

всего, наличие или отсутствие коренных источников) факторов россыпеобразования.

В настоящее время наблюдается во многих золотоносных районах Забайкалья парагенетический ряд рыхлых отложений и россыпных золотоносных образований, отражающий пространственно-временное проявление процессов гипергенного изменения рудных тел (коренных источников), физического выветривания, солифлюкции и флювиальных процессов, в ходе которых формировались лито- и гидрогеохимические потоки рассеяния. Рассмотренные выше геоморфологические условия формирования россыпей на исследуемой территории во многом предопределили пространственно-генетическую связь россыпных месторождений и современных природных ландшафтов. Выступая своеобразным «каркасом» любого ландшафта, рельеф в то же время генетически взаимосвязан с образованием рыхлых отложений. Подобная взаимосвязь позволяет предположить, что уже на этапе поисковых геолого-разведочных и оценочных работ можно дать прогнозную оценку влияния разработки россыпных месторождений на природный ландшафт.

## **ГРАНУЛОМЕТРИЯ И ПАЛЕОДИНАМИКА ОЗЕРНО-РЕЧНЫХ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕАНГАРСКОЙ ВПАДИНЫ**

**В.Л. Коломиец**

*Геологический институт СО РАН*

*670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, ба. [kolom@gin.bsc.buryatia.ru](mailto:kolom@gin.bsc.buryatia.ru)*

*В результате детального палеопотамологического, литолого-стратиграфического и фациального анализов отложений террасового комплекса Верхнеангарской впадины выполнены реконструкции палеобстановок среды седиментации. Установлено, что наибольшее развитие в плейстоцене получили накопления аквального парагенетического ряда континентальных осадочных образований (флювиальная и лимническая группы). Начиная с верхнего зоплейстоцена в депрессии имели место несколько крупных озерных проточных водоемов, сменяемых циклами их уменьшения с последующими эрозионными врезами. К финалу плейстоцена озерный режим постепенно переходит в реликтовое состояние и сменяется рекой как главным гидрологическим фактором.*

## Granulometric and paleodynamics of the Pleistocene lacustrine and fluvial deposits in the Upper-Angara depression

V.L.Kolomicz

*In the result of detailed paleopedological, lithological-stratigraphical and faunal analyses of the terrace complex deposits of the Upper-Angara depression, the reconstructions of paleosettings of sedimentary environment have been made. It has been established that the accumulations of aqua paragenetic sequence of continental sedimentary formations (fluvial and limnic groups) mostly developed in Pleistocene. From Upper Eopleistocene in the depression, there were some large lacustrine stream water basins, changed by the cycles of their decrease with the subsequent weathering cuttings. To Late Pleistocene, the lacustrine regime gradually comes into the relic state and is changed by river as the main hydrological factor.*

Верхнеангарская впадина является отрицательной морфоструктурой четвертого порядка в зоне разворота структур Байкальской рифтовой зоны с субмеридионального простирания на северо-восточное. Днище впадины представляет собой плоскую озерно-аллювиальную равнину с соответствующим комплексом флювиальных форм рельефа и по характеру их распространения делится на две составляющие. Пониженный, равнинный юго-западный фрагмент занят поймой рек Верхняя Ангара и Котера. Возвышенно-увалистая северо-восточная часть террасирована, имеет не менее 7 аккумулятивных и эрозионно-аккумулятивных уровней, сложена мощными, преимущественно песчаными, толщами эоплейстоцен-четвертичного возраста с однообразными, как правило, внешними признаками: сходной цветовой гаммой, литологическим составом и текстурными качествами.

*Седьмой уровень эоплейстоцен-нижнечетвертичного возраста высотой 110-140 м, в виде морфологически отчетливо выраженного террасовала распространен на междуречье Гонкули - Янчуя. Отложения его представлены крупными алевритами (средневзвешенный размер частиц  $x=0,04-0,05$  мм) и мелко-тонкозернистыми песками ( $x=0,07-0,08$  мм). Стандартное отклонение, или в применении к гранулометрии, коэффициент сортировки  $\sigma$  незначителен -  $<0,1$ , характеризует данные осадки как хорошо сортированные, подтверждением чему является показатель нормированной энтропии  $H_n$ , математически более значимый, не зависящий от модальности распределений. Значения его изменяются в нешироких пределах - от 0,1 до 0,4, что соответствует хорошо и умеренно сортированным осадкам*

(табл. 1). Коэффициент асимметрии  $S_k > 1$  со сдвинутой модой в сторону мелких частиц оценивает энергетические уронии сил среды седиментации на этот временной срез как незначительные. Экссесс  $\tau$  резко положителен, свидетельствует о стабильной динамике вещества на протяжении всего периода осадконакопления и значительном превышении скорости обработки поступающего в бассейн седиментации материала над его привносом и в целом - относительно спокойном тектоническом режиме. Значения коэффициента вариации  $v$  по всем осадкам попадают в поле от 0,4 до 2,0 и достоверно подтверждают аквальный генезис алевритово-песчаных отложений VII террасы.

Таблица 1

**Статистические параметры осадков**

Террасы	Средний размер х, Мм	Коэффициент сортировки $\sigma$ Мм	Нормированная энтропия $h_T$	Коэффициент асимметрии $S_k$	Экссесс $\tau$	Коэффициент вариации $v$
$a^1 Q_3^1 - Q_4^1$	1,0	0,7	0,7	<1	>0	<2,0
$a^2 Q_3^2$	1,0	0,6	0,8	<1	>0, <0	<2,0
$a^3 Q_3^1$	0,3	0,1	0,4	<1	>0	<2,0
$la^4 Q_3^{3+4}$	0,35	0,5	0,7	<1	«0	<2,0
$al^5 Q_2^{1+2}$	0,15	0,15	0,3	<1	«0	<2,0
$al^6 Q_2^1 - Q_3^1$	0,25	0,25	0,5	<1	«0	<2,0
$al^7 N_2^3 - Q_1^1$	0,06	<0,1	0,25	>1	«0	<2,0

Доказательство водного происхождения данных осадков позволяет провести на основании известной методики палеопотамологических реконструкций дальнейшее восстановление условий осадконакопления по существующим факторам [1, 2; 3, 4].

Накопление песков и алевритов совершалось в неглубоких (до 2,5-3 м) озерных проточных водоемах (табл. 2).

Палеопотоки, транспортировавшие в эти озера рыхлые наносы, характеризовались равнинным (число Фруда  $Fr < 0,1$ ) типом естественных русел с площадью водосбора  $> 100 \text{ км}^2$  в благоприятных условиях состояния ложа и свободного течения воды (коэффициент шероховатости  $p > 40$ ). Минимальные значения срывающих скоростей водного потока, при которых данные отложения приходили в движение и испытывали перенос, составляли 0,25-0,27 м/с, новое осаждение их происходило с уменьшением придонной скорости до 0,17 м/с. Поверхностные скорости течения палеорек были не более

0,3 м/с, уклоны водного зеркала равнялись 0,1-0,2 м/км. Динамика потоков в подавляющем большинстве имела субламинарный режим осаждения ( $x < 0.1$ ), что отвечает способу переноса во взвешенном состоянии. По ф-критерию устойчивости русел, величина которого не превышает 100 единиц, они относятся к слабоподвижным и, следовательно, не способным производить большую эрозионную работу, которая могла бы привести к масштабным изменениям гидрографической сети и рельефа в целом. Диапазон зерен и высокий суммарный процент алевритов (80-90%) указывает на отложение данных осадков в прибрежной полосе акватории озерных водоемов с преобладанием береговых и прибрежных фаций лимнической макрофашии.

Таблица 2

**Палеопотамологические характеристики осадков**

Террасы	Срывающая скорость $v_{ср}$ м/с	Скорость отложения $v_{от}$ м/с	Скорость потока $v$ , м/с	Глубина Н, м	Ширина В, м	Уклон I, м/км	Критерий Ляпина $\beta$	Критерий $\phi$	Коэффициент шероховатости $n$	Число Локхана $\Lambda$	Число Фруда $Fr$
$a^1 Q_0^1 - Q_3^1$	1-1,5	0,7	1-1,3	3-5	100	3,4	$>0,3$	$<1,00$	20-40	3-5	$>0,2$
$a^2 Q_0^2$	1,5-2	0,8-1	1-1,5	3-5	100	3-5	$>0,3$	$<1,00$	20-40	3-5	$>0,2$
$a^3 Q_0^3$	0,3	0,2	0,4	2-3	20-80	0,5	0,2	$<1,00$	$>40$	2-3	$<0,1$
$la^4 Q_0^3 - Q_4^4$	0,6	0,4	0,7	до 2	10-60	1-2	$>0,3$	$<1,00$	20-40	3-4	$>0,1$
$al^5 Q_0^1 - Q_2^5$	0,3	0,2	0,35	до 3	5-20	0,5	$<0,1$	$<1,00$	$>40$	2-3	$<0,1$
$al^6 Q_0^1 - Q_1^6$	0,35	0,2	0,5	до 3	40-60	0,6	0,2	$<1,00$	$>40$	2-3	$<0,1$
$al^7 N_0^3 - Q_1^7$	0,26	0,17	0,3	до 3	до 20	0,2	$<0,1$	$<1,00$	$>40$	1-2	0,01

Палеопотамологические реконструкции на этот временной срез хорошо согласуются с ранее известными выводами о том, что к концу плиоцена отрицательная морфоструктура на месте нынешней Верхнеангарской впадины была выражена почти в современном ви-

де, иначе это нашло бы четкое отражение в осадках [5]. Рельеф, окружающий впадину, не был глубоко расчлененным, так как палеопотоки характеризуются равнинным типом русел с соответствующими гидродинамическими параметрами. Озеро, занимавшее впадину, имело к тому же прямую генетическую связь с Байкалом, свидетельством чему является факт обнаружения Г.Г. Мартинсоном [6] в этих осадках скелетных игл (спикул) байкальских губок *Lubomirskia baikalensis* Pall., *L. fusifera* Dyb., *L. abietina* Swarcz. семейства *Lubomirskiidae*, характерных лишь для вод Байкала и открытых частей его заливов.

*Шестая терраса* ниже-среднечетвертичного возраста высотой 55-80 м занимает центральную часть впадины по обе стороны р. Котера. Отложения ее более разнообразны - от крупных алевритов и тонкозернистых песков ( $\chi=0,05-0,06$  мм) до среднезернистых песков ( $\chi=0,48$ ) с общим преобладанием мелкозернистых ( $\chi=0,15-0,25$ ) разностей. По стандартному отклонению ( $\sigma=0,1-0,4$ ) и нормированной энтропии ( $H_r = 0,3-0,8$ ) осадки умеренно и плохо сортированы, асимметричны ( $S_k < 1$ ) со сдвинутой модой в сторону крупных частиц (относительно высокая энергетика среды седиментации), эксцесс большей частью резко положителен (стабильные тектонические условия осадконакопления, постоянный привнос новых порций материала и слабая динамическая обработка). Коэффициент вариации песков ( $v=0,5-1,7$ ) свидетельствует, в свою очередь, об акумулятивном характере бассейна седиментации. Достоверным подтверждением этому, помимо структурных особенностей, служит набор текстурных признаков (горизонтальная, горизонтально-волнистая, косая, косовеерная слоистость, повсеместная промытость отложений), а также вид кумулятивных кривых с наличием двух, очень характерных перегибов на близких процентных уровнях.

Ввиду общего преобладания в руслоформирующих фракциях мелко-среднезернистых песков становится очевидным главной способ транспортировки обломочных частиц путем сальтации, а также переносом более мелкого субстрата во взвешенном состоянии в виде суспензии за счет гидравлических ловушек. Динамика потока, согласно среднему размеру зерен, имела в основном переходный тип между турбулентным и ламинарным режимом осаждения ( $0,1 < \chi < 1,0$ ). По палеопотамологическим данным глубины таких па-

леобассейнов не превышали 2,5-3 м. Впадающие в озеро (озера) реки ввиду подпора имели незначительные уклоны палеорусел 0,1-0,2 - 0,9-1,0 м/км, скорости транспортировки частиц 0,25-0,35 м/с, придонные скорости отложения 0,17-0,2 м/с, поверхностные скорости течения 0,3-0,5 м/с, максимальные глубины в меженный период 0,3-1,0 м и ширину русел в момент наибольшего заполнения водой 40-60 м. По числу Фруда водотоки характеризовались в основном равнинным ( $Fr < 0,1$ ), реже полугорным ( $Fr = 0,1-0,3$ ) типами постоянных, хорошо разработанных русел с площадью водосбора  $> 100 \text{ км}^2$ , со свободным течением воды в благоприятных и весьма благоприятных условиях состояния ложа ( $n > 40$ );  $\phi$ -критерий устойчивости русел ( $< 100$  единиц) относит их к слабоподвижным.

В фациальном отношении осадки VI террасы имеют двоякую природу: алевритово-песчаные разности с горизонтальной слоистостью отлагались в прибрежной полосе акватории мелководных проточных озерных водоемов со слабым волнением и придонным течением с преобладанием береговых, прибрежных фаций лимнической макрофации, а средне-мелкозернистые пески с косою и диагональной слоистостью – блуждающими речными потоками с замедленными скоростями движения воды (русловые и пойменные фации речной макрофации).

*Пятая терраса* среднечетвертичного возраста высотой 45 м распространена вдоль северного борта котловины, а также в виде фрагментов на юго-восточном обрамлении в междуречье Янчюя – Янчукана и на правобережье среднего течения р. Гонкули.

Отложения по литологии и набору гранулометрических параметров во многом схожи с таковыми из VI уровня. Преобладают горизонтально-, косо- и веернослоистые мелко-тонкозернистые ( $x = 0,1$ ) и средне-мелкозернистые ( $x = 0,1-0,2$ ) пески хорошей и умеренной сортировки ( $\sigma = 0,1-0,2$ ;  $H_r = 0,2-0,4$ ), асимметричные со сдвинутой модой в сторону крупных частиц ( $S_k < 1$ ), имеющие резко положительный эксцесс и значения коэффициента вариации ( $v = 0,3-1,0$ ), соответствующие области осадков флювиального генезиса с сезонными колебаниями водности.

Палеопотамологические характеристики позволяют восстановить следующую ситуацию накопления обозначенных толщ. Аккумуляция совершалась в тех же неглубоких мелководных (до 2,5-3 м) озерных проточных водоемах. Реки, доставлявшие в озерный бас-

сейн наносы, имели поверхностные скорости течения 0,3-0,4 м/с, срывающие скорости, приводящие в движение осадочный материал, 0,25-0,3 м/с, придонные скорости отложения 0,17-0,2 м/с, уклоны водного зеркала 0,1-0,5 м/км, меженные глубины 0,7-1,6 м и ширину русел 5-20 м. По своим гидродинамическим параметрам они могли перемещать осадки по предельному диаметру подвижных частей от алевритово-глинистых частиц до мелко-среднезернистых песков, что полностью совпадает с размерностью изучаемых отложений. Слабоподвижные ( $\varphi < 100$ ) русла равнинного типа ( $Fr < 0,1$ ) с площадью водосбора  $> 100 \text{ км}^2$  этих водотоков находились в естественных, благоприятных условиях состояния ложа со свободным течением воды ( $p > 40$ ). Вычисленные значения числа Лохтина ( $\Lambda = 2,7-3,0$ ) свидетельствуют о приближении исследуемых потоков, как, впрочем, и других водных артерий, сформировавших более высокие террасы, к конечному водоему (придельтовые условия), чем, по видимому, обусловлена некоторая изменчивость ширины русел за счет деления единого более крупного русла на ряд рукавов. По фациальной природе осадки принадлежат к речной и лимнической макрофациям.

Существование озерных проточных водоемов в нижне-среднечетвертичное время в Верхнеангарской депрессии равным образом подтверждается находками остатков спонгиозауны [6]. Здесь, помимо байкальских эндемиков семейства *Lubomirskiidae*, которые играют уже подчиненную роль, появляются губки – бодяги *Spongilla lacustris* L., *S. fragilis* Leidy, *Ephydatia fluviatilis* L. речного семейства *Spongillidae* общесибирского характера. Поэтому есть основание утверждать, что осадконакопление происходило в обстановке бухты или залива, связанного с Байкалом, типа современных мелководных байкальских соров, где в настоящее время обитают оба семейства.

*Четвертая терраса* ранне-верхнеплейстоценового возраста высотой 25 м распространена локально в низовьях рек Гонкули и Янчуй, имеет более пестрый литологический состав - от мелкозернистых песков ( $x=0,1-0,2$ ) до мелких галек ( $x=21,6$ ) с преобладанием средне-мелкозернистых песков ( $x=0,15-0,25$ ). Текстура – горизонтальная, косая, перекрестная. Песчаные разности характеризуются умеренной и умеренно-плохой сортировкой ( $\sigma=0,1-0,5$ ;  $H_r=0,4-0,7$ ), гравийно-галечные осадки, наоборот, несортированы и абсолютно

несортированы ( $\sigma=9,2-17,9$ ;  $H_r=0,8-0,9$ ). Наблюдается асимметрия распределений: крупнозернистые фракции сортированы лучше, мелкозернистые - хуже ( $S_k < 1$ ). Эцссесс резко положителен. Значения коэффициента вариации по отдельным гравийно-галечным пробам  $> 2$ . Это обстоятельство является доказательством того, что в отложениях, помимо осадков аллювиального происхождения, присутствует материал иного генезиса, скорее всего пролювиального, доставляемого за счет довольно сильных эпизодических потоков.

Палеопотамологические показатели на этот срез более контрастны. Помимо палсорек, схожих с водными системами нижнего - среднего плейстоцена, здесь имели место горные потоки с развитыми аллювиальными грядовыми формами ( $F_r=0,4-0,5$ ) и засоренными, извилистыми, каменистыми руслами с беспокойным течением ( $n=20-21$ ). Поверхностные скорости течения их составляли 2,8-3,1 м/с, пульсационные срывающие скорости транспортировки обломочного материала - 1,6-1,8 м/с, придонные скорости отложения - 1,1-1,2 м/с, глубины в меженьный период - до 2 м и уклоны водного зеркала 9-10%. По своим гидродинамическим параметрам они могли перемещать обломки пород среднекрупногалечного размера ( $d_{max}=50-60$  мм), что не противоречит истинному положению, - по грананализу количество такого компонента достигает 7-12%. Универсальный критерий Ляпина ( $\beta=0,7$ ), обосновывающий определенную поступательность и направленность характера движения водной среды, указывает на возможность образования в руслах среднегрядовых подвижных форм рельефа с высотой гряд до 0,4-0,5 м, длиной 24-26 м и скоростью перемещения 4,6-5,5 мм/с. Динамика потоков имела уже ярко выраженный турбулентный режим осаждения. Таким образом, осадки, образовавшиеся в исходных условиях, по фациально-генетической природе относятся к аллювиальным русловым грядовым и в меньшей степени - пойменным пескам речной макрофаии.

Верхнеплейстоценовая *третья надпойменная терраса* высотой 14-17 м хорошо выражена вдоль русла Верхней Ангары и ее притоков. Сложена преимущественно горизонтально и пологоволнисто-слоистыми средне-мелкозернистыми песками ( $x=0,16-0,2$  мм) с редкими примесями алеврито-тонкозернистых частиц ( $x=0,06-0,1$  мм) и включениями мелкого гравия ( $x=3,0$  мм).



Отложения характеризуются хорошей и умеренной сортировкой ( $\sigma=0,05-0,2$ ;  $H_r=0,2-0,6$ ). имеют асимметричное распределение со сдвинутой преимущественно в сторону крупных частиц модой ( $S_k < 1$ ). Энергетизм живых сил седиментации при их накоплении был относительно высоким, тектонические условия осадконакопления – стабильными, с некоторым дефицитом поступающего вещества ( $\tau > 0$ ,  $\tau < 0$ ). Коэффициент вариации определяет генезис данных осадков ( $v=0,5-1,86$ ) как флювиальный. В палеогидрологическом режиме не наблюдается каких-то бы ни было резких отличий от схожих ситуаций осадконакопления, свойственных IV-V террасам.

Верхнечетвертичная *вторая*, высотой 10-12 м, и голоценовая *первая* (4-5 м) *террасы* прослеживаются по долинам Верхней Ангары и ее притоков, характеризуются довольно схожим литологическим составом. Осадки – хорошо сортированные горизонтально- и косослоистые мелко-среднезернистые пески с существенной примесью гравийно-галечно-валунных включений (русловая и пойменная фациальные группы речной макрофазии). Накопление осуществлялось постоянными слабоподвижными – подвижными извилистыми потоками полугорного и горного грядового типа в благоприятных и обычных условиях состояния ложа с некоторыми неправильностями в направлении струй течения и рельефе дна, со срывающимися скоростями 0,3-0,5 – 1,5-2,0 м/с, скоростями отложения 0,2-0,4 – 0,8-1,3 м/с, поверхностными скоростями течения 0,3-0,6 – 2,5-3 м/с, уклонами водного зеркала 0,5-0,6 – 9-10 м/км, с турбулентным и переходным режимами осаждения, переносом в виде сальтации и донного волочения, что подтверждается значениями универсального критерия Ляпина ( $\beta=0,2-0,72$ ). По гидродинамическим показателям подобные потоки в значительной степени близки уже к параметрам сегодняшних основных рек впадины – Верхней Ангары, Котеры, Янчуя, Чуро, Гонкули.

В некоторых образцах псков из террас верхнечетвертичного возраста, в свою очередь, обнаружены спиккулы Любомирскидов в угнетенном состоянии, что дает возможность заключить следующее. Несмотря на общее преобладание в разрезах этих террас речных осадков, в Верхнеангарской впадине все еще сохранялись реликты более древнего водоема, генетически связанного с Байкалом и существовавшего изолированно от реки. Ввиду сокращения озер и становления реки как основного гидрологического фактора эколо-

гические условия проживания не благоприятствовали *Lubomirskidae* и они постепенно замещались губками семейства *Spongillidae*, доминирующими уже в голоцене.

*Исследования проводятся при поддержке РФФИ (грант №05-05-97281).*

#### **Литература**

1. Животовская А.И. Опыт восстановления параметров потока по ископаемому аллювию // Очерки по физической седиментологии. Л.: Недра, 1964. – С. 98-120.
2. Шванов В.Н. Песчаные породы и методы их изучения. Л.: Недра, 1969. – 248 с.
3. Коломиец В.Л. Литологический анализ с целью корреляции песчаных толщ Нижнестуркинской впадины // Вопросы геологии кайнозоя Прибайкаля и Забайкалья. Улан-Удэ: БНЦ СО АН СССР, 1991. – С. 43-57.
4. Коломиец В.Л. Палеообстановка среды седиментации четвертичных осадков Тункинской впадины // Ежегодник-94. Вып. 1. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1994. – С. 90-92.
5. Геоморфология Северного Прибайкалья и Станового нагорья / Базаров Д.-Д.Б., Резанов И.Н., Будаев Р.Ц. и др. М.: Наука, 1981.- 198 с.
6. Думитрашко Н.В., Мартинсон Г.Г. Результаты изучения спонгиофауны террас Прибайкалья // Известия АН СССР. Серия геологическая. Вып. 5. 1940. – С. 98-106.

## **ТЕРМАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ БАРГУЗИНСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

**М.К. Чернявский**

*Геологический институт СО РАН*

*670047, г Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а, E-mail. plyusnin@gin. bsc. buryatia.ru*

*Одним из природных богатств, которыми славится Баргузинский заповедник, являются термальные источники Большереченские и Давишинский. Они являются важной и неотъемлемой частью экосистемы оз. Байкал - участка Всемирного наследия, а также представляют интерес как объекты туризма. Источник Давишинский относится к горячинскому типу азотных сульфатно-натриевых термальных вод, а Большереченская группа терм относится к гидрокарбонатно-сульфатным натриевым термам аллинского типа. Определение содержаний микроэлементов в гидротермах произведено нейтронно-активационным методом. Растительный и животный мир на термальной площади вокруг источников отличается своеобразием.*