УДК 551.435.13 + 551.89

АКВАЛЬНЫЙ МОРФОГЕНЕЗ И ПАЛЕОЛАНДШАФТНЫЙ ОБЛИК СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ФЛАНГА БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ В КВАРТЕРЕ

© 2015 В.Л. Коломиец^{1,2}, Р.Ц. Будаев¹

¹ Геологический институт СО РАН, г. Улан-Удэ ² Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

Поступила в редакцию 22.05.2015

В статье приводятся результаты палеопотамологического, литолого-стратиграфического, фациального и палинологического анализов отложений террасового комплекса системы Муйских впадин, что позволило реконструировать палеообстановки среды седиментации. Установлено, что наибольшее развитие в плейстоцене получили накопления аквального парагенетического ряда континентальных осадочных образований (флювиальная и лимническая группы). Начиная с верхнего эоплейстоцена в депрессиях 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 фактором формирования отложений.

Ключевые слова: Байкальская рифтовая зона, Муйские впадины, аквальный седиментогенез, палеоландшафты, террасовый комплекс, генезис осадков

Северо-восточный фланг Байкальской рифтовой зоны объединяет ряд отрицательных тектонических морфоструктур - Горбылокскую, Муйско-Куандинскую и Парамскую котловины. Горбылокская впадина ориентирована на северо-восток, размеры ее: длина - 60 км, ширина 8-15 км. Плоское днище имеет абсолютные высоты 520-600 м. Парамская впадина длиной 50 км и шириной 10-14 км расположена у подножья южного склона Северо-Муйского хребта. С юга низкогорной грядовой перемычкой она отделена от Муйско-Куандинской депрессии. Днище Парамской впадины разделяется на три участка: два из них – западный и восточный – опущены, плоские, заболоченные, а третий, центральный - увалистый и сложен значительными по мощности песчаными разновозрастными отложениями. Муйско-Куандинская впадина самая крупная – длина ее 90 км, ширина 25-27 км. Внутреннее строение неодинаково, западная часть занята песчаными увалами, восточная часть более равнинная и заболоченная.

В результате довольно сложного геологического развития, обусловленного значительными проявлениями дифференцированных неотектонических движений, в процессе рифтогенеза на протяжении квартера, в Муйских депрессиях сформировался полигенетический комплекс больших по мощности осадочных толщ. Так, в предгорных частях впадин, в устьях водотоков различного порядка происходило образование конусов выноса,

Коломиец Владимир Леонидович, кандидат геологоминералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геологии кайнозоя, доцент кафедры геологии. Еmail: kolom@gin.bscnet.ru

Будаев Ринчин Цыбикжапович, кандидат геологоминералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории геологии кайнозоя. E-mail: budrin@gin.bscnet.ru которые привели к возникновению подгорных пролювиальных равнин вдоль подножья обрамляющих впадины Северо- и Южно-Муйского хребтов. Здесь же весомая роль принадлежит и другим аккумулятивным формам флювиогляциального, лавинного, обвально-осыпного и солифлюкционного происхождения. Напротив, днища впадин, в течение всего периода эволюции Байкальского рифта, являли собой бассейны седиментации преимущественно озерно-речных отложений, сформировавших не менее 8-ми эрозионноаккумулятивных и аккумулятивных террасовых уровней (рис. 1).

Наиболее древние отложения позднеплиоцен-раннеэоплейстоценового возраста слагают самый высокий VIII уровень высотой 160-200 м, который прослеживается на междуречье Муи и Мудирикана (Муйско-Куандинская впадина), Муи и Парамы (Парамская впадина) и по правобережью р. Муякан. Он состоит из мелко-среднезернистых песков с субгоризонтально-волнистой текстурой. Показатели коэффициента вариации осадков (у=0,4-0,9) подтверждают аквальное происхождение песков (поле смешанного аллювиальноозерного генезиса) (табл. 1; рис. 2). По палеопотамологическим данным накопление совершалось в условиях обширных слабопроточных неглубоких (до 2-3 м) озерных водоемов с умеренным гидрологическим режимом слабоподвижных водотоков равнинного типа (число Фруда Fr<0.1), транспортировавших сюда обломочный материал (табл. 2). По фациальной природе осадки имеют двойственный характер: субгоризонтально-слоистые разности отлагались в прибрежной полосе акватории мелководных стационарных водоемов со слабым волнением и придонным течением, а наклоннослоистые пески – блуждающими потоками с замедленными скоростями движения воды.

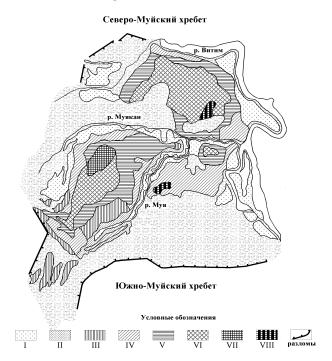


Рис. 1. Террасовый комплекс Муйско-Куандинской впадины (римские цифры – порядковые номера террасовых уровней).

В спорово-пыльцевом спектре из нижних горизонтов толщи преобладает пыльца древесных пород (70-90%): Tsuga sp., Abies sp., Larix sp., Larix dahurica (Turcz.), Picea omorica, Picea sp., Eupicea sp., Pinus pumila Rdl., Pinus sibirica Mayr., Pinus Haploxylon, Pinus Diploxylon, Salix sp., Carya sp., Corylus sp., Alnus sp., Betula sp., Quercus sp., Ulmaceae. Травы представлены Gramineae и Сурегасеае. В подстилающих горизонтах средней части толщи имеет место сокращение в первую очередь пыльцы теплолюбивых пород широколиственных деревьев. В верхах толщи древесные виды восстанавливают свою численность (70-75%), доля мелколиственных пород составляет 12-21%,

травы (17-18%) состоят из полыней, вересковых и трехбороздовых. Таким образом, климатические условия периода накопления данных осадков были теплыми и достаточно влажными с постепенным похолоданием вверх по разрезу (исчезновение теплолюбивых форм). Одновозрастные отложения слагают нижнюю часть высокого террасоувала р. Муя высотой 160-170 м в 5 км к западу от устья р. Келяна. В основании террасоувала были вскрыты переслаивающиеся мелко-, средне- и крупнозернистые пески с тонкими слойками темноцветов. Осадки промытые, сортированные с субгоризонтальной и косой слоистостью.

Минералогическими исследованиями установлено, что отложения нижней и средней частей разреза сформированы в едином седиментационном цикле. По разрезу наблюдается значительное преобладание минералов с умеренной миграционной активностью (амфиболов - 22-44%, эпидота -18-31%, пироксенов – 2-8%) над более устойчивыми минералами (гранаты - 3-4%, магнетит - 8-22%, сфен – 6-10%). Коэффициент устойчивости минералов легкой фракции колеблется от 1,1 (в низах разреза) до 0,7 (в средней части) и несколько повышается вверх по разрезу (до 0,9). Окатанность зерен кварца плохая, лишь редкие из них имеют сглаженные поверхности. Полевые шпаты окатаны лучше кварца (1-2 класс). Вторичные минералы представлены мартитом, лейкоксеном, глинистыми минералами.

По данным палинологического анализа в период формирования осадков из низов песчаной толщи на склонах грабена преобладали степные ландшафты с островными лесами (17,7%). В составе лесной растительности доминировали сосновые, встречался также тополь, единично – ель, береза, ольховник. Присутствие в составе флоры значительного количества влаголюбивых растений (осоковые, лилейные, ежеголовниковые, ирисовые, шейхцерия, папоротниковые) свидетельствует о локальных увлажненных участках.

Таблица 1. Средние значения статистических	параметров осадк	ов террасовых уровней
---	------------------	-----------------------

Террасы	Средний	Коэффици-	Коэффици-	Эксцесс	Коэффи-	
	размер,	ент сорти-	ент асим-		циент ва-	
	MM	ровки, мм	метрии S _k		риации ν	
$a^{1}Q_{3}^{4}-Q_{4}^{1}$	0,62	0,28	<1	<0	1,26	
$a^2Q_3^2$	0,26	0,19	<1,>1	>0, <0	0,99	
$a^{3}Q_{3}^{1}$	0,34	0,21	<1,>1	>0, <0	0,77	
$la^4Q_2^{3+4}$	0,35	0,19	<1,>1	>0	0,54	
$al^5Q_2^{1+2}$	0,39	0,23	<1	>0	0,59	
$al^6Q_1^2-Q_2^1$	0,35	0,21	<1	>0	0,61	
$al^7E_2-Q_1^1$	0,32	0,18	<1	>0	0,58	
$al^8N_2^3-E_1$	0,30	0,20	<1	>0	0,55	

Примечание: а – аллювий; l – озерные отложения; $a^1...al^8$ – порядковые номера террас; Q_4 – голоцен; Q – неоплейстоцен (Q_1 – ранний, Q_2 – средний, Q_3 – поздний); E – эоплейстоцен (E_1 – ранний, E_2 – поздний); E_2 – плиоцен

Террасы	Сры- ваю- щая ско- рость, м/с	Ско- рость отло- же- ния, м/с	Ско- рость пото- ка, м/с	Глу- би- на пото ка, м	Шири- на по- тока, м	Ук- лон, м/к м	Кри те- рий Ля- пи- на	Кри- терий Ф	Коэф- фици- ент шеро- хова- тости	Число Фруда Fr
$a^{1}Q_{3}^{4}-Q_{4}^{1}$	0,39	0,25	0,59	1,05	26,3	1,84	0,39	≈100	36,1	0,15
$a^2Q_3^2$	0,31	0,20	0,42	1,24	39,4	0,46	0,22	<100	42,4	0,05

34,3

21,9

31,1

26,8

22,7

25,0

0,77

0,75

0,90

0,76

0,62

0,70

0,26

0,27

0,29

0,27

0,25

0,23

<100

<100

<100

<100

<100

<100

40,7

39,9

39,5

40,3

40,8

41,0

0,08

0,08

0,09

0,08

0,07

0,07

1,20

0,99

1,15

1,09

1,03

0,98

0,46

0,47

0,49

0,47

0,45

0,43

Таблица 2. Средние значения палеопотамологических характеристик осадков террасовых уровней

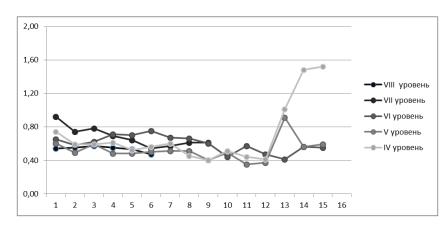


Рис. 2. Сопоставление значений коэффициента вариаций v в пробах отложений высокого террасового комплекса Муйско-Куандинской впадины. Для рис. 2 и рис. 3 значения v нанесены по оси ординат:v<0,4 – озерные, 0,4<v<0,8 – лимно-аллювиальные, 0,8<v<2,0 – речные

Седьмой эрозионно-аккумулятивный террасовый уровень ранне-среднечетвертичного возраста высотой 100-140 м прослеживается на междуречьях Муи - Мудирикана, Парамы - Муи, Парамы -Витима. Отложения - от тонкозернистых до крупно-среднезернистых с общим преобладанием средне-мелкозернистых кварц-полевошпатовых песков субгоризонтальной, горизонтальноволнистой и косой слоистости. Значения коэффициента вариации песков (у=0,4-0,85) определяют аквальный характер бассейна седиментации и принадлежность отложений к смешанному озерно-аллювиальному генотипу. Глубины палеобассейнов не превышали 2,5-3,5 м, впадающие в озера реки, ввиду подпора, имели равнинные, реже полугорные (Fr=0,1-0,3), слабоподвижные (ϕ <100), хорошо разработанные русла в благоприятных условиях состояния ложа (речная и лимническая макрофации).

 $a^3Q_3^1$

 $la^4\overline{Q_2^{3+4}}$

 $al^5Q_2^{\overline{1+2}}$

 $al^6\overline{Q_1^2}$ - Q_2

 $al^7E_2-Q_1^1$

 $al^{8}N_{2}^{3}-E_{1}$

0,33

0,33

0,34

0,33

0,32

0,31

0,21

0,21

0,22

0,21

0,21

0,20

В спорово-пыльцевых спектрах данного уровня (скважина 14, глубина 10,3 м) доминирует

пыльца деревьев и кустарников – 62% (Pinus silvestris L., Pinus sibirica Mayr., Abies sp., единично – Carpinus sp., Quercus sp., Corylus sp.). Споровых растений 28% (Polygonaceae, Sphagnum sp.), пыльца трав отсутствует. Такой состав спектра указывает на зональный характер произрастания растительности - нижний, светлохвойный ярус, состоящий из сосны обыкновенной, и средний, темнохвойный (сосна кедровидная, пихта) горнотаежный пояс. Травяной покров этих лесов - папоротники и сфагновые мхи. В составе придолинных сообществ встречались редкие широколиственные породы - дуб, граб, лещина. Климатические условия седиментации – умеренно-теплые и влажные. Палинологическим спектрам средней части разреза (6,0 м) свойственно достаточно высокое содержание споровой флоры – 58% (Polypodiaceae, Sphagnum sp., Bryales sp.), деревьев и кустарников - до 38%, разнотравья - 4%. Произрастали леса сомкнутого типа с богатым моховопапоротниковым покровом в достаточно влажных и умеренных климатических условиях. Иной характер имеет палинокомплекс с глубины 3-4 м. Заметно сокращается количество пыльцы дендрофлоры, исчезают широколиственные породы, появляются новые виды — Lycopodium clavatum, Ophioglossaceae, Ephedra sp., Artemisia sp. Следовательно, аккумуляция осадков этого горизонта происходила в довольно холодное и сухое время. Часть территории была занята степной растительностью, преобладали открытые пространства.

Шестой террасовый уровень среднеплейстоценового возраста высотой 50-80 м имеет довольно широкое распространение в Муйской системе впадин на междуречных пространствах Муи и Мудирикана, Муи и Парамы, протягивается полосой по правобережью р. Муя выше Таксимского сужения. Пятый террасовый уровень высотой 40 м сформировался во второй половине среднего плейстоцена. Отложения его узкой выдержанной полосой окаймляют высокие песчаные увалы Муйских впадин. Среди отложений данных террас преобладают горизонтально-, косо- и волнистослоистые мелко-среднезернистые пески. Аккумуляция происходила в стационарных проточных водоемах с некоторым увеличением их осредненных глубин до 15-20 м. Реки, доставлявшие сюда наносы, имели слабоподвижные (ϕ <100 единиц) русла равнинного и полугорного типов с площадью водосбора >100 км² в естественных условиях состояния ложа со свободным течением воды. Следовательно, осадки террас отлагались в проточных озерах и однонаправленных слаботурбулентных речных потоках.

По палинологическим показателям осадки VI террасы четко подразделяются на две разнородных толщи. Низы разреза (правый склон р. Муи в 3-х км выше устья р. Мудирикан) характеризуютпреобладанием пыльцы кустарниковой растительности - 64-87,5% (Pinus silvestris L., Pinus sibirica Mayr., Picea sp., Abies sp., Betula sp., Alnaster sp.), трав – 6,7-33% (главным образом Artemisia sp.), спор – до 25,8% (Polypodiaceae, Bryales sp.). Данный флористический состав свидетельствует о существовании хвойных лесов с элементами темнохвойных пород, травяным покровом, папоротниками в подлеске в достаточно гумидных и умеренных климатических условиях. В спектре верхней части произошли изменения состава компонентов - исчезли темнохвойные породы, возросла роль ксерофитов (Chenopodiaceae, Artemisia sp.). Большее развитие получили сосново-березовые редколесья с открытыми остепненными участками, климат стал засушливым.

По результатам спорово-пыльцевого анализа отложений V террасы (разрез на правом склоне долины р. Муи в районе озера Бурдуковского) выделены 4 комплекса. Первый комплекс (глубина 27-32 м) по составу основных элементов (Pinus silvestris L., Betula sp., Cyperaceae, Selaginella sp.)

описывает существование своеобразных горнолесостепных группировок в достаточно влажном климате. Второму комплексу (10-20 м) присущи высокие содержания дендрофлоры – 58-91% (Pinus silvestris L., Betula sp., Alnaster sp., Salix sp., Corylus sp., Juglans sp.), злаково-разнотравная растительность – 7-21% (Gramineae) и споры – 3-19% (Polypodiaceae, Bryales sp.). Были распространены сосново-березовые леса с ольховником, зарослями ивы и единичными представителями широколиственных пород в климатических обстановках чуть теплее предыдущих. Третий комплекс (5-9,5 м) состоит из деревьев и кустарников – 53-86% (Pinus silvestris L., Betula sp.), ксерофитов – 14-29% (Artemisia sp.), споровых - до 18% (Polypodiaceae, единично Bryales sp.) и указывает на вероятность существования лесостепных группировок. В четвертый комплекс (0,9-4,5 м) входят Pinus silvestris L. (34-44%), Betula sp. (31%), Alnaster sp. (6-24%), Gramineae (28%), Compositae (до 4,5%), Artemisia sp. (5-24%) при отсутствии споровых. Произрастали сосново-березовые леса разреженного типа в климатических условиях постепенного снижения тепло- и влагообеспеченности.

К первой половине среднего неоплейстоцена относятся также гляциальные отложения самаровской эпохи оледенения (плохо сортированный, массивный с признаками слоистости валунногалечный материал с супесчаным заполнителем и следами транспортировки ледником – ледниковой «мукой», штриховкой, шрамами), соподчиненные с ними флювиогляциальные (слоистые, отмытые, песчано-гравийно-галечные смеси с небольшим количеством малых валунов), а также лимногляциальные (сортированные, ритмично-слоистые мелко-тонко-зернистые пески, алевриты, песчаногравийные смеси) накопления.

По гранулометрическим характеристикам отложения IV террасы (20-25 м), образовавшейся во второй половине среднего плейстоцена (ширтинско-тазовское время), подразделяются на две толщи. Нижняя сложена горизонтально- и косослоистыми мелко-среднезернистыми песками с прослоями галечно-гравийного материала, отлагавшимися потоками, принадлежащими полугорному с развитыми аккумулятивными формами типу постоянного, сравнительно чистого русла с площадью водосбора >100 км². Верхняя толща субгоризонтально-волнис-тыми представлена тонкослоистыми алевритами и тонкомелкозернистыми песками. Осадконакопление совершалось в более глубоких, озеровидных водоемах при критически малых скоростях движения наносов.

Позднечетвертичные, казанцевская III (15–18 м) и ермаковская II (10–12 м) террасы выполнены горизонтально-, косослоистыми среднемелкозернистыми песками и горизонтальнотонкослоистыми крупными алевритами (рис. 3). В палеогидрологическом режиме не наблюдается

каких-то резких отличий от схожих сценариев седиментогенеза, свойственного IV террасе. В палинологических спектрах верхних и средних горизонтов III террасы господствует дендрофлора (70-75% – Pinus silvestris L., Pinus sibirica Mayr., Picea sp., Betula sp., единично – Populus tremula L., Abies sp., Larix sp., Ericaceae). Травянистая растительность (19-29%) состоит из Сурегасеае, Ranunculaceae, Polygonaceae, Compositae, Caryophyllaceae. Споровые растения представлены Polypodiaceae. В подстилающей толще преобладают травы (51% -Gramineae, Cyperaceae, Chenopodiaceae, Compositae, Artemisia sp.), древесных пород – 27% (Pinus silvestris L., Betula sp. и редко – Populus tremula L., Larix sp.), споровые – Bryales sp. и Sphagnum sp. Ввиду преобладания ксеромезофитных трав и споровых растений можно утверждать об умереннохолодном и сравнительно влажном климате низов толщи. Средняя и верхняя части образовались при умеренно-теплом климате.

Спорово-пыльцевой спектр из отложений II террасы р. Муя вблизи с. Усть-Муя состоит из мезоксерофитных трав (до 85% – Gramineae, Artemisia sp., Compositae, Cyperaceae), древесные видов 3–5% (Picea sp., Pinus sp., Betula sp., Alnus sp., Larix sp.), споровых растений 1-3% (Filicales), что свидетельствует о преобладании степных ландшафтов с небольшими островками леса. Ермаковский возраст формирования II террасы и, следовательно, холодных климатических условий подтверждается находками костных остатков Coelodonta antiquitatis Blum., Equus caballus L., Equus hemionus Pall., Mammuthus primigenius Blum. [1].

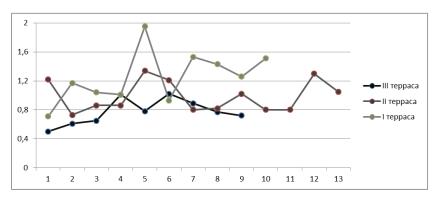


Рис. 3. Сопоставление значений коэффициента вариаций v в пробах отложений низкого террасового комплекса Муйско-Куандинской впадины.

Другими генотипами континентальных осадочных образований, сформировавшихся в начале позднего неоплейстоцена, являются пролювиальные и аллювиально-пролювиальные отложения конусов выноса и наземных дельт, а также пролювиально-делювиальные образования подгорных шлейфов. Они образуют аккумулятивную предгорную равнину на левобережье р. Муя, наклоненную в сторону днища. Мощность щебнистоглыбовых, галечно-валунных осадков с супесчаным заполнителем по отдельным скважинам достигает 20 м. Ледниковые (слабоокатанный псефитовый материал с суглинистым заполнителем) и флювиогляциальные (грубообломочные отложения с песками) осадки ермаковского времени имеют горнодолинный характер распространения и не выходят непосредственно в днище впадины. К отложениям сартанского времени относятся каровые морены, флювио- и лимногляциальные отложения, а также широкий комплекс осадков склонового генезиса.

Строение I террасы финальнонеоплейстоцен-раннеголоценового возраста (7-9 м) двучленно: верхняя часть сложена горизонтально- и волнисто-слоистыми алевритистыми песками, в низах толщи присутствуют косослоистые крупносреднезернистые пески с примесью псефитовых включений. Аккумуляция осуществлялась постоянными слабоподвижными – подвижными извилистыми потоками полугорного и горного грядового типов в обычных условиях состояния ложа.

Спорово-пыльцевой спектр из нижней толщи данной террасы (левый склон долины р. Муя в 4 км выше устья р. Мудирикан) характеризуется преобладанием пыльцы споровых растений – 45% (Polypodiaceae, Lycopodiaceae, Sphagnum sp., Bryales sp., Botrychium sp.), меньше древесно-кустарниковых пород – 30% (Betula sp., Alnaster sp.), трав – 25% (Gramineae, Compositae, Ranunculaceae). Приведенный палинокомплекс описывает довольно холодные климатические условия периода седиментации в сартане, подтверждением чему является наличие гидролакколитов в разрезе.

К раннему голоцену отнесен аллювий высокой поймы и сопряженные с ней аллювиальнопролювиальные, пролювиальные, аллювиальноозерные, озерно-болотные, лимнические, коллювиальные и коллювиально-пролювиальные отложения. Поздний голоцен представлен речными фациями низкой поймы, аллювиально-озерными, озерными, озерно-болотными и болотными генотипами.

Выводы: наибольшее развитие в квартере Муйских впадин получили накопления аквального парагенетического ряда континентальных осадочных образований (флювиальная и лимническая группы). Начиная с позднего эоплейстоцена во впадинах существовало несколько крупных озерных проточных водоемов. В неоплейстоцене отмечается до четырех продолжительных периодов резкого изменения климата (похолодание – потепление), в целом, синхронным оледенениям Западной Сибири. Первое было самым значительным по своим масштабам и произошло в первой половине среднего неоплейстоцена (самаровское время). К финалу неоплейстоцена озерный режим постепенно переходит в реликтовое состоя-

ние и сменяется рекой как главным гидрологическим фактором седиментогенеза. По сумме гидродинамических характеристик палеопотоки, сформировавшие низкий терра-совый комплекс, существенным образом прибли-жаются к параметрам современных главных рек впадины – pp. Муя, Муякан, Мудирикан, Куанда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Зеленский, Е.Е. Кайнозойские отложения района нижнего течения р. Муи // Вопросы геологии Бурятии. – Улан-Удэ: Бурятское книжное изд-во, 1971. С. 53-60.

AQUATIC MORPHOGENESIS AND PALEOLANDSCAPE APPEARANCE IN NORTH-EASTERN FLANK OF THE BAIKAL RIFT ZONE DURING THE QUATERNARY

© 2015 V.L. Kolomiyets^{1,2}, R.Ts. Budayev¹

¹ Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude ² Buryat State University, Ulan-Ude

The article presents the results of detailed paleopotamological, lithological-stratigraphic, facies and palynological analysis deposits terraced complex of the Muya hollows system, which allowed reconstructing the sedimentary environment of paleosettings. It has been established that the accumulations of aqua paragenetic sequence of continental sedimentary formations (fluvial and lacustrine groups) mostly developed during the Pleistocene. From Upper Eopleistocene in the depressions, 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 factor of deposits accumulation.

Key words: Baikal rift zone, Muya hollows, aquatic sedimentogenesis, paleolandscapes, terraced complex, genesis of sediments

Vladimir Kolomiyets, Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Research Fellow at the Laboratory of Cenozoic Geology, Associate Professor at the Geology Department. E-mail: kolom@gin.bscnet.ru Rinchin Budayev, Candidate of Geology and Mineralogy, Senior Research Fellow at the Laboratory of Cenozoic Geology. E-mail: budrin@gin.bscnet.ru