

Предварительные исследования скелетных остатков особи семейства Felidae из местонахождения «Гора Короленко», р. Амга, Якутия

В.В. Плотников*, И.С. Павлов*, А.И. Климовский*, Е.Н. Машенко**

*Академия наук Республики Саха (Якутия), г. Якутск

**Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, г. Москва

Представлены предварительные результаты исследования таксономической (родовой и видовой) принадлежности фрагмента скелета ювенильной особи, найденного в 2008 г. на берегу р. Амга (местность «Гора Короленко», Амгинский район, Республика Саха (Якутия)). На этом же местонахождении в одном слое со скелетом были обнаружены остатки позднеплейстоценовых животных шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatis*) и ископаемого зайца (*Lepus* sp.). При первых исследованиях скелет был определен как рысь *Lynx lynx*. Проведено описание краниального и посткраниального скелета найденного экземпляра, а также анатомо-морфологическое сравнение с детенышами современного льва (*Panthera leo*) и рыси (*Lynx lynx*). Отмечены особенности строения черепов *P. leo* и *L. lynx*, проявляющихся уже на ранних стадиях индивидуального развития. Результаты исследований показали, что найденный экземпляр по своему анатомическому строению более близок к таковому детеныша современного льва, чем рыси, и может быть отнесен к вымершему виду *P. spelaea*. Эта первая в мире находка почти полного скелета детеныша пещерного льва.

Ключевые слова: *Panthera spelaea*, морфология черепа, индивидуальное развитие, поздний плейстоцен, ювенильная особь.

Preliminary Studies of Skeletal Remains of Specimen of Felidae Family from Locality «Gora Korolenko», The Amga River, Yakutia

V.V. Plotnikov*, I.S. Pavlov*, A.I. Klimovsky*, E.N. Maschenko**

*The Academy of Sciences of the Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk

**Borislyak Paleontological Institute RAS, Moscow

Preliminary results of studies of taxonomic type (genus and species) of the skeleton fragment of the juvenile specimen found in 2008 on the bank of the Amga river (area «Gora Korolenko», Amga District, The Republic of Sakha (Yakutia), Russia) are presented. The remains of the late Pleistocene animals such as woolly rhinoceros (*Coelodonta antiquitatis*) and fossil hare (*Lepus* sp.) were found in the same layer with the juvenile specimen remains. On the first investigation the skeleton was identified as *Lynx* (*Lynx lynx*). In this work the description of the cranial and post-cranial skeleton of the found specimen, as well as anatomical and morphological comparisons with modern lion (*Panthera leo*) and lynx (*Lynx lynx*) cubs are carried out. The features of the structure of skulls of *P. leo* and *L. Lynx*, manifested in the early stages of individual development are noted. The results of the investigation showed that the found specimen in its anatomical structure is closer to a modern lion cub than to a lynx and may be attributed to the extinct species *Panthera spelaea*. This is the first finding of almost complete skeleton of the Cave lion cub.

Key words: *Panthera spelaea*, skull morphology, individual development, Late Pleistocene, juvenile.

Введение

Местонахождение «Гора Короленко» расположено на левом берегу р. Амга в 1 км верх по

течению от с. Амга Амгинского района. На этом участке рекой размывается основание склона возвышенности Лено-Амгинского междуречья высотой до 30–40 м. Основание склона обнажается лишь местами, остальная часть задернована (рис.1). Географические координаты местонахождения 60°52.26.06 с.ш., 131°52.16.65 в.д. Вмещающие кости отложения представляют собой различающиеся по окраске лессовидные суглинки (от темно-серого до бурого) с прослоями тонкозернистого песка. Видимая мощность

ПЛОТНИКОВ Валерий Валерьевич – к.б.н., с.н.с., mammuthus@mail.ru; ПАВЛОВ Иннокентий Семенович – лаборант-исследователь, mammuthus@mail.ru; КЛИМОВСКИЙ Айсен Иванович – м.н.с., cool.propagandist@yandex.ru; МАЩЕНКО Евгений Николаевич – к.б.н., с.н.с., evmasch@mail.ru.



Рис. 1. Местонахождение остатков детеныша пещерного льва *Panthera spelaea* «Гора Короленко», р. Амга, Амгинский район

разреза в точке, где вскрываются костеносные отложения, около 3 м. Предположительный геологический возраст находок – поздний плейстоцен. Абсолютный возраст будет определен путем радиоуглеродного датирования.

В 2008 г. Г. Новиковым была найдена часть скелета шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatis* Blumenbach, 1799). В том же году полевым отрядом

ФГНУ ИПЭС под руководством д.б.н. П.А. Лазарева, были проведены раскопки этого животного, который сохранился *in situ*. Кости скелета носорога представлены костями правых передних и задней ног, часть костей левой задней ноги, тазом и крестцом. Сохранность части скелета хорошая. В дистальных отделах конечностей сохранились даже сесамовидные (ossi sesamum) кости, которые в случае переотложения или переноса остатков речными водами, обычно утрачиваются. В том же слое найдены кости плейстоценового зайца (*Lepus sp.*), представленные фрагментами черепа, ребер, плечевой, бедренной, плюсневой костями и правой половиной таза.

Ниже по разрезу (в том же слое, в котором был найден фрагмент скелета шерстистого носорога и зайца), был обнаружен сохранившийся приблизительно на 70% фрагмент скелета млекопитающего из семейства кошачьих (Felidae Linnaeus, 1758). Череп был расколот более чем на 30 фрагментов. Позвоночный столб сохранился в виде фрагментов тел позвонков и частей невральных дуг. В раскопках и обнаружении находки участвовали двое из авторов статьи (Плотников В.В., Климовский А.И.). Данная находка была представлена только костями скелета. Мягкие ткани и хрящи не сохранились.

Предварительно (в 2008 г.) данные остатки были определены П.А. Лазаревым как остатки рыси (*L. lynx* L., 1758) (устное сообщение П.А. Лазарева). После реставрации черепа и переизучения материала, проведенного в 2015 г., появилась возможность уточнить первоначальное определение и установить особенности морфологии черепа в сравнении с морфологией черепов ювенильных особей современной рыси (*L. lynx*) и африканского льва (*Panthera leo* L., 1758).

Материал и методика

Фрагмент скелета ювенильной особи с полевым номером 2008–АМ–ГК–02 хранится в Музее мамонта им. П.А. Лазарева (структурное подразделение Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова). Череп восстановлен из фрагментов каудальной части клиновидной кости (*corpus sphenoidale*) с сохранившимся нервным желобом (*sulcus nervorum*), височной кости (*os temporale*), которая состоит из фрагмента чешуи (*squama temporale*) и частью каменной кости (*pars petrosa*), скуловой дуги (*arcus zygomaticus*), которая состоит из скулового отростка (*processus zygomaticus*) и скуловой кости (*os zygomaticum*), височного гребня (*linea temporalis*), затылочной кости (*os occipitale*) с сохранившейся основной частью (*pars basilaris*), парной боковой частью (*pars lateralis*) и чешуей затылочной кости (*squama occipitalis*), верхней челюсти (*os maxillare*) с сохранившимся подглазничным отверстием (*foramen infraorbitale*), резцовой кости (*corpus ossis incisivi*), фрагмента отростка небной кости (*processus palatinus*), носовой кости (*os nasale*), лобной (*os frontale*) и теменной (*os parietale*) костей. У нижней челюсти (*mandibula*) отсутствуют восходящие ветви, которые обломаны на уровне нижнечелюстного угла.

Посткраниальный скелет представлен правой и левой лопатками (каждая сохранилась в виде двух фрагментов), правой и левой плечевыми, локтевыми и лучевыми костями, а также шестью плюсневыми костями левой и правой конечностей. От задних конечностей сохранились левая и правая бедренные, большие берцовые, шесть плюсневых и четырех пальцевые фаланги. Имеются фрагменты 20 ребер, полуразрушенные тела 17 позвонков, 11 обломанных невральных дуг.

Для сравнения был использован череп современной ювенильной особи рыси № б/н из фонда ИБПК СО РАН, а также литературные данные по строению черепа детенышей современного африканского льва (*P. leo*) [1], фотографии черепа детеныша африканского льва № 507654-BS1 с сайта stevebloom.com.

Определение индивидуального возраста исследуемой особи проводилось по степени развития зубов с использованием методик G.L.Smuts [1] и J.K. Saunders [2] для современного африканского льва и рыси.

Кроме того, были использованы данные о морфологии зубов молочной смены у хищных млекопитающих семейства Felidae, представленные в работах Smuts et al. [1], Малафеева Ю.М. и др. [3] и Sarah K. Haas et al. [4].

При определении морфологического сходства или отличия между черепами современного льва, современной рыси и исследуемого экземпляра №2008–АМ–ГК–02 общие размеры не учитывались, так как у данных зверей могут быть совершенно разные темпы роста и развития.

Принятые в работе сокращения: ФГНУ ИПЭС – Федеральное государственное научное учреждение Институт прикладной экологии Севера; ИБПК СО РАН – Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук. Обозначение зубов: молочные резцы (верхние/нижние) – i^1/i_1 ; постоянные резцы (верхние/нижние) – I^1/I_1 ; молочные клыки (верхние/нижние) – c^1/c_1 ; постоянные клыки (верхние/нижние) – C^1/C_1 ; молочные зубы (верхние/нижние) – p^2/p_2 , p^3/p_3 , p^4/p_4 ; предкоренные зубы (верхние/нижние) – P^2/P_2 , P^3/P_3 , P^4/P_4 ; коренной зуб – M^1 . Обозначение челюстных (mandibular) сторон (верхняя челюсть) и ветвей (нижняя челюсть) – правый (dex), левый (sin).

Описание материала

Краниальный скелет

В верхней (экз. №2008–АМ–ГК–02) и нижней челюстях сохранились молочные и постоянные зубы. В верхней челюсти представлены зубы следующих генераций: I^1 , I^2 , I^3 , c^1 , p^3 , P^4 , M^1 . Постоянный клык C^1 уже прорезался но, видимо, выпал. На нижней челюсти представлены зубы следующих генераций: p^3 , p^4 (рис.2).



Рис. 2. Реконструированный череп детеныша *Panthera spelaea* (Goldfuss, 1810). Вид с правой боковой поверхности. Масштаб – 5 см

Посткраниальный скелет

Длинные кости конечностей, метатарзальные и метатарзальные кости представлены только диафизами. На данной стадии онтогенеза все эпифизы остаются не приросшими и не сохранились. Проксимальный и дистальный концы длинных костей конечностей имеют рыхлую структуру кости, показывающую наличие ростовых зон. На лопатке проксимальный апофиз не прирос к проксимальному концу тела лопатки и не сохранился. Невральные дуги шейных позвонков не полностью окостенели и не приросли к телам позвонков (тела позвонков не сохранились). Цвет поверхности всех костей посткраниального скелета – темно-коричневый, с темными пятнами (рис.3–4).

Лопатка (*scapula* – dex, sin). Каждая из лопаток сохранилась в виде двух фрагментов: проксимальной части (составляющей проксимальную часть тела лопатки с лопаточным гребнем) и дистальной части с гленоидной впадины (*cavi-*

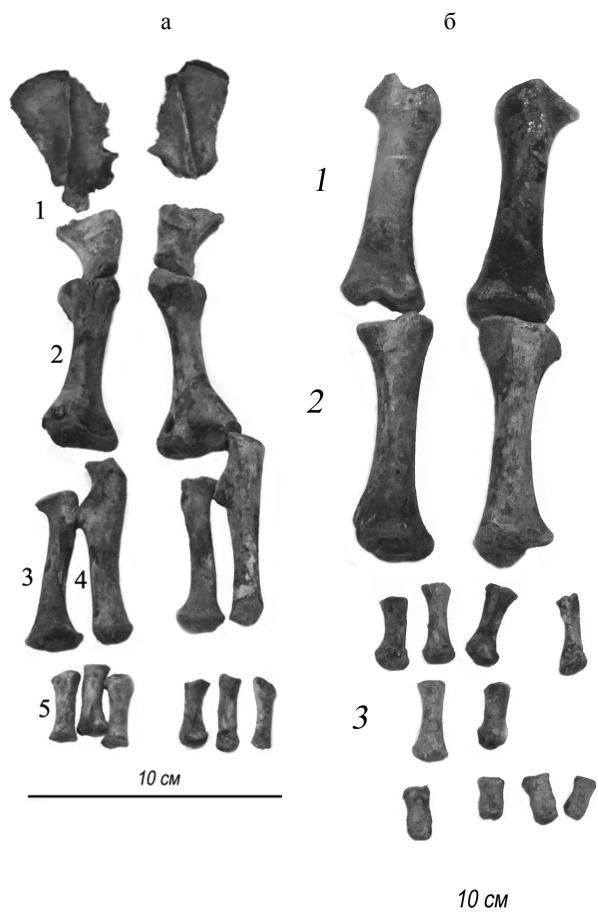


Рис. 3. Кости конечностей фрагмента скелета детеныша пещерного льва *Panthera spelaea* (Goldfuss, 1810) из местонахождения «Гора Короленко»: а – кости передних конечностей: 1 – *scapula*, 2 – *humerus*, 3 – *radius*; 4 – *ulna*, 5 – *metacarpalia*; б – кости задних конечностей: 1 – *femur*, 2 – *tibia*, 3 – *metatarsalia*. Масштаб – 10 см

tas glenoidalis). На правой лопатке лопаточный гребень разрушен, предостная ямка (*fossa supraspinata*) на правой стороне обломана. По краям тела лопатки имеются многочисленные трещины. Диаметр гленоидной впадины по ее внутренним краям 19 x 13 мм (рис. 3, а, 1);

Плечевая кость (*humerus* – dex, sin). Латерально-медиальный диаметр проксимального конца диафиза – 32,9 мм. Латерально-медиальный диаметр средней части диафиза – 15,9 мм, тоже диаметр дистального конца диафиза – 33,8 мм (рис. 3, а, 2).

Локтевая кость (*ulna* – dex, sin). Латерально-медиальный диаметр проксимального конца диафиза – 20,9 мм. Латерально-медиальный диаметр средней части диафиза – 12,2 мм, тоже диаметр дистального конца диафиза – 16,0 мм (рис. 3, а, 4). Локтевой отросток (*olecranon*) короткий, локтевая вырезка длинная и наклоненная вперед.

Лучевая кость (*radius* – dex, sin). Латерально-медиальный диаметр проксимального конца диафиза – 17,6 мм. Латерально-медиальный диаметр средней части диафиза – 10,4 мм, тоже диаметр дистального конца диафиза – 23,1 мм (рис. 3, а, 4). Диафиз локтевой кости массивный, почти равный по толщине диафизу локтевой кости. Дистальный конец диафиза значительно шире, чем его проксимальный конец.

Бедренная кость (*femur* – dex, sin). Латерально-медиальный диаметр проксимального конца диафиза – 15,5 мм. Латерально-медиальный диаметр средней части диафиза – 29,2 мм (рис. 3, б, 1). Головка бедренной кости (*caput ossis femoris*) не приросла к проксимальному концу диафиза. Шейка бедра хорошо выражена и направлена к продольной оси диафиза приблизительно под углом 45°.

Большая берцовая кость (*tibia* – dex, sin). Латерально-медиальный диаметр проксимального конца диафиза – 29,4 мм. Латерально-медиальный диаметр средней части диафиза – 20,4 мм, тоже диаметр дистального конца диафиза – 26,0 мм (рис. 3, б, 2). Поверхность дистального конца диафиза, обращенная к дистальному эпифизу, слегка вогнутая. Проксимальный и дистальный концы кости приблизительно одинаковой ширины.

Кости дистальных отделов конечностей. Сохранилось 16 костей плюсны (*metatarsus*), пясти (*metacarpus*), фаланг пальцев (*phalanx*) (рис. 3, а, 5; б, 3).

Ребра. Сохранились фрагменты 20 ребер (13 правых, 7 левых). Головки ребер на данной ста-

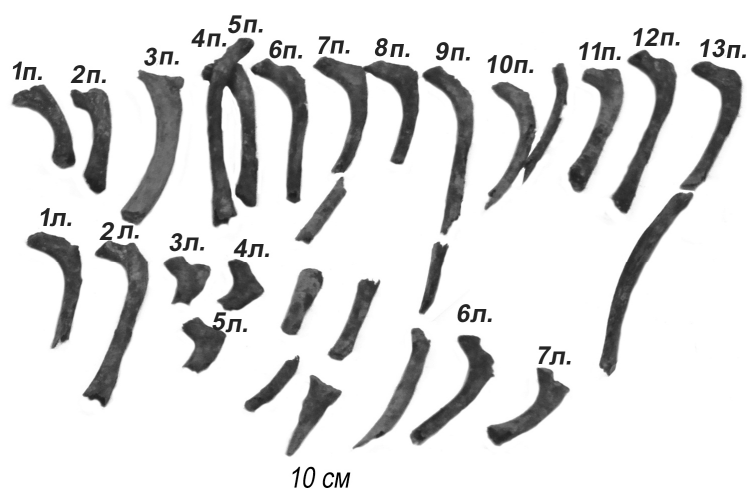


Рис. 4. Фрагменты ребер скелета детеныша пещерного льва *Panthera spelaea* (Goldfuss, 1810) из местонахождения «Гора Короленко». Верхний ряд правые ребра (п.) – 13 ед., нижний ряд левые ребра (л.) – 7 ед. Масштаб – 10 см

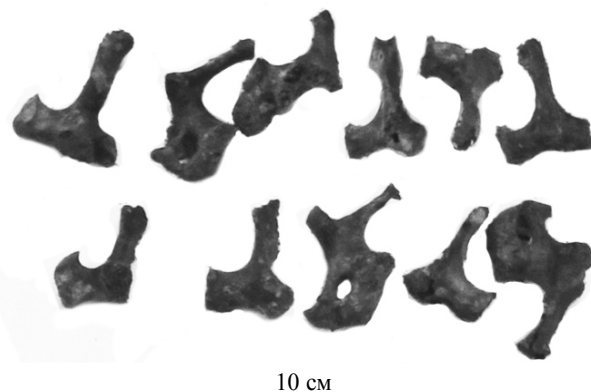


Рис. 5. Фрагменты невральных дуг шейных позвонков скелета детеныша пещерного льва *Panthera spelaea* (Goldfuss, 1810) из местонахождения «Гора Короленко». Масштаб – 10 см

дии онтогенеза остаются не приросшими к проксимальным концам ребер и не сохранились (рис. 4).

Позвонки. Сохранились полуразрушенные тела 17 позвонков и 11 фрагментов невральных дуг туловищных и шейных позвонков (рис. 5).

Обсуждение и результаты

Для определения видовой принадлежности экземпляра № 2008–АМ–ГК–02 проведено его сравнение с черепами детенышей современной рыси и африканского льва (рис. 6).

На верхней челюсти черепа рыси (рис. 6, в) представлены следующие зубы: I^1 , I^2 , I^3 (I^3 на стадии прорезывания); молочный клык c^1 , постоянный клык C^1 в стадии прорезывания; молочные зубы p^2 , p^3 , p^4 , постоянный предкорен-

ной P^4 в стадии прорезывания; коренной зуб M^1 полностью прорезался. Таким образом, степень прорезывания зубов на экземпляре б/н ИБПК СО РАН может соответствовать 5–6-месячному возрасту [3].

Череп африканского льва на фотографии с сайта <http://stevebloom.com> (рис. 6, б) по развитию зубов может соответствовать 2–3-месячному возрасту [5]. В его верхней челюсти черепа представлены: i^1 , i^2 , i^3 , c^1 , p^2 , p^3 , p^4 .

Индивидуальный возраст этих животных (африканский лев и рысь) довольно близок, поэтому морфологические различия черепов в данной стадии развития четко выражены и подходят для определения таксономической принадлежности экземпляра № 2008–АМ–ГК–02.

Череп детеныша африканского льва имеет удлиненную форму. При этом теменная (*os parietale*), лобная (*os frontale*) и носовая (*os nasale*) кости, а также дорсальная часть верхней челюсти (*os maxillare*) расположены на одном уровне. Глазницы локализованы и на лицевой, и на мозговой частях черепа (рис. 6, б). Диаметр глазниц относительно небольшой, равен приблизительно четверти высоты черепа. Надглазничные отростки короткие и массивные. Резцовая кость заметно выпирает вперед (орально). Ярёмный отросток (*proc. jugularis*) более массивный, чем у рыси. Скуловые кости детеныша африканского льва по сравнению с рысью довольно массивные, а подглазничные отверстия крупные (рис. 6 II, б, в).

Череп детеныша рыси имеет выпуклый профиль, т.е. теменная и лобная кости расположены выше уровня носовой кости и дорсальной части верхней челюсти. Глазницы «смещены» ближе к лицевому отделу черепа (рис. 6 I, в), по сравнению с расположением глазниц на черепе детеныша африканского льва. Надглазничные отростки тонкие и длинные, почти смыкаются с отростками, образующими нижнюю часть глазных орбит. Лицевой отдел черепа рыси более короткий, чем у современного льва, даже на данной ранней стадии онтогенеза. Резцовая кость (*os incisivum*) сильно не выступает и более тонкая. Ярёмные отростки не крупные. Скуловые кости более тонкие, чем у африканского

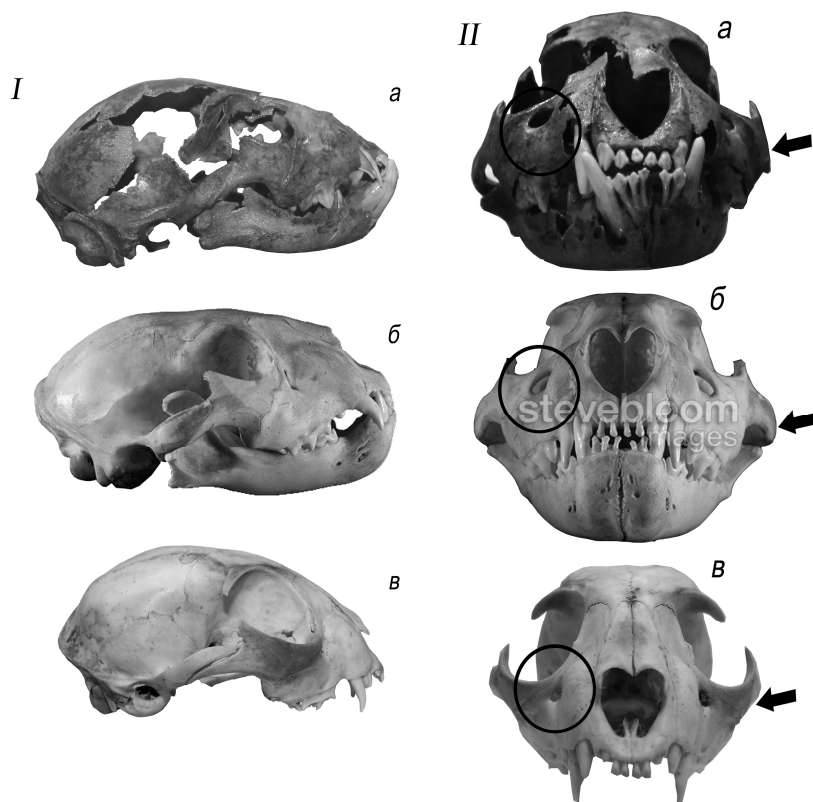


Рис. 6. Сравнение морфологии черепа хищных млекопитающих семейства Feliade Gray, 1821:

I – вид с правой поверхности: а – пещерный лев *Panthera spelaea* (Goldfuss, 1810); б – африканский лев (*Panthera leo* Linnaeus, 1758); в – рысь *Lynx lynx* (Linnaeus, 1758); II – вид спереди: а – пещерный лев *Panthera spelaea* (Goldfuss, 1810); б – африканский лев (*Panthera leo* Linnaeus, 1758); в – рысь *Lynx lynx* (Linnaeus, 1758). Черной стрелкой обозначены скуловые дуги. На виде спереди у черепов черным кругом обозначена форма подглазничного отверстия (*foramen infraorbitalis*). Черепа на изображении представлены без соблюдения масштабов

льва. Подглазничные отверстия небольшого размера (рис. 6 II, в).

Дорсальная часть черепа № 2008–АМ–ГК–02, включая теменную, лобную, носовую и верхнечелюстную кости, деформирована. Однако, несмотря на это его латеральный контур значительно близок к африканскому льву и форма черепа, как и у африканского льва, более «обтекаема». При этом лобная, теменная, верхнечелюстная и носовая кости находятся на одном уровне. Глазницы занимают равное положение относительно лицевой и мозговой частей черепа. Диаметр глазных орбит близок к таковому африканского льва и их пропорции относительно пропорций отделов черепа также сходны.

Скуловые кости черепа детеныша пещерного льва по форме и массивности близки к скуловым костям детеныша африканского льва (рис. 6 II). Скуловые дуги у африканских львов более массивные, чем у рыси аналогичного возраста. Подобные размеры характерны только на чере-

пах половозрелых особей рыси. Яремные кости так же как у современного льва имеют крупные размеры. Таким образом, можно заключить, что череп № 2008–АМ–ГК–02, несмотря на различие в индивидуальном возрасте (лев – 2–3 мес., рысь 5–6 мес., пещерный лев 12–16 мес.), по своим характеристикам ближе к таковым черепа детеныша современного африканского льва. Исходя из вышеописанного, для определения индивидуального возраста экз. №2008–АМ–ГК–02 была использована методика определения возраста по развитию зубов современных африканских львов. У современного льва в возрасте 12–14 месяцев полностью прорезаются все постоянные резцы (I^1 , I^2 , I^3). Вместе с тем, I^3 может быть все еще на стадии прорезывания [1]. В этом же возрасте постоянный клык (C^1) прорезывается из десен, но молочный клык (c^1) все еще находится в альвеоле. В этот же период онтогенеза начинают прорезываться постоянные предкоренные зубы: второй (P^2), четвертый (P^4), а также третий (P^3). Кроме того, к концу 14 месяца начинается прорезываться первый коренной зуб (M^1) [1].

На верхней челюсти черепа № 2008–АМ–ГК–02 имеются три постоянных резца (I^1, I^2, I^3), клык, по-видимому, молочный (c^1), т.к. с поврежденной буккальной стороны четко прослеживается широкая пульпарная полость с тонкой зубной стенкой. Подобная структура клыка по Smuts et al. (plate V. specimen no.469, p.126) [1] соответствует молочному клыку особи возрастом 16 месяцев. Постоянный клык (C^1) не сохранился. Предположительно, верхний постоянный клык (C^1) был в стадии прорезывания, т.к. альвеола молочного клыка шире, чем сам молочный клык.

Четвертый постоянный предкоренной зуб (P^4) в завершающей стадии замещения третьего молочного зуба (p^3). В конце аборальной стороны зубного ряда находится прорезывающийся зуб, по-видимому, постоянный коренной (M^1). У образца №2008–АМ–ГК–02 на верхней челюсти нет второго предкоренного зуба (P^2). Данная особенность отмечалась Н.К. Верещагиным [6] как индивидуальная особенность некоторых особей пещерных львов. Таким образом, генерация зубов у экземпляра №2008–АМ–ГК–02 может соответствовать индивидуальному возрасту 12–16 месяцев.

Заключение

Как известно, африканский лев (*P. leo*) и рысь (*L. lynx*) являются представителями одного семейства Felidae, но уже на уровне рода (*Panthera* и *Felis*, соответственно) имеют существенные различия в морфологии и среде обитания. Ре-

зультаты сравнения черепа №2008–АМ–ГК–02 с современными львом и рысью показали, что исследуемое животное имеет существенное морфологическое сходство с черепом льва, чем с рысью. По морфологическим параметрам ювенильной особи сложно определить точную видовую принадлежность. Так, например, исследуемый ювенильный экземпляр может относиться как ко льву, так и тигру, учитывая то, что эти виды довольно близки. Ископаемые остатки тигра (*Panthera (tigris) tigris* Lennaeus, 1758) были найдены в верхнепалеолитических слоях в пещерах южного Приморья, в Закавказье, Среднюю Азию и юг Сибири тигр проник уже в голоцене [6–7]. Позднеплейстоценовые остатки тигра были найдены в Северо-Восточном Китае [5]. Таким образом, по имеющимся данным, территория Якутии не входила в ареал обитания тигров в позднем плейстоцене. Ископаемые остатки львов известны с раннего плейстоцена [8]. Эти животные были широко распространены на территории Евразии, Южной и Северной Америки. Принимая во внимание вышесказанное, а также учитывая филогенетическую близость пещерного (*P. spelaea*) и африканского львов (*P. leo*) (Верещагин, 1971), мы можем прийти к выводу, что найденные на местонахождении «Гора Короленко» остатки принадлежат детенышу пещерного льва (*Panthera (leo) spelaea* Goldfuss, 1810), ареал обитания, которого на территории Республики Саха (Якутия) был довольно обширен [5, 9–10].

В дальнейшем, для более точного определения видовой принадлежности необходимо провести исследования ДНК, а так же прямое морфометрическое сравнение краниального и посткраниального скелета исследуемой особи с таковыми у детеныша современного льва и двух-трех других современных видов семейства Felidae.

Авторы признательны сотрудникам Музея мамонта им. П.А. Лазарева и заведующему Отделом изучения мамонтовой фауны Академии наук Республики Саха (Якутия) А.В. Протопопову за помощь при подготовке данной статьи. Работа Е.Н. Мащенко частично поддерживалась программой фундаментальных исследований РАН «Арктика».

Литература

1. Smuts G.L., Anderson J.L. and Austin J.C. Age determination of the African lion (*Panthera leo*) // Journal of Zoology. – London, 1978. – V. 185. – P. 115–146.
2. Saunders Jack K. Jr., Physical Characteristics of the Newfoundland Lynx // Journal of Mammalogy. – 1964. – V. 45, №1. – P. 36–47.

3. Малафеев Ю.М., Кряжиский Ф.В., Добринский Л.М. Анализ популяции рыси Среднего Урала. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. – 105 с.

4. Sarah K. Haas, Virginia Hayssen and Paul R. Krausman *Panthera leo*. – 2005. MAMMALIAN SPECIES. – № 762. – P. 1–11.

5. Боескоров Г.Г., Барышников Г.Ф. Позднечетвертичные хищные млекопитающие Якутии. – СПб.: Наука, 2013. – 199 с.

6. Верецагин Н.К. Пещерный лев и его история в Голарктике и в пределах СССР // Тр. ЗИН АН СССР. – 1971. – Т.19. – С. 123–199.

7. Верецагин Н.К. Млекопитающие Кавказа. История формирования фауны. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1959. – 703 с.

8. Каталог млекопитающих СССР (плиоцен-современность) / Под ред. И.М. Громова, Г.И. Барановой. – Л.: Наука, 1981. – 465 с.

9. Baryshnikov G., Boeskorov G. The Pleistocene cave lion, *Panthera spelaea* (Carnivora, Felidae) from Yakutia, Russia // *Cranium*. – 2001. – V. 18, №1. – P. 7–24.

10. Боескоров Г.Г., Белолобский И.Н., Плотников В.В., Давыдов С.П., Лазарев П.А., Орлова Л.А., Степанов А.Д., Барышников Г.Ф. Новые находки ископаемого пещерного льва на территории Якутии // Наука и образование. – 2012. – № 2. – С. 45–51.

Поступила в редакцию 10.05.2016

УДК 622.271.7:51

Пределы изменения показателей физических свойств грунтов

Г.П. Кузьмин

Институт мерзлотоведения им. П.И Мельникова СО РАН, г. Якутск

Отмечено, что дисперсные грунты являются многофазными многокомпонентными системами. Число фаз и количество компонентов зависят от степени заполнения пор водой и ее состояния, определяющих значения показателей физических свойств грунтов, в свою очередь влияющих на теплофизические, прочностные, деформационные и другие свойства грунтов. Указано, что при изучении физических свойств грунтов определяют четыре величины – массу и объем образца в естественном состоянии, массу высушенного образца и объем твердых частиц, позволяющих находить основные показатели. Рассматриваются закономерности изменения основных показателей физических свойств грунтов на основе известных положений о том, что повышение влажности грунтов до полного заполнения пор водой не приводит к увеличению их объема, предельной влажностью талых грунтов является полная влагоемкость, а мерзлые грунты вследствие миграции влаги при промерзании могут иметь влажность, значительно превышающую полную влагоемкость. Приведены формулы расчета массы грунта при изменении влажности и объема мерзлого грунта в диапазоне влажности, превышающей полную влагоемкость, с использованием которых получены формулы определения показателей плотности, пористости и коэффициента водонасыщения. Кроме того, на основе ранее полученной формулы взаимосвязи показателей физических свойств грунтов показана зависимость содержания газов от влажности. Построены графики зависимости показателей физических свойств образца суглинка от влажности, которые можно рассматривать как качественно общими для всех типов грунтов. В диапазоне влажности от 0 до полной влагоемкости линейно увеличиваются плотность грунта от величины, равной плотности скелета до максимального значения и коэффициент водонасыщения от 0 до 1, а относительное содержание газов уменьшается также по линейному закону от значения, равного пористости, до 0. При превышении влажности мерзлого грунта полной влагоемкости плотность грунта и скелета грунта уменьшаются по затухающей кривой, пористость и коэффициент пористости возрастают, коэффициент водонасыщения остается равным 1, а относительное содержание газов – 0.

Ключевые слова: грунт, мерзлый и талый, влажность, показатели, взаимосвязь.