



УДК 550.84:551.87

## Особенности состава изотопов углерода и азота в коллагене зубов *Equus ferus* и *Alces americanus* из археологического местонахождения Усть-Кеуль I (Северное Приангарье)

А. М. Хубанова

*Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ*

В. Б. Хубанов

*Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ*

*Бурятский государственный университет, Улан-Удэ*

В. М. Новосельцева

*Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск*

Н. Б. Соколова

*Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск*

*Иркутский государственный университет, Иркутск*

А. М. Клементьев

*Институт земной коры СО РАН, Иркутск*

В. Ф. Посохов

*Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ*

**Аннотация.** На примере изучения видового состава голоценовых ориктоценозов и изотопного состава костных останков *Alces americanus* и *Equus ferus* археологического местонахождения Усть-Кеуль I (Северное Приангарье) проведена реконструкция условий обитания древних животных. Изотопный состав  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  коллагена зуба лошади из культуросодержащего горизонта 10 (10–11 тыс. л. н.) свидетельствует о преобладании в ее рационе питания травянистых растений преимущественно с типом фотосинтеза  $\text{C}_3$ , произрастающих в степи и/или лесостепи. В более поздние эпохи, от неолита до настоящего времени, здесь доминировали таежные условия. Рацион питания лосей из горизонтов 9–2 состоял из лесной (таежной) растительности, среди которой существенную часть составляли мхи, лишайники, водные и полуводные растения и грибы, причем доля их в диете животных возрастала в периоды голоценовых климатических минимумов.

**Ключевые слова:** Северное Приангарье, голоцен, археологические комплексы, C-N изотопный состав, *Alces americanus*, *Equus ferus*.

### Введение

Необходимость реконструкции климата и ландшафтов позднего кайнозоя предопределена интересом к происхождению, условиям обитания и миграции *Homo sapiens* в прошлом, а также потребностью в прогнозах климатических

и экологических изменений в среднесрочной и долгосрочной перспективе на основе палеогеографических и палеоклиматических данных.

Наряду с традиционными палеогеографическими и палеонтологическими подходами дополнительным и достаточно информативным методом для изучения палеосреды обитания является анализ изотопного состава углерода ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) и азота ( $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ ) в костных тканях ископаемых млекопитающих [Ambrose, 1990; Van der Merwe, 1992; Bocherens, Fizet, Mariotti, 1994; Bocherens, Drucker, 2003; Святко, 2016]. Изотопный состав углерода отражает диету животных, поскольку обусловлен соотношением  $\text{C}_3$  и  $\text{C}_4$  растений в рационе их питания [DeNiro, Epstein, 1978]. Растения  $\text{C}_3$  произрастают в гумидных умеренных и холодных природных зонах и усваивают углерод фотосинтезом через цикл Кальвина. Растения  $\text{C}_4$  с фотосинтезом через цикл Хетча – Слэка распространены в теплых гумидных и аридных условиях [Smith, Epstein, 1971]. Изотопный состав азота контролируется поступлением в организм  $\text{N}_2$  и выведением продуктов азотного обмена, что зависит от среды обитания (водная или наземная), состава растительного рациона и трофического уровня. Кроме того, изотопный состав азота также чувствителен к водному и пищевому стрессу [Schoeninger, DeNiro, 1984; DeNiro, Epstein, 1981; Bocherens, Drucker, 2003]. Таким образом, исследования вариаций изотопного состава ископаемой фауны позволяют проследить изменение их диеты во времени, которая могла контролироваться климатическими сдвигами локального и регионального масштабов [Katzenberg, 1999; Iacumin, Nikolaev, Ramigni, 2000; Drucker, Bocherens, Billiou, 2003; Hunter-gatherer foraging ... , 2011; Первые данные по анализам ... , 2016].

Археологическое местонахождение Усть-Кеуль I является одним из наиболее представительных и информационных стратиграфических разрезов финальноплейстоценового и голоценового возраста (от позднего палеолита до настоящего времени) Северного Приангарья, который содержит большой объем палеонтологического материала и артефактов разновозрастных культур [Новосельцева, Соколова, 2012]. В настоящей работе на примере изучения видового состава ориктоценозов археологического комплекса Усть-Кеуль I и C-N изотопного состава костных остатков *Equus ferus* и *Alces americanus* предпринята попытка реконструкции среды обитания в голоцене в Северном Приангарье.

## Характеристика комплекса Усть-Кеуль I

**Географическая справка.** Многослойное археологическое местонахождение Усть-Кеуль I расположено на левобережье устья р. Кеуль, западного притока р. Ангары, в 2,5 км южнее д. Кеуль Усть-Илимского района Иркутской области (рис. 1). Участок его дислокации находится в восточной краевой части Приангарского плато Среднесибирского плоскогорья, на невысоком террасовидном уступе с относительными отметками 9–10 м от уровня р. Ангары и с абсолютными отметками 202–203 м (по Балтийской шкале). Плато занимает левобережье р. Ангары и представляет собой пене-пленизированную поверхность с плоскими водоразделами (абсолютные отметки водоразделов – 340–540 м, относительные достигают 150 м) и неглубоко врезанной речной сетью [Государственная геологическая ... , 2012, с. 246].

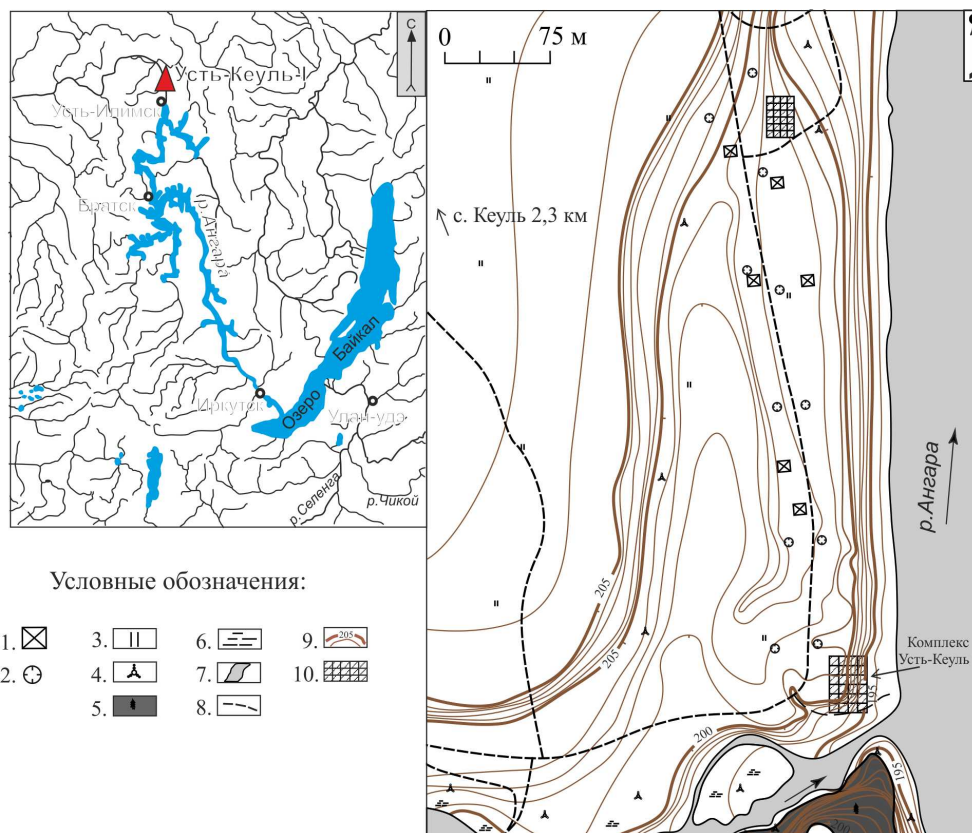


Рис. 1. Местоположение археологического местонахождения Усть-Кеуль I (авторы: Новосельцева В. М., Роговской Е. О., Попов А. А.) [по: Новосельцева, 2013; Новосельцева, Соколова, 2012]. Условные обозначения: 1 – существующие строения; 2 – места бывших строений; 3 – луг; 4 – кустарник; 5 – лес; 6 – заболоченная местность; 7 – река; 8 – полевые дороги; 9 – горизонталы (сечение горизонталей 1 метр); 10 – раскоп

Местонахождение Усть-Кеуль I обнаружено Нижне-Ангарским отрядом Ангаро-Байкальской комплексной археологической экспедиции ИГУ под руководством Е. О. Роговского в 1998 г. [Новосельцева, Роговской, 2008]. Позднее, в 2007–2008 и 2011–2012 гг., здесь были проведены рекогносцировочные и спасательные работы отрядом Богучанской археологической экспедиции ИАЭТ СО РАН [Новосельцева, 2012, 2013].

Разрез местонахождения представлен супесями сложного смешанного делювиального, пролювиального субаэрального генезиса. Общая мощность вскрытых культуросодержащих отложений, представленных двумя пачками супесей, составляет около 4 м (рис. 2, 3). Верхняя пачка мощностью около 2 м – это чередующиеся слои негумусированных супесей и палеопочв голоценового возраста. Нижняя пачка (около 1,8 м), перекрывающая глыбово-валунные отложения, состоит из супесей с включениями дресвы, гальки, песчаных прослоек, вероятно, делювиально-пролювиального генезиса. В стратиграфическом разрезе выделено 11 культуросодержащих горизонтов

(к. г.), приуроченных к палеопочвенным слоям (см. рис. 2, 3), в хронологическом диапазоне от 12–10 тыс. л. н. до XVII – начало XX в. н. э. [Много-  
слойное геоархеологическое ... , 2012].

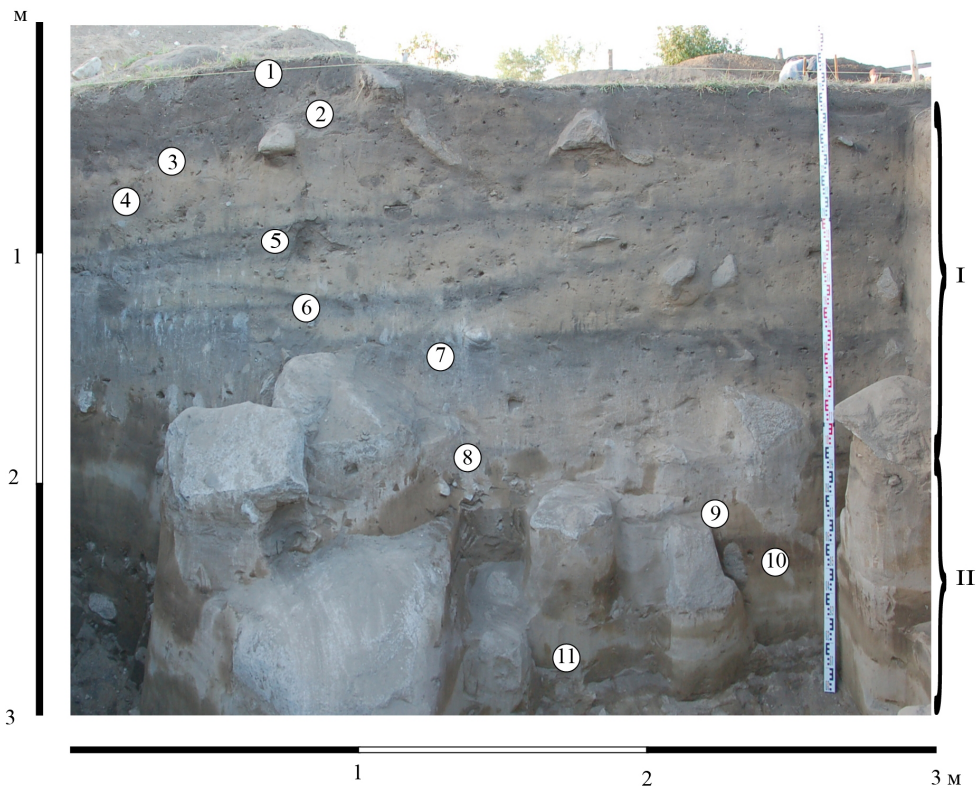


Рис. 2. Фотография профиля зачистки северной стенки раскопа с выделенными культуросодержащими горизонтами местонахождения Усть-Кеуль I. Римскими цифрами обозначены пакки литологических слоев, арабскими (в кружках) – культуросодержащие горизонты с 1 по 11

**Хронометрия и хронология.** Оценка возраста отложений к. г. 1–5 и 7 базируется только на археологических данных, для отложений к. г. 6, 8, 9, 11 имеются радиоуглеродные даты (табл. 1) [Новосельцева, Соколова, 2012; Клементьев, Новосельцева, 2013]. Поскольку реконструкция палеосреды, в том числе установление динамики ее изменения во времени по изотопным данным, требует возрастной привязки изучаемых горизонтов и опубликованные радиоуглеродные даты в литературных источниках были приведены без их калибровки, то ниже дополнительно изложены данные, уточняющие возрастную позицию культуросодержащих уровней.

Два верхних к. г. 1, 2, представленных литологическими образованиями с артефактами нового и новейшего времени, а также костями домашних животных разных видов, связаны с деятельностью коренного населения Сибири и русских старожилов, что подтверждается присутствием различных изделий XVII–XX вв.

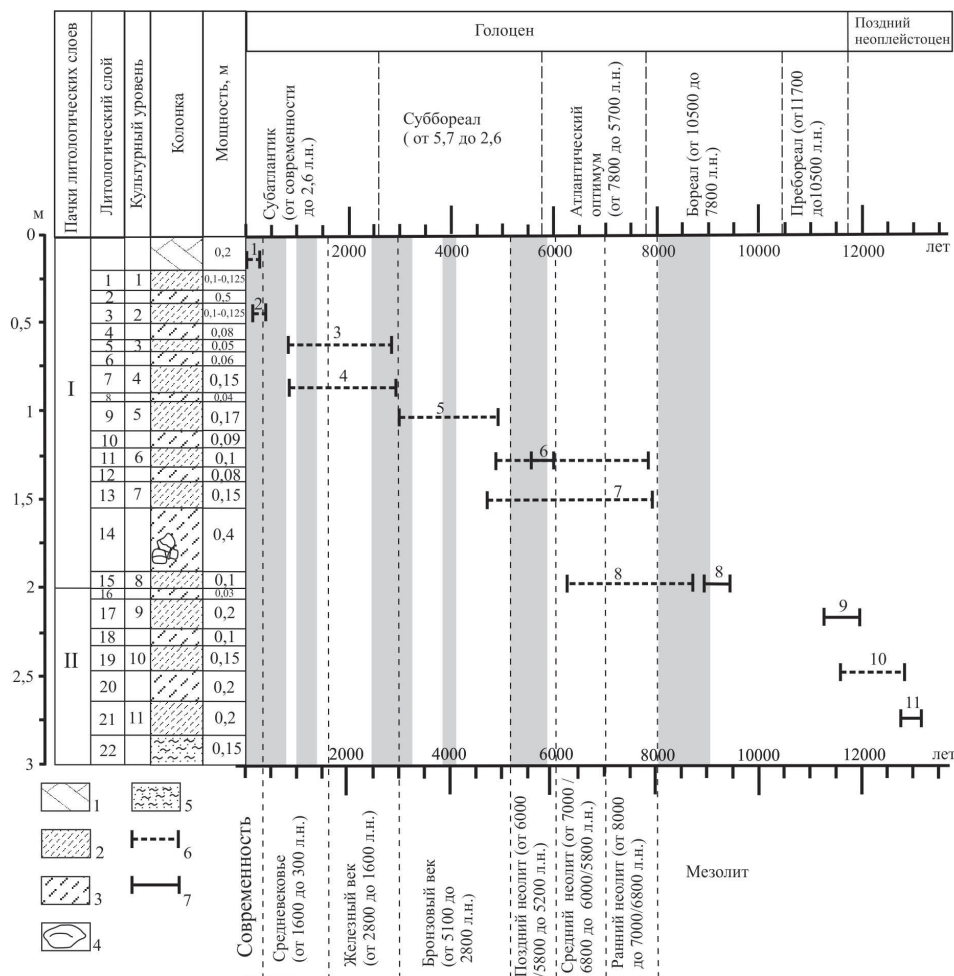


Рис. 3. Литолого-стратиграфическая колонка разреза Усть-Кеуль I, совмещенная с хроностратиграфическими и археологическими подразделениями [Roberts, 1998; Отклик природной среды ... , 2014; Гиббард, 2015] и с глобальными климатическими похолоданиями (вертикальные серые полосы) [Holocene climate variability... , 2004; Ландшафты и климат Прибайкалья ... , 2005; Vegetation and climate ... , 2007; Hunter-gatherer foraging ... , 2011]. Условные обозначения: 1 – современный почвенный слой (пашня); 2 – палеопочва (культуросодержащие горизонты); 3 – негумусированная светло-коричневая супесь пылеватая; 4 – валуны и глыбы; 5 – мелкозернистые пески и супеси с дресвой, щербом, галькой, линзами и прослоями супесей и суглинков; 6 – диапазон относительного возраста формирования культурного горизонта (по археологическим данным согласно табл. 1); 7 – диапазон калиброванной радиоуглеродной даты (согласно табл. 1)

Культуросодержащие горизонты 3 и 4, где из домашних животных представлен лишь северный олень, достаточно близки между собой по возрасту и, вероятно, относятся к железному веку и средневековью, о чем свидетельствуют как типы керамики, так и анализ техноморфологии каменного и костяного инвентаря. В частности, железным веком датируется керамика карабульского типа [Макаров, Быкова, 2011], который на территории Восточной Сибири длился в период 2800–1600 л. н. [Weber, Link, Katzenberg, 2002].

Таблица 1  
Комплексы артефактов, таксономический состав остеологического материала и хронологические данные местонахождения Усть-Кеуль 1

№ к. г.	Предметный набор [Многослоиное геоархеологическое ..., 2012; Соколова, 2015]	Таксономический состав и количество остеологического материала [Клементьев, Новосельцева, 2013]	Хронометрия и хронология*
1	Предметный набор [Многослоиное геоархеологическое ..., 2012; Соколова, 2015] Фрагменты станковой русской керамики, фрагменты изделий из металла (коса-литовка, ножи, фрагмент винтовки 1-й пол. XX в.), русская монета 1941 г. достоинством 5 коп., остатки деревянных построек	<i>Equus caballus</i> (лошадь домашняя) – 3; <i>Ovis/Carpa</i> (мелкий рогатый скот) – 1; <i>Bos taurus</i> (крупный рогатый скот) – 4; <i>Sus scrofa</i> var. <i>dom.</i> (свинья) – 12; <i>Lepus</i> sp. (заяц) – 15; <i>Vulpes vulpes</i> (лисица) – 1; <i>Capreolus pygargus</i> (косуля) – 3; <i>Alces americanus</i> (лось) – 13; <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 4; <i>Rangifer tarandus</i> (северный олень) – 2; <i>Moschus moschiferus</i> (кабарга) – 2; <i>Cervidae</i> (олени) – 15	На основании обнаруженных фрагментов изделий из металла и керамики горизонты 1, 2 относятся ко времени деятельности жителей деревни Кеуль (XVII–XX вв.) [Многослоиное геоархеологическое ..., 2012].
2	Фрагменты гладкостенных керамических сосудов и сосудов с обмазочными валиками, формы для отливки (игольников) из керамики, изделия из железа (кованые гвозди, рыболовные крючки-самоловы), трехгранные костяные наконечники, крица	<i>Sus scrofa</i> var. <i>dom.</i> (свинья) – 2; <i>Lepus</i> sp. (заяц) – 8; <i>Capreolus pygargus</i> (косуля) – 4; <i>Alces americanus</i> (лось) – 11; <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 1; <i>Rangifer tarandus</i> (северный олень) – 2; <i>Cervidae</i> (олени) – 7	
3	Фрагменты керамических сосудов с налетными и обмазочными валиками, антропоморфное изделие из кости (личина), фрагмент бронзовой иголки с ушком, крица	<i>Equus caballus</i> (лошадь домашняя) – 2; <i>Castor fiber</i> (бобр) – 3; <i>Vulpes vulpes</i> (лисица) – 1; <i>Ursus arctos</i> (медведь) – 2; <i>Capreolus pygargus</i> (косуля) – 14, <i>Alces americanus</i> (лось) – 9; <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 1; <i>Rangifer tarandus</i> (северный олень) – 4; <i>Cervidae</i> (олени) – 12	Наличие карабульского типа керамики повлияет отнести к. г. 3, 4 к раннему железному веку (1000 лет до н. э.) [Многослоиное геоархеологическое ..., 2012]. Кроме того, радиоуглеродная дата культуры-ного слоя с карабульским типом керамики, полученная на стоянке Бобровка (Средний Енисей), составляет 1955±30 л. н. [Макаров, Быкова, 2011], калиброванный возраст 38 лет до н. э. – 90 лет н. э.
4	Фрагменты гладкостенных керамических сосудов, сосудов с обмазочными валиками, а также сосудов карабульского типа, изделия из камня	<i>Equus caballus</i> (лошадь домашняя) – 1; <i>Ovis/Carpa</i> (мелкий рогатый скот) – 3; <i>Bos taurus</i> (крупный рогатый скот) – 1; <i>Lepus</i> sp. (заяц) – 1; <i>Castor fiber</i> (бобр) – 3; <i>Rodentia</i> (мелкий грызун) – 1; <i>Ursus arctos</i> (медведь) – 2; <i>Capreolus pygargus</i> (косуля) – 8;	

№ к. г.	Предметный набор [Многоослойное георхеологическое ..., 2012; Соколова, 2015]	Таксономический состав и количество остеологического материала [Клементьев, Новоселычева, 2013]	Хронометрия и хронология*
5	Фрагменты гладкостенных керамических сосудов и сосудов с отгисками рубчатой лопатки, орнаментированных пояском «жемчужин», фрагменты сосудов, орнаментированных гребенчатым штампом и налетными валиками, фрагмент бронзового изделия, изделие из камня	<p><i>Alces americanus</i> (лось) – 11;  <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 4;  <i>Rangifer tarandus</i> (северный олень) – 10;  Cervidae (олени) – 15</p> <p><i>Equis caballus</i> (лошадь домашняя) – 1;  <i>Lepus</i> sp. (заяц) – 1;  <i>Castor fiber</i> (бобр) – 2;  Rodentia (мелкий грызун) – 11;  <i>Ursus arctos</i> (медведь) – 2;  <i>Martes zibellina</i> (соболь) – 1;  <i>Capreolus pygargus</i> (косуля) – 14;  <i>Alces americanus</i> (лось) – 39;  <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 8;  <i>Rangifer tarandus</i> (северный олень) – 2;  Cervidae (олени) – 25</p>	Период бронзового века – на основании анализа керамических комплексов и наличия фрагмента изделия из бронзы [Многоослойное георхеологическое ..., 2012].
6	Фрагменты керамических сосудов с отгисками сетки-плетенки, усть-бельского, посольского типа, керамика с отгисками рубчатой лопатки и шнура, пунктирно-гребенчатая и вафельная керамика. Изделия из кости: обломок наконечника гарпуна, фрагмент обоймы вкладышевого орудия с микропластинкой	<p><i>Canis familiaris</i> (собака) – 2;  <i>Lepus</i> sp. (заяц) – 4;  <i>Castor fiber</i> (бобр) – 5;  Rodentia (мелкий грызун) – 3;  <i>Ursus arctos</i> (медведь) – 2;  <i>Capreolus pygargus</i> (косуля) – 52;  <i>Alces americanus</i> (лось) – 47;  <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 9;  <i>Rangifer tarandus</i> (северный олень) – 3;  Cervidae (олени) – 44</p>	Для горизонта получена радиоуглеродная дата 4995±90 л. н. (СОАН-8905), калиброванный возраст которой составляет 5916–5591 кал. л. н. Анализ керамических комплексов указывает на принадлежность уровня к позднему неолиту – ранней бронзе [Многоослойное георхеологическое ..., 2012].
7	Фрагменты керамических сосудов с отгисками сетки-плетенки, усть-бельского, посольского, аплинского типов, а также пунктирно-гребенчатая и шнуровая керамика; изделия из камня	<p><i>Lepus</i> sp. (заяц) – 2;  <i>Castor fiber</i> (бобр) – 3;  Rodentia (мелкий грызун) – 2;  <i>Ursus arctos</i> (медведь) – 2;  <i>Meles sp.</i> (барсук) – 1;  <i>Capreolus pygargus</i> (косуля) – 24;  <i>Alces americanus</i> (лось) – 26;  <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 15;  <i>Rangifer tarandus</i> (северный олень) – 1;  Cervidae (олени) – 45</p>	Горизонт можно отнести к среднему – позднему неолиту [Многоослойное георхеологическое ..., 2012]. Пунктирно-гребенчатая керамика находит аналогию в комплексах многоослойных местонахождений Пещера Еленава и Казачка [Макаров, 2005; Генералов, 1979], калиброванный возраст которых составляет 6200–4700 л. н. [Berdnikov, Sokolova, 2014].

№ к. г.	Предметный набор [Многослойное геоархеологическое ..., 2012; Соколова, 2015]	Таксономический состав и количество остеологического материала [Клементьев, Новоселыцева, 2013]	Хронометрия и хронология*
8	Фрагменты керамических сосудов с отгисками сетки-плетенки и усть-бельского типа, карандашвидные нуклеусы, шлифованное орудие, наконечники с вогнутой базой, заготовка ложки из рога	<i>Canis familiaris</i> (собака) – 4; <i>Lepus</i> sp. (заяц) – 2; <i>Castor fiber</i> (бобр) – 7; <i>Rodentia</i> (мелкий грызун) – 3; <i>Ursus arctos</i> (медведь) – 2; <i>Capreolus pygargus</i> (косуля) – 52; <i>Alces americanus</i> (лось) – 47; <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 9; <i>Rangifer tarandus</i> (северный олень) – 3; Cervidae (олени) – 44	Керамика аплинского типа предварительно относится к позднему неолиту [Бердников, Лохов, 2013]. Керамика посольского типа коррелируется с материалами местонахождения Пещера Елена (слой 11Г), где для отложений получены даты в интервале от 6530 до 6900 л. н. [Макаров, 2005], диапазон калиброванных возрастов 7957–7321 кал. л. н. Для горизонта получена радиоуглеродная дата 8370±125 л. н. (СОАН-8906) [Клементьев, 2014], калиброванный возраст – 9544–9032 л. н. Преобладание в керамическом комплексе фрагментов сетчатых сосудов раннеоолитического облика позволяет отнести горизонт к неолиту, так как возраст данных комплексов укладывается в хронологический диапазон 8700–6200 кал. л. н. [Berdnikov, Sokolova, 2014]
9	Продукты дебитажа	<i>Canis familiaris</i> (собака) – 1; <i>Castor fiber</i> (бобр) – 1; <i>Rodentia</i> (мелкий грызун) – 2; <i>Ursus arctos</i> (медведь) – 1; <i>Martes zibellina</i> (соболь) – 1; <i>Capreolus pygargus</i> (косуля) – 9; <i>Alces americanus</i> (лось) – 38; <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 6; <i>Rangifer tarandus</i> (северный олень) – 1; Cervidae (олени) – 10	Горизонты 9–11 отнесены ко времени мезолита (финальноплейстоценовому – раннеголоценовому времени) [Многослойное геоархеологическое ..., 2012]. Радиоуглеродный возраст отложений к. г. 9–10 005±190 л. н. (СОАН-8644) [Геоархеологические комплексы ..., 2014], калиброванный возраст – 12 385–10 905 кал. л. н. На основании обнаруженных костных фрагментов таких животных, как <i>Equus</i> sp. (лошадь дикая) и <i>Bison priscus</i> (первобытный бизон), которые являются реликтами плейстоценовой фауны, к. г. 10 можно отнести к финалу позднего плейстоцена (эпоха мезолита). Для к. г. 11 получена радиоуглеродная дата 11 200±170 л. н. (СОАН-8643) [Новоселыцева, Соколова, 2012], калиброванный возраст 13 368–12 732 кал. л. н.
10	Костяная игла, подпризматический нуклеус, продукты дебитажа	<i>Equus ferus</i> (лошадь дикая) – 3; <i>Alces americanus</i> (лось) – 2; <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 1; <i>Bison priscus</i> (первобытный бизон) – 1	
11	Пластина, ортогональный нуклеус	<i>Equus ferus</i> (лошадь дикая) – 1; <i>Cervus elaphus</i> (благородный олень) – 1	

\*Калибровка радиоуглеродного возраста проведена с помощью программы OxCal 4.3, кривая IntCal13, 2 сигмы [Bronk Ramsey, 2017]



Фрагмент бронзового изделия в археологической коллекции к. г. 5 позволяет отнести зафиксированные здесь комплексы к бронзовому веку.

Для отложений к. г. 6 получена радиоуглеродная дата  $4995 \pm 90$  л. н. (СОАН-89905) [Клементьев, Новосельцева, 2013], что соответствует калиброванному интервалу 5916–5591 л. н. Археологические данные, по наличию гладкостенных сосудов с поясом жемчужин под венчиком и с различной орнаментацией сосудов отступающей лопаточкой, гребенчатым, зубчатым штампом, указывают, что горизонт относится к позднему неолиту – раннему бронзовому веку [Многослойное геoarхеологическое ... , 2012; Макаров, 2005].

Возраст комплексов к. г. 7, по-видимому, следует связывать со средним и частично поздним этапами неолита, о чем свидетельствуют техноморфологическая специфика каменных, костяных артефактов, а также наличие посольской, усть-бельской, пунктирно-гребенчатой и аплинской керамики [Многослойное геoarхеологическое ... , 2012], возраст которых определяется ~7900–4400, ~7500–4400, ~6200–4700 и ~6000–4300 кал. л. н. соответственно [Berdnikov, Sokolova, 2014; Соколова, 2015].

Для палеонтологического материала из к. г. 8 получена радиоуглеродная дата  $8370 \pm 125$  л. н. (СОАН-8906) – 9544–9032 кал. л. н. [Клементьев, 2014], что позволяет отнести этот горизонт к позднему мезолиту. Однако находки керамики, в частности фрагментов сетчатых сосудов, предполагают ранне-неолитический возраст этого горизонта. Ранние керамические комплексы с подобной керамикой на юге Средней Сибири датируются приблизительно в хронодиапазоне от 8700 до 6200 кал. л. н. [Berdnikov, Sokolova, 2014].

В к. г. 9, 10, 11 обнаружены только каменные и костяные изделия, а керамика отсутствует. Согласно радиоуглеродным данным, комплексы к. г. 9 соотносятся с датой  $10\ 005 \pm 190$  л. н. (СОАН-8644) – 12 385–10 905 кал. л. н., к. г. 11 –  $11\ 200 \pm 170$  л. н. (СОАН-8643) – 13 368–12 732 кал. л. н. [Новосельцева, Соколова, 2012].

**Видовой состав ориктоценозов.** Перечень видов найденных остатков фауны представлен в табл. 1, а также подробно описан в одной из работ [Клементьев, Новосельцева, 2013].

В к. г. 1 обнаружены кости *Equus caballus* (лошадь домашняя), *Ovis/Capra* (мелкий рогатый скот), *Bos taurus* (крупнорогатый скот), *Sus scrofa* var. *dom.* (свинья), *Lepus* sp. (заяц), *Vulpes vulpes* (лисица), *Capreolus pygargus* (косуля), *Alces americanus* (лось), *Cervus elaphus* (благородный олень), *Rangifer tarandus* (северный олень) и *Moschus moschiferus* (кабарга). В числе фаунистических остатков к. г. 2 доминируют кости *Lepus* sp., *Alces americanus*, в меньшем количестве представлены кости *Cervus elaphus* и *Sus scrofa* var. *dom.* Остатки лошади, свиньи и северного оленя свидетельствуют о развитой скотоводческой деятельности.

В к. г. 3 и 4 найдены кости *Equus caballus*, *Castor fiber* (бобр), *Vulpes vulpes*, *Ursus arctos* (медведь), *Capreolus pygargus*, *Alces americanus*, *Cervus elaphus*, *Rangifer tarandus*. Увеличение костных остатков северного оленя наблюдается в к. г. 4, что предполагает его разведение древним человеком в железном веке.

Для к. г. 5–8 характерно наибольшее содержание костного материала промысловых копытных. По сравнению с вышележащими горизонтами, количество остатков таких видов, как *Capreolus pygargus*, *Alces americanus*, *Cervus elaphus*, увеличивается в три раза. Кроме того, наличие костей *Canis familiaris* (домашняя собака) в к. г. 6, 8, 9 не исключает использование собак древним человеком для охоты.

В горизонте 5 обнаружены костные остатки *Lepus* sp., *Castor fiber*, Rodentia (мелкие грызуны), *Ursus arctos*, *Martes zibellina* (соболь), *Capreolus pygargus*, *Alces americanus*, *Cervus elaphus*, *Rangifer tarandus* и определены зубы мелкой лошади, возможно, домашней (*Equus caballus*).

В к. г. 6 зафиксированы кости *Canis familiaris*, *Lepus* sp., *Castor fiber*, Rodentia, *Ursus arctos*, *Capreolus pygargus*, *Alces americanus*, *Cervus elaphus*, *Rangifer tarandus*. Для этого горизонта, в частности, характерно максимальное для всех культуросодержащих уровней количество костных остатков козули.

Культуросодержащий горизонт 7 также характеризуется большим количеством костей козули и увеличением остатков благородного оленя. Здесь также обнаружены костные остатки *Lepus* sp., *Castor fiber*, Rodentia, *Ursus arctos*, *Capreolus pygargus*, *Alces americanus*, *Cervus elaphus*, *Rangifer tarandus*.

Для горизонта 8 зафиксировано наибольшее количество остатков *Alces americanus* и *Castor fiber*. Соотношение представителей семейства Cervidae – *Alces americanus*/*Capreolus pygargus*/*Cervus elaphus* – составляет соответственно 82,5/10/7,5 % [Клементьев, 2013].

В к. г. 9 увеличивается видовое разнообразие и резко повышается значение лося. Здесь найдены кости *Canis familiaris*, *Capreolus pygargus*, *Alces americanus*, *Rangifer tarandus*, *Lepus* sp., *Castor fiber*, *Ursus arctos* и *Martes zibellina*. Среди костных остатков, принадлежащих семейству оленьих (Cervidae), доля костей лося составляет 70,3 %. Затем следуют козуля и благородный олень. Остатки северного оленя представлены первой фалангой, размеры (длина 43,4 мм) которой говорят о принадлежности особи к мелкой позднеплейстоценовой форме.

В нижних культуросодержащих горизонтах – 10 и 11 – встречены остатки *Equus ferus* (лошадь дикая), *Alces americanus*, *Cervus elaphus* и *Bison priscus* (первобытный бизон). Находки костей дикой лошади и первобытного бизона позволяют горизонт относить к финалу плейстоцена [Клементьев, Новосельцева, 2013].

## Изотопный состав

**Материал для анализа и пробоподготовка.** С-N изотопный состав травоядных животных разных видов, обитавших в одной биоте, может различаться ввиду особенностей рационов их питания. Поэтому представляется, что изотопные исследования костных тканей животных одного вида из разновозрастных уровней позволят с большей степенью достоверности оценить изменения диеты и условий среды обитания во времени. Выше представлено, что в к. г. 1–10 присутствуют кости *Alces americanus* и наблюдается

бщее для всего разреза преобладание находок фрагментов скелета данного вида над остальными видами семейства Cervidae (см. табл. 1). Исходя из этого, предпочтения при отборе материала для анализа были отданы остаткам *Alces americanus*. Удовлетворительную сохранность по внешним признакам (целостность, крепкость, плотность, отсутствие признаков наложения вторичной карбонатизации и др.) имели зубы *Alces americanus* из к. г. 2–9, которые были отобраны в количестве 4–10 г образца из каждого уровня. Следует отметить, что зубы являются наиболее устойчивыми среди костных тканей к изменениям при захоронении и фоссилизации [Физико-химические характеристики ... , 2009]. В горизонтах 1 и 10 зубы и фрагменты зубов *Alces americanus* не найдены, а остальные костные остатки, принадлежащие лосям, имели повышенную хрупкость. Ввиду данного обстоятельства из к. г. 1 был отобран зуб *Ovis aries* (баран) и из к. г. 10 – фрагмент зуба *Equus ferus* (лошадь дикая), визуально имевшие хорошую сохранность. В горизонте 11 подходящего материала не выявлено.

Образцы были предварительно очищены, промыты в дистиллированной воде в ультразвуковой ванне, просушены на открытом воздухе в течение суток. Затем на 24 часа они замачивались в хлористом метиле для обезжиривания. После высушивания обрабатывались по модифицированной методике Лонджина [Longin, 1971]: деминерализация в 0,5 М растворе HCl в течение 3–5 суток до размягчения костной ткани; очищение от липидов и гуминовых кислот в 0,125 М растворе NaOH (20 ч); растворение остатка в слабой соляной кислоте при нагревании до 100 °С (17 ч). Полученный коллоидный раствор разделяли на тяжелую и легкую фракции с помощью центрифугирования при скорости 15 000 об/мин в течение 45 мин. Далее легкая фракция (очищенный коллаген) оставлялась в сушильном шкафу при температуре 70 °С до получения твердого остатка [Арсланов, 1987; Николаев, Рысков, Якумин, 2006].

**Метод изотопного анализа.** Изотопный анализ проб очищенного коллагена выполнялся на масс-спектрометре Finnigan 253 (ГИН СО РАН); определялись отношения  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ . Изотопные данные выражены в виде значений в промилле (‰):

$$\delta^{13}\text{C} = \left[ \left( \frac{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}_{\text{образец}}}{^{13}\text{C}/^{12}\text{C}_{\text{стандарт}}} \right) - 1 \right] \cdot 1000 \text{ ‰},$$

$$\delta^{15}\text{N} = \left[ \left( \frac{^{15}\text{N}/^{14}\text{N}_{\text{образец}}}{^{15}\text{N}/^{14}\text{N}_{\text{стандарт}}} \right) - 1 \right] \cdot 1000 \text{ ‰}.$$

Значение  $\delta^{13}\text{C}$  в образце рассчитывалось относительно изотопного состава Pee Dee Belemnite (PDB) и  $\delta^{15}\text{N}$  – атмосферного воздуха.

Пробы анализировались вместе с международными (USGS 40, IAEA-N-1) и внутрилабораторными стандартами (MCA-7, MCA-8). Погрешность определения изотопных отношений составляла  $(1\sigma) \pm 0,2 \text{ ‰}$  для  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$ . Для оценки степени сохранности коллагена ископаемых костей использовалось соотношение атомных количеств углерода и азота ( $\text{C}/\text{N}_{\text{ат}}$ ), которое должно находиться в интервале от 2,9 до 3,6 [Improved collagen extraction ... , 1988].

## Результаты

В коллагене из зубов лосей и лошади соотношение  $C/N_{ат}$  находится в интервале 2,9–3,6, что свидетельствует об удовлетворительной сохранности костного материала для изотопного исследования (табл. 2).

Таблица 2

Результаты изотопного анализа костных остатков млекопитающих из археологического местонахождения Усть-Кеуль I

№ к. г.	Образец, №	Вид млекопитающего	$\delta^{13}C, \text{‰}$	$\delta^{15}N, \text{‰}$	C, %	N, %	$C/N_{ат}$
1	И 43	<i>Ovis aries</i>	-21,85	8,32	41,8	13,20	3,7
2	И 39	<i>Alces americanus</i>	-19,49	6,70	41,48	14,92	3,2
3	И 45	<i>Alces americanus</i>	-21,13	5,49	41,32	14,49	3,3
4	И 41	<i>Alces americanus</i>	-20,60	8,11	33,80	10,91	3,6
5	И 38	<i>Alces americanus</i>	-20,13	6,55	40,4	14,6	3,2
6	И 42	<i>Alces americanus</i>	-18,93	6,82	40,45	14,41	3,3
7	И 36-1	<i>Alces americanus</i>	-20,98	6,28	43,7	15,7	3,2
8	И 40	<i>Alces americanus</i>	-19,35	6,84	43,4	14,3	3,5
9	И 44	<i>Alces americanus</i>	-20,63	6,7	39,8	14,6	3,2
10	И 37	<i>Equus ferus</i>	-21,57	5,62	34,55	11,62	3,5

Для коллагена зуба *Equus ferus*, отобранного из нижнего десятого уровня, значение  $\delta^{13}C$  составило -21,57 ‰,  $\delta^{15}N$  – 5,62 ‰.

Для зубов *Alces americanus* получены значения  $\delta^{13}C$  от -21,1 до -18,93 ‰,  $\delta^{15}N$  – от 5,49 до 8,11 ‰ (см. табл. 2, рис. 4, 5). Причем наблюдается синхронность утяжеления изотопного состава углерода и азота в образцах *Alces americanus*, отобранных из к. г. 2, 6 и 8, для которых значения  $\delta^{13}C$  составили от -19,49 до -18,93 ‰, а  $\delta^{15}N$  – от 6,7 до 6,84 ‰. Тогда как для коллагена зубов *Alces americanus* из к. г. 3, 5, 7 и 9 отмечается относительно облегченный изотопный состав углерода ( $\delta^{13}C$  от -20,98 до -20,13 ‰) и азота ( $\delta^{15}N$  от 5,49 до 6,7 ‰). Исключение составляет состав образца из к. г. 4, в котором отмечается относительно низкое значение  $\delta^{13}C$  (-20,6 ‰) и самое высокое значение  $\delta^{15}N$  (8,11 ‰).

Для коллагена зуба *Ovis aries*  $\delta^{13}C$  составило -21,85 ‰, а  $\delta^{15}N$  – 8,32 ‰ (см. табл. 2). Однако значение  $C/N_{ат}$  равняется 3,7, что предполагает плохую сохранность коллагена, вследствие чего данный образец исключен из дальнейших обсуждений.

## Обсуждение

На местонахождении Усть-Кеуль I выделено одиннадцать палеопочвенных горизонтов, формирование которых началось с рубежа плейстоцена – голоцена и дискретно продолжалось до настоящего времени. Наличие в них многочисленных металлических, керамических, каменных и костных артефактов позволяет идентифицировать их как разновозрастные культуро-содержащие уровни.

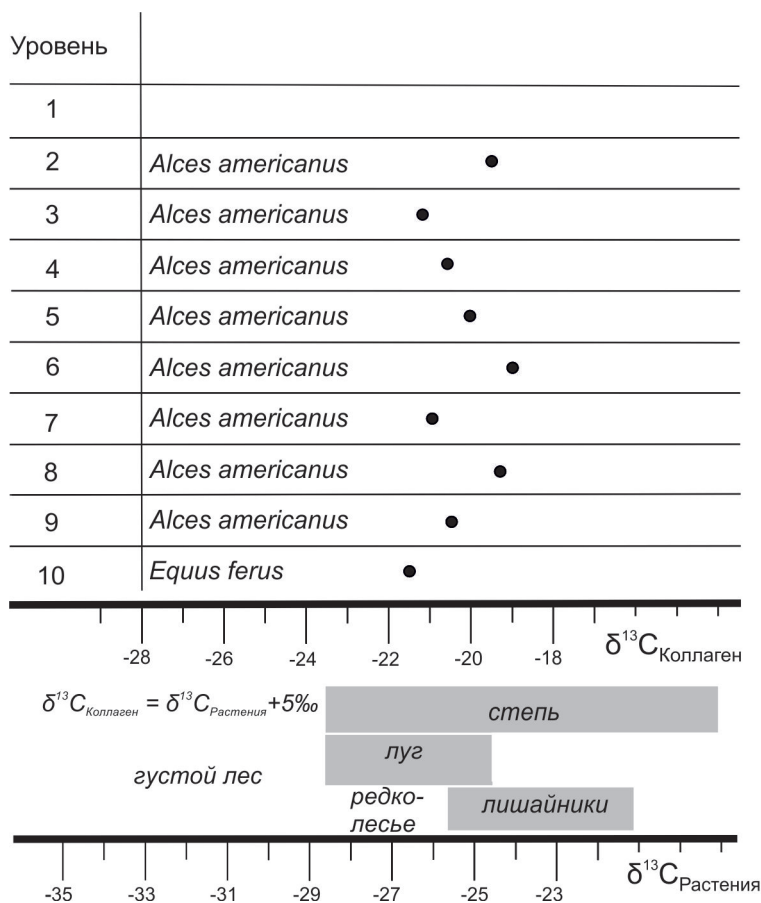


Рис. 4. Изотопный состав углерода ( $\delta^{13}C$ , ‰) коллагена зубов *Alces americanus* (к. г. 2–9) и *Equus ferus* (к. г. 10) из археологического местонахождения Усть-Кеуль I. Нижняя шкала – диапазон значений  $\delta^{13}C$  для растений различных ландшафтов, а также лишайников и мхов по [Bocherens, 2003; Kielland, 2001]. Формулой показана зависимость значения  $\delta^{13}C$  в костном коллагене травоядных животных от  $\delta^{13}C$  пищи: их разница составляет около 5 ‰ [Bocherens, 2003]

Наиболее древние следы присутствия человека отмечены в к. г. 11–9 (13–10 кал. л. н.). Судя по всему, в это время имела место смена относительно сухого и холодного климата, характерного для всего позднего плейстоцена Северной Евразии, на более влажный, но остающийся холодным. Об этом свидетельствуют находки в горизонтах 11 и 10 остатков *Equus ferus* и *Bison priscus*, которые предпочитали пастись в открытых степных/лесостепных/тундростепных ландшафтах позднего плейстоцена [European Bison ... , 2015]. Видовой состав палеофауны (*Canis familiaris*, *Capreolus pygargus*, *Alces americanus*, *Rangifer tarandus*, *Lepus* sp., *Castor fiber*, *Ursus arctos* и *Martes zibellina*) вышележащего к. г. 9 (11–10 тыс. кал. л. н.), с доминированием лесей, предполагает развитие лесных (таежных) либо лесотундровых ландшафтов.

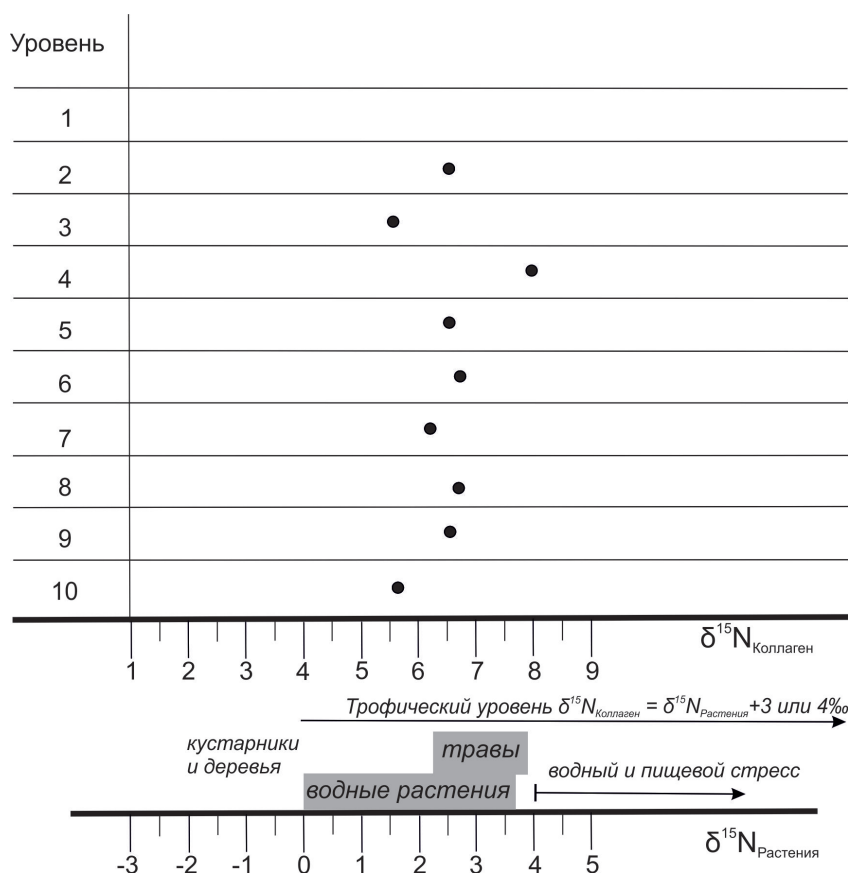


Рис. 5. Изотопный состав азота ( $\delta^{15}\text{N}$ , ‰) коллагена зубов *Alces americanus* (к. г. 2–9) и *Equus ferus* (к. г. 10) из археологического местонахождения Усть-Кеуль I. Нижняя шкала – диапазон значений  $\delta^{15}\text{N}$  для растений [по: Vocherens, 2003; Kielland, 2001; Изотопный состав азота ... , 2006]. Формулой показана зависимость значения  $\delta^{15}\text{N}$  в костном коллагене травоядных животных от  $\delta^{15}\text{N}$  пищи: их разница составляет около 3–4 ‰ [Vocherens, 2003; Николаев, Рысков, Якумин, 2006]

Заметим, что подобная смена природных условий реконструируется и по данным палинологических исследований торфяников побережья и донных отложений оз. Байкал [Ландшафты и климат Прибайкалья ... , 2005; Vegetation and climate ... , 2007; Tarasov, Bezrukova, Krivonogov, 2009; Палинологическое исследование ... , 2011; Растительность и климат Танхойской ... , 2015]. Результаты этих работ свидетельствуют о наличии в Байкальском регионе до рубежа ~11,7 тыс. кал. л. н. открытых пространств и редколесья и о доминировании лесотундровых ландшафтов в период 11,7–9,5 тыс. кал. л. н.

Содержание стабильных изотопов углерода в коллагене зуба лошади из 10 уровня (12–11 тыс. л. н.) (см. табл. 2, рис. 4) не противоречит вышесказанному и указывает на то, что в ее рацион входили травянистые растения, преимущественно  $\text{C}_3$  типа, произраставшие в степи и/или лесостепи

[Bocherens, 2003]. Содержание азота (см. табл. 2, рис. 5) в этом же организме также соответствует характеристикам травоядных обитателей степных пастбищ [Bocherens, 2003; Первые данные об изотопном ... , 2016]. Кроме того, полученные данные подтверждают результаты палеонтологических и изотопных исследований близлежащих стоянок – Усть-Тушамы 1, Сосновый Тушамский и Усть-Талай. На этих местонахождениях зафиксированы остатки *Megaloceros giganteus* с близкими характеристиками  $\delta^{13}\text{C}$  от  $-19,65\%$  до  $-20,67\%$  и  $\delta^{15}\text{N}$  от  $3,56$  до  $7,4\%$ , который обитал в лесостепях и редколесьях ангарских притоков около 10 тыс. кал. л. н. [New Holocene ... , 2015].

Выше отмечено, что ориктоценоз к. г. 9–2, включающий лосей, представлен таежными видами млекопитающих. Согласно Н. Bocherens [2003], показатель содержания  $\delta^{13}\text{C}$  у травоядных животных, обитающих в лесных ландшафтах умеренного климатического пояса, должен составлять от  $-30$  до  $-23\%$ . Показатели содержания изотопов углерода для костей лося ( $\delta^{13}\text{C}$  от  $-20,13$  до  $-19,6\%$ ) (табл. 2, рис. 4) из горизонтов 2–9 не совсем соответствуют характеристикам травоядных обитателей бореального леса. Полученные нами данные предполагают, что лоси Усть-Кеуля обитали в открытых ландшафтах, где поедали луговые и степные травы, поскольку значения  $\delta^{13}\text{C}$  от  $-23$  до  $-14\%$  характерны для степных млекопитающих [Bocherens, 2003; Drucker, Bocherens, Billiou, 2003; Первые данные по анализам ... , 2016]. Действительно, представители вида *Alces americanus* нередко обитают в относительно открытых ландшафтах – в редколесье и тундре. Например, считается, что среднеголоценовые и раннеголоценовые лоси Прибайкалья [Hunter-gatherer foraging ... , 2011] и Дании [European Bison ... , 2015] обитали в лесостепном и тундровом ландшафтах. Значение  $\delta^{13}\text{C}$  для них составляет  $-19,2\%$  в Прибайкалье и от  $-22,6$  до  $-20,1\%$  в Дании, при этом  $\delta^{15}\text{N}$  находится в пределах  $1,1$ – $3,7\%$ . Эти данные указывают на то, что в их рацион входила травянистая и древесная (листья, ветки) растительность [Hunter-gatherer foraging ... , 2011; European Bison ... , 2015]. Для сравнения, современные *Alces americanus* Внутренней Аляски (США), местом обитания которых является лес, лесотундра и тундра, демонстрируют значения  $\delta^{13}\text{C}$  около  $-22,7 \pm 0,8\%$  и  $\delta^{15}\text{N}$   $1,6 \pm 0,4\%$  [Szepanski, Ben-David, Van Ballenberghe, 1999].

Альтернативная интерпретация изотопного состава углерода коллагена лосей Усть-Кеуля I предполагает их обитание в лесных (таежных) и/или лесотундровых ландшафтах, где в рацион животных в значительном количестве входили мхи и/или лишайники, для которых характерен утяжеленный изотопный состав углерода (см. рис. 4) [Kielland, 2001; Ben-David, Shochat, Adams, 2001, 2002; European Bison ... , 2015]. При этом данные о содержании изотопов азота (см. табл. 2, рис. 5) в костях лосей несколько противоречивы. С одной стороны, значения  $\delta^{15}\text{N}$  ( $5,4$ – $8,11\%$ ) сильно отличаются от изотопных меток животных лесостепной – тундровой зоны ( $\delta^{15}\text{N}$   $1,1$ – $3,7\%$ ) и близки таковым у животных, испытывающих водный и пищевой стресс в условиях сухих степей ( $\delta^{15}\text{N} > 5\%$ ) [Bocherens, 2003; Первые данные по анализам ... , 2016]. С другой стороны, обогащение тяжелым изотопом азота может быть обусловлено рационом, состоящим из лишайников, грибов и

безмикоризных растений, таких как злаки, травы, плауны (водные и полуводные растения) (см. рис. 5) [Kielland, 2001; Ben-David, Shochat, Adams, 2001].

С учетом видового состава ориктоценозов культуросодержащих уровней местонахождения Усть-Кеуль I можно с высокой долей достоверности утверждать, что изотопные характеристики отражают рацион питания *Alces americanus*, значительная доля которого, помимо травянистой, кустарниковой и древесной растительности, состояла из лишайников, мхов, водных, полуводных растений и грибов, произраставших в тайге или лесотундре.

Следует заметить, что отмеченные выше изменения изотопных данных от горизонта к горизонту (см. табл. 2, рис. 4 и 5) могут быть обусловлены сезонными вариациями диеты животных, причем утяжеление изотопного состава углерода и азота имеет место в холодное (зимнее) время года [Ben-David, Shochat, Adams, 2001]. Однако учитывая, что прижизненная замена коллагена и, соответственно, изменение изотопного состава в костях животных происходят в течение нескольких лет и/или первых десятков лет [Святко, 2016], то полученные изотопные характеристики по палеонтологическим остаткам *Alces americanus* отражают условия питания и обитания животных, как минимум, за последние несколько лет их жизни. Поэтому есть большая вероятность того, что наблюдаемые колебания значений  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{15}\text{N}$  для зубов особей *Alces americanus* из разновозрастных уровней фиксируют региональные и/или глобальные изменения окружающей среды. Ввиду того, что ареал лося может составлять несколько первых сотен квадратных километров, например масштабы их сезонных кочевков могут достигать 300 км [Соколов, 1959], то изотопная характеристика *Alces americanus* из Усть-Кеуля I, по-видимому, обусловлена не только растительностью, произраставшей на Приангарском плато, но также растительностью сопредельных территорий.

Согласно пыльцевым записям торфяных и озерных отложений [Ландшафты и климат Прибайкалья ... , 2005; Первые результаты ... , 2011; Отклик природной среды ... , 2014], в течение голоцена на соседствующей территории Лено-Ангарского плато и Прибайкалья, восточнее Приангарского плато, господствовали лесные сообщества. При этом среди спорово-пыльцевых спектров достаточно отчетливо выделяются глобальные и региональные климатические минимумы (похолодания) [Holocene climate variability ... , 2004], что фиксируется увеличением роли тундрово-болотной растительности [Ландшафты и климат Прибайкалья ... , 2005; Первые результаты ... , 2011; Отклик природной среды ... , 2014]. На рисунке 3 показано, что по возрасту формирования к. г. 2, 6, 8 перекрываются с наиболее продолжительными периодами глобального похолодания. Причем относительное утяжеление изотопного состава углерода и азота коллагена отмечается для лосей именно из этих уровней (см. табл. 2, рис. 4 и 5), что предполагает изменение диеты *Alces americanus* в сторону увеличения доли мхов, лишайников, водных и полуводных растений и грибов в их рационе в периоды похолодания. Эти данные хорошо согласуются с выводом об общем увлажнении территории Прибайкалья во время климатических минимумов в голоцене, когда площадь болотно-тундровой растительности расширилась



[Ланд-шафты и климат Прибайкалья ... , 2005; Первые результаты ... , 2011; Безрукова, Летунова, 2012; Отклик природной среды ... , 2014]. При этом относительно низкое значение  $\delta^{13}\text{C}$  и высокое  $\delta^{15}\text{N}$  для *Alces americanus* из четвертого уровня, возможно, обусловлено водным и/или пищевым стрессом, который животное испытывало в течение достаточно продолжительного времени.

### Заключение

Стратиграфический разрез археологического комплекса Усть-Кеуль I вмещает в себя культуросодержащие уровни мезолита (граница позднего плейстоцена и голоцена), неолита, бронзового и железного века, а также остатки культуры XVII–XX вв. н. э.

На рубеже позднего плейстоцена и голоцена в бассейне среднего течения р. Ангары имели место степные и/или лесостепные ландшафты, о чем свидетельствует изотопный состав коллагена из зуба лошади из к. г. 10 местонахождения Усть-Кеуль I.

В более поздние эпохи, от неолита до настоящего времени, по-видимому, доминировали таежные (тундровые) ландшафты, об этом свидетельствует видовой состав ископаемой фауны 2–9-го уровней.

Данные по стабильным изотопам углерода и азота для костных остатков *Alces americanus* отражают их диету, включавшую, судя по всему, мхи, лишайники, водные, полуводные растения и грибы, доля которых в рационе возрастала в периоды климатических минимумов с относительным похолоданием и увлажнением.

### Список литературы

Арсланов Х. А. Радиоуглерод: геохимия и геохронология / Х. А. Арсланов. – Л. : Изд-во Ленингр. ун-та, 1987. – 300 с.

Генералов А. Г. Неолитические комплексы многослойного поселения Казачка и их значение для изучения неолита Красноярско-Канской лесостепи : автореф. дис. ... канд. ист. наук / А. Г. Генералов. – Л., 1979. – 21 с.

Гиббард Ф. Л. Четвертичная система (период) и ее основные подразделения / Ф. Л. Гиббард // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56, № 4. – С. 873–875.

Изотопный состав азота пищи и костных останков плейстоценовых мамонтов / П. Якумин, С. Даванзо, В. И. Николаев, Л. Д. Сулержицкий // Стабильные изотопы в палеоэкологических исследованиях. – М. : Ин-т географии РАН, 2006. – 158 с.

Клементьев А. М. Фауна геoarхеологического объекта Усть-Кеуль I (Северное Приангарье) / А. М. Клементьев, В. М. Новосельцева // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Геoarхеология. Этнология. Антропология. – 2013. – № 2 (3). – С. 3–14.

Клементьев А. М. Голоценовые фаунистические группировки Северного Приангарья / А. М. Клементьев // Динамика современных экосистем в голоцене. – Казань, 2013. – Вып. 3. – С. 182–185.

Клементьев А. М. Раннеголоценовая фауна северной Ангары (материалы археологических объектов) / А. М. Клементьев // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Геoarхеология. Этнология. Антропология. – 2014. – Т. 8. – С. 31–44.

Ландшафты и климат Прибайкалья в позднеледниковье и голоцене по результатам комплексных исследований торфяников / Е. В. Безрукова, С. К. Кривоногов,

А. А. Абзаева, П. П. Летунова, Л. А. Орлова, Х. Такахара, Н. Миеси, Т. Накамура, С. М. Крапивина, К. Кавамуро // Геология и геофизика. – 2005. – Т. 46, № 1. – С. 21–33.

*Макаров Н. П.* Хронология и периодизация эпохи неолита и бронзы Красноярской лесостепи / Н. П. Макаров // Изв. Лаборатории древних технологий. – 2005. – Вып. 3. – С. 149–171.

*Макаров Н. П.* Керамика карабульского типа / Н. П. Макаров, М. В. Быкова // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири. – Иркутск, 2011. – Вып. 2. – С. 227–231.

*Многослойное геоархеологическое местонахождение Усть-Кеуль 1 в Северном Приангарье* / В. М. Новосельцева, А. М. Клементьев, Н. В. Цыденова, Н. Б. Соколова // Древние культуры Монголии и Байкальской Сибири. – Улан-Батор, 2012. – Вып. 3. – С. 89–95

*Николаев В. И.* Изотопные исследования костных останков из мест археологических раскопок (методические аспекты) / В. И. Николаев, Я. Г. Рысков, П. Якумин // Стабильные изотопы в палеоэкологических исследованиях. – М.: Ин-т географии РАН, 2006. – 158 с.

*Новосельцева В. М.* Новое геоархеологическое местонахождение Усть-Кеуль I в Северном Приангарье / В. М. Новосельцева, Е. О. Роговской // Проблемы археологии, этнографии, антропологии Сибири и сопредельных территорий. – 2008. – Т. 14. – С. 243–247.

*Новосельцева В. М.* Новые данные по геохронологии голоценовых комплексов геоархеологического местонахождения Усть-Кеуль I в Северном Приангарье / В. М. Новосельцева, Н. Б. Соколова // Евразия в кайнозой. Стратиграфия, палеоэкология, культуры. – 2012. – Вып. 1. – С. 137–146.

*Новосельцева В. М.* Отчет об археологических раскопках стоянки Усть-Кеуль 1 в Усть-Илимском районе Иркутской области в 2011 году (по Открытому листу № 722) : в 6 т. / В. М. Новосельцева. – Новосибирск, 2012. – Т. 1. – 833 с.

*Новосельцева В. М.* Отчет об археологических раскопках стоянки Усть-Кеуль 1, деревня Кеуль (зона затопления Богучанской ГЭС) в Усть-Илимском районе Иркутской области в 2012 году (по Открытому листу № 1270) : в 11 т. / В. М. Новосельцева. – Новосибирск, 2013. – Т. 1. – 1575 с.

*Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Ангаро-Енисейская. Лист О-48 – Усть-Илимск. Объяснительная записка* / С. А. Пермяков, В. П. Денисенко, Т. Д. Попова, А. Н. Куракина, Е. П. Миронюк, Г. С. Фон-дер-Флаасс, А. Н. Тимашков, А. О. Плеханов. – СПб: Картогр. фабрика ВСЕГЕИ, 2012. – 433 с.

*Отклик природной среды Ангаро-Ленского плато на глобальные изменения климата в голоцене* / Е. В. Безрукова, А. В. Белов, П. П. Летунова, Н. В. Кулагина // Геология и геофизика. – 2014. – Т. 55, № 4. – С. 594–604.

*Палинологическое исследование донных отложений озера Котокель: (район озера Байкал)* / Е. В. Безрукова, П. Е. Тарасов, Н. В. Кулагина, А. А. Абзаева, П. П. Летунова, С. С. Кострова // Геология и геофизика. – 2011. – Т. 52, № 4. – С. 586–595.

*Первые данные об изотопном составе углерода и азота в костных остатках *Scolodonta antiquitatis* из позднелепесточных археологических комплексов Хотык и Каменка Западного Забайкалья* / А. М. Хубанова, А. М. Клементьев, В. Б. Хубанов, В. Ф. Посохов, А. Е. Мурзинцева // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. – 2016. – Т. 7, № 1 (13). – С. 163–169.

*Первые данные по анализам стабильных изотопов скотоводов позднего голоцена Прибайкалья и их радиоуглеродное датирование* / А. Л. Ватерс-Рист, Р. Дж. Лозей, Т. Ю. Номоконова, Г. В. Туркин, О. И. Горюнова // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Геоархеология. Этнология. Антропология. – 2016. – Т. 18. – С. 90–109.

*Первые результаты* реконструкции природной среды голоцена Лено-Ангарского плато (Восточная Сибирь) / Е. В. Безрукова, А. В. Белов, М. И. Кузьмин, П. П. Летунова, А. А. Абзаева, Л. А. Орлова, Н. В. Кулагина // Докл. Акад. наук. – 2011. – Т. 440, № 5. – С. 686–690.

*Растительность и климат* Танхойской подгорной равнины (южное побережье оз. Байкал) в позднеледниковье и голоцене / О. Г. Шарова, Е. В. Безрукова, П. П. Летунова, Н. В. Кулагина, А. А. Щетников, И. А. Филинов, Е. В. Иванов, О. В. Левина // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Геоархеология. Этнология. Антропология. – 2015. – Т. 11. – С. 86–102.

*Святко С.* Анализ стабильных изотопов: основы метода и обзор исследований в Сибири и Евразийской степи / С. Святко // Археология, этнография и антропология Евразии. – 2016. – Т. 44, № 2. – С. 47–55. doi:10.17746/1563-0110.2016.44.2.047-055

*Соколов И. И.* Копытные звери (отряды Perissodactyla и Artiodactyla) / И. И. Соколов // Фауна СССР. Млекопитающие. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – Т. 1, вып. 3. – 639 с.

*Соколова Н. Б.* Неолитическая керамика многослойного местонахождения Усть-Кеуль I (Северное Приангарье) / Н. Б. Соколова // Материалы LV Рос. археол.-этногр. конф. студентов и мол. ученых. Иркутск, 23–27 марта 2015 г. – Иркутск, 2015. – С. 92–94.

*Физико-химические характеристики* ископаемых костных остатков млекопитающих и проблема оценки их относительного возраста. Ч. 1. Термический и масс-спектрометрический элементный анализ / Н. Г. Смирнов, С. Л. Вотяков, Н. О. Садыкова, Д. В. Киселева, Ю. В. Шапова. – Екатеринбург: Гоцицкий, 2009. – 118 с.

*Ambrose S. H.* Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis / S. H. Ambrose // Journal of Archaeological Science. – 1990. – Vol. 17. – P. 431–451.

*Ben-David M.* Utility of Stable Isotope Analysis in Studying Foraging Ecology of Herbivores: Examples from Moose and Caribou / M. Ben-David, E. Shochat, L. G. Adams // Alces. – 2001. – Vol. 37, Is. 2. – P. 421–434.

*Berdnikov I.* Cultural Dynamics of Southern Part Middle Siberia in the Neolithic Based on the Pottery Study / I. Berdnikov, N. Sokolova // Virtual Multidisciplinary Conference QUAESTI. – 2014. – P. 343–346.

*Bocherens H.* Diet, physiology and ecology of fossil mammals as inferred from stable carbon and nitrogen isotope biogeochemistry: implications for Pleistocene bears / H. Bocherens, M. Fizet, A. Mariotti // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 1994. – Vol. 107. – P. 213–225.

*Bocherens H.* Isotopic biogeochemistry and paleoecology of the mammoth steppe fauna / H. Bocherens // Advances in mammoth research. – DEINSEA, 2003. – Vol. 9. – P. 57–76.

*Bocherens H.* Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: Case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems / H. Bocherens, D. Drucker // International Journal of Osteoarchaeology. – 2003. – Vol. 13, Is. 1–2. – P. 46–53. doi: 10.1002/oa.662

*Bronk Ramsey C.* OxCal 4.3.2 [Электронный ресурс] / C. Bronk Ramsey. – 2017. – URL: <http://c14.arch.ox.ac.uk>. (дата обращения: 10.03.2017)

*DeNiro M. J.* Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals / M. J. DeNiro, S. Epstein // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1978. – Vol. 42. – P. 495–506.

*DeNiro M. J.* Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals / M. J. DeNiro, S. Epstein // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1981. – Vol. 45. – P. 341–351.

*Drucker D. G.* Evidence for shifting environmental conditions in Southwestern France from 33 000 to 15 000 years ago derived from carbon-13 and nitrogen-15 natural abundances in collagen of large herbivores / D. G. Drucker, H. Bocherens, D. Billiou // Earth and Planetary Science Letters. – 2003. – Vol. 216 – P. 163–173.

*European Bison as a Refugee Species? Evidence from Isotopic Data on Early Holocene Bison and Other Large Herbivores in Northern Europe* / H. Bocherens, E. Hofman-Kamińska,

D. Dorothee, U. Schmölke, R. Kowalczyk // Plos One. – 2015. – Vol. 10, Is. 4. – P. 1–19. e0115090. doi:10.1371/journal.pone.0115090.

*Iacumin P. C and N stable isotope measurements on Eurasian fossil mammals, 40 000 to 10 000 years BP: Herbivore physiologies and palaeoenvironmental reconstruction / P. Iacumin, V. Nikolaev, M. Ramigni // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2000. – Vol. 163. – P. 33–47.*

*Improved collagen extraction method by modified Longin method / T. A. Brown, D. E. Nelson, J. S. Vogel, J. R. Southon // Radiocarbon. – 1988. – Vol. 30, N 2. – P. 171–177.*

*Holocene climate variability / P. A. Mayewski, E. E. Rohling, J. C. Stager, W. Karlen, K. A. Maasch, L. D. Meeker, E. A. Meyerson, F. Gasse, S. van Kreveld, K. Holmgren, J. Lee-Thorp, G. Rosqvist, F. Rack, M. Staubwasser, R. R. Schneider, E. J. Steig // Quaternary Research. – 2004. – Vol. 62, Is. 3. – P. 243–255.*

*Hunter-gatherer foraging ranges, migrations, and travel in the middle Holocene. Baikal region of Siberia: Insights from carbon and nitrogen stable isotope signatures / A. W. Weber, D. White, V. I. Bazaliiskii, O. I. Goriunova, N. A. Saveliev, M. A. Katzenberg // Journal of Archaeological Science. – 2011. – Vol. 30. – P. 523–548. doi:10.1016/j.jaa.2011.06.006*

*Katzenberg M. A. Stable isotope ecology and palaeodiet in the Lake Baikal region of Siberia / M. A. Katzenberg, A. Weber // Journal of Archaeological Science. – 1999. – Vol. 26. – P. 651–659.*

*Kielland K. Stable Isotope Signatures of Moose in Relation to Seasonal Forage Composition: A Hypothesis / K. Kielland // Alces. – 2001. – Vol. 37, N 2. – P. 329–337.*

*Longin R. New method of collagen extraction for radiocarbon dating / R. Longin // Nature. – 1971. – Vol. 230. – P. 241–242.*

*New Holocene refugia of giant geer (Megaloceros giganteus Blum.) in Siberia: updated extinction patterns / J. Plicht, V. I. Molodin, Y. V. Kuzmin, S. K. Vasiliev, A. V. Postnov, V. S. Slavinsky // Quaternary Science Reviews. – 2015. – N 114. – P. 182–188.*

*Roberts N. The Holocene. An environmental history / N. Roberts. – Malden, Massachusetts, USA : Blackwell Publishers Inc., 1998. – 316 p.*

*Smith B. N. Two Categories of  $^{13}C/^{12}C$  Ratios for Higher Plants / B. N. Smith, S. Epstein // Plant Physiology. – 1971. – Vol. 47. – P. 380–384. doi.org/10.1104/pp.47.3.380*

*Schoeninger M. J. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals / M. J. Schoeninger, M. J. DeNiro // Geochimica et Cosmochimica Acta. – 1984. – Vol. 48. – P. 625–639.*

*Szepanski M. M. Assessment of anadromous salmon resources in the diet of the Alexander Archipelago wolf using stable isotope analysis / M. M. Szepanski, M. Ben-David, V. Van Ballenberghe // Oecologia. – 1999. – Vol. 120. – P. 327–335.*

*Tarasov P. E. Late Glacial and Holocene changes in vegetation cover and climate in southern Siberia derived from a 15 kyr long pollen record from Lake Kotokel / P. E. Tarasov, E. V. Bezrukova, S. K. Krivonogov // Climate of the Past. – 2009. – Vol. 5. – P. 285–295.*

*Van der Merwe N. J. Light stable isotopes and the reconstruction of prehistoric diets / N. J. Van der Merwe // Proceedings of the British Academy. – 1992. – Vol. 77. – P. 247–264.*

*Vegetation and climate dynamics during the Holocene and Eemian interglacials derived from Lake Baikal pollen records / P. Tarasov, E. Bezrukova, E. Karabanov, T. Nakagawa, M. Wagner, N. Kulagina, P. Letunova, A. Abzaeva, W. Granoszewski, F. Riedel // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2007. – Vol. 252. – P. 440–457.*

*Weber A. W. Hunter-gatherer culture change and continuity in the Middle Holocene of the Cis-Baikal, Siberia / A. W. Weber, D. W. Link, M. A. Katzenberg // Journal of Anthropological Archaeology. – 2002. – Vol. 21. – P. 230–299.*

## Features of C and N Stable Isotopes Composition in the Collagen of *Equus Ferus* and *Alces Americanus* Teeth from the Archaeological Site Ust-Keul I (Northern Angara Region)

A. M. Khubanova

*Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude*

V. B. Khubanov

*Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude*

*Buryat State University, Ulan-Ude*

V. M. Novoseltseva

*Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Novosibirsk*

N. B. Sokolova

*Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, Novosibirsk*

*Irkutsk State University, Irkutsk*

A. M. Klementiev

*Institute of the Earth Crust SB RAS, Irkutsk*

V. F. Posokhov

*Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude*

**Abstract.** The Ust-Keul I archaeological site is one of the complete Holocene cross sections of the Northern Angara region. We studied species composition of fauna and C-N isotope composition of *Alces americanus* and *Equus ferus* and reconstructed the paleoenvironmental conditions. The Ust-Keul I site contains 11 cultural horizons (c.h.) that date back to a wide range: c.h. 1–2 – 17–20<sup>th</sup> centuries AD, c.h. 3–4 – Early Iron Age, c.h. 5 – Bronze Age, c.h. 6 – Late Neolithic and Early Bronze Age, c.h. 7 – Middle Neolithic, c.h. 8 – Early Neolithic, c.h. 9–11 – Mesolithic. Fauna from cultural horizons 9–2 consists of boreal (taiga) species, from c.h. 11–10 – Pleistocene species. Extraction of teeth collagen made by Longin method. Carbon and nitrogen stable isotope ratios were measured on the mass spectrometer Finnigan 253 (GIN SB RAS). Samples were analyzed in accordance with international (USGS 40, IAEA-N-1) and in-lab standards (MCA-7, MCA-8). The error in determining  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$  was  $\pm 0.2$  ‰. To assess the degree of collagen preservation we used the C/Nat ratio that should be in the range from 2.9 to 3.6. Meaning of  $\delta^{13}\text{C}$  (-21.57 ‰) and  $\delta^{15}\text{N}$  (5.62 ‰) of the *Equus* sp. collagen from cultural horizon 10 (10–11 ka BP) indicated that its diet had herbaceous plants with the C3 type of photosynthesis. Probably, a steppe and forest-steppe were presented in the Northern Angara region during the Late Pleistocene and Early Holocene. In the later periods from Neolithic to present time, the forest (taiga) landscape has been dominated in region. It was evidenced by the species composition of fauna from cultural horizons 2–9: *Moschus moschiferus*, *Lepus* sp., *Rangifer tarandus*, *Alces americanus*, *Capreolus pygargus*, *Cervus elaphus*, *Castor fiber*, *Ursus arctos*, *Martes zibellina*. Meaning of  $\delta^{13}\text{C}$  (from -20.13 ‰ to -19.6 ‰) and  $\delta^{15}\text{N}$  (from 5.49 ‰ to 8.11 ‰) of *Alces americanus* supported that its diet was mosses, lichens, aquatic plants and mushrooms. And their proportion in the elks diet increased during Holocene climatic minima, characterized by relative cooling and humidification. These plants have been in the Northern Angara taiga and/or forest-tundra during Holocene.

**Keywords:** Northern Angara region, Holocene, archaeological complexes, C and N isotope composition, *Alces americanus*, *Equus ferus*.

## References

- Ambrose S. H. Preparation and characterization of bone and tooth collagen for isotopic analysis. *Journal of Archaeological Science*. 1990, Vol. 17, pp. 431–451.
- Arslanov Kh. A. *Radiouglerod: geokhimiya i geokhronologiya [Radiocarbon: Geochemistry and Geochronology]*. Leningrad, Publishing House of the Leningrad University, 1987, 300 p. (In Russ.)
- Ben-David M., Shochat E., Adams L. G. Utility of Stable Isotope Analysis in Studying Foraging Ecology of Herbivores: Examples from Moose and Caribou. *Alces*. 2001, Vol. 37, Is. 2, pp. 421–434.
- Berdnikov I., Sokolova N. Cultural Dynamics of Southern Part of Middle Siberia in the Neolithic Based on the Pottery Study. *Virtual Multidisciplinary Conference QUAESTI*. 2014, pp. 343–346.
- Bezrukova E. V., Letunova P. P. Izmenenie prirodnoi sredy Priolikhoniya v srednem – pozdnem golotsene [Environmental Change in the Middle and Late Holocene of Olkhon Region]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geoarkheologiya. Etnologiya. Antropologiya [The Bulletin of the Irkutsk State University. Series Geoarcheology. Ethnology. Anthropology]*. 2012, Vol. 1, pp. 91–105. (In Russ.)
- Bezrukova E. V., Belov A. V., Letunova P. P., Kulagina N. V. Otklik prirodnoi sredy Angaro-Lenskogo plato na globalnye izmeneniya klimata v golotsene [The response of the environment of the Angara-Lena plateau to global climate change in the Holocene]. *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*. 2014, Vol. 55, Is. 4, pp. 594–604. (In Russ.)
- Bezrukova E. V., Tarasov P. E., Kulagina N. V., Abzaeva A. A., Letunova P. P., Kostrova S. S. Palinologicheskoe issledovanie donnykh otlozhenii ozera Kotokel: (raion ozera Baikal) [Palynological study of bottom sediments of Lake Kotokel: (the area of lake Baikal)]. *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*. 2011, Vol. 52, Is. 4, pp. 586–595. (In Russ.)
- Bezrukova E. V., Belov A. V., Kuzmin M. I., Letunova P. P., Abzaeva A. A., Orlova L. A., Kulagina N. V. Pervye rezultaty rekonstruktsii prirodnoi sredy golotsena Leno-Angarskogo plato (Vostochnaya Sibir) [First Results of Reconstruction of the Environment in the Holocene on the Lena-Angara Plateau (Eastern Siberia)]. *Doklady Akademii Nauk [Proceedings of the Russian Academy of Sciences]*. 2011, Vol. 440, Is. 5, pp. 686–690. (In Russ.)
- Bezrukova E. V., Krivonogov S. K., Abzaeva A. A., Vershinin K. E., Letunova P. P., Orlova L. A., Takahara H., Miyoshi N., Nakamura T., Krapivina S. M., Kawamuro K. Landshafty i klimat Pribaikaliya v pozdnelednikovie i golotsene po rezultatam kompleksnykh issledovaniy torfyanikov [Landscapes and Climate of the Baikal Region in the Late Glacial and Holocene (From Results of Complex Studies of Peat Bogs)]. *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*. 2005, Vol. 46, Is. 1, pp. 21–33. (In Russ.)
- Bocherens H. Isotopic biogeochemistry and paleoecology of the mammoth steppe fauna. *Advances in mammoth research*. DEINSEA, 2003, Vol. 9, pp. 57–76.
- Bocherens H., Drucker D. Trophic level isotopic enrichment of carbon and nitrogen in bone collagen: Case studies from recent and ancient terrestrial ecosystems. *Int'l J Osteoarchaeol*. 2003, Vol. 13, pp. 46–53. doi: 10.1002/oa.662
- Bocherens H., Fizet M., Mariotti A. Diet, physiology and ecology of fossil mammals as inferred from stable carbon and nitrogen isotope biogeochemistry: implications for Pleistocene bears. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 1994, Vol. 107, pp. 213–225.
- Bocherens H., Hofman-Kamińska E., Drucker G. D., Schmolcke U., Kowalczyk R. European Bison as a Refugee Species? Evidence from Isotopic Data on Early Holocene Bison and Other Large Herbivores in Northern Europe. *PLOS ONE*. 2015, Vol. 10, Is. 2, pp. 1–19. e0115090. doi:10.1371/journal.pone.0115090
- Bronk Ramsey C. *OxCal 4.3.2*. 2017, available at: <http://c14.arch.ox.ac.uk>. (date of access: 10.03.2017)

Brown T. A., Nelson D. E., Vogel J. S., Southon J. R. Improved collagen extraction method by modified Longin method. *Radiocarbon*. 1988, Vol. 30, Is. 2, pp. 171–177.

DeNiro M. J., Epstein S. Influence of diet on the distribution of carbon isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1978, Vol. 42, pp. 495–506.

DeNiro M. J., Epstein S. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1981, Vol. 45, pp. 341–351.

Drucker D. G., Bocherens H., Billiou D. Evidence for shifting environmental conditions in Southwestern France from 33 000 to 15 000 years ago derived from carbon-13 and nitrogen-15 natural abundances in collagen of large herbivores. *Earth and Planetary Science Letters*. 2003, Vol. 216, pp. 163–173.

Generalov A. G. *Neoliticheskie komplekсы mnogosloinogo poseleniya Kazachka i ikh znachenie dlya izucheniya neolita Krasnoyarsko-Kanskoi lesostepi : avtoref. dis. ... kand. ist. nauk [Neolithic complexes of multilayer settlement Kazachka and that's importance for the study of Neolithic Krasnoyarsk-Kansk forest steppe. Cand. histor. sci. syn. diss.]*. Leningrad, 1979, 21 p. (In Russ.)

Gibbard Ph. L. Четвертичная система (period) и ее основные подразделения [The quaternary system (period) and its major subdivisions]. *Geologiya i geofizika [Russian Geology and Geophysics]*. 2005, Vol. 56, Is. 4, pp. 873–875. (In Russ.)

Iacumin P., Nikolaev V., Ramigni M. C and N stable isotope measurements on Eurasian fossil mammals, 40 000 to 10 000 years BP: Herbivore physiologies and palaeoenvironmental reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2000, Vol. 163, pp. 33–47.

Iacumin P., Davanzo S., Nicolaev V. I., Sulerzhitsky L. D. Izotopnyi sostav azota pishchi i kostnykh ostankov pleistotsenovykh mamontov [Nitrogen isotope studies of mammoth's food and fossil remains]. *Stabilnye izotopy v paleoekologicheskikh issledovaniyakh [Stable isotopes in palaeoecological studies]*. Moscow, Institute of Geography RAS Publ., 2006, 158 p. (In Russ.)

Katzenberg M. A., Weber A. Stable isotope ecology and palaeodiet in the Lake Baikal region of Siberia. *Journal of Archaeological Science*. 1999, Vol. 26, pp. 651–659.

Khubanova A. M., Klementiev A. M., Khubanov V. B., Posokhov V. F., Murzintseva A. E. Pervye dannye ob izotopnom sostave ugleroda i azota v kostnykh ostatkakh *Coelodonta antiquitatis* iz pozdnepleistotsenovykh arkheologicheskikh kompleksov Khotyk i Kamenka Zapadnogo Zabaikaliya [Diet and environment reconstruction of *Coelodonta antiquitatis* in the Late Pleistocene by C-N isotope analyses of paleontological material (archaeological complex Khotyk and Kamenka, West Transbaikalia)]. *Dinamika okruzhayushchei sredy i globalnyye izmeneniya klimata [Environmental Dynamics and global Climate Change]*. 2016, Vol. 7, Is. 1 (13), pp. 163–169. (In Russ.)

Kielland K. Stable Isotope Signatures of Moose in Relation to Seasonal Forage Composition: A Hypothesis. *Alces*. 2001, Vol. 37, Is. 2, pp. 329–337.

Klementiev A. M. Golotsenovyie faunisticheskie gruppировки Severnoi Priangariya [Holocene fauns of the Northern Angara region]. *Dinamika sovremennykh ekosistem v golotsene [Dynamics of modern ecosystems in the Holocene]*. Kazan, AN RT Publ., 2013, Is. 3, pp. 182–185. (In Russ.)

Klementiev A. M. Rannegolotsenovaya fauna severnoi Angary (materialy arkheologicheskikh ob'ektov) [Early Holocene Fauna of Northern Angara region (materials of archaeological sites)]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geoarkheologiya. Etnologiya. Antropologiya [The Bulletin of the Irkutsk State University. Series Geoarcheology. Ethnology. Anthropology]*. 2014, Vol. 8, pp. 31–44. (In Russ.)

Klementiev A. M., Novoseltseva V. M. Fauna geoarkheologicheskogo ob'ekta Ust-Keul 1 (Severnoe Priangarie) [Fauna of the geoarchaeological object Ust-Keul 1 (Northern Angara region)]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geoarkheologiya. Etnologiya. Antropologiya [The Bulletin of the Irkutsk State University. Series Geoarcheology. Ethnology. Anthropology]*. 2013, Vol. 2, Is. 3, pp. 3–14. (In Russ.)

Longin R. New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature*. 1971, Vol. 230, pp. 241–242.

Makarov N. P. Khronologiya i periodizatsiya epokhi neolita i bronzy krasnoyarskoi lesostepi [Chronology and periodization of the Neolithic and Bronze Age in Krasnoyarsk forest-steppe]. *Izvestiya laboratorii drevnikh tekhnologii [Proceedings of the Laboratory of Ancient Technologies]*. Irkutsk, ISTU Publ., 2005, Vol. 3, pp. 149–171. (In Russ.)

Makarov N. P., Bykova M. V. Keramika karabul'skogo tipa [Ceramics of Karabula type]. *Drevnie kultury Mongolii i Baikalskoi Sibiri [Ancient cultures of Mongolia and Baikal Siberia]*. Irkutsk, ISTU Publ., 2011, Vol. 2, pp. 227–231. (In Russ.)

Mayewski P. A., Rohling E. E., Stager J. C., Karlén W., Maasch K. A., Meeker L. D., Meyerson E. A., Gasse F., van Kreveld S., Holmgren K., Lee-Thorp J., Rosqvist G., Rack F., Staubwasser M., Schneider R. R., Steig E. J. Holocene climate variability. *Quaternary Research*. 2004, Vol. 62, Is. 3, pp. 243–255.

Nikolaev V. I., Ryskov Ya. G., Iakumin P. Izotopnye issledovaniya kostnykh ostankov iz mest arkheologicheskikh raskopok (metodicheskie aspekty) [A stable isotope investigation of bone remains from archaeological excavations (methodological aspects)]. *Stabilnye izotopy v paleoekologicheskikh issledovaniyakh [Stable isotopes in palaeoecological studies]*. Moscow, Institute of Geography RAS Publ., 2006, 158 p. (In Russ.)

Novoseltseva V. M. *Otchet ob arkheologicheskikh raskopkakh stoyanki Ust-Keul 1 v Ust-Ulimskom raione Irkutskoi oblasti v 2011 godu (po Otkrytomu listu № 722) (v 6 tomakh) [Report on the archaeological excavation of the site Ust-Keul 1 in the Ust-Ilimsk district of the Irkutsk region in 2011 (Open Sheet No. 722) (in 6 volumes)]*. Novosibirsk, 2012, Vol. 1, 833 p. (In Russ.)

Novoseltseva V. M. *Otchet ob arkheologicheskikh raskopkakh stoyanki Ust-Keul 1, derevnya Keul (Zona zatopeniya Boguchanskoi GES) v Ust-Ulimskom rayone Irkutskoi oblasti v 2012 godu (po Otkrytomu listu № 1270) (v 11 tomakh) [Report about archaeological excavation of the site Ust-Keul 1, Derevnya Keul in the Ust-Ilimsk district of the Irkutsk region in 2012 (Open Sheet No. 1270) (in 11 volumes)]*. Novosibirsk, 2013, Vol. 1, 1575 p. (In Russ.)

Novoseltseva V. M., Rogovskoi E. O. Novoe geoarkheologicheskoe mestonakhozhdenie Ust-Keul 1 v Severnom Priangarie [New Geoarchaeological Object Ust-Keul 1 in Northern Angara Region]. *Problemy arkheologii, etnografii i antropologii Sibiri i sopredelnykh territorii [Problems of Archaeology, Ethnography, Anthropology of Siberia and Neighboring Territories]*. 2008, Vol. 14, pp. 243–247. (In Russ.)

Novoseltseva V. M., Sokolova N. B. Novye dannye po geokhronologii golotsenovykh kompleksov geoarkheologicheskogo mestonakhozhdeniya Ust-Keul 1 v Severnom Priangarie [New geochronological data of Holocene complexes of multilayer geoarchaeological site Ust-Keul I in Northern Angara region]. *Evrasiya v kainozoe. Stratigrafiya, paleoekologiya, kultura [Eurasia in the Cenozoic. Stratigraphy, Paleocology, Culture]*. 2012, Vol. 1, pp. 137–146. (In Russ.)

Novoseltseva V. M., Klementiev A. M., Tsydenova N. V., Sokolova N. B. Mnogosloinoe geoarkheologicheskoe mestonakhozhdenie Ust-Keul 1 v Severnom Priangarie [Multilayer geoarchaeological site Ust-Keul 1 in the Northern Angara region]. *Drevnie kultury Mongolii i Baikalskoi Sibiri [Ancient cultures of Mongolia and Baikal Siberia]*. Ulaanbaatar, Mongol State University Publ., 2012, Vol. 3, pp. 89–95. (In Russ.)

Permyakov S. A., Denisenko V. P., Popova T. D., Kurakin A. N. *Obyasnitelnaya zapiska. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tretie pokolenie). Seriya Angaro-Eniseiskaya. List O-48 – Ust-Ilimsk [Explanatory note. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1 : 1 000 000 (third generation). Angara-Yenisei Series. Sheet O-48 – Ust-Ilimsk]*. St. Petersburg, Cartographic Factory VSEGEI Publ., 2012, 433 p. (page 246). (In Russ.)



Plicht J., Molodin V. I., Kuzmin Y. V., Vasiliev S. K., Postnov A. V., Slavinsky V. S. New Holocene refugia of giant geer (*Megaloceros giganteus* Blum.) in Siberia: updated extinction patterns. *Quaternary Science Reviews*. 2015, Vol. 114, pp. 182–188.

Reimer P. J., Bard E., Bayliss A., Beck J. W., Blackwell P. G., Bronk Ramsey C., Buck C. E., Cheng H., Edwards R. L., Friedrich M., Grootes P. M., Guilderson T. P., Haflidason H., Hajdas I., Hatté C., Heaton T. J., Hoffmann D. L., Hogg A. G., Hughen K. A., Kaiser K. F., Kromer B., Manning S. W., Niu M., Reimer R. W., Richards D. A., Scott E. M., Southon J. R., Staff R. A., Turney C. S. M., van der Plicht J. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*. 2013, Vol. 55, Is. 4, pp. 1869–1887.

Roberts N. *The Holocene. An environmental history*. Malden, Massachusetts, USA, Blackwell Publishers Inc., 1998, 316 p.

Schoeninger M. J., DeNiro M. J. Nitrogen and carbon isotopic composition of bone collagen from marine and terrestrial animals. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. 1984, Vol. 48, pp. 625–639.

Sharova O. G., Bezrukova E. V., Letunova P. P., Kulagina N. V., Shchetnikov A. A., Filinov I. A., Ivanov E. V., Levina O. V. Rastitelnost i klimat Tankhoiskoi podgornoi ravniny (yuzhnoe poberezhie oz. Baikal) v pozdnelednikovie i golotsene [Vegetation and Climate of the Tankhoi Foothill Plain (Lake Baikal Southern Shore) over the Late Glacial and Holocene]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geoarkheologiya. Etnologiya. Antropologiya [The Bulletin of the Irkutsk State University. Series Geoarcheology. Ethnology. Anthropology]*. 2015, Vol. 11, pp. 86–102. (In Russ.)

Smirnov N. G., Votyakov S. L., Sadykova N. O., Kiseleva D. V., Shchapova Yu. V. *Fiziko-khimicheskie kharakteristiki iskopaemykh kostnykh ostatkov mlekopitayushchikh i problema otsenki ikh otноситelnogo vozrasta. Chast 1. Termicheskii i mass-spektrometricheskii elementnyi analiz [Physical and chemical characteristics of mammal fossil bone remains and the problem of estimations of their relative ages. Part 1. Thermic analysis and mass-spectrometry for trace element contents]*. Ekaterinburg, Goschitsky Publ., 2009, 118 p. (In Russ.)

Smith B. N., Epstein S. Two Categories of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  Ratios for Higher Plants. *Plant Physiology*. 1971, Vol. 47, pp. 380–384. doi.org/10.1104/pp.47.3.380

Sokolov I. I. Kopytnye zveri (otryady *Perissodactyla* i *Artiodactyla*) [Ungulates (orders *Perissodactyla* and *Artiodactyla*)]. *Fauna SSSR. Mlekopitayushchie [Fauna of the USSR. Mammals]*. Moscow, Leningrad, AS USSR Publ., 1959, Vol. 1, Is. 3, 639 p. (In Russ.)

Sokolova N. B. Neoliticheskaya keramika mnogosloinogo mestonakhozhdeniya Ust-Keul 1 (Severnoe Priangarie) [Neolithic Pottery from Multilayered Site Ust-Keul 1 (Northern Angara Region)]. *Materialy 55 Rossiiskoi arkheologo-etnograficheskoi konferentsii studentov i molodykh uchennykh [Proceedings of the 55th Russian Archaeological and Ethnographic Conference of Students and Young Scientists]*. Irkutsk, ISU Publ., 2015, pp. 92–94. (In Russ.)

Svyatko S. V. Analiz stabilnykh izotopov: osnovy metoda i obzor issledovaniy v Sibiri i Evraziiskoi stepi [Stable Isotope Analysis: Outline of Methodology and a Review of Studies in Siberia and the Eurasian Steppe]. *Arkheologiya, Etnografiya i Antropologiya Evrazii [Archaeology, Ethnology and Anthropology of Eurasia]*. 2016, Vol. 44, Is. 2, pp. 47–55. doi:10.17746/1563-0110.2016.44.2.047-055

Szepanski M. M., Ben-David M., Van Ballenberghe V. Assessment of anadromous salmon resources in the diet of the Alexander Archipelago wolf using stable isotope analysis. *Oecologia*. 1999, Vol. 120, pp. 327–335.

Tarasov P. E., Bezrukova E. V., Krivonogov S. K. Late Glacial and Holocene changes in vegetation cover and climate in southern Siberia derived from a 15 kyr long pollen record from Lake Kotokel. *Climate of the Past*. 2009, Vol. 5, pp. 285–295.

Tarasov P., Bezrukova E., Karabanov E., Nakagawa T., Wagner M., Kulagina N., Letunova P., Abzaeva A., Granoszewski W., Riedel F. Vegetation and climate dynamics during

the Holocene and Eemian interglacials derived from Lake Baikal pollen records. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2007, Vol. 252, pp. 440–457.

Van der Merwe N. J. Light stable isotopes and the reconstruction of prehistoric diets. *Proceedings of the British Academy*. 1992, Vol. 77, pp. 247–264.

Waters-Rist A. L., Lozei R. Dzh., Nomokonova T. Yu., Turkin G. V., Goriunova O. I. Pervye dannye po analizam stabilnykh izotopov skotovodov pozdnego golotsena Pribaikaliya i ikh radiouglerodnoe datirovanie [The first data on the analysis of stable isotopes of the Late Holocene pastoralists and their radiocarbon dating]. *Izvestiya Irkutskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya Geoarheologiya. Etnologiya. Antropologiya [The Bulletin of the Irkutsk State University. Series Geoarcheology. Ethnology. Anthropology]*. 2016, Vol. 18, pp. 90–109. (In Russ.)

Weber A. W., Link D. W., Katzenberg M. A. Hunter–gatherer culture change and continuity in the Middle Holocene of the Cis-Baikal, Siberia. *Journal of Anthropological Archaeology*. 2002, Vol. 21, pp. 230–299.

Weber A. W., White D., Bazaliiskii V. I., Goriunova O. I., Saveliev N. A., Katzenberg M. A. Hunter-gatherer foraging ranges, migrations, and travel in the middle Holocene. Baikal region of Siberia: Insights from carbon and nitrogen stable isotope signatures. *Journal of Archaeological Science*. 2011, Vol. 30, pp. 523–548. doi:10.1016/j.jaa.2011.06.006

**Хубанова Анна Михайловна**

инженер, лаборатория инструментальных методов анализа, Геологический институт СО РАН, Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а  
e-mail: hubanova81@mail.ru

**Khubanova Anna Mikhailovna**

Engineer, Laboratory of Instrumental Analysis Methods, Geological Institute SB RAS, 6a, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia  
e-mail: hubanova81@mail.ru

**Хубанов Валентин Борисович**

кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник, лаборатория инструментальных методов анализа, Геологический институт СО РАН, Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а старший преподаватель, кафедра геологии, химический факультет, Бурятский государственный университет, Россия, 670000, г. Улан-Удэ, ул. Смолина, 24а  
e-mail: khubanov@mail.ru

**Khubanov Valentin Borisovich**

Candidate of Sciences (Geology and Mineralogy), Senior Researcher, Laboratory of Instrumental Analysis Methods; Geological Institute SB RAS; 6a, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047, Russia  
Senior Lecturer, Department of Geology, Faculty of Chemistry, Buryat State University, 24a, Smolin st., Ulan-Ude, 670000, Russia  
e-mail: khubanov@mail.ru

**Новосельцева Валентина Михайловна**

кандидат исторических наук, младший научный сотрудник, Иркутская лаборатория археологии и палеоэкологии, Институт археологии и этнографии СО РАН, Россия, 630090, г. Новосибирск, пр. Акад. Лаврентьева, 17  
e-mail: novlm@mail.ru

**Novoseltseva Valentina Mikhailovna**

Candidate of Sciences (History), Junior Researcher, Irkutsk Laboratory of Archaeology and Paleocology, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, 17, Acad. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia  
e-mail: novlm@mail.ru

**Соколова Наталья Борисовна**

специалист, Иркутская лаборатория археологии и палеоэкологии, Институт археологии и этнографии СО РАН, Россия, 630090, г. Новосибирск,

**Sokolova Natalia Borisovna**

Specialist, Irkutsk Laboratory of Archaeology and Paleocology, Institute of Archaeology and Ethnography SB RAS, 17, Acad. Lavrentiev av., Novosibirsk, 630090, Russia

пр. Акад. Лаврентьева, 17  
стажер-исследователь,  
научно-исследовательский центр  
«Байкальский регион», Иркутский  
государственный университет, Россия,  
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1  
e-mail: snb-87@mail.ru

***Клементьев Алексей Михайлович***

кандидат географических наук, научный  
сотрудник, лаборатория кайнозоя,  
Институт земной коры СО РАН, Россия,  
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128  
e-mail: klem-al@tandex.ru

***Посохов Виктор Федорович***

старший научный сотрудник, лаборатория  
инструментальных методов анализа,  
Геологический институт СО РАН, Россия,  
670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6а  
e-mail: vitaf1@yandex.ru

Trainee Researcher, Scientific Research  
Center «Baikal Region», Irkutsk State  
University, 1, K. Marx st., Irkutsk, 664003,  
Russia  
e-mail: snb-87@mail.ru

***Klementiev Alexei Mikhailovich***

Candidate of Sciences (Geography),  
Researcher, Laboratory of Cenozoic, Institute  
of the Earth's Crust SB RAS, 128, Lermontov  
st., Irkutsk, 664033, Russia  
e-mail: klem-al@tandex.ru

***Posokhov Victor Fedorovich***

Senior Researcher, Laboratory of Instrumental  
Analysis Methods, Geological Institute SB  
RAS, 6a, Sakhyanova st., Ulan-Ude, 670047,  
Russia  
e-mail: vitaf1@yandex.ru