
ФОРМИРОВАНИЕ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСАДКОВ ОЗЕР ШАТУРСКОЙ МЕЩЕРЫ

Е.С. Горбатов

Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Приведены результаты геохимического исследования литологических разностей осадков озер в районе Шатурской Мещеры. Прослежена история формирования лимногенных комплексов региона в течение позднего плейстоцена и голоцена, определившая, в частности, геохимические особенности современного осадконакопления. Представлены результаты математико-статистического анализа полиэлементного состава литологических разностей осадков Шатурских озер, направленного на выявление и разграничение природно-техногенных парагенетических ассоциаций химических элементов.

Ключевые слова: озерные осадки, геоэкологическое состояние, геохимические ассоциации, лимногенные комплексы, донные отложения, торф.

Озера являются конечными звеньями миграции осадочного вещества, в том числе техногенного происхождения, поэтому всесторонний анализ процессов озерного осадконакопления в настоящем и прошлом необходим для составления надежных геоэкологических оценок и прогнозов состояния природной среды. Использование озерных осадков в качестве индикатора эколого-геохимического состояния территории основано на свойстве донных отложений аккумулировать загрязнители в течение длительного периода осадконакопления. Пробы донных осадков предоставляют интегрированные во времени данные, причем более высокие концентрации микроэлементов в осадках в ряде случаев упрощают аналитические задачи исследования и определяют большую надежность результатов по сравнению с пробами воды и биологическими образцами. Послойное изучение современных озерных отложений позволяет также проследить динамику природно-техногенных изменений на данной территории.

Вследствие высокой пространственно-временной изменчивости водных масс озер их гидрохимические и биологические параметры обладают значительно меньшей представительностью в точках наблюдения по сравнению с донными отложениями. Таким образом, изучая литолого-геохимические характеристики осадков, можно с высокой надежностью выявить источники загрязнения и оценить воздействие поллютантов на окружающую среду, что позволяет разработать мероприятия по улучшению геоэкологического состояния региона.

Формирование современных озерных отложений

Состав, строение, особенности распространения и залегания озерных осадков в районе Мещерской низменности тесно связаны с современными и прошлыми природно-климатическими условиями, а также с палеогеографическими особенностями формирования самих озер. Характер четвертичных озерных отложений

этой физико-географической области в целом отвечает зональному распределению данного типа отложений на территории Восточно-Европейской равнины, обусловленному стадийностью материковых оледенений Евразии в плейстоцене.

Мещера, как и палеогеографически схожее с ней Полесье, представляет собой пологоволнистую зандровую равнину, сложенную широкими шлейфами осадков водно-ледниковых потоков, действовавших южнее границы распространения московского оледенения (средний плейстоцен). Котловины озер появились здесь во время деградации Московского и — в меньшей степени — Валдайского ледников, когда данная территория находилась в приледниковой зоне, испытывала эрозионно-аккумулятивное воздействие потоков талых вод, при этом были активизированы термокарстовые и карстовые процессы. Первая фаза собственно озерного осадконакопления (120—60 тыс. л.н.) началась в период формирования аккумулятивной равнины (позднемосковское время) и продолжилась в микулинском межледниковье (климат теплее современного), вторая фаза (11—0 тыс. л.н.) началась в голоцене (современном межледниковье), после перерыва в валдайское время.

Для характеристики отложений рассмотрим стратиграфическую позицию озерных фаций в четвертичном покрове Шатурского района Московской области. Линзы микулинских озерных и болотных отложений (*l, b III mk*) — суглинков и заторфованных супесей (3—10 м) — залегают над толщей водно-ледниковых и озерно-ледниковых песков, супесей и суглинков (до 12 м), относящихся к донскому и московскому горизонтам (нижний—средний плейстоцен) [5]. Микулинские толщи были частично размыты во время валдайского оледенения и перекрыты аллювиальными и озерными отложениями (до 10 м) калининского ледникового горизонта (*a, l III kl*), слагающими нижний уровень ложбин стока, выраженных в современном рельефе долинными зандрами. Современные озерные отложения (*IV*) залегают на дне существующих водоемов и под толщами голоценовых торфяников. Они представлены супесями, суглинками и сапропелями.

Анализ стратиграфических и геолого-геоморфологических данных показывает, что в ледниковые эпохи в озерных обстановках накапливался преимущественно кластогенный материал (средне-мелкозернистые пески с преобладанием кварца), практически лишенный органики, что свидетельствует о поступлении в водоемы мощных потоков талых вод с большим количеством обломочного материала. В этот период озера располагались в ложбинах стока ледниковых вод и представляли собой обширные проточные олиготрофные водоемы. Для межледниковий было характерно накопление органо-минеральных осадков — заторфованных супесей, илов, сапропелей, что отражает резкое снижение интенсивности сноса материала с водосбора и одновременный рост биопродуктивности водоемов во время потепления климата.

В Шатурском физико-географическом районе развиты водно-ледниковые, термокарстовые, суффозионно-карстовые озера и озера пойменного типа (разливы рек). Выделенные генетические типы озер различаются лимнологическим статусом, особенностями формирования и последующего развития, характером осадконакопления. Всего в районе насчитывается 48 озер общей площадью 5819 га.

Водно-ледниковые озера приурочены к днищам широких (10—15 км), субмеридионально вытянутых ложбин стока, образовавшихся в результате эрозии ледниковых вод, вытекавших из краевой зоны Московского ледника (граница проходила по р. Клязьме) и более позднего Валдайского ледника (граница проходила севернее на 150—200 км). Днища ложбин, как и первые надпойменные террасы рек, относятся к валдайскому времени. В конце последней ледниковой эпохи по ним текли мощные русловые потоки с цепочками озеровидных расширений, сохранившихся в виде отдельных водоемов и после прекращения сброса талых вод. В холодных и крайне сухих арктических условиях раннего позднеледниковья эти озера заметно усохли или полностью исчезли. По мере потепления климата и роста увлажнения в голоцене на месте сухих котловин возникли вначале торфяные болота, а затем — вторичные озера, постепенно поглощаемые окружающими их болотами.

Исчезновение и обмеление озер в голоцене происходило на территории Подмосковной Мещеры в основном не из-за заполнения их котловин механическими осадками (песками и супесями), а вследствие активизации процессов биогенного осадконакопления, в том числе заболачивания при благоприятных климатических изменениях, произошедших, на рубеже плейстоцена и голоцена. О большей озерности территории в начале голоцена свидетельствует широкое распространение лимногенных отложений под современными торфяниками. Так, многие болотные массивы, сложенные мощной толщей торфа, под которой залегают сапропелевые озерные отложения, возникли в последние тысячелетия на месте древних озер. Заболоченные озера дали начало таким крупным торфяникам, как Шатурский, Петровский, Туголесский, Бакшеевский. Процесс формирования болот на месте озер продолжается и в настоящее время. Примечательно, что уровень озер в голоцене вырос на 1—2 м, поскольку в это время поднялись и грунтовые воды вследствие прироста мощности торфяников. Этот факт не противоречит общему обмелению озер, так как заиливающееся дно озер поднялось еще быстрее.

На территории Шатурского района обычно выделяют Шатурскую и Туголесско-Ялминскую ложбины стока, к которым приурочены соответственно Шатурская и Туголесская группы озер — остатки крупных послеледниковых озер, распавшихся в процессе торфообразования в долинных зандрах. Большинство водно-ледниковых озер характеризуется небольшой глубиной (1—2 м), при этом некоторые из водоемов достигают крупных для Подмосковья размеров. Например, озеро Святое Шатурской группы по площади занимает второе место в Московской области (13 км²) [3]. По показателю трофности озера Шатурской группы эвтрофные (оз. Святое, Черное) и дистрофные (оз. Муромское). В связи с сильной заболоченностью древних ложбин эти элементы рельефа практически лишены проточных вод и не совпадают с современной речной сетью. Необходимо отметить, что понижения ложбин стока, вероятно, были заполнены водой в раннем голоцене (не позднее бореала) при гумидизации климата, т.е. современные озера в них вторичны и не являются реликтами приледниковой гидросети.

В раннем голоцене на территории была распространена исчезнувшая ныне многолетняя мерзлота и происходили процессы термокарстовой просадки, в результате чего появились небольшие, но многочисленные озеровидные понижения.

К настоящему времени, по-видимому, озера данного типа в основном исчезли вследствие просачивания воды в подстилающие отложения после таяния мерзлых грунтов и (или) интенсивного заболачивания территории в голоцене.

После резкого потепления климата и таяния многолетней мерзлоты в бореале (8—9 тыс. л.н.) в четвертичной толще началась циркуляция подземных вод и активизировались карстово-суффозионные процессы. Несколько озер (Белое-Бардуковское, Белое-Дубасовское) отличаются повышенной глубиной (35—40 м) и воронкообразной формой ложа, что косвенно подтверждает их карстовое происхождение. Эти олиго- и мезотрофные озера слабо зарастают, а их дно сложено преимущественно песками, что не типично для Шатурского района.

К озерам-разливам относится система проточных водоемов долины реки Пра (Клепиковская группа). Данный тип озер образовался в местах пресечения древних ложбин современными реками, поймы которых по высоте практически совпадают с днищами ложбин. В таких случаях примыкающие к поймам понижения затапливались речными водами и становились проточными водоемами.

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследования выбрана серия озер в Шатурском районе Московской области.

В ходе проведенных полевых работ с помощью дночерпателя были отобраны пробы озерных осадков со дна и с береговой зоны оз. Святое и оз. Воймежное. Пробоотборник с помощью четырехметровой штанги внедрялся в толщу мягких биогенных осадков (на 2—3 м), что позволяло отбирать пробы из нижележащих горизонтов. В каждой точке образцы отложений поднимались с нескольких глубин. После извлечения из короба дночерпателя пробы описывались и упаковывались.

На оз. Святое (4,8×3 км) приходится более 70% общей площади Шатурской группы. Юго-восточная часть озера отделена дамбой и используется как водозаборный водоем для Шатурской ГРЭС. Средняя глубина озера 1,1 м, максимальная — 10 м (в местах добычи сапропеля), рН воды 8,3—8,6. В озеро впадает несколько десятков безымянных водотоков, а с севера вытекает р. Ушма, русло которой сильно нарушено торфоразработками [3]. Вблизи Шатурских озер расположены многочисленные торфоразработки с сетью осушительных канав, свалка ТБО (пос. Керва), золоотвал Шатурской ГРЭС и сама электростанция, которая является основным источником атмосферных выбросов в Шатурском районе (30 000 т/год), состоящих из оксидов серы (70%), оксидов азота (25%) и пыли (5%).

Донные отложения оз. Святое составляют малозольные водорослевые и водорослево-торфянистые сапропели жидкой консистенции, от однородных темно-серых, почти черных, до зеленовато-серых с остатками высших растений, переходящих на глубине 0,2—2,5 м в заторфованную супесь с черными включениями ила и с линзами суглинков. Западные берега имеют высокие участки с песчаными пляжами и коренными сосново-еловыми лесами, при этом мощность сапропелевых и илистых отложений в примыкающей к ним литоральной зоне озера минимальна (0—0,2 м). Северные берега, напротив, низкие и заболоченные, покрытые ольша-

никами с участием березы, сложены глинистым илом, преходящим на глубине 0,5—1 м в заторфованную супесь.

Озеро Воймежное (1,3×0,9 км) — политрофное озеро, расположенное на северо-востоке Туголесской группы, его максимальная глубина 2,5 м. Берега покрыты хвойным лесом, с восточной стороны сильно заболоченным. Из северной части озера вытекает р. Воймега. В центральной части озера дно покрыто толстым слоем слабоуплотненного сапропеля мощностью более 2 м. К югу мощность сапропелей снижается до 0,2 м, а ниже залегает осветленный песок с сизыми пятнами и черными включениями ила. Заросшая тростником литораль у южных песчаных берегов сложена с поверхности серыми супесями. К западному берегу озера примыкает подтопленный лес, а осадки литорали представлены здесь сапропелем с большим количеством древесных остатков.

На исследуемой территории основные источники техногенного геохимического воздействия расположены в г. Шатуре (ГРЭС-5), г. Рошале (химкомбинат), пос. Мишеронском (стекольный завод). Выбросы предприятий теплоэнергетики, химической и стекольной промышленности содержат повышенное количество меди, цинка, кадмия и других тяжелых металлов. Главным природным фактором фонового загрязнения ландшафтов территории являются регулярные лесоторфяные пожары (результат сильного осушения залежей торфа), в ходе которых в атмосферу выбрасываются аэрозоли с повышенным содержанием тяжелых металлов. По данным геохимических исследований, содержание подвижных форм ТМ в почвах Шатурской Мещеры на пирогенных участках заметно выше, чем на ненарушенных территориях [4].

Анализы проб проводились в лаборатории грунтоведения геологического факультета МГУ. Физические характеристики отложений, общее содержание органики (ОВ), гранулометрический состав определялись по стандартным методикам, применяемым в грунтоведении (ГОСТы 5180-84, 23740-79, 12536-79). Гранулометрический анализ проводился на ситах (фракции от 1,0 до 0,05 мм) и ареометрическим методом (< 0,05 мм) с диспергированием пробы NH_4OH . Валовое содержание микро- и макроэлементов в пробах измерялось на рентгенофлюоресцентном спектрометре «Спектроскан Max SV». Содержание элементов определялось с помощью предварительно построенных градуировочных зависимостей аналитического сигнала от массовой доли элементного компонента. В ходе измерений с порогом чувствительности порядка $10^{-5}\%$ определено содержание 28 химических элементов: Si, Al, Fe, K, Ti, Mg, Ca, C, P, S, Ba, Mn, Cr, Pb, Sr, V, Zn, Rb, Ni, As, Sc, Cu, Co, Cs, Sn, Mo, Hg, Cd.

Анализ результатов и обсуждение

В исследованных незаторфованных минеральных осадках количество глинистых частиц (< 0,005 мм) варьирует от 5 до 14%. В соответствии с этим показателем их можно определить как супесь легкую, супесь тяжелую и суглинок легкий. Примечательно, что в песчано-пылевой фракции всех проб преобладает средне-мелкозернистый песок. Для проб супеси и суглинка характерны следующие интервалы физических свойств: плотность частиц — 2,6—2,7 г/см³, гигроскопическая влажность — 0,1—1,3%, содержание ОВ — 0,1—0,5%. Содержание SiO_2 — 86—

94%, Al_2O_3 — 3—6%, Fe_2O_3 — 0,1—1,5%, CaO — 0,1—1,3%, K_2O — 0,8—1,4%, P_2O_5 — 0,01—0,1%, S — 0,06—0,07%.

Илистые отложения в литоральной зоне оз. Святое содержат до 8% органического вещества и более 30% глинистых частиц. С глубиной глинистый ил постепенно сменяется тяжелым суглинком, переходящим ниже в тяжелую супесь (1% ОВ, $C_{<0,005\text{мм}} = 8\%$). Для проб глинистого ила характерны: плотность частиц грунта — 1,8—2,1 г/см³, гигроскопическая влажность — 16—17%. Содержание SiO_2 — 80—88%, Al_2O_3 — 5—7%, Fe_2O_3 — 1,6—3%, CaO — 1—2%, K_2O — 1—1,2%, P_2O_5 — 0,3—0,4%, S — 0,04—0,06%.

Для выделения природно-техногенных геохимических аномалий элементов в литологических разностях осадков был применен подход, основанный на вычислении коэффициентов концентрации относительно фона по отдельным микрокомпонентам (K_c). Коэффициент концентрации, характеризующий интенсивность накопления элемента вычислялся по формуле

$$K_c = C_i / C_{\phi},$$

где C_i — фактическое содержание i -го поллютанта в осадке, мг/кг; C_{ϕ} — фоновое содержание i -го химического элемента в геосреде, мг/кг.

В качестве C_{ϕ} использовались данные по региональной оценке фона микроэлементов в дерново-подзолистых почвах Московской области, дополненные результатами по Западномещерскому почвенному району [6; 2]. Отметим, что, по опубликованным результатам геохимической съемки Шатурского района, в донных отложениях водоемов превышение кларка отмечено по Ba (2,2 Кк), Zn (2,8 Кк), P (7,4 Кк) [7]. Также рассчитан суммарный показатель загрязнения отложений, характеризующий эффект воздействия группы химических элементов:

$$Z_C = K_{C1} + \dots + K_{Cn} - (n - 1),$$

где n — количество учитываемых химических элементов.

Ниже приведены выделенные нами геохимические ассоциации для литологических разностей осадков в районе оз. Святое, представляющие собой ряды элементов, расположенных в порядке уменьшения K_c :

суглинки: As_4 — $Sr_{2,2}$ — Cr_2 — $Hg_{1,5}$ — $Pb_{1,2}$ — $Ba_{1,1}$; $Z_C = 7$;

супеси: As_6 — Sr_3 — $Hg_{1,6}$ — $Co_{1,4}$ — $Cr_{1,3}$ — $Pb_{1,1}$; $Z_C = 9$;

дерново-подзолистая почва (горизонт A_1): As_7 — $P_{2,5}$ — $Sr_{1,5}$ — $Hg_{1,4}$ — $(Cd, Cr)_{1,3}$ — $(Zn, Pb)_{1,1}$; $Z_C = 11$;

зоторфованные супеси: As_7 — Cd_4 — Sr_3 — $Zn_{2,4}$ — Cu_2 — $Ni_{1,8}$ — $Co_{1,5}$ — $Cr_{1,3}$ — $P_{1,3}$; $Z_C = 16$;

глинистые илы: As_{13} — Cd_6 — $(Co, Sr)_5$ — $(Cu, Zn, Ni)_3$ — $P_{1,7}$; $Z_C = 33$.

На основе соотнесения индекса Z_C с ориентировочной шкалой оценки загрязнения [6] показано, что незоторфованные отложения характеризуются слабой степенью загрязненности, зоторфованные супеси и суглинки — средней степенью загрязненности, а глинистые илы — сильной степенью загрязненности.

В осадках Шатурских озер отмечается аномально высокое содержание мышьяка (4—7 фона), стронция (2—5 фона), кадмия (1—6 фона), кобальта (1—5 фона), цинка, меди, никеля (1—3 фона), хрома (1—2 фона), ртути (1—1,5 фона), марганца. Концентрации свинца, бария и фосфора близки к фоновым значениям. Непосредственная близость Шатурской ГРЭС к району исследований, а также отсутствие других крупных загрязняющих предприятий позволяют с достаточной долей уверенности утверждать, что высокие концентрации опасных элементов обязаны своим происхождением именно электростанции [1]. Зависимость интегрального и поэлементного загрязнения озерных отложений от удаленности точки отбора образцов от ГРЭС проявляется нечетко, поскольку данные отложения характеризуются сильной вариацией поглощающей способности, обусловленной различной степенью дисперсности грунтов. В илах по сравнению с незаторфованными супесями концентрации As, Sr, Co, Zn, Cu, Cd, Ni больше, от 2 до 12 раз соответственно. Cr, Hg, Pb, Ba, напротив, накапливаются только в незаторфованных суглинках и супесях, а в илах слабо рассеиваются. Фосфор в озерных отложениях по сравнению с почвами рассеивается.

Установленные и проанализированные геохимические ряды с аномальным содержанием элементов по сравнению с фоном не учитывают существования внутригрупповых корреляционных связей, поэтому они не позволяют судить о парагенезисе компонентов. Для определения состава и интенсивности ассоциаций элементов с тесными внутригрупповыми связями использованы методы многомерной статистики. Была построена корреляционная матрица содержания химических элементов в образцах донных осадков, на основе которой посчитано количество статистически значимых связей, сгруппированных по величине коэффициента линейной корреляции.

Выявленные в ходе анализа элементы (27), за исключением P, Cs, Pb образуют друг с другом статистически значимые связи ($p < 0,05$). Преобладание положительных коэффициентов в корреляционной матрице свидетельствует о совместной концентрации 24 элементов в озерных осадках, т.е. содержание одних элементов прямо пропорционально концентрации других. Вместе с тем количество значимых связей (104 единицы при $p < 0,05$) составляет всего около 30% от общего числа возможных парных связей ($N = 1/2n(n - 1) = 351$, $n = 27$ — количество элементов), что говорит о пониженном уровне единства рассматриваемых элементов в геосистеме.

Величины коэффициентов корреляции (r) в группах Cu—Ni и Zn—Cd достигает 0,99 ($p < 0,01$), между Zn и Ni, Zn и Cu — 0,97, что указывает на тесную взаимосвязь этих четырех тяжелых металлов. Учитывая технофильность и аномально высокое содержание этих элементов в осадках, можно предположить их техногенный генезис (бытовые и промышленные стоки, атмосферные выпадения). Корреляция в группе Mn—Zn — 0,92, Mg—Cd — 0,90. Сера характеризуется заметными отрицательными корреляциями с большинством ТМ, например, в парах Co—S, Ni—S $r = -0,90$. Присутствие серы, вероятно, снижает сорбционную емкость осадков по отношению к металлам.

Для группировки корреляционно связанных элементов с целью выявления природно-техногенных геохимических ассоциаций применен факторный анализ. Результатом стало объединение 19 элементов со значимыми корреляционными связями по трем группам с удельным весом 11,5; 5,3; 3,7% соответственно:

Mg, Mn, Cd, Ni, Zn, Cu, Ca, Fe, S — ассоциация марганца-кадмия;

K, Ba, Ti, Cr, Al — ассоциация титана—алюминия;

Sr, Sc, As, Co, Mo — ассоциация скандия—мышьяка.

Удельный статистический вес каждой группы определяет интенсивность проявления соответствующей геохимической ассоциации. Наибольшей интенсивностью накопления характеризуется первая ассоциация (8 элементов). Максимальным числом значимых внутригрупповых связей (при $p < 0,001$) обладает Mn — 7 единиц, Cd и Ni — по 5, Mg, Zn, Cu — по 4, наименьшим Ca и Fe — по 2, S — 1. Все ТМ из этой группы ассоциируются с марганцем. Кальций и железо испытывают сродство только к марганцу и магнию. Содержание элементов первой ассоциации также тесно связано с количеством глинистой фракции и ОВ в отложениях. Можно предположить, что все металлы этой группы сорбируются на глинистых минералах и гуминовых кислотах, а по крайней мере Cd, Ni, Zn, Cu осаждаются вместе с гидроксидами Mn. Подвижные обменно-сорбированные формы данных ТМ являются потенциальным источником вторичного загрязнения вод озер.

Во второй ассоциации, состоящей из пяти элементов, значимые корреляционные связи ($p < 0,01$) обнаруживаются внутри триады Ti—K—Ba, а также в паре Ti—Al. Наличие алюминия в осадках объясняется присутствием в них глинистых минералов, полевых шпатов, а также гидроксидов алюминия. Титан содержится (до 0,25%) в кластогенной компоненте осадка, в виде обломочных частиц рутила, сфена, ильменита. Такие элементы, как Ba, Rb, V связаны с Al и Ti и, вероятно, присутствуют в малоподвижных кристаллических формах.

Образование третьей ассоциации обусловлено сильным загрязнением осадков мышьяком и стронцием. Источником поступления мышьяка, скандия, молибдена могут быть атмосферные выбросы, а также стоки Шатурской ГРЭС, длительное время использовавшей в качестве топлива торф, являющийся природным концентратом данных элементов. В ассоциации обнаруживается только одна значимая связь в паре Sc—As.

Концентрации P, Cs, Pb имеют независимый характер и не связаны ни с содержанием других микро- и макроэлементов, ни с литологическими особенностями осадков.

Отложения большинства эвторфных и дистрофных озер Шатурской Мещеры водно-ледникового генезиса представлены сапропелями мощностью до 2—5 м на профундали, глинистым илом (до 10% ОВ) и супесями на литорали, залегающими на слабозаторфованных супесях и легких суглинках (до 1% ОВ), переходящих книзу во флювиогляциальные пески калининского ледникового горизонта. В литологических разностях осадков Шатурских озер обнаружена полиэлементная техногенная геохимическая аномалия элементов (As, Sr, Cd, Co, Zn, Cu, Ni, Cr, Hg).

Обработка аналитической геохимической информации методами многомерного статистического анализа позволила установить корреляционную структуру

элементного и литологического состава осадков Шатурских озер, а также выделить три основные группы парагенетически связанных микро- и макроэлементов. Представленные ассоциации химических элементов являются специфической характеристикой современных отложений Шатурских озер, связанной с воздействием ряда природных и техногенных факторов загрязнения (торфяные пожары, теплоэнергетика, химическая промышленность). Состав и интенсивность геохимических ассоциаций отражают как физико-химические свойства отложений, так и особенности поступления и рассеяния химических элементов в осадочной среде.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Веселов Н.В., Горбатов Е.С.* Оценка загрязнения почв и четвертичных отложений Шатурской озерной котловины // *Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2012»* / Отв. ред. А.И. Андреев, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов, М.В. Чистякова. [Электронный ресурс] — М.: МАКС Пресс, 2012.
- [2] *Волгин Д.А.* Фоновый уровень и содержание тяжелых металлов почвенном покрове Московской области // *Вестник МГОУ. Естественные науки.* — 2009. — № 3. — С. 90—95.
- [3] *Расказов А.А., Горбатов Е.С.* Анализ геологического строения и истории развития озерных котловин как основа для геоэкологического мониторинга // *Вестник РУДН. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности».* — 2012. — № 1. — С. 66—73.
- [4] *Сердюкова А.В.* Эколого-геохимическая оценка почв болотных ландшафтов Шатурского района после пожаров // *Геоэкологическое состояние Подмосковной Мещеры* / Под ред. Т.С. Лукьяновой — М.: Изд-во МГОУ, 2012. — С. 81—87.
- [5] *Геологическая карта четвертичных отложений Московской области [Карты]* / Сост. О.Н. Лаврович, З.К. Барашкова, И.П. Бирюков; ред. С.М. Шик. — 1 : 500 000 — М., 1998.
- [6] *Геохимия окружающей среды* / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. — М.: Недра, 1990.
- [7] *О состоянии природных ресурсов и окружающей природной среды Московской области в 2005 году. Государственный доклад* / Под ред. А.С. Качан, Н.Г. Рыбальского. — М.: НИИ-Природа, 2006.

FORMATION AND GEOCHEMISTRY OF LACUSTRINE SEDIMENTS IN SHATURSKAYA MESHCHORA

E.S. Gorbatov

People's friendship university of Russia
Podolscoye shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

The article presents results of the geochemical study of lithologic species of lacustrine sediments of Shaturuskaya Meshchora. Studied the history of the formation of modern lacustrine complexes in the region during the late Pleistocene and Holocene, defined the geochemical characteristics of sedimentation. The results of statistical analysis of elemental composition of lithological species sediments of Shaturuskaya lakes aimed at the identification and delineation of natural and anthropogenic paragenetic associations of chemical elements.

Key words: lacustrine sediments, geoecological condition, geochemical association, lacustrine complexes, sediment, peat.