

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Географический факультет

**РЕГИОНАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ
В НОВОМ СТОЛЕТИИ**

Вып. 2.

К 100-летию со дня рождения
профессора
Виктора Григорьевича Завриева
(1908–1976)

МИНСК — БГУ
2007

УДК 551.583.(063.476)
ББК 26.237я43
Р37

Р е ц е н з е н т:
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Н.В. Науменко.

Региональная физическая география в новом столетии. Вып. 2. К 100-летию со дня рождения Виктора Григорьевича Завриева (1908–1976) / Мн.:БГУ, 2007.446 с.

Сборник научных работ посвящен 100-летию со дня рождения Виктора Григорьевича Завриева (1908–1976), заведующего кафедрой (в 1961-1976 гг.) физической географии материков и океанов и методики преподавания географии географического факультета Белорусского государственного университета. Работа включает сведения о жизни и деятельности профессора В.Г. Завриева, оригинальные исторические фотографии, а также содержит материалы о современных методических аспектах вузовского и школьного образования и научных исследований плейстоцена и голоцена, которые ведутся сотрудниками этой кафедры на основе различных методов.

Работа рекомендуется преподавателям географических дисциплин высших учебных заведений, ученым в области физической географии, эволюционной географии, стратиграфии, специалистам геологических учреждений, ведущим широкомасштабную геологическую съемку.

Рис. 64. Табл.:47. Библиогр.:209 названий.

Печатается по решению
Ученого совета географического факультета
Белорусского государственного университета
от 30 ноября 2007 г., протокол № 3

УДК 551.583(063.476)
ББК 26.237я43

ISBN 985–445–515–7

© Географический факультет, 2007
© БГУ, 2007

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БЕЛАРУСИ В ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Озеро является природной накопительной системой со слабым транзитом вещества, а значит и информации, отражающей состояние окружающего водосбора. Каждый этап изменений прилегающей территории фиксируется в донных отложениях озер. Для Беларуси в течение последних 13 900 лет характерна неоднократная смена природной обстановки. Процессы развития озер в этот период шли параллельно с осадконакоплением. Изменение состава донных отложений позволяет выявить закономерности трансформации озер и зафиксировать смену природных ландшафтов. Ретроспективный анализ связи условий водосбора и характера донных отложений как поливариантной системы будет подкреплять прикладные научные исследования в рамках обеспечения экологической безопасности и прогнозирования изменений природной среды Беларуси [Постановление Совета министров Республики Беларусь от 17 мая 2005 г. № 512].

Развитие процессов озерного осадконакопления во времени позволяет создать целостную модель изменения состояния озерного бассейна. Закономерности накопления вещества в озерах определены в пространстве и времени. Они оцениваются палинологическим (спорово-пыльцевым) и карпоботаническим (семенным) методами. Однако непоследовательность смены слоев осадков в озерах на смежных территориях создают сложности. Противоречия возникают при трактовке связей между региональными процессами осадконакопления и эволюцией водоема как такового. Территориально различные типы озерных отложений могут быть разделены или относительно стадий эволюции кормности озера, или относительно стадий поступления с водосбора вещества и питательных элементов. Две эти группы процессов тесно связаны между собой и постоянно взаимодействуют. Связь между сменой условий водосбора в течение значительного периода времени и эволюцией кормности озера представляется наименее разработанной. Информация об их взаимодействии хранится в донных отложениях.

Неполное отражение также получили горизонтальные и вертикальные черты смены типов осадков в озерах. Отсюда ключевыми моментами являются:

- а) синхронные изменения условий регионов определяют направление развития озер, характеризуют особенности накопления донных озерных отложений и служат критерием обособления регионов по характеру осадконакопления;
- б) смена фаз осадконакопления не всегда совпадает с этапами смены вмещающих озера ландшафтных зон.

Рассмотрение поставленных вопросов позволит уточнить связь факторов и эволюции донных озерных отложений применительно к малым ледниковым озерам Беларуси (в региональной классификации).

1. Общая характеристика донных озерных отложений

Озера умеренной лесной зоны в условиях слабоминерализованных вод стали накопителями органического вещества (по Л.Л. Россолимо) или глинистых осадков. Формирование отложений связано с процессами развития озера: изменением кормности или иными словами трофии (автохтонные или внутренние) и трансформацией или освоением водосборов (аллохтонные или внешние).

По источникам формирования Г. Поста разделил органические отложения на дне озер. Он выделил автохтонные органические осадки (гиттии) и аллохтонные органические осадки (дью). В.Н. Сукачев при условии, что происхождения органических осадков не имеет значения, объединил их под термином сапропель.

Для классификации донных отложений выясняют соотношения органического и минерального вещества, а также уточняют состав минеральных частиц (кремнеземистый, карбонатный, железистый). Рассматриваемые группы говорят о

степени сформированности комплекса донных отложений для каждой стадии развития водоема. Они могут служить в качестве руководящего комплекса для выделения этапов развития водоема. Закономерности смены озерных отложений в разрезе стадий развития озера представлены в схеме (рис.1).

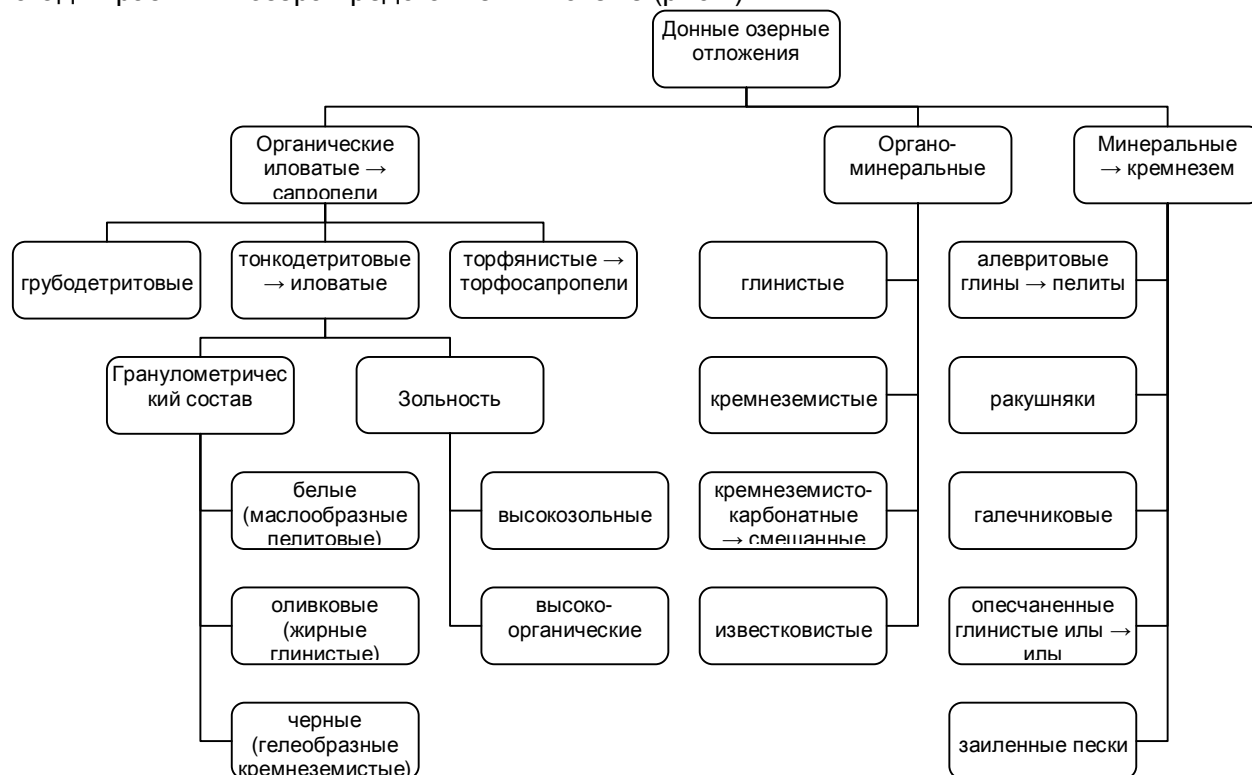


Рис. 1 Классификация донных озерных отложений

Во-первых, схема показывает тенденцию к увеличению доли органических отложений в автохтонных образованиях: максимальна она в сапропелях, а минимальна – в кремнеземистых илах. Первым фактором, характеризующим органо-минеральные и минеральные отложения, становится гранулометрический состав. Вторым – интенсивность карбонатообразования. Эти факторы лежат в основе типизации осадконакопления, о чем будет сказано ниже.

Во-вторых, консистенция сапропелей связана с местом их образования, и проявляется в уменьшении зольности при движении вглубь водоема. Следует оговориться, что высокоорганические сапропели представлены, прежде всего, гиттией с зольностью не более 35-45 %, тогда как дью могут иметь зольность до 65 %. Смену сапропелей по глубине можно связать с их окраской. На незначительных глубинах, в окислительных условиях и на глинистом субстрате, развиваются светлые сапропели. Темные сапропели представлены в слабо восстановительных условиях на большей глубине и имеют примесь кремнезема. Таким образом, на формирование минеральных и органо-минеральных отложений, доминирующих на первых этапах развития донных осадков, основное влияние оказывают внешние процессы, а органические осадки представлены дью. В последующем значение грубого минерального материала снижается, а в органической составляющей доминируют гиттии.

Количество кремнезема в осадках выступает индикатором минерального состава пород, залегающих на поверхности водосбора, и его эволюции в условиях малой техногенной трансформации. Значит, постепенная смена донных осадков и замена кремнеземистых отложений другими видами – закономерный результат эволюции водосбора, а не только смены стадии эрозионной переработки окружающего ландшафта.

Максимальная скорость осадконакопления в озерах Беларуси во все межледниковые периоды редко превышала 2 мм/год, а в среднем составляла 1 мм/год. При

интенсификации хозяйственной деятельности (эвтрофирование, освоение водосборов) в голоцене она достигла 1,5 мм/год, хотя максимальные скорости осаднения пройдены в период климатического оптимума. Значит, хозяйственная деятельность, направленная на освоение водосборов, ведет к дестабилизации процессов осаднения минеральных взвесей и нарушает нормальный цикл формирования донных отложений. Исследователями определен порядок смены групп отложений на дне озер. Преимущественно минеральные аллохтонные отложения (теригенные, кластогенные, силикатные) по мере развития процессов выветривания, эрозии и смыва осадков с водосбора сменяются хемогенными. Таким образом формируется относительно устойчивый бассейн сноса материала, условия развития которого будут определять эволюцию озера на последующих этапах. Дальнейшее изменение условий и освоение водосбора и озера растительностью приводит к постепенной смене минерального аллохтонного вещества органическим. Причем органическое вещество является преимущественно автохтонным, но его продуцирование стимулируется сносом элементов питания с водосбора.

Смена групп осадков позволяет выделить типы осадконакопления в озере:

1. Классический тип, в котором кластогенные осадки сменяются в начале карбонатами, а после – сапропелями.
2. Органический тип, в котором за кластогенными осадками следуют сапропели значительной мощности.
3. Карбонатный тип, в котором кластогенные осадки редки, а доминируют карбонатные и органические осадки со значительным содержанием CaO.
4. Смешанный тип, при котором смена групп осадков носит произвольный характер, поскольку трансформировано естественное развитие озера и преобразован его водосбор.

2. Характеристика процесса эволюции донных отложений озер Беларуси

Выпадение слоев осадков часто связано с консервацией (промерзанием) озер в приледниковых условиях. Последующая расконсервация при протаивании и просадке грунта приводит к фиксации характера водосбора в момент заложения. В начале нового цикла накапливаются диатомиты (илы из сине-зеленых водорослей), карбонатные глины или опесчаненные известняки. Эти три типа осадков образуются соответственно в мягком влажном, прохладном сухом и теплом сухом климате.

Проблема связана с постоянным разрывом между современным состоянием озера и изучением его истории на основании анализа донных отложений. Сложности возникают при интерпретации данных об условиях осадконакопления. В отсутствие деления озерных отложений на распознаваемые слои применяются методы биоиндикации и гранулометрического анализа (табл. 1).

Таблица 1

*Размерность органических и минеральных отложений,
отмечающая условия осадконакопления*

категория	минеральные	органические
тонкие	ракушняк	водоросли
грубые	гравелисто-галечниковые отложения	водные растения и мхи

Как было отмечено выше, этапы осадконакопления, зависящие от условий на водосборе, выделены по изменению руководящих групп осадков. Минеральные отложения постепенно заменяются органическими, а грубые – тонкими.

На дне, под стоячими водами, грубозернистые отложения формируются у берегов водоема, ближе к источнику аллохтонного материала, где частично задерживаются прибрежной растительностью. Пелиты, взвешенные мелкодисперсные частицы, оседают преимущественно в центральной части водоема. Размерность осадков дна определяется динамикой вод (рис. 2, 3), а в ее отсутствие – силой тяжести (осаждением). Пелиты также вовлекаются в цепи питания водных организмов, и возникает так называемый планктонный фильтр.



Рис. 2 Циркуляция воды в водоемах с замедленным водообменом
Отложения дна водоема: 1 – карбонатные отложения, 2 – илы, 3 – ракушняка;
4 – летняя ветровая циркуляция вод



Рис. 3 Схема механического осадконакопления в озерах

Генетическая классификация процессов минерального осадконакопления
по Г. М. Эшли

Таблица 2

Процесс осадконакопления	Типы осадков	Зона осадконакопления
разрушение берегов, массовое смещение материала	от массивных грубозернистых до стратифицированных мелкозернистых	прибрежная
подводные потоки (турбидиты), вдольбереговые течения	мелкозернистые отложения с параллельной и косой слоистостью, знаками ряби	прибрежная и мелководная (литораль)
ветровой вынос, вдольбереговые течения, внутриозерная циркуляция	мелко- и тонкозернистые отложения с перекрестной и параллельной слоистостью	мелководная и умеренных глубин (литораль и сублитораль)
комбинированное поступление материала	ритмины с послойной сменой зернистости	умеренных глубин и глубоководная (сублитораль и профундаль)
круглогодичное осаждение	тонкодисперсные массивные отложения	

На небольшой глубине основным источником динамики является волнение, формирующее взмучивание частиц и их вынос в глубоководную часть озера, где происходит послойное осаждение. Значит, зональностью осадконакопления определяется источником поступления материала и естественной дифференциацией отложений по крупности (рис. 3). Выделяют мелководную (литораль), умеренных глубин (сублитораль) и глубоководную (профундаль) зоны осадконакопления. Специфические особенности обстановки дают возможность выделить прибрежную зону озера, переходную от субаквальных (подводных) к субазральным (надводным) условиям границы озера как водоема (табл. 2). Наличие зон взмучивания и осаждения материала открывает завесу над процессом осадконакопления (рис. 3). Тяготение мелкого (пелиты, алевриты) материала к центральной части, а песчаного – к

периферии омоложенного водоема говорит об условиях его расширения, наступания на берег. Переслаивание песков и пелитов в глубокой части свидетельствует о засушливой климатической фазе и отступании водоема. Регрессия (отступление) водоема представлена последовательной заменой слоистых глин на слоистые пески и далее – неслоистыми песками. Трансгрессия (наступление) водоема фиксирует вначале неслоистые пески, в последующем соответственно слоистые пески, алевроиты и слоистые глины (табл. 2). Субширотная зональность проявляется в изменении состава озерных отложений и определяется спецификой выноса материала.

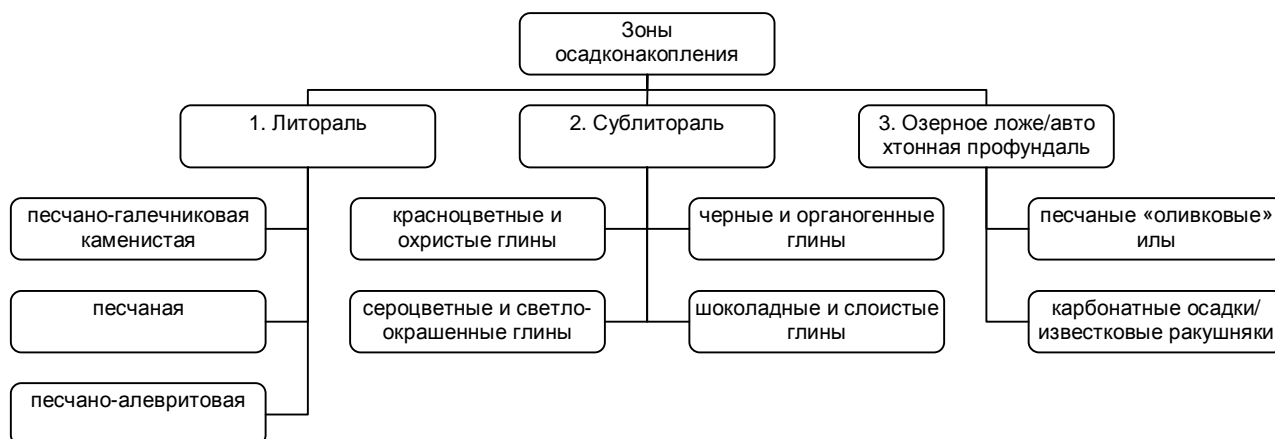


Рис. 4 Зоны осадконакопления в водоемах и характерные для них осадки

От первой группы к третьей идет уточнение гранулометрического состава осадков (рис 4). В этом же направлении закономерно увеличивается сортированность материала, упорядочивается слоистость (табл.3).

Таблица 3

Схема качественного анализа гранулометрического состава минеральных осадков, содержащих инородную примесь (по А. Д. Архангельскому)

Гранулометрический состав примеси	Количество примеси		
	незначительно	почти равно содержанию теригенного материала	преобладает над теригенным материалом
сходен с составом теригенного материала	гранулометрический состав осадка незначительно отличается от состава теригенного материала, все показатели его изменены слабо		
резко отличен от состава теригенного материала	гранулометрический состав осадка почти отвечает составу теригенного материала	все показатели имеют промежуточный характер	гранулометрический состав осадка отвечает составу примеси

На этапе перехода от накопления кремнеземистых отложений к накоплению карбонатных большое значение имеет жесткость и минеральный состав поступающих стока. Смена типов осадков в озерах Беларуси связана со смещением реакции в ионообменных процессах от щелочной к нейтральной, реже – к кислотной. Это обусловлено вымыванием кальция при элювиальном процессе развития водосборов или подтоком насыщенных основаниями вод из нижележащих слоев грунта.

Различные по продолжительности этапы развития озер Беларуси позволяют описать для них основные отличия в осадконакоплении:

- а) в изначально неглубоких расконсервированных озерах минеральные отложения различного состава заменяются заиленными песками или илами, реже ракушняками, в итоге покрытыми сапропелями;
- б) в изначально глубоких озерах с прерванным ледником осадконакоплением песчано-галечниковые осадки заменяются заиленными песками, а позднее – сапропелями, покрытыми глинистыми илами.

3. Этапы образования озерных отложений на территории Беларуси

Чередование озерных отложений, накопленных в последние 13 900 лет, говорит о смене условий, что связано с общим развитием территории после отступления ледника и расконсервации озер. Позднеледниковые осадки в озерах включают плохо сортированные пески, песчано - и глинисто-алевритовые отложения. Межледниковые осадки, типичные для лесной (таежной) зоны, в которой в эпоху климатического оптимума представлены широколиственные породы (дуб, липа, ильм, вяз, граб, клен), богаты органикой. В вещественном отношении это илы, сапропели и торфосапропели, реже – мергелистые осадки. Прообразом развития озерных отложений постледниковых (голоценовых) озер выступает завершенный спектр осадков предыдущего (муравинского) межледниковья.

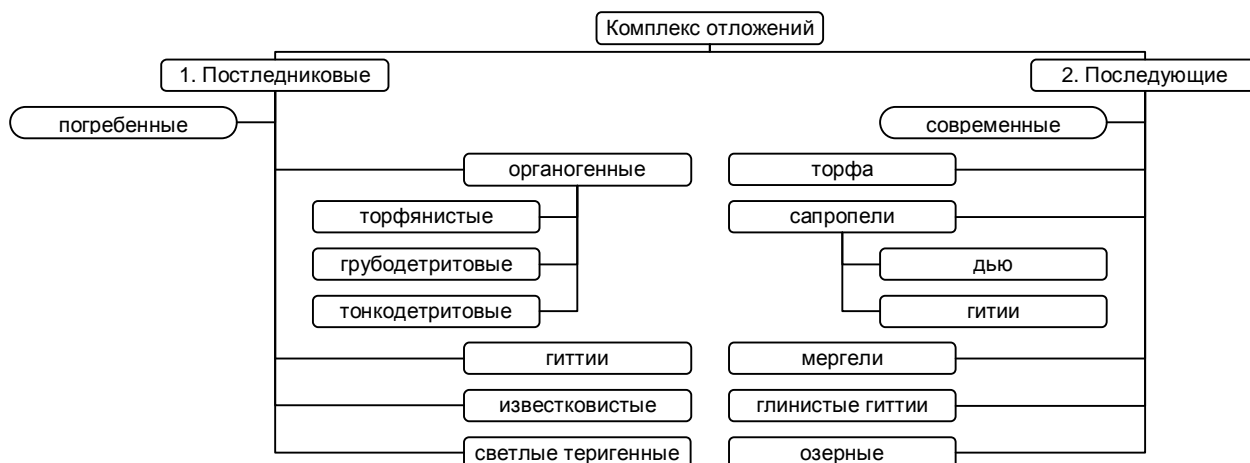


Рис. 5 Завершенный комплекс донных озерных отложений предыдущего (муравинского) и современного (голоценового) межледникового времени.

В соответствии с общей схемой осадконакопления (рис. 5) в начале межледникового времени накапливаются теригенные отложения, позже – карбонатные осадки, сменяемые смешанными или органогенными. Последующее формирование сапропелей связано или с развитием водорослей, а значит и мелкодисперсным составом, или грубодетритовым составом, сопровождающимся зарастанием водоема и аллохтонным сносом и, в итоге, заболачиванием. Это проявление классического типа осадконакопления. Известковистые мергели характерны для возвышенностей центральной Беларуси, реже – для полесских озер-разливов или карстовых озер. Они образуются при карбонатном типе осадконакопления. На Полесье в песчаных озерных отложениях представлено ожелезнение, а сами озера подвержены характерным для умеренной зоны процессам эвтрофирования и заболачивания. Именно в Полесье господствует органогенное осадконакопление.

Максимальные по мощности отложения приурочены к стадии широколиственных пород или, реже, к гиттиям мезотрофной стадии. Первое определяется внешними факторами, второе – внутренними факторами эволюции озера.

Состав растительности озерных осадков также фиксирует их качество:

1. органогенный тип осадконакопления при образовании макрофитных сапропелей формируются в эвтрофных озерах, где грубый детрит составляют рдест и телорез;
2. карбонатный тип осадконакопления отмечен в мезотрофных озерах, где развиваются донные погруженные растения, формируется тонкодетритовый сапропель из хары, телореза и элодеи;
3. кластогенный тип осадконакопления присущ литоральным частям большинства озер, однако пелитовые маслообразные илы при нем не формируются.

Молодость озерных отложений Беларуси связана с процессами консервации водоемов при похолодании климата. Продолжительность этот периода зависела от близости озерной котловины к ледниковому щиту, ее происхождения и морфометрии, мощности и вещественного состава заполняющих ее отложений. Расконсервация озер произошла в самом начале голоцена.

Некоторое время после спуска приледниковых водоемов территория Беларуси существовала без озер. Далее происходило оформление относительно молодых современных озер, уровень которых лежал выше дна приледниковых водоемов, а эрозионная сеть едва возникла. Возвышенности и равнины центральной Беларуси относительно бедны озерами, что связано с древностью этой территории и хорошо развитой эрозионной сетью. Озера низин Полесья не испытывали консервации, а их формирование связано со стоком талых вод поозерского ледника и последующим заболачиванием. Полесье богато озерами-старицами, реликтовыми плоскодонными озерами-разливами, а в местах выхода карбонатных пород – небольшими и глубокими карстовыми озерами.

Поскольку условия голоцена характеризуется одним климатическим оптимумом, то для него можно выделить следующие климатические этапы: а) рост теплообеспеченности, б) климатический оптимум и в) уменьшение теплообеспеченности. Каждому из этапов присущ собственный тип осадконакопления, мощность донных отложений и скорость их образования.

Ранний голоцен на территории Беларуси отличался преобладанием холодных тундр с интенсивно формировавшимися термокарстовыми озерами. В первичных озерных водоемах отлагался аллохтонный теригенный материал. Поэтому в основании осадочной толщи любого молодого озера лежат плотные разнозернистые пески, возникшие в суровых условиях отступления ледника. Далее они сменяются озерными глинами с прослоями илов. Мощность этих отложений в направлении к литорали снижается. Глинистые составляющие в них жирные, изредка обогащены карбонатами, что говорит о карбонатном составе морены на водосборе. Скорость накопления в среднем составляла 2-3 мм/год, а максимальная достигала 7-11 мм/год. Преобладание пелитов связано с затрудненным транзитом гравелистого материала через возвышенности. Процесс устойчивого осаждения способствовал формированию однородных отложений. В таких условиях смена гранулометрического состава свидетельствует о кратковременном колебании климата.

Образовавшийся позднее подсапропелевый торф залегает либо в глубоководной (профундальной) части озерной котловины, либо в мелководной (литоральной). В озерах моренных возвышенностей подобные отложения не встречаются.

Последующий карбонатный горизонт хемогенного происхождения представлен озерным известняком, карбонатной глиной и глинистым илом, приурочен к глубинам 5-7 м. Мощность его возрастает с севера на юг. Карбонаты накапливались со скоростью до 2 мм/год. По мощности карбонатов выделяют озера со сплошным (4-10 м), мощным (2-4 м) и маломощным (менее 2 м) слоем. Площадное развитие озер с карбонатными сапропелями было максимальным в предоптимальную стадию голоцена, особенно в водоемах центральной части Беларуси. Озерам возвышенностей в этот период характерно увеличение глубины и усиление проточности при росте эрозии. Карбонаты попадали в водоемы по цепочке: выветривание → транзитный вынос → аккумуляция.

Формирование истинных сапропелей происходило в условиях относительно теплого влажного климатического оптимума при активизации гниения растительных остатков. Мощность их колеблется от 3 до 5 м, а скорость образования, по-видимому, составляла 1 мм/год. Они имеют относительно небольшую зольность, которая резко возрастает в постоптимальный период. Развитие жизни в озерах сопровождалось потреблением кислорода и эвтрофированием. Сокращение поступления карбонатов на этом и последующих этапах связано с выщелачиванием морены и сохранением окислительных условий в водной массе. С этого периода начинается преобладание силикатных отложений над карбонатными.

Итак, процесс формирования различных по происхождению осадков отличается скоростью и продолжительностью накопления. В перигляциальных условиях тундрово-степных ландшафтов, сменявшихся сосново-березовым редколесьем, в водоемах накапливался кластогенный (мощностью до 15 м), реже – органогенный материал (до 3 м). Прогрессивное потепление климата вызывало осадку подсапропелевого торфа и сапропеля (до 6 м), характерную для оптимального периода с широколиственно-

лесными ландшафтами. Южная часть Беларуси в предоптимальный период развивалась в условиях сухого климата, а остаточные озера сохранялись лишь в понижениях. Последующие этапы по продолжительности и скорости накопления осадков сходны с современностью.

В предоптимальный период было положено начало формированию автохтонного материала: активно заселялись жизнью многочисленные олиготрофные озера. Наибольшая дифференциация кормности озер была достигнута на этапе климатического оптимума. Она была связана с ускоренными процессами эвтрофирования. Усиление проточности, как результат развития эрозии, благоприятно сказывалось на выносе избытка солей и улучшении условий существования жизни. Постоптимальный этап связан с понижением уровней воды и переходом самых мелких озер в дистрофную группу. Далее преимущественно эвтрофный режим водоемов сохранялся на севере и в центре Беларуси, а эвтрофный и дистрофный – в Полесье.

На настоящем этапе изменения связаны с зарастанием и эвтрофированием водоемов. Вместе с тем, имеет место и широко представлено накопление кремнеземистых и богатых органическим веществом сапропелей. Прослеживается общая направленность к снижению мощности различных по происхождению типов осадков, что говорит о завершении ритма осадконакопления в конце межледниковья.

Антропогенное воздействие на среду сказалось в изменении ритма осадконакопления. Нарушение типа осадков связано с преобладанием нехарактерных ранее смешанных илов и сапропелей. В условиях значительного освоения водосборов поступает большее количество алюмосиликатов в результате сноса глинистых частиц. Ускорение эвтрофирования проявляется в резком скачке биологической продуктивности и, как следствие, смене гидрохимических условий. Отмечено рассеянное накопление железа и связанных с ним форм серы и фосфора, а в придонном слое – смена окислительно-восстановительных условий восстановительными.

4. Условия образования озерных отложений на территории Беларуси

Проведенный исследователями мониторинг водосборов озер с одной стороны предполагает, что современные озерные отложения стали результатом эквивалентного развития геохимического круговорота вещества. С другой стороны донные отложения интегрируют в минеральном и химическом составе структуру и изменения ландшафтов водосбора.

Происходящие в современных озерах процессы объединяют понятием «лимногенез». В. Н. Абросов определяет процесс лимногенеза посредством связи и развития природных комплексов озер и окружающей природной среды, характера круговорота вещества и энергии в водоемах в различных географических условиях.

На незначительных по протяженности территориях (Беларусь) зональный, климатический фактор лимногенеза проявляется опосредованно, поскольку нивелируется морфологическими свойствами котловин, характером и режимом проточности и морфолого-минералогическими условиями водосбора (табл. 4).

Недостатками данного подхода являются ее плохое соотношение с этапами эволюции озер как природных географических систем и слабая увязка со стадиями внутреннего развития озера. Более полно раскрыта проблема саморазвития водоема и осадконакопления в нем в табл. 5. Однако она не учитывает всей совокупности процессов осадконакопления в озерах, связанных с трансформацией водосбора.

Таблица 4

Типы лимногенеза в пределах Беларуси по Б. В. Курзо, 2006

Тип лимногенеза	Биогенный	Смешанный	Теригенный	
Характер современных осадков	органические	кремнеземисто-органические, органо-карбонатные	кремнеземистые	
Тип термической стратификации	стратифицированы	стратифицированы в профундали	стратифицированы	слабо стратифицированы

Тип водообмена	аккумулятивный	транзитно-аккумулятивный	транзитный	аккумулятивный
Генетические типы водоемов Беларуси (О. Ф. Якушко, 1981)	высокоэвтрофные мелководные, мезотрофные с низкой минерализацией воды, дистрофные	эвтрофные, мезотрофные	слабоэвтрофные проточные и воронкообразные	мезотрофные с признаками олиготрофии

Таблица 5

Стадии эволюции малых водоемов по В. М. Широкову, 1992

Стадия эволюции		Становления	Стабилизации	Стагнации	Перерождения
Стадия развития отдельных процессов	формирования берегов	становления	стабилизация	затухания	отмирания
	общего гидрологического режима	неустойчивого режима: переход от транзитного к замедленному водообмену	устойчивого режима: транзитно-аккумулятивная	устойчивого замедленного водообмена: аккумулятивная	неустойчивого режима: переходный от аккумулятивного к режиму болот или транзитному
	осадконакопления	занесения (теригенный)	заиления (смешанный)	заиления (органогенный)	заболачивания
	формирования водной растительности	расселения	устойчивого состояния	сукцессионная смена ассоциаций	зарастания
	формирования биотопов	становления биотопов	стабилизации биотопов	устойчивой экосистемы	трансформация экосистемы в болотную
	уровня трофии водоема	мезотрофный с признаками олиготрофии	Слабоэвтрофный	высокоэвтрофный	дистрофный

Тип лимногенеза для озер Беларуси адекватно характеризуется накоплением озерных отложений, основой фон которых составляют органическое вещество и кремнезем. Редкие и исключительные озера становятся накопителями карбонатов. Подобный трехфакторный критерий включен в разделение лимногенеза на три типа: биогенный, смешанный и теригенный. В классической схеме с ними соотносятся органогенный, хемогенный и теригенный типы осадконакопления.

По характеру лимногенеза В. Б. Курзо в 2006 году проведено первое деление Беларуси на регионы. Выделены Поозерская область развития смешанного и теригенного лимногенеза, Центральная область биогенного и смешанного лимногенеза с малым числом озер и Полесская область смешанного лимногенеза.

5. Закономерности смены озерных отложений Беларуси

Д. В. Севастьянов статье «Об экологической лимнологии» проводит мысль о процессе лимногенеза как связи генезиса внутренних процессов (зональных), морфометрии котловины (азональных) и ландшафтных условий водосбора (зонально-азональных). Их совокупность определяет обменные процессы озера со средой и формирует кормность, характер осадконакопления и эволюцию озера.

Последнее говорит об озерах как основной информационной подсистеме ландшафтов территории. Развитие (онтогенез) озера в ландшафтной среде определяется через лимногенез – совокупность всех процессов поэтапной трансформации озера, претерпеваемых им за время возникновения и существования, и фиксируемых посредством накопительной функции осадков в результате стока. Ландшафтными условиями определяется зональность развития озер в пространстве, тогда как сами ландшафты изменяются во времени. Главным результатом замедленного водообмена в озерах выступает осадконакопление. В донных осадках содержится комплексная информация об изменении факторов окружающей среды на водосборе. Изменение

информации несет данные о благополучии или деградации водоема и водосбора, в чем проявляется индикаторная функция озерных отложений.

В условиях позднеледниковья в озерах накапливался кластогенный материал минеральный по своему составу – от песков до глин, – или алевриты. Намного реже накапливался смешанный – сапропель, гиттии или подсапропелевый торф. Комплекс отложений межледниковья представлен старичными (Полесье, начало оптимума), озерными (повсеместно, оптимум) и болотными или озерно-болотными (повсеместно, конец оптимума) отложениями.

Голоцен характеризуется накоплением сапропелей и карбонатных осадков, алевритов. С конца оптимума формировались торфа. Антропогенные преобразования пришлись на завершающий этап ритма голоценового осадконакопления. Их появление отражается в смещении к смешанному осадконакоплению и ускорению эвтрофирования. Дальнейшая трансформация озер и их водосборов может привести к ускоренному заболачиванию при сохранении аккумулятивного водного режима или восстановлению теригенного осадконакопления при формировании транзитивного водного режима. В ненарушенных условиях сохраняются естественные темпы эвтрофирования, продолжится замена теригенных осадков илами.

Литература

1. **Абросов В.Н.** Зональные типы лимногенеза. Л., 1982.
2. **Драбкова В.Г.**, Сорокин И.Н. Озеро и его водосбор – единая природная система. Л., 1979
3. **Еловичева Я.К.** Эволюция природной среды Беларуси. // Голоцен Беларуси. Мн., 2004. с. 196-224
4. **Курзо В.Б.** Теоретические аспекты современного осадконакопления в озерах и их практическое приложение. // Вестник БГУ, сер.2 – 2006, №2. с. 115-120
5. **Общие закономерности** возникновения и развития озер. Под ред. Д.Д. Квасова. Л., 1986.
6. **Россолимо Л.Л.** Изменение лимнических систем под влиянием антропогенного фактора. М., 1964
7. **Севастьянов Д.В.** Об экологической лимнологии. // Прикладная лимнология: Лимнологическое и геоморфологическое обеспечение рационального природопользования. Сб. научн. статей. вып. 3. Под ред. П.С. Лопуха. Мн.: БГУ, 2002. с. 247-258
8. **Широков В.М.** Эволюция водохранилищ при длительной эксплуатации. // Широков В.М., Лопух П.С., Левкевич В.Е. Формирование берегов малых водохранилищ лесной зоны. СПб.: Гидрометиздат, 1992. с. 28-33
9. **Якушко О.Ф.** Озероведение: География озер Белоруссии. – Мн., 1981.
10. **Якушко О.Ф.**, Еловичева Я.К. Развитие водоемов Беларуси в позднеледниковье и голоцене. // Голоцен Беларуси. Мн., 2004. с. 160-196

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
----------------------	----------

РАЗДЕЛ I. ЖИЗНЬ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРОФЕССОРА В.Г. ЗАВРИЕВА

Я.К. Еловичева, П.С. Лопух. В.Г. Завриев — ученый, педагог, создатель и заведующий кафедрой физической географии материков и океанов и методики преподавания географии Белгосуниверситета.....	5
О.Ф. Якушко. К столетию со дня рождения Виктора Григорьевича Завриева.....	18
Р.А. Жмойдяк. Виктор Григорьевич Завриев и его место в истории географического факультета Белорусского государственного университета.....	21
Г.С. Смоляков, В.Л. Смолякова. В.Г. Завриев: путешественник, профессор, учитель.....	25
В.С. Аношко. То, что помнится.....	27
М.В. Лавринович. Памяти учителя (к 100-летию со дня рождения В.Г. Завриева).....	30
Е.Е. Адамович, Л.И. Антоненко, Л.И. Сарафинович, Л.Е. Лешкович, Я.К. Еловичева. Краткие воспоминания о В.Г. Завриеве	35

РАЗДЕЛ II. РЕГИОНАЛЬНАЯ ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ

Е.А. Козлов. Закономерности формирования озерных отложений Беларуси в позднеледниковье и голоцене.....	38
Е.А. Козлов. Аспекты современного влияния теплофикации на температурные условия озера Лукомское.....	49