

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПОВ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ И РАЙОНИРОВАНИЕ САПРОПЕЛЕВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕСЬЯ

**Б. В. КУРЗО**

*Институт проблем использования природных ресурсов и экологии  
НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь, kurs@ecology.basnet.by*

### ВВЕДЕНИЕ

Целенаправленные исследования по оценке ресурсов и использованию озерного сапропеля в Беларуси, начатые в 1975 г., позволили получить новые данные о запасах, стратиграфии, химическом и биологическом составе сапропеля более 660 озер, 77 из которых изучены на территории Полесья. Здесь выделено также более 170 торфяных месторождений, образовавшихся на месте озер и имеющих залежи сапропеля под торфом. В полесских районах Украины изучено около 230 сапропелевых месторождений. Наибольшее количество месторождений с промышленными запасами озерных отложений выявлено в Волынской области – 191 [1].

Большой объем исследований по изучению озерных осадков в южных районах Беларуси и Волынской области Украины позволяет использовать полученные данные для выяснения условий сапропеленакопления на смежных территориях и установить местные особенности осадкообразования. Анализ особенностей строения сапропелевых залежей на территории Белорусского Полесья, отличающегося хорошей изученностью озер и торфяных месторождений на сапропель, дает возможность классифицировать сапропелевые месторождения по вещественно-генетическому типу осадков и выделять районы, различающиеся генезисом и типологической структурой ресурсов сапропеля, что важно для его практического использования и определения перспектив добычи.

### МЕТОДИКА И ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования являлись все разведанные и предварительно оцененные сапропелевые месторождения в озерах и торфяных массивах Брестской и Гомельской областей Беларуси и Волынской области Украины (только озерные месторождения). Данные о структуре запасов и химическом составе сапропеля в озерах получены из справочных и кадастровых источников [1–4]. По фондовым материалам разведки [5] подсчитаны запасы сапропеля на торфяных месторождениях по общепринятым методикам [6].

При районировании сапропелевых месторождений Белорусского Полесья использовались специально разработанные критерии для отнесения их к определенному классу (табл. 1). В основу разделения месторождений на классы положен принцип преобладания запасов сапропеля того или иного типа на конкретном месторождении и определенной территории. При построении картосхемы районирования территории Белорусского Полесья по вещественно-генетическому типу озерного осадконакопления сначала были оконтурены участки без месторождений сапропеля, а затем выделены районы, в пределах которых преобладает определенный класс сапропелевых месторождений.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Брестская область размещается на юго-западе Беларуси и занимает площадь 32,3 тыс. км<sup>2</sup>. Территория области представляет собой однообразную равнину с отдельными слабоприподнятыми гривами, сменяющимися широкими понижениями, часто занятыми озерами. Южнее идет Волынская область, которая расположена на крайнем северо-западе Украины и занимает площадь 20,2 тыс. км<sup>2</sup>. Почти 3/4 территории области лежит в пределах Полесской низменности, где заболоченность составляет 7 %, а 32 % занято лесом. Остальная часть области относится к лесостепному району.

Анализ природных условий показывает, что области имеют сходные черты – повышенную заболоченность многих озер, наличие крупных озер-разливов полесского типа и незначительных по площади озер карстового происхождения, распространенных в области неглубокого залегания трещиноватых мергельно-меловых пород. Главным отличием природной обстановки двух областей можно назвать уменьшение радиационного индекса сухости при движении от северных районов Брестской области к югу Волынской. Если на широте 52°30' (центр Брестской области) возможность испарения приблизительно соответствует количеству выпав-

ших осадков, то на юге Волынской области  $K < 1$ , что приводит к увеличению доли подземного питания в водном балансе озер, которое является для большинства озер Волынского Полесья основным.

Таблица 1. Критерии отнесения сапропелевых месторождений к определенному классу по вещественно-генетическому типу осадков

Класс месторождения	Район осадконакопления	Индекс района	Объем запасов сапропеля по типам, %			
			органический	кремнеземистый	карбонатный	смешанный
Биогенный	Органический	1	> 50	< 40	< 10	< 10
Терригенный	Силикатный	2	< 40	> 50	< 20	< 10
Хемотрогенный	Карбонатный	3	< 20	< 20	> 50	< 10
Смешанный (поликомпонентный)	Смешанный	4	20–40	20–40	20–40	20–40
Смешанный (бикомпонентный)	Органо-силикатный	1–2	30–50	30–50	≤ 10	≤ 10
Смешанный (бикомпонентный)	Органо-карбонатный	1–3	30–50	≤ 10	30–50	≤ 10
Смешанный (бикомпонентный)	Силикатно-карбонатный	2–3	≤ 10	30–50	30–50	≤ 10

Различия в природной обстановке соседних областей влияют на гидрохимические характеристики водной массы рек и озер. На юг от лесной зоны в зоне лесостепей увеличивается общая минерализация и доля сульфатного иона в водном балансе, что хорошо иллюстрируют комплексные карты основных характеристик местного стока Европейской части бывшего СССР [7]. В период зимней межени, когда в питании озер увеличивается доля грунтовых вод, средняя минерализация речной воды на территории Брестской области повсеместно составляет менее 300 мг/л, снижаясь на заболоченных участках до 100–150 мг/л. На территории Волынской области происходит постепенное увеличение минерализации от 300 мг/л (граница с Беларусью), до 500 мг/л и более южнее линии Владимир-Волынский – Луцк (рис. 1).

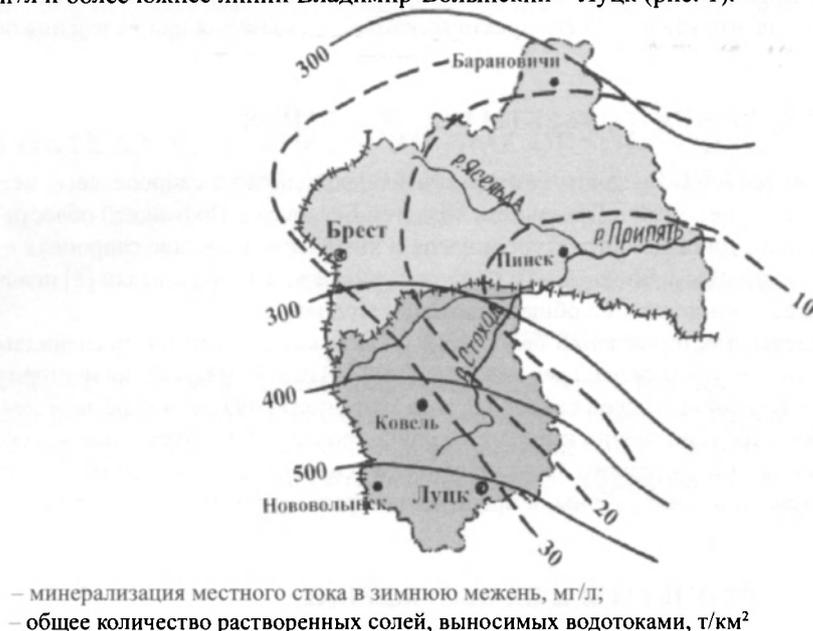


Рис. 1. Минерализация местного стока и общее количество солей, выносимых водотоками на территории Брестской и Волынской областей [7]

Возрастание минерализации происходит в основном за счет увеличения концентрации ионов кальция и гидрокарбонатных ионов. Общее количество растворенных солей, выносимых водотоками в Брестской области, изменяется от 5 т/км<sup>2</sup> на востоке до 10–20 т/км<sup>2</sup> в центре и 20–30 т/км<sup>2</sup> на западе. В Волынской области на западной половине территории вынос растворимых солей составляет более 30 т с км<sup>2</sup>. Отличия в гидрохимических характеристиках питающих озера грунтовых и поверхностных вод обуславливают различия в массо- и энергообмене между водосборными пространствами, включая подземные водосборы, и озерами, что приводит к заметным изменениям скорости накопления и вещественного состава сапропеля.

Располагаясь в зоне более молодого рельефа, озера Брестской области имеют, в целом, увеличенную среднюю глубину воды. Озера Волынской области характеризуются повышенными продукционными возможно-

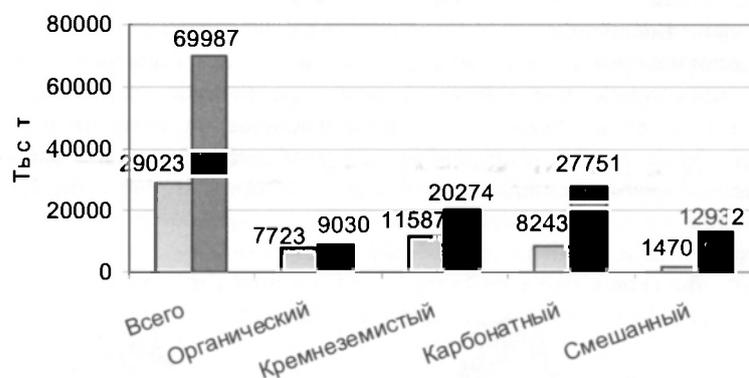
стями, чем озера, расположенные севернее, что является причиной накопления в них более мощных залежей озерных отложений, средняя глубина которых составляет свыше 4 м (табл. 2). На рассматриваемой территории Беларуси средняя мощность сапропеля равна 3,4 м.

В Брестской области шестая часть озер имеет очень низкую заиленность котловин, которая составляет менее 25 % их объема. В эту группу входит большинство мезотрофных глубоких озер, а также озерные водоемы среди переходных болот, в которых биопродукционные процессы находятся на низком уровне. В Волынской области заметно преобладают озера с повышенной и высокой заиленностью котловин.

Таблица 2. Глубина воды, мощность сапропеля и заиленность озер

Область	Средняя глубина, м		Заиленность,			
	вода	сапропель	очень малая, < 25 %	малая, 26–50 %	повышенная, 51–75 %	высокая, > 75 %
Брестская	2,5	3,4	7 14	14 28	15 29	15 29
Волынская	2,3	4,04	–	43 22	78 41	70 37

Типологический состав донных отложений сравниваемых областей, отражая природную обстановку, имеет следующие закономерности формирования: приблизительно одинаковое накопление органического сапропеля, некоторое увеличение ресурсов кремнеземистого в Волынской области, заметное преобладание карбонатного и, особенно, смешанного сапропеля на украинской территории (рис. 2), что доказывает усиление роли грунтового питания в водном балансе здешних озер.



Условные обозначения: □ Брестская ■ Волынская

Рис. 2. Типологический состав озерного сапропеля

Типологическая структура разведанных запасов сапропеля характеризуется средним валовым составом (табл. 3). В донных отложениях Волынской области по причине большего проявления хемогенной составляющей в осадочном процессе увеличено среднее содержание оксидов кальция и серы, тогда как в сапропеле Брестской области фиксируется больше общего азота, оксида железа и, связанного с ним, оксида фосфора.

Таблица 3. Содержание некоторых типологических элементов в сапропеле, % сухого вещества

Область	Зольность	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	N <sub>общ.</sub>	pH, ед.
Брестская	<u>8,3–80,3</u> 41,6	<u>0,5–28,4</u> 7,4	<u>0,5–18,5</u> 4,9	<u>0,1–3,1</u> 1,03	<u>0,1–2,3</u> 0,7	<u>1,3–4,0</u> 2,5	<u>5,1–7,9</u> 6,6
Волынская	<u>13–84,6</u> 38,2	<u>0,8–46,7</u> 11,4	<u>0,1–13,8</u> 2,8	<u>0,1–5,8</u> 2,7	<u>0,02–1,4</u> 0,4	<u>0,3–4,7</u> 2,1	<u>4,9–8,6</u> 6,9

Примечание. Числитель – пределы изменения, знаменатель – среднее.

Большинство исследованных микроэлементов, за исключением кобальта и ванадия, имеет тенденцию повышенного концентрирования в сапропеле Волынской области (табл. 4), отражая влияние усиленного грунтового питания.

Таблица 4. Содержание микроэлементов в сапропеле, мг/кг сухого вещества

Область	Co	Ni	Cr	V	Cu	Zn	Pb	Mo
Брестская	7,0	10,3	14,1	14,9	9,8	71,5	8,9	1,9
Волинская по [1]	4,3	13,3	19,9	4,9	80,2	74,8	47,6	5,6

Согласно выполненным ранее поисково-оценочным и детальным работам на торф и сапропель на территории Белорусского Полесья разведано около 371 млн. м<sup>3</sup> сапропеля, из которых 66 % размещено в Брестской области и 34 % – в Гомельской [4]. Исследования показали, что сапропель полесских районов характеризуется значительным разнообразием вещественного состава как в озерах, так и под торфом. В озерах западного Полесья преобладает органический и кремнеземистый (силикатный) сапропель при значительных запасах карбонатного. В восточной части в Гомельской области в озерах залегают в основном кремнеземистый сапропель, однако на отдельных территориях увеличены также запасы органического сапропеля. Под торфяными залежами в Брестской и Гомельской областях преобладает карбонатный и кремнеземистый сапропель. Образование высококарбонатных озерных осадков в древних озерах, перекрытых впоследствии торфом, происходило в условиях интенсивного поступления карбонатно-кальциевых вод в бассейны седиментации с низкой биологической продуктивностью, что имело место в начале голоценового периода 8–10 тыс. лет назад.

Водный и гидродинамический режим озер в то время обеспечивал стабильное перенасыщение водной массы карбонатом кальция, выпадение его в осадок и накопление на дне. С ростом биопродуктивности и эвтрофирования озер на последующих стадиях эволюции усиливается поступление в осадки органического вещества, что приводит к формированию органо-карбонатных и смешанных отложений. Эти процессы особенно ярко проявились в западной части Полесской низменности на территории Брестской области. Значительное количество объектов с карбонатным и органо-карбонатным типами осадкообразования в западном Полесье объясняются условиями плоского пониженного рельефа низин и интенсивным подземным питанием размещенных здесь озер при восходящем напорном движении подземных вод из окарстованных известняков [8].

Наличие на территории сапропелевых месторождений определенного класса, формирующих озерные отложения одного типа, позволяет выделять районы, различающиеся по источникам осадочного вещества. В результате оконтуривания территорий, где преобладает какой-либо один класс сапропелевых месторождений (более 50 %), составлена картосхема районирования территории Белорусского Полесья по вещественно-генетическому типу озерного осадконакопления (рис. 3).



Рис. 3. Районирование территории Белорусского Полесья по вещественно-генетическому типу озерного осадконакопления

На юге Брестской области выделяются отдельные территории, где озерные осадки представлены всеми типами сапропеля при увеличенном содержании смешанного. Районы с органическим типом осадкообразования включают территории, где распространены месторождения, сложенные преимущественно малозольным органическим сапропелем, который составляет основной фон осадкообразования или залегают в верхней половине

большинства изученных разрезов сапропеля. Территория органического осадконакопления занимает восточную часть Брестской области и северо-западную Гомельской. Районы с силикатным типом осадкообразования распространены на незначительной территории на юго-востоке Брестской области и широко представлены в Гомельской: на юго-западе, северо-западе и в центре. Районы чистого карбонатакопления выделены преимущественно по ресурсам сапропеля под торфом на северо-западе Брестской области и востоке Гомельской. Повсеместно представлены площади органо-силикатного, органо-карбонатного и силикатно-карбонатный осадконакопления.

В связи с тем, что состав грунтовых вод оказывает заметное влияние на ход многих озерных процессов, в том числе на формирование озерных осадков, важно оценить роль минерализации питающих озера подземных вод на качественный состав донных отложений. На территории Полесья распространены грунтовые воды с минерализацией от ультрапресных (менее 100 мг/л), которые показаны на рис. 3 светло-серым фоном, до вод с относительно повышенной минерализацией (более 300 мг/л) – темно-серый фон [8].

Сопоставление уровня минерализации грунтовых вод Полесья с районами озерного осадкообразования показывает, что участки с ультрапресными грунтовыми водами в Брестской области коррелируют с районами развития органического и органо-силикатного осадкообразования. В Гомельской области они совмещены с районами развития органического (северо-запад области), а также силикатного (юго-запад и центр) осадкообразования (рис. 3). На участках распространения грунтовых вод повышенной минерализации в озерах преобладают органо-карбонатный и смешанный типы осадконакопления (Брестское Полесье), а также силикатно-карбонатный тип в Гомельском Полесье.

На территориях со средним уровнем минерализации грунтовых вод (100–300 мг/л) встречается органо-силикатный (Брестская область), а также силикатный и карбонатный типы осадкообразования в озерах. Последний тип особенно широко развит в месторождениях сапропеля на самом востоке Полесья и связан с интенсивным процессом хомогенного карбонатакопления в послеледниковье–начале голоцена.

Химический состав озерного сапропеля Полесья на участках с различной минерализацией грунтовых вод заметно различается. Средняя зольность, содержание оксидов кремния и особенно кальция закономерно возрастает от районов с низкой минерализацией грунтовых вод к районам со средней минерализацией. Наибольшие средние показатели перечисленных выше компонентов отмечаются в сапропеле на территориях с повышенной (> 300 мг/л) минерализацией грунтовых вод. Соединения железа, серы, фосфора и общий азот больше концентрируются в озерных осадках на территориях со средним уровнем минерализации грунтовых вод, что может быть связано здесь со спецификой природной обстановки.

Исследованные микроэлементы также имеют тенденцию повышенного концентрирования в сапропелях озер, расположенных на территориях с высокой минерализацией грунтовых вод (табл. 5). Минимальные средние концентрации всех микроэлементов зафиксированы в сапропелевых осадках Полесья на территориях с ультрапресными грунтовыми водами.

Таблица 5. Коэффициенты концентрации микроэлементов в сапропеле Белорусского Полесья в районах с различной минерализацией грунтовых вод

Минерализация грунтовых вод	Co	Ni	Cr	V	Cu	Zn	Pb	Mo	Ti	Zr	Mn
Низкая	0.6	0.9	0.8	0.9	0.9	0.7	0.3	0.5	0.8	0.7	0.8
Средняя	0.8	1.0	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	0.9	1.0	1.0	0.85
Повышенная	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.2	1.4	1.1	1.2	1.2

## ВЫВОДЫ

Сравнительный анализ условий формирования вещественного состава сапропеля Брестской и Волынской областей показал, что озера в южной области отличаются повышенной трофностью вод. В их водном балансе, по причине сухости климата, усилена доля грунтового питания более минерализованными и жесткими водами, чем на севере в Брестской области. Поэтому в озерах Волынской области увеличена заиленность котловин и средняя мощность сапропеля по сравнению с северной областью. Запасы карбонатного и смешанного органо-карбонатного сапропеля в Волынской области в 3 и 8 раз соответственно больше, чем в Брестской, что связано с усиленной ролью подземного питания озер на юге.

Исследование особенностей строения сапропелевых залежей на территории Белорусского Полесья позволило разделить сапропелевые месторождения по вещественно-генетическому типу осадков и выделить семь районов, различающихся генезисом и типологической структурой ресурсов сапропеля, что важно для определения направлений их использования. Установлена связь вещественного состава сапропеля Полесья с минерализацией грунтовых вод. Участки с ультрапресными грунтовыми водами совпадают с районами развития органического и органо-силикатного озерного осадконакопления, а в пределах районов с повышенной более 300 мг/л минерализацией грунтовых вод в сапропеле увеличена доля карбонатной составляющей. Коэффици-

циенты концентрации всех микроэлементов в сапропеле озер в зонах распространения ультрапресных вод и вод со средней минерализацией меньше или равны единице, а на территории с повышенной минерализацией грунтовых вод выше единицы – от 1,1 (V, Cu, Zn, Ti) до 1,4 (Mo).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник ресурсов сапропеля Украины: т. 1 – Волынская область. – Киев, 1994. – 193 с.
2. Кадастр сапропелевых отложений озер Белорусской ССР в 6 т: т. 1 – Брестская область; т. 3 – Гомельская область. – Минск, 1981. – 61 с.
3. Озера Беларуси: Справочник. – Минск, 2004. – 284 с.
4. Курзо, Б.В. Сапропель / Б.В. Курзо // Полезные ископаемые Беларуси. – Минск, 2002. – С. 305-316.
5. Схема рационального использования и охраны торфяных ресурсов Республики Беларусь до 2010 г. – Минск, 1990. – 240 с.
6. Методические указания по поискам и разведке озерных месторождений сапропелей БССР / М.З. Лопотко [и др.]. – Минск, 1986. – 115 с.
7. Атлас гидрохимических характеристик местного стока Европейской территории СССР. – Л., 1972. – 96 с.
8. Кудельский, А.В. Подземные воды Беларуси / А.В. Кудельский, В.И. Пашкевич, М.Г. Ясовеев. – Минск, 1998. – 389 с.

### FEATURES OF THE FORMATION GENETIC TYPES OF LAKE SEDIMENTATIONS AND DIVISION OF SAPROPEL DEPOSITS OF POLESYE

*B. V. KURZO*

#### *Summary*

In this article the author demonstrated a comparative analysis of the environment conditions which connected with the peculiarities of accumulation and material structure of sapropel of Brest region of Belarus and Volyn region of Ukraine. According to the author the lakes of southern districts have greater silting. There are more trace elements, calcium oxides and sulfur in sapropel of Volyn lakes due to strengthened soil feed.

The author proved the criteria and division into districts of sapropel deposits of Belarus according to sedimentation character. The researcher marked and mapped 7 areas, differing by structure of sapropel. Also the author found the connection between mineral structure and mineralization of subsoil waters.

*Поступила в редакцию 2 сентября 2008 г.*