

бований или условий, которые необходимо ликвидировать или, по крайней мере, уменьшить.

Схема предполагает выделение условия проверки на граничность, как отдельного особого модуля, свойственного всем методам. Проверка на граничность включает в себя ряд вычислительных алгоритмов и оценочных методов [7].

Работа по данной схеме АР показала, что после проверки на граничность окончательно формируются ядра районов, и уже эти ядра можно рассматривать как эталоны. Таким образом, вскрывается некоторая цикличность процесса АР. Ядра районов, следовательно, могут не задаваться, а автоматически возникать в процессе АР и, таким образом, избегая вводимого ранее порога, процесс АР можно вести на основе полученного первичного ядра. Последующий процесс расширения ядер, соответствующий ранее существующему циклу районирования, приводит к окончательному формированию района. Итак, с целью исключения вводимых субъективных порогов и эталонов, процесс АР должен включать в себя два этапа: связанный с поиском и выделением ядер районов, связанный с собственно процессом районирования на основе выделенных ядер.

Предложенная схема АР позволяет увязывать звенья: цель → исходная информация → методы → конечный результат и наоборот: цель → конечный результат → методы → информация. Следовательно, исходя из имеющейся информации и целей можно предположить ту или иную группу методов или метод, состоящий из нескольких модулей различных алгоритмов. Зная цель и метод, исследователь сможет заранее готовить информацию в той или иной форме.

На кафедре экономической географии Казанского университета в связи с созданием единой оптимальной схемы этапов АР разработан пакет прикладных программ, включающий как сервисные (вспомогательные, например, для подготовки данных), так и программы АР и АК на языке Фортран. Таким образом, исследователь может иметь в своем распоряжении удобное средство для реализации на ЭВМ предварительных данных для получения окончательного, оптимального, варианта разделения территории на районы по заданной цели.

ЛИТЕРАТУРА

1. Куприянова Т. П. Принципы и методы физико-географического районирования с применением ЭВМ.— М., 1977.
2. Ватанабе С., Ломберг П., Куликовский К. и др.— В кн.: Автоматический анализ сложных изображений. М., 1969.
3. Дорофеев А. А., Лумельский В. Я.— В кн.: Алгоритмы обучения распознавания образов. М., 1966.
4. King B. F.— In: J. of Amer. Statistical Assoc, 1967, N 62.
5. Matula D. W.— In: Theory and applications of graphs in American's Bicentennial Gear., 1977.
6. Матула Д. В.— В кн.: Классификация и кластер. М., 1980.
7. MacQueen J. B.— In: Proceedings of the Fifth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, 1967, N 1.
8. Сокал Р. Р.— В кн.: Классификация и кластер. М., 1980.

УДК 550.46; 551.48

О. Ф. ЯКУШКО, А. Л. ЖУХОВИЦКАЯ, А. Н. РАЧЕВСКИИ

КАРБОНАТНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ОЗЕР БЕЛОРУССИИ

В условиях Белоруссии, несмотря на запасы коренных меловых пород, существует значительный дефицит в известковых материалах [1], что представляет серьезную проблему, учитывая необходимость известкования подзолистых почв (более 6 млн. га). Исследование карбонатных озерных отложений должно способствовать разработке прогноза и использованию разведанных запасов местных карбонатных месторождений.

Среди ледниковых водоемов Белоруссии около половины (220 озер) содержат осадки, обогащенные карбонатным веществом (выше 20 % карбоната кальция). Состав карбонатных отложений определяется соотношением трех основных компонентов: карбонатов, представленных в основном кальцитом, терригенного силикатного материала и органического вещества преимущественно аллохтонной природы (см. таблицу). Распределение других породообразующих и микроэлементов в общих чертах отражает процессы механической и химико-биологической дифференциации. Уровень концентрации железа, например, следует за ростом глинистой составляющей: в карбонатных сапропелях 1,60 (значение медианы из 324 анализов), в смешанных органо-силикатно-карбонатных осадках 2,75 % Fe_2O_3 , в глинистых бескарбонатных илах 4,70 % (среднее из 1062). Накопление серы, наоборот, происходит в органических осадках (соответствующие средние 0,53—0,68 % S).

Состав карбонатосодержащих отложений современных водоемов Белоруссии (средние и фоновые значения, % абс. сух. в-ва)*

Тип осадка (объем данных)	CaCO ₃	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Органич. в-во
Известь озерная (81)	75—95	$\frac{44,6}{40,5-52,3}$	$\frac{3,8}{1,5-5,3}$	$\frac{1,0}{0,15-2,5}$	менее 15
Мергель: озерный (36)	50—75	$\frac{35,2}{30,5-40,6}$	$\frac{16,2}{10,5-25,0}$	$\frac{3,2}{2,5-5,8}$	»
глинистый (39)	25—50	$\frac{20,0}{15,0-25,0}$	$\frac{37,5}{31,3-47,0}$	$\frac{7,2}{5,2-9,6}$	»
Ил глинистый (72)	менее 25	$\frac{4,5}{2,0-8,0}$	$\frac{51,0}{44,5-57,5}$	$\frac{10,0}{8,3-12,0}$	менее 25
Сапропель карбонатный (74)	35—70	$\frac{28,3}{21,0-35,5}$	$\frac{10,0}{5,3-20,5}$	$\frac{2,5}{1,2-7,5}$	25—50
Сапропель смешанный (42)	25—35	$\frac{20,0}{15,8-24,5}$	$\frac{20,5}{14,0-26}$	$\frac{4,0}{2,5-5,8}$	25—35
Сапропель кремнеземистый (216)	менее 25	$\frac{4,0}{2,0-8,0}$	$\frac{37,0}{32,5-43,2}$	$\frac{6,7}{5,0-8,7}$	25—40
Сапропель карбонатный (113)	»	$\frac{4,3}{2,3-7,8}$	$\frac{15,0}{7,2-24,0}$	$\frac{3,3}{1,6-5,0}$	более 50

* Рассчитаны методом медианы: в числителе — медиана, знаменателе — первая и третья квартили.

Образование высококарбонатных осадков (озерные известь, мергель) происходило в условиях максимального поступления карбонатнокальциевых вод в бассейны седиментации с низкой биологической продуктивностью: сезонная динамика углекислого газа в таких озерах ограничена пределами равновесных форм угольной кислоты ($CO_2-HCO_3-CO_3$). Оптимальный, без резких колебаний, водный и гидродинамический режим обеспечивает стабильное пересыщение водной массы, выпадение и накопление в осадках карбоната кальция [2]. Названный комплекс условий характеризует процесс хемогенного карбонатонакопления, преобладающего во многих озерах в ранне- и среднеголоценовое время (озера Нарочь, Баторин, Шо, Воробы).

Механизм образования органо-минеральных и хемогенно-кластогенных разновидностей связан с ростом биопродуктивности озер (эвтрофированием) и усилением поступления терригенного материала. Наряду с зональными изменениями эти процессы отражают конкретные особенности отдельных территорий и бассейнов осадконакопления [3].

Анализ обширного фактического материала (более 300 скважин,

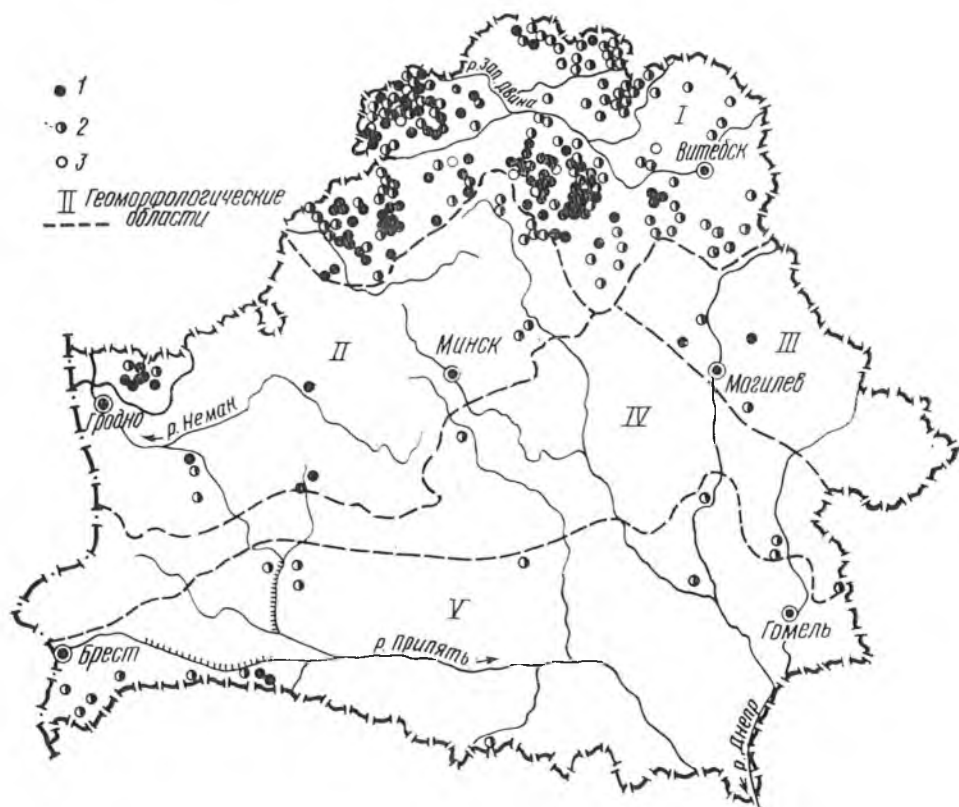
220 картосхем поверхностного слоя донных отложений) показывает, что в пределах северной Белоруссии распространены озера двух типов.

К первому отнесены водоемы, в которых современное карбонатонакопление установлено в виде сплошного (вся котловина озера), сублиторального и локального (пятнистого) залегания карбонатных осадков. В озерах — карбонатонакопителях образование и накопление карбоната кальция составляли основной фон седиментации на протяжении всего периода формирования осадочной толщи. Разрезы сложены снизу вверх высококарбонатными отложениями терригенно-хемогенного (карбонатные глины, пески, глинистый мергель), хемогенного (известь, мергель), биохемогенного (карбонатный сапропель) генезиса (оз. Нарочь, Глубля, Белое, Городно). С ростом трофности озера возрастает мощность биохемогенных карбонатов, которые стабилизируются в литоральных и сублиторальных зонах.

С недостаточным, часто локальным (выходы напорных вод), поступлением связано пятнистое распространение в глубоких котловинах. Оно установлено преимущественно в озерах ложбинного типа, где условия для стабильного образования и накопления углекальциевой соли ограничены мелководными участками (оз. Долгое, Сарро, Губиза, Муруги, Ричи).

В плане озер — карбонатонакопителей известковые осадки отлагаются преимущественно в сублиторальных и литоральных зонах. В центральных частях котловин преобладают карбонатные и смешанные сапропели; органо-силикатные и органические отложения содержат здесь до 20 % карбонатов (озера Болойсо, Мястро, Мядель, Бобрица).

Второй тип озер объединяет большинство водоемов. В них совре-



Распространение голоценовых карбонатных отложений современных озер Белоруссии: I — область Белорусского Поозерья; II — область Белорусской гряды, III — область Восточно-Белорусской равнины; IV — область равнин Предполесья; V — область Белорусского Полесья (геоморфологическое районирование по Л. Н. Бознячуку [6]). 1 — озера сплошного карбонатонакопления; 2 — озера раннеголоценового карбонатонакопления; 3 — карбонатонакопление в поверхностном слое

менное образование карбоната не происходит. Поступление карбонатного материала с водосбора незначительно, характерны высокая биопродуктивность, резкие сезонные колебания углекислого газа и гидрокарбонатов кальция в водной массе с пересыщением по кальциту летом (фотосинтез) и недосыщением зимой. Формирование карбонатных отложений связано с пребореал-бореальным максимумом карбонатонакопления. В разрезах карбонатные осадки имеют разную мощность. Наиболее мощные (выше двух метров) представлены последовательно сменяющимися в соответствии с уменьшением карбонатности кластогенно-хемогенными, хемогенными, биохемогенными отложениями, перекрытыми ближе к поверхности кремнеземистыми и тонкодетритовыми сапропелями (озера Свирь, Белое Котлярово, Троща). В маломощных карбонатных разрезах преобладают глинистый мергель и смешанный сапропель (озера Дривяты, Волоба, Синьша, Бобровичское, Липно).

Региональное размещение описанных выше озерных бассейнов с разной результативностью голоценового карбонатонакопления показано на картосхеме (см. рисунок). Четко выделяются районы повышенного карбонатопоявления. Это север и северо-запад республики — районы мощной толщи четвертичных ледниковых отложений, обогащенных карбонатным материалом. Согласно [4], основными источниками формирования карбонатности ледниковых образований служили карбонатные и песчано-глинистые породы ордовика и силура (на северо-западе), отложения девона (на севере), мергельно-меловые породы меловой системы (на западе, в центральной части и на востоке). Наиболее карбонатными являются морены западных районов. В составе крупнообломочного материала карбонатные частицы составляют от 40 до 70 % [5]. Содержание карбонатных минералов в песчано-алевритовых фракциях выше 25 %, на юге оно падает местами до 1—5 %.

Озера — карбонатонакопители приурочены к районам со значительной расчлененностью рельефа, расположены в пределах развития конечноморенных гряд и возвышенностей (Свенцянской, Браславской, Ушачско-Лепельской), заандровых водно-ледниковых низин (Нарочано-Вилейская), что создает благоприятные условия для циркуляции и разгрузки подземных вод карбонатно-кальциевого состава. Как показывают исследования родников, источников, ручьев, высачивающихся на склонах и выпадающих в озера, общая минерализация вод достигает 570—600 мг/л, содержание кальция — 65—70, а в грунтовых водах моренных и водно-ледниковых отложений — 100—120 мг/л. Последнее в 2—3 раза выше содержания карбонатно-кальциевых компонентов в воде озер.

Всесторонний анализ приведенной картосхемы позволяет детализировать роль внешних и внутренних факторов карбонатобразовательного процесса, провести районирование систем водосбор — озеро, использовать полученные данные для построения прогнозной карты голоценового озерного карбонатонакопления и оценки его как известковистого полезного ископаемого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Копысов Ю. Г. Проблемы изучения и использования неморских карбонатных отложений для химической мелиорации почв: Тез. докл.— Пермь, 1982, с. 111.
2. Жуховцкая А. Л., Рачевский А. Н. История озер в СССР: Тез. докл. IV Всесоюз. совещ.— Таллин, 1983, т. 2, с. 51.
3. Якушко О. Ф. Озероведение. География озер Белоруссии.— Минск, 1982, с. 203.
4. Матвеев А. В. Ледниковая формация антропогена Белоруссии.— Минск, 1976, с. 81.
5. Лукашев К. И., Астапова С. Д. Геохимические особенности моренного литогенеза.— Минск, 1971, с. 47.
6. Вазнячук Л. М. Геомарфалогічнае раянаванне: БелСЭ, т. 12.— Минск, 1975, с. 24.