелкозернистую структуру. В его составе преобладают животные остатки (более 30 %). Встречаются остатки сине-зелёных и диатомовых водорослей. Песчаные и глинистые вкрапления незначительные и отдельных образцах не превышают 5 %.

Оксид кальция (СаО) варьирует в незначительных пределах от 1,07 % (на глубине 11 м) до 2,24 % (на глубине 7 м). В среднем, значение составляет 1,35 %. Мощность слоя карбонатных отложений служит показателем относительной стабильности режима водоема и ландшафтно-геологических условий его водосбора. Уменьшение карбонатонакопления иногда связано с изменением водного режима, усилением эвтрофирования (накопление органического вещества), уменьшением карбонатного вещества вследствие уменьшения поступления материала, подкисление среды, заболачивания, притока аллохтонного гумусового вещества и др.

Соединения железа поступают в донные отложения в виде кластогенного материала, различных коллоидных суспензий и органических комплексов. Отложения с повышенным содержанием железа находятся в литоральной и сублиторальной зонах озера. Оксид железа (Fe₂O₃) равномерно распределен по всей глубине залегания отложений и меняется в незначительных пределах (1,32–2,34 %). Усредненное значение составляет 1,72 % (рисунок 2). Содержание железа в отложениях оз. Охнич связано с низким прибиванием с водосбора.

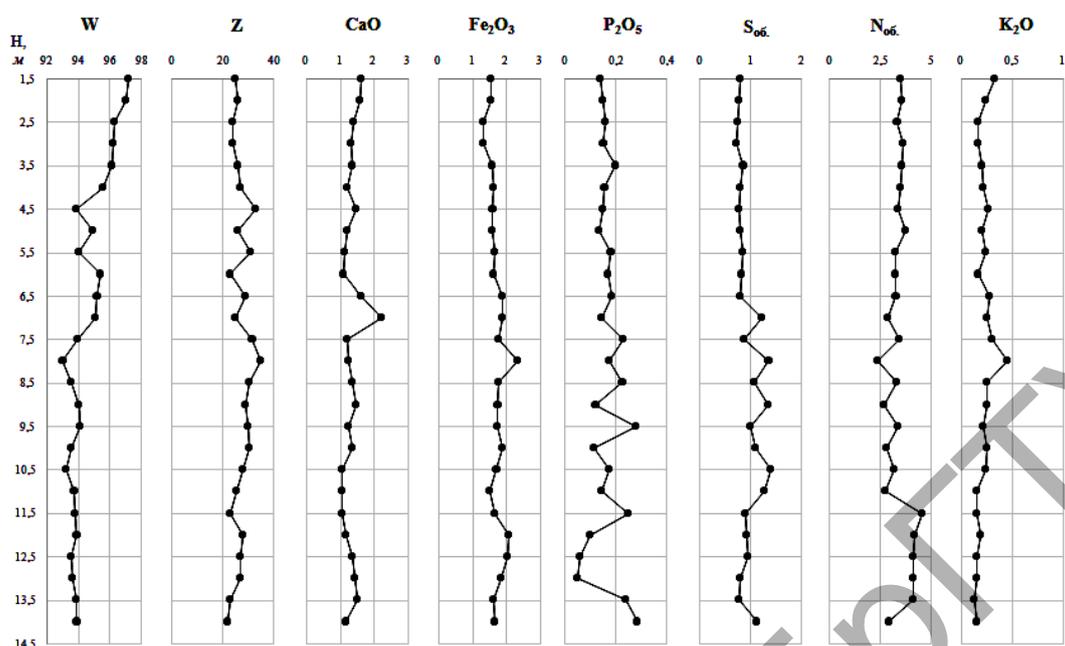


Рисунок 2 – Распределения влажности, зольности и химических элементов в донных отложениях оз. Охнич, в % на сухое вещество

Геохимические свойства фосфора как важного биогенного элемента обусловлены его способностью контролировать сложившуюся во время седиментации отложений динамическое равновесие между водной фазой и отложениями, состояние экосистемы и процессы евтрофикации водоёма [1]. Оксид фосфора (P_2O_5) содержится в незначительных концентрациях и в среднем составляет 0,172 %. Концентрация фосфора увеличивается в терригенно-карбонатных отложениях. Имеющиеся поля с низким содержанием фосфора (на глубине от 12 до 14 м). Глубоководные участки со сравнительно замедленным гидродинамическим режимом придонного слоя благоприятные для накопления соединений фосфора. Техногенное поступление фосфора, главным образом, происходит за счёт применения обычных суперфосфатных удобрений в агротехнической деятельности и ортофосфатов в быту.

Распределение серы в отложениях закономерно связано с содержанием органического вещества. Накопление ее в отложениях происходит вследствие поглощения сульфат-ионов планктоном [1]. Впоследствии в ходе минерализации органического вещества, сера переходит в минеральные формы. Содержание общей серы ($S_{об.}$) равномерно распределено на всех генетических горизонтах обложений (рисунок 2). Усредненное значение равно 1,02 %.

Концентрации общего азота ($N_{об.}$) с глубиной уменьшаются от 3,50 % до 2,47 %, однако на глубинах от 11,5 до 14 м наблюдается резкое увеличение его содержания к 4.57 %. Азотистые соединения поступают в отложения в результате оседания детрита обогащенного азотом.

Поступление калия и его соединений в водоемы, а также его седиментация в донных отложениях определяется объемом терригенного материала. Он содержится в слюдах, полевом шпате, глинистых минералах, а также в составе некоторых тяжелых минералов. В отложениях озера Охнич оксид калия (K_2O) содержится в незначительных количествах (рисунок 2). Среднее значение – 0,22 %.

В общем, зоогеновый сапропель с такими характеристиками пригоден для применения в различных сферах деятельности. В частности в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения и в виде витаминной добавки для жи-

вотных. Также зоогеновый сапропель пригоден для применения в грязелечении и косметологии.

Анализ отложений на содержание микроэлементов показывает, что они включают все важные микроэлементы (Mn, Co, Mo, Cu, Ni, V, F, и другие), которые обеспечивают ход многих жизненных процессов в живых организмах. Содержание микроэлементов в отложениях варьирует в широких пределах (таблица 2).

Таблица 2 – Содержание микроэлементов в отложениях оз. Охнич, $n \times 10^{-3}$ (обобщенно по материалам Киевской геологоразведательной экспедиции)

№ пробы	Pb	Ba	Mo	Sn	Cu	V	Ni	Zr	Co	Cr	Mn	Ti
1	0,25	10	0,063	0,1	0,5	<1	0,32	10	0,1	0,4	20	200
2	0,12	10	0,05	0,1	1,2	–	0,25	4	0,1	0,15	10	120
3	6,3	10	0,05	4	1,5	<1	0,5	3,2	0,1	0,2	20	200
4	0,15	–	0,05	0,1	0,8	<1	0,4	6,3	0,1	0,2	15	200
5	0,63	10	0,05	0,12	1,2	1,5	0,63	32	0,2	1,5	25	400

Количественное и качественное разнообразие микроэлементов в донных отложениях водоемов отражает геохимическую специализацию территории и имеет тесную генетическую связь с составом отложений и почв водосбора.

Заключение

Лимнологическое-геохимическое исследование показывает, что озеро Охнич – типичный водоём Волынского Полесья, однако он имеет сложную форму строения котловины, которая состоит из двух карстовых воронкообразных впадин. Берега западной части озера низкие, заболоченные, по периметру поросшие высшей водной растительностью, здесь быстрее проходят процессы заиления. Восточная часть озера глубже, берега высокие, свободные от водной растительности. Летом эта часть водоема используется в купально-пляжной рекреации. Водоём характеризуется индивидуальным гидродинамическим режимом поскольку имеет внутренний сток.

Донные отложения сформировались в условиях небольшой водосборной площади – 6,84 км². Коэффициент антропогенной нагрузки составляет 0,43 %, что является умеренно допустимым показателем. Котловина озера Охнич на 53 % заполнена донными отложениями, которые представлены низкосолевым зоогеновым сапропелем, запасы которого составляют 333,0 тыс. т.

Концентрации химических элементов не превышают кларковых показателей для озер Волынского Полесья и колеблется в пределах: CaO – 1,07–2,24 %, Fe₂O₃ – 1,32–2,34 %, P₂O₅ – 0,05–0,283 %, S_{об.} – 0,73–1,39 %, N_{об.} – 2,37–4,57 %, K₂O – 0,13–0,46 %.

Концентрации P₂O₅ и N_{об.} возрастают от пелагиальных песков к литоральной зоне, это связано с лимногенезисным развитием водоема, которое проходит различные стадии трофности и сейчас находится на мезотрофной стадии эволюции.

Список литературы

1. Жуховицкая, А. Л. Геохимия озер Белоруссии / А. Л. Жуховицкая, В. А. Генералова. – Минск : Наука и техника, 1991. – 204 с.
2. Ильина, О. В. Ландшафтно-геохимический анализ озера Малое Згоранское (Волынского Полесья) / О. В. Ильина, М. П. Пасечник // Геоэкологические проблемы современности: докл. VII Междунар. науч. конф. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2015. – С. 133–135.
3. Ільїн, Л. В. Ландшафтно-геохімічні дослідження лімносистем / Л. В. Ільїн // Вісник Львівського університету. Серія географічна. – 2006. – Вип. 33. – С. 130–136.
4. Ільїн, Л. В. Лімнокомплекси Українського Полісся. У 2-х т. Т. 2: Регіональні особливості та оптимізація / Л. В. Ільїн. – Луцьк : РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 400 с.