

С. М. Гильдин

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТА БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В ГОЛОЦЕНОВОЕ ВРЕМЯ

Работа представлена кафедрой геологии и геоэкологии.

Научный руководитель – доктор педагогических наук, профессор Е. М. Нестеров

В статье приводятся результаты оригинального комплексного исследования одного из послеледниковых разрезов северо-западного побережья восточной части Финского залива. Автору удалось установить 7 палинозон, охвативших эпоху от предбореального периода до настоящего времени, правомочность выделения которых подтверждена результатами вариаций кривых распределения химических элементов и органического вещества.

In clause results of original complex research of one of postglacial cuts of northwest coast of east part of gulf of Finland are resulted. The author managed to establish 7 palinological zones, captured an epoch from the period of Predboreal till now which competency of allocation is confirmed by results of variations of curves of distribution of chemical elements and organic substance.

Несмотря на то что береговая зона Финского залива является хорошо изученным природным объектом, актуальной проблемой для эволюционной географии является уточнение представлений, касающихся развития и границ распространения палеоводоемов Балтики. В частности, достаточно противоречивым является вопрос о солености предбореального Иольдиевого водоема, характера и количества трансгрессивных и регрессивных флуктуаций Литоринового моря. Не менее значимо изучение эволюционной направленности изменения

компонентов наземных ландшафтов в береговой зоне Финского залива, таких как восстановление условий и процессов осадконакопления в прибрежных водоемах, а также оценка влияния климатических перемен на динамику развития наземных фитоценозов.

В этой связи несомненный интерес представляют разрезы приморских аквально-болотных массивов, наиболее полно отражающих историю формирования природной среды Балтийского региона. Изучение одного из таких разрезов было проведено ав-

тором в 2005 г. в среднем течении поймы реки Сенокосная, примерно в 15 км юго-восточнее г. Приморска.

Бурением, начиная с абсолютной отметки поверхности, располагающейся примерно в 13 м над ур. м., вскрыт следующий разрез: 0,0–1,64 – переслаивание торфа и торфянистых илов; 1,64–3,50 – коричневатобурый сапропель; 3,50–4,23 – песчано-алевритовые серо-голубоватые глины; 4,23–4,41 – переотложенный торф; 4,41–5,0 – алевритовые светло-голубые глины. С помощью комплексного анализа исследовались 58 образцов, отобранных с интервалом 4–5 см.

На сводной спорово-пыльцевой и геохимической диаграмме (рис. 1) по составу спорово-пыльцевых комплексов, подтвержденных результатами геохимического анализа и литостратиграфического расчленения осадочной толщи, было выделено семь палинозон, характеризующихся основными климаторитмическими колебаниями раннего, среднего и позднего голоцена.

Палинозона VII выделена в отложениях алевритовых светло-голубых глин, фиксируемых на глубине 5,0–4,64 м (возможно выше), и соответствует позднему предбореалу (PB2). Она характеризуется господством пыльцы березы, содержание которой составляет не менее 74%. Вторым лесообразующим компонентом палиноспектров является пыльца сосны со средним содержанием около 25%. Среди травянистых преобладают злаковые, достигая максимальных значений для всего разреза – порядка 22%.

Осадконакопление в предбореальный период характеризовалось преобладанием процессов терригенной седиментации с преимущественным накоплением тонкодисперсного материала с относительно низким содержанием органического вещества (ОВ) порядка 5%, что вполне согласуется с наличием открытых пространств на слабо закрепленных растительностью почвах. Также для этого периода характерно высокое накопление большинства микроэлементов, связанных с терригенным компонентом (Cu, TiO₂, Cr, V, Fe₂O₃).

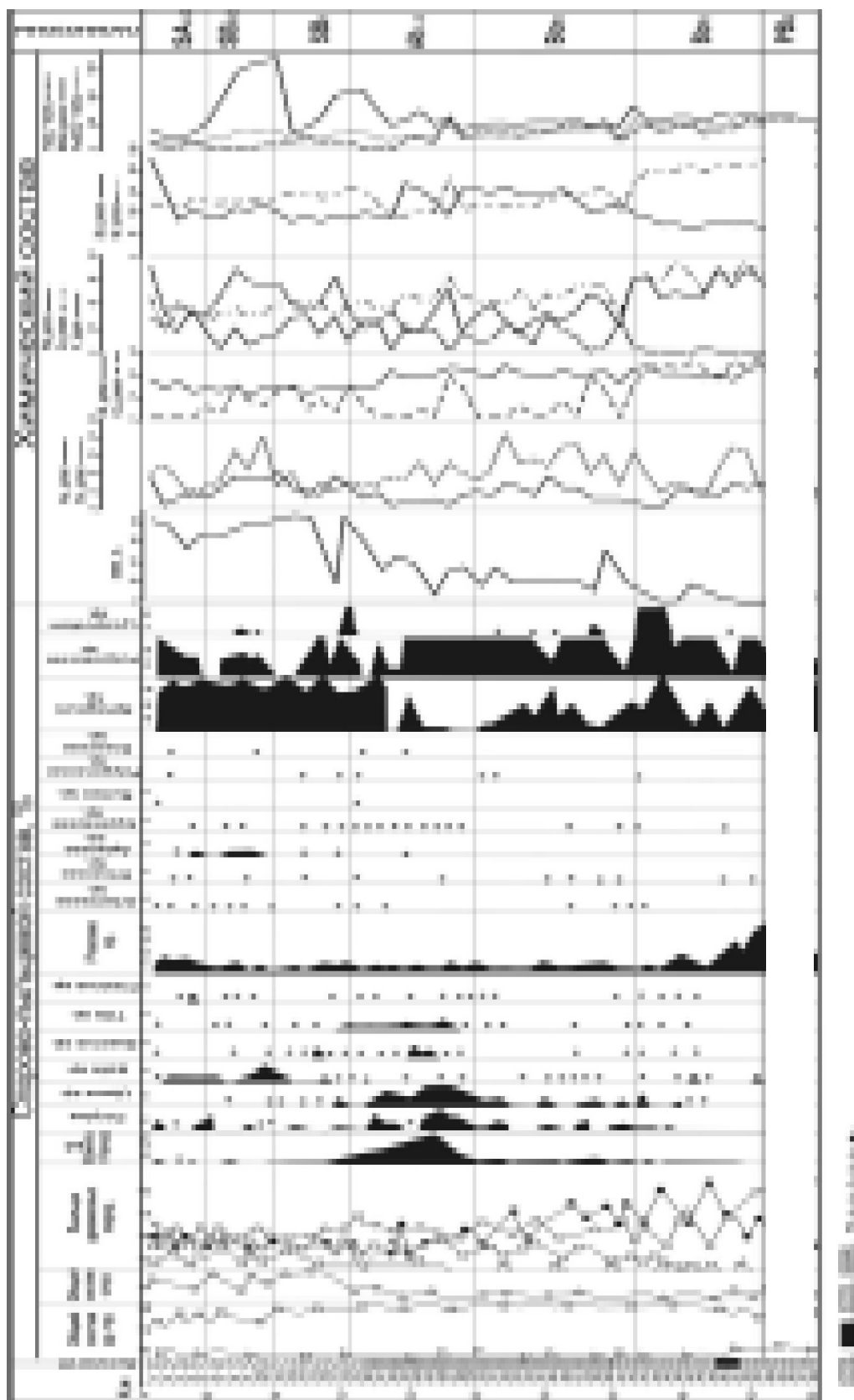
Палинозона VI соответствует раннебореальному времени (BO1) – выделяется на глубине 4,64–3,73 м в отложениях алевритовых светло-голубых глин и алевритово-песчаных серо-голубоватых глин с торфянистым прослоем между ними. Здесь в составе пыльцы древесных пород доминируют пыльца сосны (32–81%) и березы (22–74%). С середины BO1 фиксируется пыльца ели, широколиственных пород (липа, вяз, дуб) и ольхи, достигшей к концу периода 11%.

Для раннебореального времени свойственна слабая миграция почти всех микроэлементов, характеризующихся сглаженностью кривых их вертикального распределения (рис. 1), низкой концентрацией ОВ (в среднем менее 15%), стабильно высоким содержанием большинства исследованных элементов за исключением Pb, Zn, Co, что присуще для осадконакопления с преобладанием аллохтонных процессов. Концентрации многих элементов в это время достигли своих максимальных значений и превосходили средние значения для разреза по Pb, Cu, Cr, V, Sr более чем в 1,5 раза.

К концу раннего бореала с изменением физико-географических условий на водосборе начали активизироваться процессы трофии, проявившиеся в осадках разреза увеличением накопления органического вещества до 48%. Для этого отрезка времени характерен рост концентраций биогенных микроэлементов Pb, Zn, Co и некоторое снижение содержания терригенных элементов TiO₂, Cr, V, Sr, Fe₂O₃.

Палинозона V соответствует позднебореальному периоду (BO2) – выделяется на глубине 3,73–2,55 м в отложениях песчано-алевритовых серо-голубоватых глин и сапропеля. Сохраняется главенствующая роль пыльцы березы 40% и сосны 38%. Увеличивается количество пыльцы ольхи до 15,5%. Содержание пыльцы ели в палиноспектрах остается стабильно низким, менее 1%. Встречается пыльца *Quercus sp.*, *Tilia sp.*, *Fraxinus sp.*

С началом данного этапа на территории исследования условия осадконакопления



1 – алевритовая глина, 2 – торф, 3 – алеврито-песчаная глина, 4 – торфяные илы, 5 – споры, 6 – пыльца древесных пород, 7 – пыльца травянистых растений, 8 – ель, 9 – ольха, 10 – береза, 11 – сосна

Рис. 1. Спорно-пыльцевая и геохимическая диаграмма озерно-болотных отложений р. Сенокосная

стали меняться в сторону стабилизации гидродинамического режима, в водоеме начали накапливаться мелкоалевритовые минерало-органогенные осадки (сапропели). Количество ОВ возросло более чем в 1,5 раза до 23,3% (по сравнению с ранним бореалом в целом). Для этого этапа характерно снижение абсолютных значений концентраций микроэлементов для Cu, Fe₂O₃, MnO, Cr, V, Sr и некоторый рост содержания Pb, Zn, Co, As, что также указывает на возрастающую роль в осадконакоплении ОВ, поступающего с заболоченных водосборов.

Палинозона IV охватывает весь атлантический период (АТ1-3) и соответствует верхней толще сапропеля (глубина 2,55–1,64 м). В отложениях среди пыльцы древесных пород доминируют береза (37,9%), в меньшей степени ольха и сосна (по 23,4%). Со второй половины атлантического периода отмечается присутствие пыльцы ели (до 3%). Значительно возрастает количество пыльцы широколиственных пород (до 16%). Из травянистых отмечается *Superaceae sp.* (2–3%). Единично фиксируется пыльца растений из семейств *Rosaceae*, *Rununculaceae*, *Caryophyllaceae* и др.

В атлантическое время содержание органического вещества по сравнению с предыдущими периодами значительно возросло и составило от 16 до 61%. В интервале разреза 2,14–2,32 м, сформировавшегося в среднеатлантическое время, отмечается снижение ОВ, что на фоне синхронного увеличения Со, терригенных компонентов Cr, V, Sr, Fe₂O₃, TiO₂ и крупности осадка, а также низкой его сортировки отражает резкое увеличение гидродинамической активности и может быть отнесено к 1-му регрессивному этапу Литоринового моря.

Волна похолодания в середине атлантического периода, одновременно зафиксированная в осадках некоторых разрезов береговой зоны, также отчетливо проявила себя в изучаемом разрезе прежде всего количественными показателями пыльцы и спор. Так, содержание в осадках пыльцы и спор

в интервале 2,23–1,91 м в среднем составляет менее 90 п.з. на одно покровное стекло препарата, в отложениях, охарактеризованных составом ранней и поздней палинозон, достигает 150 п.з. в промежутке 2,5–2,23 м и более 200 п.з. на глубине 1,91–1,55 м.

Во второй половине атлантического времени в отложениях разреза в интервале 1,91–1,82 м фиксируется резкое падение концентраций большинства литофильных микроэлементов (Fe₂O₃, Cr, V, Ti, Sr) и ОВ до 35%, что свидетельствует о сокращении эрозионной деятельности и снижении темпов осадконакопления, возможно знаменуя собой наступление более глубоководных условий второго этапа литориновой трансгрессии.

Палинозона III выделяется как ранний суббореал (SB1). В разрезе она соответствует переслаиванию торфяных и озерных отложений (фиксируется на глубине 1,64–1,05 м). Спорово-пыльцевой состав характеризуется увеличением количества пыльцы ели до 18%. Продолжается доминирование пыльцы березы 35%. Количество пыльцы сосны и ольхи не превышает (23–24%) соответственно. Доля пыльцы широколиственных пород снизилась до 1–2%. Содержание пыльцы *Salix sp.* достигло 3%.

В конце атлантического – начале суббореального периода во время регрессии Литоринового моря в интервале 1,64–1,55 м в районе исследования начинается активный процесс этрофикации частично отшнуровавшегося водоема. Содержания ОВ достигло 76%. Подобные условия благоприятствовали высоким концентрациям (выше средних для периода) для Pb, Cu, As, Sr и снижению абсолютных значений для Zn, Ni, Mn и Fe₂O₃ в меньшей степени для Cr и V. С началом суббореального периода в интервале 1,5–1,41 м регистрируется резкое изменение условий седиментации, отмеченное значительным снижением концентрации ОВ до (25%). Данный этап характеризуется собой резкое обмеление. В этот период достигает своих максимальных значений концентрации Pb (64 мкг/кг), высокие зна-

чения (выше средних для периода) характерны для MnO, As и Zn. К концу раннего суббореала продолжающиеся процессы этрофикации водоема способствуют росту содержания ОВ до 81%, вместе с тем значительно понижается содержание Pb (в среднем до 38%), Fe₂O₃, MnO, As в меньшей степени Zn и Ni. Подобное снижение концентраций даже для биофильных элементов, вероятно, объясняется господствующими восстановительными условиями в водоеме, при увеличении рН водной среды, что способствует растворению и выносу микроэлементов.

Палинозона II – поздний суббореальный период (SB2). Выявлена в нижней части перемытых озерно-болотных отложений (на глубине 1,05–0,55 м). В позднем суббореале продолжается доминирование пыльцы березы 34,5%. Вторым компонентом выступает ольха 26,6%. Количество пыльцы сосны снижается до 19,5%. Содержание пыльцы ели стабилизируется на 9%. Среди травянистых преобладает пыльца *Ariaceae sp.* и *Artemisia sp.*

С началом поздне-суббореального этапа на территории исследования формируется глубоководный, проточный водоем, с высоким содержанием ОВ (в среднем 71,3%) и господствующими окислительными условиями водной среды. В этот период наиболее активно начинают накапливаться Pb, Fe₂O₃, As, MnO последний достигает максимальных значений для разреза (в среднем 1069 мг/кг), в меньшей степени переходят из раствора в осадок Zn, Cu, Ni, Sr и Co. Для литофильных компонентов (Cr, V и TiO₂) поздний суббореал характеризуется наименьшими значениями содержания, в 1,5–2 раза ниже средних для них концентраций по разрезу. На протяжении всего поздне-суббореального времени в развитии водоема отчетливо проявилась разнонаправленная тенденция концентрирования микроэлементов, выразившаяся в постепенном росте содержания для Pb, Zn, Co и синхронном снижении Fe₂O₃, MnO, TiO₂, As, Sr, что, по-видимому, является реакцией на постепенное повышение уровня и кислотности среды в водоеме.

Палинозона I – последний этап, характеризующий верхнюю часть разреза (на глубину от 0,55 до 0,0 м) и соответствующий субатлантическим отложениям (SA1-3) верхней части переслаивающейся озерно-болотной (илисто-торфянистой) толщи разреза. В этом полинокомплексе среди древесных пород доминируют пыльца березы 32,4% и сосны 29%. Содержание пыльцы ольхи снизилось до 24,8%. Среди травянистых господствует пыльца *Poaceae sp.* 10%.

В конце поздне-суббореального – начале субатлантического периода в интервале 0,55–0,5 м отмечается снижение содержания ОВ с 73 до 65%, сопровождаемое резким падением концентраций почти всех изученных микроэлементов. Что, вероятно, явилось результатом спуска вод водоема, приведшее к резкому обмелению и частичному заболачиванию района исследования. В результате на изучаемой территории начинают господствовать восстановительные условия среды, что сопровождается падением концентраций Pb, Ni, Co, Fe₂O₃, MnO, As, на фоне некоторого повышения содержания терригенных элементов (Cr, V, TiO₂, Sr), вызванное понижением базиса эрозии водоема.

К середине субатлантического периода в интервале 0,32–0,23 м наблюдается существенное падение содержания ОВ до 56%, также минимальных концентраций для разреза в целом достигают Fe₂O₃ и MnO (менее 0,8% и 167 мг/кг соответственно). Подобное соотношение ОВ и микроэлементов указывает на результат окончательного осушения территории исследования с последующей переработкой осадков формирующимся речным потоком (р. Сенокосная).

Важно отметить, что в поверхностном 10-сантиметровом слое осадка для большинства элементов (Pb, Zn, Co, Cr, V, As и др.) отмечается тенденция к увеличению их концентраций, что, вероятно, связано с сильной заболоченностью водосборного бассейна реки Сенокосная и большим поступлением в него гуминовых кислот и органического вещества. Последнее стиму-

лирует накопление микроэлементов до определенного уровня, выше которого в водоеме (водотоке) наступают восстановительные условия, не способствующие осаждению элементов. Не исключено также антропогенное поступление микроэлементов с водосбора наиболее освоенного в верхнем течении реки.

Таким образом, новые данные палинологического и геохимического анализов, полученные по разрезу озерно-болотных отложений поймы р. Сенокосная, позволили уточнить имеющиеся представления об истории развития природной среды голоцена на территории береговой зоны восточной части Финского залива. При этом, обобщая приведенные результаты, необходимо выделить следующее.

Разрез в пойме реки Сенокосная охватывает все послеледниковье и сложен осадками, сформировавшимися в Иольдиевую стадию Балтики, а также отложениями Анцилового озера, Литоринового моря и современными озерно-болотными и речными осадками.

При геохимическом анализе колонки керна было выделено три основных этапа в формировании осадков на территории исследования: I этап – накопление терригенно-осадочного материала в конце предбореального и в начале бореального времени с интенсивной концентрацией в осадках Cu, V, Cr, Sr, TiO₂ (терригенных микроэлементов) и менее выраженным содержанием Fe₂O₃ и Ni; II этап – формирование толщи органических отложений в бореальном, атлантическом, суббореальном и в начале субатлантического периодов с отчетливо выраженной тенденцией к снижению в осадках концентраций терригенных микроэлементов и накопления Pb, Zn и MnO (биофильных) в составе органоминеральных комплексов; III этап – накопление поверхностного 10 см слоя осадков, осуществляемого под возможным влиянием антропогенных преобразований на водосборе в субатлантическом периоде, характеризующийся резким увеличением значений концентраций для большинства изученных элементов.