



УДК 631.4

DOI <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.29.73>

Палеоэкологические условия почвообразования и осадконакопления на высокой пойме реки Белой (Западное Прибайкалье)

С. Л. Куклина, Г. А. Воробьева

Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

E-mail: kukl_swet@mail.ru

Аннотация. На примере вскрытых отложений разрезов повышенной мощности, заложенных на территориях георхеологических объектов, изучено стратиграфическое строение высокой поймы притока Ангары – р. Белой. Подробно проанализированы особенности почвообразования и осадконакопления на участке за последние 14–16 тыс. лет. Описаны отличия в морфологических, физических и химических свойствах аллювия сартанского (позднеледникового) и голоценового возраста. Реконструирована динамика гидродинамической активности реки, а также других событий, обусловливавших смену палеоэкологической обстановки на рубеже позднеледниковья и голоцена.

Ключевые слова: Западное Прибайкалье, палеоэкология, высокая пойма, паводки, аллювиальное почвообразование, пойменное осадконакопление.

Для цитирования: Куклина С. Л., Воробьева Г. А. Палеоэкологические условия почвообразования и осадконакопления на высокой пойме реки Белой (Западное Прибайкалье) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. 2019. Т. 29. С. 73–87. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.29.73>

Введение

После обильных дождей, прошедших летом 2019 г. в Иркутской области, левые притоки Ангары, стекающие с гор Восточного Саяна, вышли из берегов, затопив обширные площади. На юго-западе региона в городах Тулуне (р. Ия), Нижнеудинске (р. Уда) и близлежащих населённых пунктах наводнения имели катастрофический масштаб и оказались двухфазными. В первую фазу наводнения р. Ия поднялась в районе г. Тулуна до 14 м, что превысило критическую отметку в два раза. Разлившаяся река затопила не только пойму, но также всю первую и часть второй надпойменной террасы. Во вторую фазу наводнения уровень подъема воды в р. Ие составил 10 м. Значительный подъём уровня был зафиксирован и на других левых притоках Ангары: реках Иркуте, Китое, Белой, Оке. Синхронность гидрогеологических событий на этих водотоках подтверждается согласованностью графиков средних значений колебания уровня воды в реках на протяжении 11-летнего периода наблюдений (рис. 1).

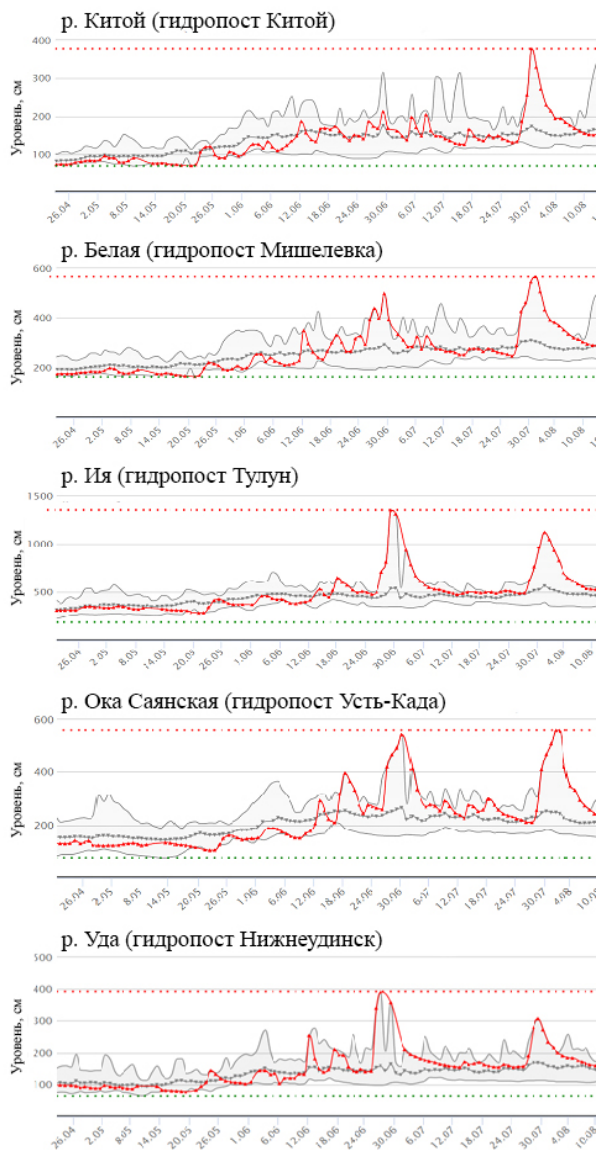


Рис. 1. Динамика колебаний уровня воды в левобережных притоках р. Ангары (реки Китой, Белая, Ия, Ока, Уда) в мае – августе за 11-летний период: область заливки – межгодовые колебания уровня; сплошная кривая с точками – средние значения; зелёная пунктирная линия – абсолютный минимум; красная пунктирная линия – абсолютный максимум, красная сплошная кривая с точками – колебания уровня в 2019 г. По данным сайта Allrivers.info. [Справочная информация ...]

Участившиеся за последнее время крупные наводнения на реках Сибири связывают с достаточно резкими изменениями современного климата. Однако гидрогеологические данные свидетельствуют, что на протяжении XX в. катастрофические подъёмы воды, например, в реках, стекающих с гор Восточного Саяна, происходили неоднократно [Зонов, 1966].

Палеоэкологический анализ пойменно-аллювиальных процессов через расшифровку условий почвообразования и осадконакопления в долинах рек в разные интервалы времени формирует основу для понимания интенсивности и частоты таких событий. Такую информацию можно получить, исследуя особенности строения разрезов пойм и низких надпойменных террас с помощью комплексного междисциплинарного педолитологического подхода [Воробьева, 2010].

Долину реки Белой можно считать типичной среди левых притоков Ангары и рассматривать как модель для реконструкции палеогидрогеологических, палеоклиматических и палеоэкологических событий в Прибайкалье.

Целью настоящего исследования является палеоэкологическая реконструкция процессов почвообразования и осадконакопления на высокой пойме реки Белой на основании анализа отложений разрезов, содержащих информацию об особенностях гидродинамического режима реки за длительный период времени (по крайней мере, 14–16 тыс. лет).

Материалы и методы

Опорными объектами исследования явились почвы и отложения двух разрезов повышенной мощности, заложенных на высокой пойме среднего течения р. Белой на территориях геoarхеологических объектов (ГАО) «Усть-Хайта» (У-Х) и «Горелый Лес» (Гл) (рис. 2). Для получения дополнительной информации изучались обычные почвенные разрезы высокой поймы р. Белой.

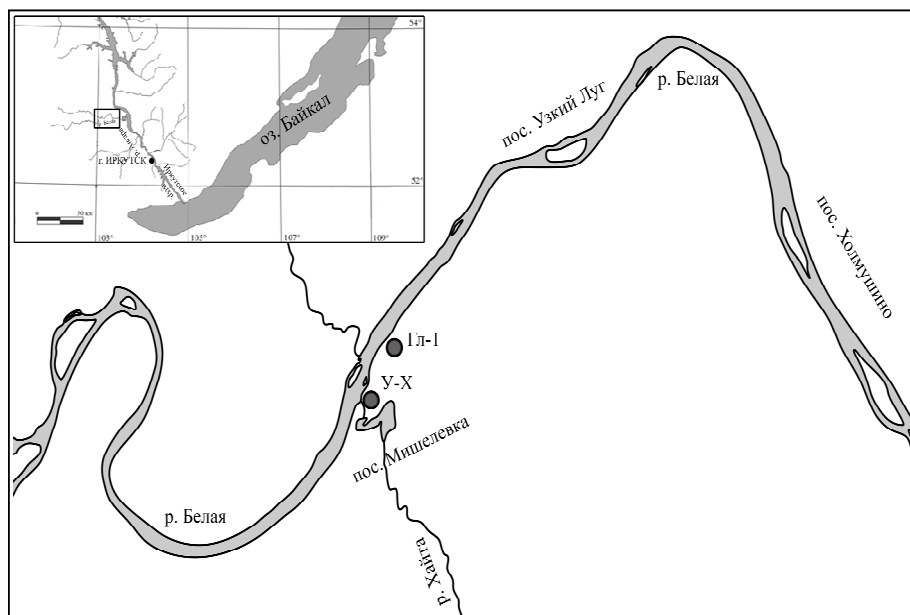


Рис. 2. Карта-схема расположения объектов исследования

Для палеоэкологических целей применялся комплексный педолитологический подход [Воробьева, 2002, 2010], включающий методы, общепринятые в почвоведении (морфологическое описание почв, определение pH, общего гумуса, группового и фракционного состава гумуса, гранулометрического состава, обменных оснований); литологический метод (установление генетического типа отложений и особенностей осадконакопления); стратиграфический и событийный подходы (расшифровка сигналов изменения палеоэкологической среды и стратиграфическая привязка этих событий).

При анализе полученных данных использовались опубликованные данные по геoarхеологическим объектам в долине р. Белой [Weber, 1995; Бердникова, Воробьева, Ощепкова, 1998; Геоморфология и стратиграфия..., 2000; Бердникова, Воробьева, 2006; Воробьева, 2010; Бердникова, Воробьева, 2012; Burying Dogs..., 2013; Holocene zooarchaeology..., 2017].

Результаты и обсуждение

Разрезы Гл-1 и У-Х расположены в пределах археологических раскопов многослойных археологических стоянок «Горелый Лес» (8 к. г.) и «Усть-Хайта» (16 к. г.). Культурные горизонты обоих объектов включают остатки материальной культуры человека в диапазоне от финального мезолита до железного века включительно [Многослойный геoarхеологический..., 2001; Куклина, Стерхова, Игумнова, 2007; Воробьева, 2010; Бердникова, Воробьева, 2012]. Разрезы заложены на высокой пойме р. Белой (относительные отметки 6–7 м).

В свойствах отложений разрезов Гл-1 и У-Х прослеживаются общие закономерности, обусловленные глобальными и региональными изменениями климата. По особенностям морфологических, некоторых химических и физических свойств в каждом разрезе можно выделить 6 пачек отложений (рис. 3), между которыми возможно проследить корреляцию. Ниже представлена обобщённая характеристика отложений каждой пачки. Средние значения всех аналитических показателей по пачкам отложений разрезов Гл-1 и У-Х приведены в табл. 1.

Характеристика пачек приведена снизу вверх.

Пачка 1 (вскрытая глубина в разрезах Гл-1 – 240–210 см, У-Х – 345–300 см) представлена оглееными тонкослоистыми отложениями. Оглеение указывает на периодически застойное увлажнение. Содержание гумуса около 0,5 % в светлоокрашенных слоях, 1,2 % – в более тёмных, соотношение гуминовых и фульвокислот (Сгк:Сфк) ~0,5 (см. табл. 1), преобладают фракции фульвокислот, связанных с кальцием. Тонкая хорошо выраженная слоистость негумусированных отложений с включением маломощных слабогумусированных прослоек, не нарушенных энтомофауной и корнями растений, свидетельствуют о холодном климате, существовавшем во время формирования пачки 1. Предположительный возраст (по аналогии с другими разрезами высокой поймы р. Белой) – среднесарганский (Sr³, 16–14 тыс. лет).

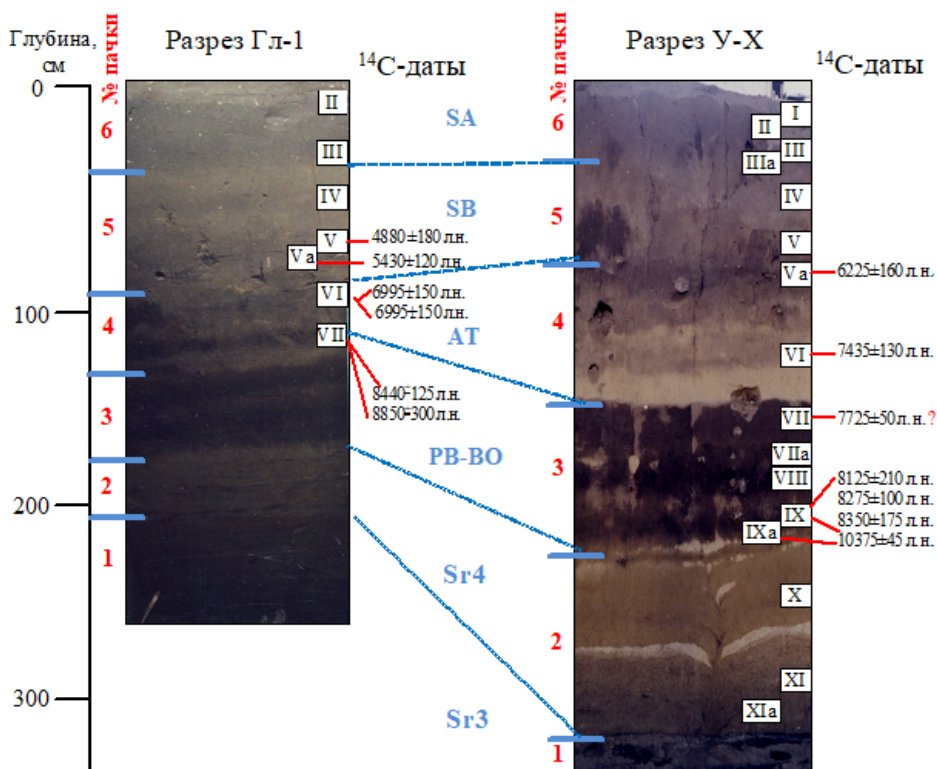


Рис. 3. Корреляция отложений разрезов «Горелый Лес» (Гл) и «Усть-Хайта» (У-Х). Условные обозначения: периоды голоцена: SA – субатлантический, SB – суббореальный, AT – атлантический, PB – пребореальный, BO – бореальный; стратиграфические подразделения сартанского периода: Sr⁴ – поздний сартан, Sr³ – средний сартан; I–XIa – номера культуровмещающих горизонтов.

Пачка 2 (глубина в разрезах Гл-1 – 210–170 см, У-Х – 300–230 см) представлена слабогумусированными прослойками мощностью 2–3 см, которые переслаиваются с негумусированными тонкослоистыми отложениями. Среднее содержание гумуса в светлоокрашенных слоях – 0,2 %, в более тёмных – до 2,1 %, Сгк:Сфк ~ 0,6. В составе гумуса преобладают фракции, связанные с кальцием. В разрезе У-Х в этой пачке отложений обнаруживаются узкие криогенные трещины (см. рис. 3) шириной до 10 см, глубиной 50–60 см. Отложения пачки 2 (по аналогии с другими разрезами) можно отнести к холодному позднесартанскому (Sr⁴) времени 14–10,3 тыс. л. н.

На границе второй и третьей пачек отмечается резкое изменение морфологических свойств отложений: появляются хорошо выраженные гумусовые горизонты, характеризующиеся расширенным отношением Сгк:Сфк и др., что обусловлено активным развитием травянистой растительности и связано с быстрым потеплением климата. В соответствии с этими сигналами мы проводим здесь границу между отложениями сартанского и голоценового возраста.

Таблица 1

Гранулометрический состав и свойства отложений высокой поймы р. Белой
(среднее содержание в пачке, в случае резких колебаний показателей указан диапазон)

№ пачек	Среднее содержание фракций, %, размер в мм						Соотношение фракций		Химические свойства		
	1–0,25	0,25–0,05	1–0,05	0,05–0,01	0,01–0,001	<0,001	$\frac{1-0,05}{0,05-0,001}$	$\frac{0,05-0,001}{<0,001}$	Общий гумус, %	Сгк/Сфк	Обменные $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ мг-экв/100г
Разрез Гл-1											
6	4	67	71	18	10	10	4,1	1,3	2,71	1,2	19,0
5	11	67	78	14	11	9	5,8	1,4	2,16	1,4	16,6
4	11–26	57–75	68–91	57–75	8–13	9	8,4	1,4	1,31–3,52	0,6–1,2	15,2
3	35	47	83	9	8	9	9,6	1,1	2,40–4,90	0,6–1,3	15,7
2	21–35	58	86	5–13	8	7	6,1	1,5	0,98	0,6	14,3
1	25	58	83	11	8	7	7,6	1,3	1,20	0,5	11,1
Разрез У-Х											
6	5	40	45	46	38	10	1,0	6,2	2,43–4,43	1,2	22,3
5	2	18–38	30	51	41	19	0,6	3,8	3,77	1,1	26,4
4	4	8–35	25	58	44	15	0,5	5,5	2,96	1,3	18,0–31,0
3	5–16	35	45	38	30	16	1,2	2,8	0,53–3,20	1,4	12,4–22,8
2	4	6	10	62	46	19–35	0,2	3,3	0,20–2,12	0,6	5,6–35,6
1	2	11	13	51	47	36	0,3	2,5	0,53	0,4	22,6

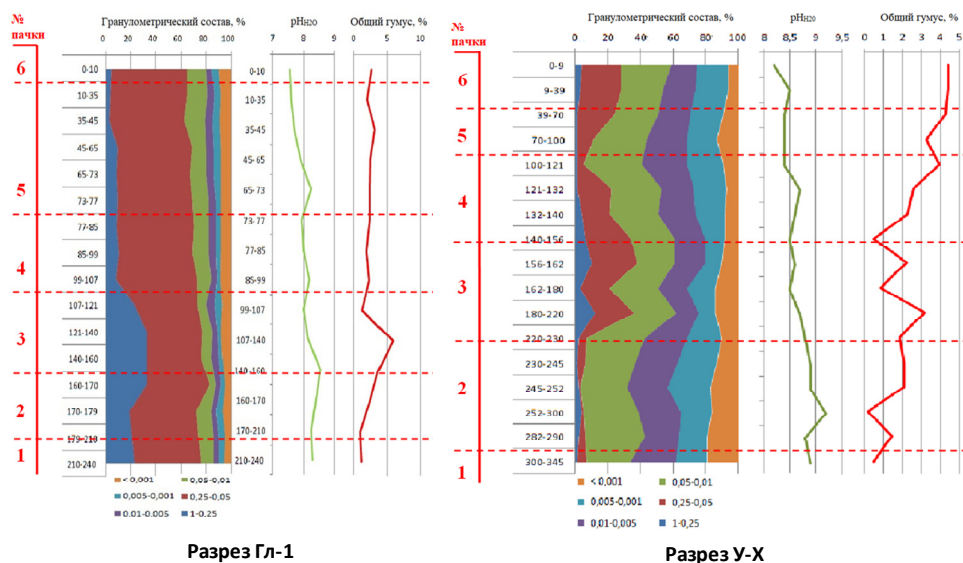


Рис. 4. Некоторые свойства серогумусовой аллювиальной (Гл-1) и тёмногумусовой аллювиальной почвы (У-Х)

Пачка 3 (глубина в разрезах Гл-1 – 170–121 см, У-Х – 230–156 см) – самая тёмноокрашенная пачка отложений, состоящая из чередующихся тёмно- и светлоокрашенных слоёв различного гранулометрического состава и мощности. Содержание гумуса в тёмноокрашенных горизонтах достигает 3,2 (разрез У-Х) и 4,9 % (разрез Гл-1), Сгк:Сфк > 1. Относительно высокое

содержание гумуса и гуматный его состав могут свидетельствовать о благоприятных условиях для развития травянистых биоценозов и почвообразования. По сравнению с другими литологическими пачками в пачке 3 отмечается максимальное содержание фракций песка (рис. 4). Облегченный гранулометрический состав, наличие светлых прослоек между темноокрашенными горизонтами, следы размывов указывают на нестабильную гидродинамику р. Белой в период формирования этой пачки. Для неё имеются несколько радиоуглеродных дат (см. рис. 3), которые находятся в интервале от 10,3 до 7,7 тыс. л. н., что свидетельствует о раннеголоценовом возрасте отложений 3-й пачки (РВ-ВО).

Пачка 4 (глубина в разрезах Гл-1 – 121–85 см, У-Х – 156–100 см) представлена отложениями с неясно выраженной слоистостью и следами размывов гумусированных горизонтов. Пачка содержит два достаточно мощных (по 8–10 см) гумусированных слоя с содержанием гумуса до 2,4 %, переслаивающихся со светлым негумусированным материалом (0,53–0,87 % гумуса); Сгк:Сфк > 1. Содержание и состав гумуса в темноокрашенных горизонтах свидетельствуют об условиях, благоприятных для развития луговой растительности. В гранулометрическом составе отложений, так же как и в пачке 3, заметно увеличение доли песчаных фракций. Эти особенности состава и свойств вместе с морфологически выраженными следами размывов позволяют предположить, что во время формирования этой пачки гидродинамический режим реки был активным. Археологический материал, радиоуглеродные даты (7,4–7,0 тыс. лет назад) и климатические особенности подтверждают, что формирование отложений пачки 4 происходило в среднеголоценовое время (АТ) 8,0–5 тыс. лет назад.

Пачка 5 (глубина в разрезах Гл-1 – 85–18 см, У-Х – 100–39 см) представлена неравномерно окрашенными, перевеянными и проработанными энтомофауной отложениями. В строении пачки можно различить 2–3 гумусированных горизонта одинаковой мощности (7–9 см), разделённых светлыми слоями такой же мощности. Наблюдается небольшое «утяжеление» гранулометрического состава по сравнению с пачкой 4. Содержание гумуса составляет 2,3–4,3 %, Сгк:Сфк ≥ 1. В разрезах и раскопах ГАО «Горелый Лес» в отложениях этого возраста отмечены следы криогенного трещинообразования [Куклина, Ребриков, 2001]. Ширина трещин в устье около 15–30 см, вертикальная мощность – около 60–80 см. Ритмика почвообразования и осадконакопления, изменения интенсивности гумусообразования, следы криогенеза могут свидетельствовать о чередовании более тёплых фаз с холодными. Возраст пачки – суббореальный (SB) 5–2,5 тыс. лет, что находит подтверждение в культурных остатках, относящихся к эпохе бронзы.

Пачка 6 (глубина в разрезах Гл-1 – 18–0 см, У-Х – 39–0 см) представлена современным гумусовым горизонтом АУ (разрез Гл-1) и АУ (разрез У-Х). Морфологически в пачке можно выделить три гумусированных слоя, которые заметно педотурбированы. Содержание гумуса варьирует от 2,1 до 4,4 %, состав гумуса фульватно-гуматный, Сгк:Сфк ≥ 1. Из гранулометрического состава отложений пачки практически исчезает фракция среднего

песка, что указывает на отсутствие высокой энергии паводковых потоков, достигающих поверхности высокой поймы. Возраст пачки – субатлантический (SA) 2,5–0 тыс. лет.

Генезис отложений литологических пачек 1–4 – аллювиальный. При этом генезис пачки 1 в разрезе У-Х озёрно-аллювиальный, на что указывает тонкая горизонтальная слоистость отложений на фоне сильного оглеения – индикатора недостатка кислорода при застойном водном режиме. Литологические пачки 5 и 6 формировались при участии субаэральных процессов: привноса делювиального и эолового материала, перевевания аллювия. Особенности строения пачки 6 указывают на крайне редкие затопления поверхностей высокой поймы.

Изменения климата, несомненно, влияют на процессы осадконакопления и гумусообразования, которые находят свое отражение не только в морфологических, но и в химических и в физических свойствах. Наиболее информативными для палеореконовструкций являются гранулометрический состав, содержание и состав гумуса почв и отложений. Эти характеристики для каждой из шести пачек отложений ниже рассмотрены более детально.

Гранулометрический состав как индикатор палеоклиматических условий. Несмотря на различия отложений разрезов Гл-1 и У-Х по гранулометрическому составу, характер изменений вверх по профилю разреза позволяет выявить в них однонаправленные и синхронные палеоклиматические сигналы.

С гидрологических позиций, обусловленных палеоклиматическими событиями, наиболее показательными нам представляются следующие особенности гранулометрического состава: резкие колебания содержания тех или иных фракций в пределах одной пачки, а также уровни резких изменений содержания каких-либо фракций по профилю (см. табл. 1).

Пачки 1 и 2. В разрезе Гл-1 в пачке 2, в отличие от пачки 1, отмечаются резкие колебания в содержании среднего песка (21–35 %). В разрезе У-Х, где содержание этой фракции незначительно, индикатором палеоклиматических изменений выступают колебания в содержании ила (19–35 %) (см. табл. 1). Указанные колебания можно рассматривать как сигналы неустойчивой позднесартанской природной обстановки.

Как установлено ранее [Воробьева, 2010], в Прибайкалье для позднесартанского времени было характерно чередование криоаридных фаз с фазами потепления. Эти климатические колебания способствовали значительным изменениям в энергетике водных потоков, что, вероятно, и отразилось на гранулометрическом составе пачки 2 в обоих разрезах.

Пачка 3. В разрезе Гл-1 пачка 3 характеризуется максимально высоким (35 %) содержанием фракции среднего песка. В разрезе У-Х содержание фракции среднего песка во всех пачках незначительно (2–5 %), но в пачке 3 содержание этой фракции повышено (максимум 16 %), и при этом отмечаются сильные колебания показателей (5–16 %). Повышенное содержание и/или выраженные колебания содержания этой фракции указывают на значительное усиление гидродинамической активности водных потоков, а наличие подобных сигналов в обоих разрезах указывает на синхронность событий.

Напомним, что пачка 3 имеет раннеголоценовый возраст (по ^{14}C – 10,3–8 тыс. лет). Тогда потепление климата вызвало массовое таяние многолетней мерзлоты в долинах рек, ледников и снежников в горах. Всё это способствовало активизации гидрологической активности рек, следствием чего явились высокие летние паводки, способствующие транспортировке более крупного материала.

Пачка 4. Для пачки в разрезе Гл-1 характерны резкие колебания содержания песчаных фракций: для фракции среднего песка – 11–26 %, для фракции мелкого песка – 57–75 %. В разрезе У-Х резкие колебания отмечаются для фракции мелкого песка – 8–35 %.

Существенные колебания в содержании песчаных фракций пачки 4 свидетельствуют о многократных фазах усиления гидродинамической активности речных потоков, высоких паводках и частых наводнениях. Действие процессов находит подтверждение в следах размыва пойменных отложений пачки 4 разреза У-Х.

Пачка 4 формировалась в тёплый атлантический период (АТ) среднего голоцена и имеет возраст 8–5(4,5) тыс. лет. Климатическим оптимумом голоцена в регионе является позднеатлантическое время (6–5 тыс. л. н.), когда деградация многолетней мерзлоты происходила наиболее активно, следствием чего являлись частые бурные паводки, нередко катастрофического характера.

Пачки 5 и 6. Верхние пачки отложений наращивали мощность только при паводках, высота которых была близка или превышала критические отметки. В этих случаях поверхность высокой поймы заливалась паводковыми водами, уже потерявшими основные запасы грубодисперсных частиц, которые осели на более низких уровнях пойменного рельефа. Существенные колебания содержания фракций отмечены только в пачке 5 разреза У-Х, в которой содержание мелкого песка составляет от 18 до 38 %.

Содержание и состав гумуса и особенности сложения пойменных отложений как индикаторы палеоклиматических условий. В Западном Прибайкалье на процесс гумусообразования в почвах в первую очередь влияет теплообеспеченность, однако в поймах рек дополнительным фактором является длительность промежутков между паводками.

Анализируя распределение гумуса по горизонтам разрезов высокой поймы (Гл-1 и У-Х), следует отметить ряд закономерностей, которые проявляются и в строении других разрезов по всей высокой пойме долины р. Белой.

Низкая гумусированность отложений пачек 1 и 2 (минимальное содержание гумуса в песчаных слоях – 0,20 %, максимальное в гумусированных суглинистых – 2,12 %) свидетельствует о слабом развитии растительности. Фульватный состав гумуса и палевая окраска почвенных горизонтов – свойства, характерные только для доголоценовой части разрезов и нехарактерные для вышележащей голоценовой толщи. Тонкая ненарушенная слоистость отложений указывает на отсутствие биотурбаций и свидетельствует о неблагоприятных условиях для развития почвенной фауны (червей, насекомых, грызунов и др.), что обусловлено низкими температурами в толще доголоценового аллювия и на его поверхности 16,0–10,3 тыс. л. н.

Резкие изменения в гумусированности и составе гумуса отложений на границе 2-й и 3-й пачек могут служить основанием для отнесения времени формирования нижних пачек (1-й и 2-й) к завершающим фазам последнего ледниковья – холодной сартанской эпохе, а верхних пачек (3–6) – к межледниковым условиям голоцена.

Развитие тёмноокрашенной гумусированной толщи (пачка 3) и увеличение содержания гуминовых кислот в составе гумуса в пачках 3–6 могут рассматриваться как индикаторы значительного потепления климата в голоцене, по сравнению с сартанским временем.

Повышенная мощность гумусовых горизонтов и их значительная гумусированность (содержание гумуса от 2,16 до 4,90 %) характерны для отложений пачек 3–6. Это указывает на условия, благоприятные для развития растительности, гумусообразования и гумусонакопления благодаря повышенной теплообеспеченности климата на протяжении всего голоцена (10,3–0 тыс. л. н.).

Следы интенсивной проработки 5-й и 6-й пачек аллювиальных отложений энтомофауной и следы их перевевания указывают на редкость фаз затопления, на начало выхода поверхности высокой поймы р. Белой из поемного режима и развитие на ней преимущественно субаэральных процессов (эоловых и делювиальных). Начало этих процессов можно датировать примерно 5–4,5 тыс. л. н., дальнейшее развитие продолжается до настоящего времени и имеет тенденцию к усилению при антропогенном воздействии.

Основные выявленные нами природно-климатические события сведены в табл. 2. Стратиграфическая привязка событий дана по морфологическим особенностям почв и отложений, радиоуглеродным датировкам, имеющимся для ГАО «Горелый Лес» и «Усть-Хайта» и по аналогии с разрезами других археологических объектов на высокой пойме р. Белой.

Заключение

На высокой пойме р. Белой разрезами Гл-1 и У-Х вскрыты отложения сартанско-голоценового возраста (16–0 тыс. лет назад), формирование которых началось в условиях последнего ледниковья и продолжается в условиях межледниковья.

Временная граница между сартанской ледниковой и голоценовой межледниковой эпохами в изученных разрезах совпадает с литологической границей между пачками 2 и 3. Она выявляется по резкой смене гранулометрического состава отложений, содержанию карбонатов (голоценовые отложения бескарбонатные или содержат значительно меньше карбонатов, чем сартанские отложения), по степени гумусированности и составу гумуса. В ранне- и среднеголоценовых отложениях (РВ-ВО, АТ) зафиксированы следы бурных паводков (слои, обогащённые фракцией среднего песка, следы размывов гумусовых горизонтов). Периоды снижения гидродинамической активности р. Белой проявляются в аллювии в виде «утяжеления» гранулометрического состава и появления гумусовых горизонтов повышенной мощности.

Таблица 2

Стратиграфический разрез высокой поймы р. Белой: условия осадконакопления и почвообразования

№	Страт. подразд возраст ^{14}C , тыс. лет	Разрез	Культуросодержащие горизонты (к. г.) и ^{14}C -даты	Характеристика отложений	Климат, явления
6	SA 0–2,5 (0–2,7)*	Гл-I	I, II, III	Гумусовый горизонт современной почвы, хорошо проработанный энтомофаунной и корнями растений, переветн, со следами былой слоистости	Современный климат, редкое затопление высокой поймы, развитие эоловых процессов на её поверхности
		У-X	I, II, III		
5	SB-(AT3) 2,5–4,9 (2,7–5,7)*	Гл-I	IV V – 4880 ± 180 л. н. (ТИН 4366) Va – 5430 ± 120 л. н. (R1-52)	Ритмичное чередование серых гумусовых и светлоокрашенных горизонтов примерно одинаковой мощности со следами биотурбаций и переветывания	Чередование тёплых фаз с более прохладными, ослабление аллювиальных процессов, активизация эоловых процессов. Криогенное трещинообразование ~ 2,5 т. л. н.
		У-X	IV, V		
4	AT 4,9–8,0 (5,7–8,8)*	Гл-I	VI – 6995 ± 150 л. н. (R1-50a), 6995 ± 150 л. н. (R1-50)	Гумусированные горизонты, со следами значительных размывов, переслаивающиеся с негумусированными прослойками песчаного состава (для разреза У-X – тяжёлые суглинки)	Потепление, активное почвообразование, высокая гидродинамическая активность р. Белой, бурные паводки, интенсивное размывание аллювиальных образований и почв
		У-X	Va – 6225 ± 160 л. н. (COAH-4439), VI – 7435 ± 130 л. н. (COAH-4441)		
3	PB-BO 8,0–10,3 (8,8–11,6)*	Гл-I	VII – 8440 ± 125 л. н. (R1-51), 8850 ± 300 л. н. (KPIЛ-234)	Наиболее мощные и тёмноокрашенные гумусированные горизонты, со следами размывов, переслаивающиеся с негумусированными тонкими прослойками песчано-суглинчатого состава (для разреза У-X – тяжёлые суглинки)	Резкое потепление, активизация почвообразования, увеличение гидродинамической активности р. Белой, периодические высокие паводки, размывы поверхности поймы
		У-X	VII – 7725 ± 50 л. н. (COAH-4442) VIII, IX - 8125 ± 210 л. н. (COAH-4432), 8275 ± 100 л. н. (COAH-4650), 8350 ± 175 л. н. (COAH-4651), IXa – 10375 ± 45 л. н. (Ox 23873)		
2	Sr ⁴ 10,3–14,0 (11,6–17,0)*	Гл-I	к. г. не обнаружены	Тонкослоистые супеси, переслаивающиеся с песками и слабогумусированными суглинками (для разреза У-X – тяжёлые суглинки и глины). Сильная окисленность	Криаридный климат с кратковременными фазами потепления, криогенное трещинообразование Следы землетрясения – спуск озера в устье р. Хайты
		У-X	X, XI, Xia		
1	Sr ³ 14,0–16,0 (17,0–19,3)*	Гл-I	к. г. не обнаружены	Оглеенные, карбонатные, тонкослоистые пески и супеси, переслаивающиеся со слабогумусированными супесями (для разреза У-X – глины). Накопление озёрно-аллювиальных отложений в устье р. Хайты	Криаридный климат, колебания гидродинамической активности реки. Существенные подпрудные озера в устье р. Хайты
		У-X	к. г. не обнаружены		

Примечание: I–Xia – номера культуросодержащих горизонтов, подчёркнута дата, вызывающая сомнения; * – календарное (калиброванное) время

К процессам, которые не связаны с климатом или связаны только косвенно, можно отнести следы спусков озёр, вероятно, спровоцированные землетрясениями. Следы этих событий фиксировались по смене генезиса отложений (разрез У-Х) и по слоям аккумуляции песчаных наносов (разрез Гл-1).

Таким образом, аллювиальные почвы долины р. Белой содержат в себе информацию не только о современных экологических условиях почвообразования, которые доступны простому наблюдению, они хранят также информацию о палеоэкологических событиях, которые имели место на протяжении последних 16 тыс. лет.

Список литературы

Бердникова Н. Е., Воробьева Г. А. Роль природных обстановок в освоении территорий древним человеком (на примере долины р. Белой, Прибайкалье) // Современные проблемы археологии России. Т. 1 : материалы Всерос. археол. съезда (23–28 окт. 2006 г., Новосибирск). Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2006. С. 164–166.

Бердникова Н. Е., Воробьева Г. А. Особенности многослойных геoarхеологических объектов в нижнем течении р. Белой (юг Байкальской Сибири) // Евразия в кайнозое. Стратиграфия, палеоэкология, культуры. 2012. Вып. 1. С. 54–72.

Бердникова Н. Е., Воробьева Г. А., Ощепкова Е. Б. Геоморфология и стратиграфия геoarхеологического объекта Усть-Белая (основная площадь изучения) // Палеоэкология плейстоцена и культуры каменного века Северной Азии и сопредельных территорий : материалы Междунар. симп. Новосибирск : Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 1998. Т. 2. С. 26–36.

Воробьева Г. А. Педолитологический подход в изучении геoarхеологических объектов // Пластинчатые и микропластинчатые индустрии в Азии и Америке : материалы Междунар. конф. Владивосток : Изд-во ДВГУ, 2002 г. С. 31–35.

Воробьева Г. А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2010. 205 с.

Геоморфология и стратиграфия нового многослойного археологического местонахождения Усть-Хайта / С. С. Осадчий, А. В. Тетенькин, Н. А. Савельев, Е. С. Игумнова // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. Новосибирск : Изд-во Ин-та археологии и этнографии СО РАН, 2000. Т. 6. С. 192–196.

Зонов Б. В., Шульгин М. Ф. Гидрология рек бассейна Братского водохранилища. Москва : Наука, 1966. 168 с.

Куклина С. Л. Аллювиальные почвы долины р. Белой (Приангарье) // Почвы холодных областей : генезис, география, экология (к 100-летию со дня рождения проф. О. В. Макеева) : материалы науч. конф. Улан-Удэ, 2015. С. 24–25.

Куклина С. Л. Строение аллювия разных уровней поймы реки Белой (Приангарье) и свойства формирующихся на них почв // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Биология. Экология. 2017. Т. 21. С. 72–84.

Куклина С. Л., Стерхова И. В., Игумнова Е. С. Особенности строения отложений геoarхеологического объекта Усть-Хайта // Северная Евразия в антропогене: человек, палеотехнологии, геоэкология, этнология и антропология : материалы Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рождения М. М. Герасимова. Иркутск : Оттиск, 2007. Т. 1. С. 333–339.

Куклина С. Л., Ребриков П. Н. Почвы высокой поймы реки Белой (Прибайкалье) на геoarхеологическом объекте «Горелый лес» // Почва как связующее звено функционирования природных и антропогенно преобразованных экосистем : материалы межрегион. науч.-практ. конф. Иркутск : Изд-во ИГУ, 2001. С. 49–51.

Многослойный геoarхеологический объект Усть-Хайта (предварительные данные) / Н. А. Савельев, А. В. Тетенькин, Е. С. Игумнова, Т. А. Абдулов, Е. М. Инешин,

С. С. Осадчий, В. М. Ветров, А. М. Клементьев, М. П. Мамонтов, Л. А. Орлова, И. В. Шибанова // Современные проблемы Евразийского палеолитоведения : материалы докл. Междунар. симп., посвящ. 130-летию открытия палеолита в России, Иркутск, 1 авг. 2001 г. Новосибирск : Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 2001. С. 338–352.

Справочная информация об уровне рек для туристов-водников, каякеров, рыбаков. URL: <https://allrivers.info/region/russia/siberia/> (дата обращения: 01.09.2019).

Burying Dogs in Ancient Cis-Baikal, Siberia: Temporal Trends and Relationships with Human Diet and Subsistence Practices / R. J. Losey, S. Garvie-Lok, J. A. Leonard, A. M. Katzenberg, M. Germonpré, T. Nomokonova, M. V. Sablin, O. I. Goriunova, N. E. Berdnikova, N. A. Savel'ev // PLOS ONE. 2013. Vol. 8, Is. 5. DOI: 10.1371/journal.pone.0063740

Holocene zooarchaeology of Cis-Baikal / Losey R. J., Nomokonova T. (eds.). Mainz : Nünnerich-Asmus Verl. & Media, 2017. 144 p.

Weber A. The Neolithic and Early Bronze Age of the Lake Baikal region, Siberia: A review of recent research // J. World Prehist. 1995. Vol. 9(1). P. 99–165.

Paleoecological Conditions of Soil Formation and Sedimentation on the High Floodplain of the Belaya River (Baikal Region)

S. L. Kuklina, G. A. Vorobyeva

Irkutsk State University, Irkutsk, Russian Federation

Abstract. The structure of sediments of the high floodplain of the Belaya River, represented by the alluvium of the Sartan (Late Glacial) and Holocene age, was studied. The features of soil formation and sedimentation over the past 14–16 thousand years are revealed. In total, in the sections of the high floodplain, 6 deposits of different ages were identified. They studied the humus content, particle size distribution, and features of the addition of deposits as indicators of the paleoclimatic conditions of alluvial sedimentation and soil formation. Floodplain alluvium of the Sartan age (packs 5–6) has low humus content, fulvate and humate-fulvate composition of humus, thin layering, high carbonate content, traces of cryogenesis. These properties testify to the severe climate of the late glacial period. The Holocene floodplain sediments (packs 1–4) are characterized by good humus formation, have a humate or fulvate-humate humus composition, an increased thickness of horizons, and less carbonicity. Such structural features of the Holocene deposits are associated with more favorable conditions for soil formation and sedimentation than in the Sartan time. At the border of alluvium of Sartan and Holocene age, a sharp change in the granulometric composition and properties of sediments was revealed, which indicates a change in the paleoecological situation at the border of the Late Glacial and Holocene. In the Early and Middle Holocene sediments (PB-BO, AT) traces of flash floods were recorded (layers enriched with a fraction of medium sand, traces of erosion of humus horizons). Periods of decreased hydrodynamic activity of the river. Belaya appear in the “weighting” of the particle size distribution of alluvium and in the appearance of powerful humus horizons. Processes that are not related to climate or are only indirectly related include traces of lake runs, probably triggered by earthquakes. Traces of these events were recorded by a change in the genesis of sediments (soil section Y-X) and by layers of accumulation of sand deposits (soil section ГЛ-1).

Keywords: Baikal region, paleoecology, high floodplain, floods, alluvial soil formation, sedimentation.

For citation: Kuklina S.L., Vorobyeva G.A. Paleoecological Conditions of Soil Formation and Sedimentation on the High Floodplain of the Belaya River (Baikal Region). *The Bulletin of Irkutsk State University. Series Biology. Ecology*, 2019, vol. 29, pp. 73–87. <https://doi.org/10.26516/2073-3372.2019.29.73> (in Russian)

Referenses

Berdnikova N.E., Vorob'eva G.A. Rol prirodnykh obstanovok v osvoenii territorii drevnim chelovekom (na primere doliny r. Beloi, Pribaikal'e [Role of natural environments in the development of territories by an ancient person (on the example of the Belaya River valley, Baikal Region)]. *Sovremennye problemy arkhologii Rossii: materialy vseross. arkhologicheskogo s"ezda* (23-28 okt. 2006 g., Novosibirsk) [Current Problems of Archaeology in Russia: Allun. Meet., Novosibirsk, Russia]. Novosibirsk, Inst. Arch. Ethnogr. Publ., 2006, vol. 1. pp. 164-166.

Berdnikova N.E., Vorob'eva G.A. Osobennosti mnogosloinykh geoarkheologicheskikh ob"ektov v nizhnem techenii r. Beloi (yug Baikalskoi Sibiri) [Particularities of the multilayer geoarchaeological objects in the lower stream of the River Belaya (South of Baikal Siberia)] *Evraziya v kainozoe. Stratigrafiya, paleoekologiya, kultury* [Eurasia in Cenozoic. Stratigraphy, Palaeoecology and Cultures], Irkutsk, Irkutsk St. Univ. Publ., 2012, no. 1, pp. 54-72.

Berdnikova N.E., Vorob'eva G.A., Oshchepkova E.B. Geomorfologiya i stratigrafiya geoarkheologicheskogo ob"ekta Ust'-Belaya (osnovnaya ploshchad' izucheniya) [Geomorphology and stratigraphy of the geoarchaeological object Ust'-Belaya (main study area)]. *Paleoekologiya pleistotsena i kultury kamennogo veka Severnoi Azii i sopredel'nykh territorii: materialy mezhdunar. simpoz.* [Pleistocene Palaeoecology and Stone Age Cultures in Northern Siberia and adjacent Territories], Novosibirsk, Novosibirsk, Inst. Arch. Ethnogr. Publ., 1998, vol. 2, pp. 26-36.

Vorob'eva G.A. Pedolitologicheskii podkhod v izuchenii geoarkheologicheskikh ob"ektov [Pedolithological approach in the study of geoarchaeological objects]. *Plastinchatye i mikroplastinchatye industrii v Azii i Amerike: materialy mezhd. konf.* [Lamellar and Microlamellar Industries in Asia and America: Int. Conf., Vladivostok, Russia], Vladivostok, Far Eastern St. Univ. Publ., 2002, pp. 31-35.

Vorob'eva G.A. *Pochva kak letopis prirodnykh sobytii Pribaikal'ya: problemy evolyutsii i klassifikatsii pochv* [Soil as a chronicle of natural events in the Baikal region: problems of soil evolution and classification]. Irkutsk, Irkutsk St. Univ. Publ., 2010, 205 p.

Osadchii S.S., Teten'kin A.V., Savel'ev N.A., Igumnova E.S. Geomorfologiya i stratigrafiya novogo mnogosloinogo arkhologicheskogo mestonakhozhdeniya Ust'-Khaita [Geomorphology and stratigraphy of the new multilayer archaeological object of Ust'-Khaita]. *Problemy arkhologii, etnografii, antropologii Sibiri i sopredel'nykh territorii* [Problems of Archaeology, Ethnography and Antropology in Siberia and adjacent Territories], Novosibirsk, Inst. Arch. Ethnogr. Publ., 2000, vol. VI, pp. 192-196.

Zonov B.V., Shul'gin M.F. *Gidrologiya rek basseina Bratskogo vodokhranilishcha* [Hydrology of rivers of the Bratsk reservoir basin]. Moscow, Nauka Publ., 1966. 168 p.

Kuklina S.L. Allyuvial'nye pochvy doliny r. Beloi (Priangar'e) [Alluvial Soils of the Belaya River valley (Angara region)]. *Pochvy kholodnykh oblastei: genesis, geografiya, ekologiya* (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya professora O.V. Makeeva): materialy nauch. konf. s mezhd. uchastiem. [Soils of Cold Regions: Genesis, Geography and Ekology: Int. Conf., Ulan-Ude, Russia], Ulan-Ude, 2015, pp. 24-25.

Kuklina S.L. Stroenie allyuviya raznykh urovnei poimy reki Beloi (Priangar'e) i svoystva formiruyushchikhsya na nikh pochv [Sedimentary Structure and Properties of the Alluvial Soils in the Belaya River Floodplain]. *The Bull. Irkutsk St. Univ. Ser. Biol. Ekol.*, 2017, vol. 21, pp. 72-84.

Kuklina S.L., Sterkhova I.V., Igumnova E.S. Osobennosti stroeniya otlozhenii geoarkheologicheskogo ob"ekta Ust'-Khaita [Features of the structure of deposits of the geoarchaeological object of Ust'-Khait]. *Severnaya Evraziya v antropogene: chelovek, paleotekhnologii, geoekologiya, etnologiya i antropologiya: materialy vseross. konf. s mezhd. uchastiem, posvyashch. 100-letiyu so dnya rozhd. M.M. Gerasimova* [Northern Eurasia in Antropogene: Man, Paleotechnology, Geoecology, Ethnology and Antropology: Int. Conf., Irkutsk, Russia], Irkutsk, Ottisk Publ., 2007, vol. 1, pp. 333-339.

Kuklina S.L., Rebrikov P.N. Pochvy vysokoi poimy reki Beloi (Pribaikal'e) na geoarkheologicheskom ob'ekte «Gorelyi les» [Soils of the high floodplain of the Belaya River (Baikal region) at the geoarchaeological object Gorely Les]. *Pochva kak svyazyushchee zveno funkcionirovaniya prirodnykh i antropogenno preobrazovannykh ekosistem* [Soil as a Key Stone in Natural and Transformed Ecosystems: Sci. Conf.], Irkutsk, Irkutsk St. Univ. Publ., 2001, pp. 49-51.

Savel'ev N.A., Teten'kin A.V., Igumnova E.S., Abdulov T.A., Ineshin E.M., Osadchii S.S., Vetrov V.M., Klement'ev A.M., Mamontov M.P., Orlova L.A., Shibanova I.V. Mnogosloynyi geoarkheologicheskii ob'ekt Ust'-Khaita (predvaritel'nye dannye) [Multilayer geoarchaeological object of Ust-Khait (preliminary data)]. *Sovremennye problemy Evraziiskogo paleolitovedeniya: materialy dokl. mezhd. simpoziuma, posvyashch. 130-letiyu otkrytiya paleolita v Rossii* [Current Problems of Eurasian Paleolithic Archaeology: Int. Symp., Irkutsk, Russia], Novosibirsk, Inst. Arch. Ethnogr. Publ., 2001, pp. 338-352.

Spravochnaya informatsiya ob urovne rek dlya turistov-vodnikov, kayakerov, rybakov [Background information on the level of rivers for water-tourists, kayakers and fishermen]. *Allrivers.info*. Available at: <https://allrivers.info/region/russia/siberia/> (date of access: 01.09.2019).

Losey R.J., Garvie-Lok S., Leonard J.A., Katzenberg A.M., Germonpré M., Nomokonova T., Sablin M.V., Goriunova O.I., Berdnikova N.E., Savel'ev N.A. Burying Dogs in Ancient Cis-Baikal, Siberia: Temporal Trends and Relationships with Human Diet and Subsistence Practices. *PLOS ONE*, 2013, vol. 8, is. 5. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063740>

Holocene zooarchaeology of Cis-Baikal. R.J. Losey, T. Nomokonova (eds.) Mainz : Nünnerich-Asmus Verl. & Media Publ., 2017, 144 p.

Weber A. The Neolithic and Early Bronze Age of the Lake Baikal region, Siberia: A review of recent research. *J. World Prehist.*, 1995, vol. 9, no. 1, pp. 99-165.

Куклина Светлана Леонидовна
старший преподаватель
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: kukl_swet@mail.ru

Kuklina Svetlana Leonidovna
Senior Lecturer
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: kukl_swet@mail.ru

Воробьева Галина Александровна
кандидат биологических наук
доцент
Иркутский государственный университет
Россия, 664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
e-mail: galvorob@yandex.ru

Vorobyeva Galina Aleksandrovna
Candidate of Sciences (Biology),
Associate Professor
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,
Russian Federation
e-mail: galvorob@yandex.ru