

При внесении полиароматического углеводорода, исследуемые культуры углеводородоокисляющих микроорганизмов различались между собой по степени деструкции. Способностью утилизировать фенантрен обладали практически все штаммы нефтеокисляющих микроорганизмов, но при низких значениях его концентрации. Наибольшей углеводородоокисляющей способностью обладали штаммы *Acinetobacter sp.* V1-11 и *Serratia marcescens* НКЗ, 38% и 35,2% соответственно. Остальные исследуемые нефтеокисляющие микроорганизмы обладали способностью утилизировать фенантрен в пределах 30%.

В результате проведенных исследований изучена углеводородоокисляющая способность 10 культур микроорганизмов, выделенных из нефтезагрязненных водных и почвенных экосистем. Наибольшим деструктивным потенциалом по отношению к н-алканам и ПАУ обладали штаммы *Rhodococcus erythropolis* Ат(н)13, *Achromobacter sp.* Ат6, *Acinetobacter sp.* V1-11, *Serratia marcescens* НКЗ и *Dietzia sp.* 22н.

Поиск эффективных углеводородоокисляющих микроорганизмов, создание на их основе полноценного специализированного консорциума микроорганизмов и интродукция их в исходную, очищаемую среду является одним из перспективных методов борьбы с нефтяными загрязнениями в нефтедобывающих районах.

### Литература

1. Киреева Н.А. Использование биогумуса для ускорения деструкции нефти в почве // Биотехнология. 1995. № 5-6. С. 32-35.
2. Орлов Д.С., Бочарникова Е.А., Амосова Я.М. Изменение физико-химических свойств почв, загрязненных нефтью и нефтепродуктами // Тез. докл. республиканского семинара «Экотоксикология и охрана природы», Юрмала, Рига, 1988. С. 128-130.
3. Куликова И.Ю. Микроорганизмы в процессе самоочищения шельфовых вод Северного Каспия от нефтяного загрязнения: Автореферат. дисс. на соис. уч. степ. канд. биол. наук. - М.: МГУ, 2004. -24. С.
4. Андрусенко М.Я., Бильмес Б.И., Джамалов Т.Д., Рунов В.И. Распространение углеводородоокисляющих микроорганизмов в почвах основных нефтеносных месторождений Узбекистана // Микробиология. 1969.Т. 28. Вып. 5.С. 873-877.

Изварин Е.П.<sup>1</sup>, Смирнов Н.Г.<sup>2</sup>©

<sup>1</sup>Соискатель, лаборатория Палеоэкологии;

<sup>2</sup>Член-корреспондент РАН, д.б.н., лаборатория Палеоэкологии,

<sup>1,2</sup>Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург

### МЕЛКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ РАННЕГО ГОЛОЦЕНА ИЗ МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ АЛИКАЕВ КАМЕНЬ (СРЕДНИЙ УРАЛ)

#### Аннотация

*Представлены результаты изучения фауны мелких млекопитающих из датированного по С14 местонахождения Аликаев Камень, представляющего собой вертикальную трещину в одноименной известняковой скале. Выявлен раннеголоценовый (пребореальный) этап истории фауны мелких млекопитающих Среднего Урала.*

**Ключевые слова:** мелкие млекопитающие, ранний голоцен, пребореал, Средний Урал.

**Keywords:** small mammals, Early Holocene, Preboreal, the Middle Urals.

Огромный интерес представляет исследование истории природы Северной Евразии, особенно в последние 25 тыс. лет, т.е. в период с последнего максимального распространения валдайского ледника и до позднего голоцена. Именно в этот период произошла деградация покровного оледенения и ландшафтов «холодной степи» и формирование современной природной зональности [2]. Уральский регион также представляет интерес для подобных исследований, поскольку в его предгорьях распространены местонахождения различных компонентов природы прошлого, в том числе

аллювиальные и пещерные (в карстующихся палеозойских породах) местонахождения позднечетвертичных млекопитающих. Стоит также вспомнить, что в изучении истории природы Северной Евразии в позднечетвертичное время И.М. Громов подчеркивал ведущую роль региональных работ, выделив Урал как один из опорных регионов, наряду с Крымом, Кавказом, Алтаем, Жигулями, Саянами и др. [3, 91]. При этом немаловажное значение он придавал исследованию ископаемых сообществ мелких млекопитающих верхнего плейстоцена и голоцена. История верхнечетвертичных мелких млекопитающих Среднего Урала в общих чертах описана Н.Г. Смирновым [13]. Более детально изучен северо-запад Среднего Урала и прилегающая к нему часть Русской равнины [16]. Тем не менее, региональные фаунистические работы до сих пор актуальны из-за слабой изученности ряда хроносрезов позднего плейстоцена и голоцена. Это справедливо и для раннеголоценового этапа в истории населения мелких млекопитающих западного склона Среднего Урала, особенно для пребореала. В данной работе приведены результаты изучения нового местонахождения раннеголоценовых остатков мелких млекопитающих Среднего Урала, расположенного на р. Саране.

Местонахождение Аликаев Камень (см. рисунок) расположено на левом берегу р. Сараны, притоке р. Уфы, в 7 км к западу от поселка Сарана (Красноуфимский р-н, Свердловская обл.).

Местонахождение представляет собой вертикальную трещину в одноименной известняковой скале. Высота скалы около 50 м. Для анализа видового состава и структуры ископаемого сообщества мелких млекопитающих был изучен материал из нижней части раскопа (горизонт 5), как наиболее хронологически однородный. Всего в этом образце были обнаружены 825 щечных зубов представителей семи семейств и пяти отрядов мелких млекопитающих (*Soricidae*, INSECTIVORA; *Vespertilionidae*, CHIROPTERA; *Mustelidae*, CARNIVORA; *Ochotonidae*, LAGOMORPHA; *Sminthidae*, *Muridae*, *Cricetidae*, RODENTIA). До вида определены только зубы мелких растительноядных форм в количестве 815 экземпляров (см. таблицу).

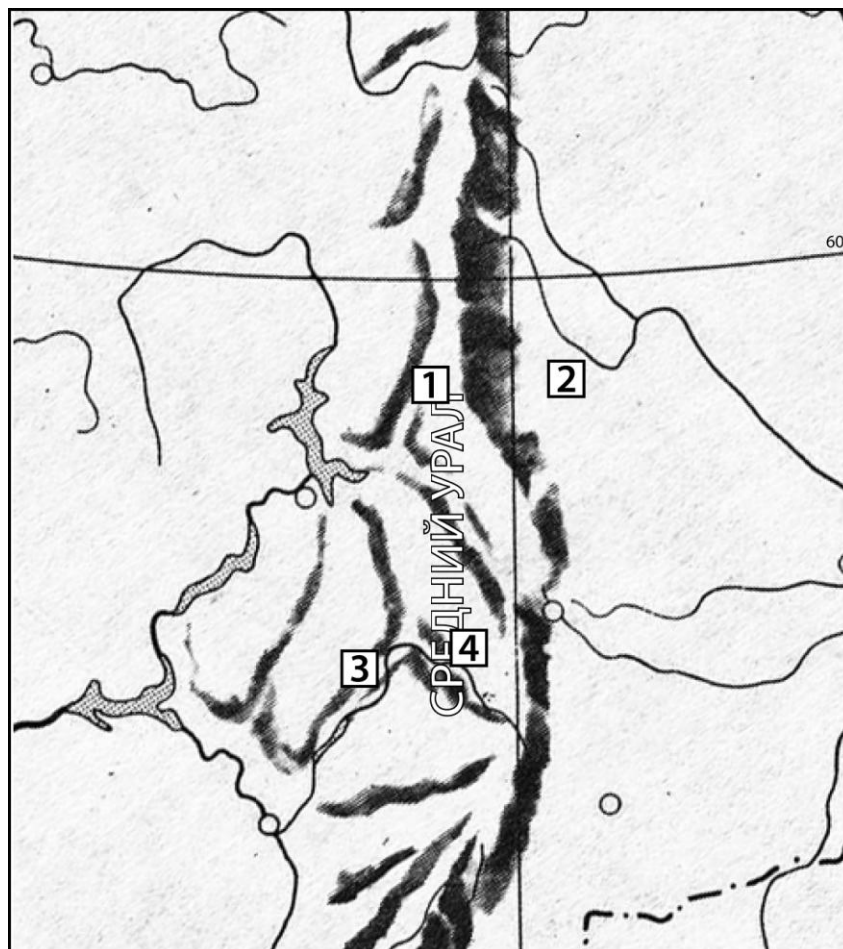


Рис. Карта-схема расположения местонахождений костных остатков мелких млекопитающих раннего голоцена на Среднем Урале. 1. Скала камень Козий и грот Расик. 2. Пещера Лобвинская. 3. Скала Аликаев Камень. 4. Пещера Дыроватый камень на рю Серге.

В изотопном центре кафедры геологии и геоэкологии факультета географии Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена (Санкт-Петербург) по коллагену из смеси костей мелких млекопитающих была получена радиоуглеродная дата  $10140 \pm 150$  лет (SPb-1242). Датировка указывает на раннеголоценовый возраст изученных отложений, а точнее на самое начало пребореального периода голоцена по схеме Блитта-Сернандера [17, 16] или на рубеж позднего дриаса (конец позднего плейстоцена) и пребореала [18, 44]. Калиброванная дата ( $11780 \pm 290$  л.н.) также указывает на границу плейстоцена и голоцена [19, 3].

Хорошая сохранность трубчатых костей, черепов и нижних челюстей грызунов свидетельствует о преимущественно погачочном происхождении ископаемых остатков. Костей крупных млекопитающих, за исключением пяточной кости и верхнего щечного зуба зайца (*Lepus* sp.), не обнаружено.

Раскопки и извлечение палеозоологического материала проводили по стандартным методикам. Рыхлые отложения были вскрыты пятью условными горизонтами мощностью 5 см каждый. Отложения промывали на ситах с ячейей 0.8 мм. Смесь костей и известнякового щебня, полученную после промывки, высушивали и вручную отбирали кости и зубы мелких млекопитающих.

Определение зубов проводили с использованием эталонных коллекций Института экологии растений и животных УрО РАН и специальной литературы [1], [4], [5], [9], [12]. Доли видов в структуре ископаемого сообщества подсчитывали по общему количеству щечных зубов. Поскольку для остатков серых полевок видовая диагностика возможна только для первых нижних коренных зубов (m1), все зубы, определенные как *Microtus* sp., распределили по видам по соотношению m1. Разделение видов на группы по обилию остатков дано согласно А.Г. Малеевой [8].

Отдельного упоминания заслуживают систематическое положение и видовая диагностика остатков некоторых таксонов мелких млекопитающих.

Лемминги трибы Lemmini. Среди остатков обнаружены два поврежденных коренных зуба – второй (m2) и третий (m3) нижние – представителей этой трибы. В настоящее время в Евразии обитают представители двух родов – настоящие лемминги (*Lemmus*) и лесные лемминги (*Myopus*) [4, 12; 11, 223]. Диагностика остатков этих родов возможна лишь по положению заднего края резца на нижней челюсти [4, 388] и по третьему верхнему моляру [10, 10; 12, 72], поэтому имеющиеся у нас зубы определены только до уровня трибы.

Лесные и полевые мыши в современной трактовке выделены в два самостоятельных рода – *Sylvaemus* и *Apodemus* [11, 281]. В нашем материале обнаружен 1 m3 зуб. Поскольку видовая диагностика изолированных зубов возможна только по вторым верхним коренным (M2) [4, 282] и по m1 [6, 78], имеющийся у нас зуб определен только до группы родов ex gr. *Sylvaemus-Apodemus*.

Среди всех определенных зубов мелких млекопитающих подавляющее большинство принадлежит тундро-степному виду – узкочерепной полевке (таблица).

Таблица

**Количество щечных зубов (Экз.) и соотношение количества остатков (%) видов мелких млекопитающих из местонахождения Аликаев Камень**

Таксон	Экз.	%
Тундро-степные		
<i>Microtus gregalis</i> – узкочерепная полевка	526	64.5
Степные		
<i>Ochotona</i> cf. <i>Pusilla</i> – степная пищуха	6	0.7
<i>Cricetulus migratorius</i> – серый хомячок	10	1.2
<i>Lagurus lagurus</i> – степная пеструшка	116	14.2
Тундровые		
<i>Dicrostonyx</i> cf. <i>torquatus</i> – копытный лемминг	22	2.7
Лесные		
<i>Sicista</i> sp. - мышовки	3	0.4
<i>Clethrionomys rufocanus</i> – красно-серая полевка	1	0.1
<i>Cl. rutilus</i> – красная полевка	12	1.5
<i>Cl. ex gr. glareolus-rutilus</i>	1	0.1
<i>Microtus agrestis</i> – темная полевка	18	2.2
Интразональные луговые		
<i>Cricetus cricetus</i> – обыкновенный хомяк	1	0.1

Интразональные околородные		
<i>Arvicola terrestris</i> – водная полевка	1	0.1
<i>Microtus oeconomus</i> – экономка	95	11.7
Трудноопределимые остатки		
ex gr. <i>Sylvaemus-Apodemus</i>	1	0.1
Lemmini	2	0.2
Всего	815	100.0

Этот вид является в данном сообществе абсолютным доминантом. К субдоминантам отнесены степная пеструшка и экономка. Обычны копытный лемминг, серый хомячок, темная и красная полевки. Среди редких видов (доля каждого из них менее 1%) оказались водная полевка, степная пищуха, лемминги трибы Lemmini, мышовки, обыкновенный хомяк и мыши из группы *Sylvaemus-Apodemus*. В группу очень редких (доля остатков <0,1%) не вошел ни один вид.

В структуре ископаемого сообщества из этого местонахождения, если не учитывать высокую долю *M. gregalis*, явно преобладают остатки группы степных видов (суммарная доля остатков 16.1%). На втором месте – группа интразональных околородных видов (11.8%). Суммарная доля остатков лесных видов невелика, но почти в 1.5 раза больше, чем у тундровых (4.3 и 2.7%, соответственно). По числу видов выделяются две группы – лесные и степные, каждая из них включает, по крайней мере, три вида. Мышовки были также отнесены к лесным видам, поскольку все обнаруженные зубы (1 М1 и 1 М2) по наличию дополнительных структур – шпор – на элементах жевательной поверхности близки таковым у современных лесных мышовок (*Sicista betulina*) [20, 63]. В составе фауны присутствует один тундровый вид – копытный лемминг. По количеству остатков его можно отнести к обычным видам. В целом в составе фауны и в структуре населения преобладают виды открытых пространств.

На Среднем Урале подобный видовой состав и структура населения мелких млекопитающих были ранее описаны по материалам из слоев 7 и 8 колонки Б отложений грота Расик, как «грегалисный» этап истории населения мелких млекопитающих рубежа позднего плейстоцена и голоцена [15, 136; 16, 65; 16, 136]. В этом ископаемом сообществе узкочерепная полевка также является абсолютным доминантом (доля в среднем 65.2%). Также высока доля экономки (12.9%). Однако степная пеструшка и серый хомячок здесь отсутствуют. Таким образом, степные виды представлены только пищухой (1.1%). С другой стороны, доля зубов полевок рода *Clethrionomys* больше (6.8%) и в целом доля остатков лесных видов также заметнее (11.1%), чем в аналогичном сообществе из местонахождения Аликаев Камень.

Подобные отличия между этими двумя ископаемыми сообществами можно объяснить широтным градиентом природных условий, поскольку грот Расик расположен в северной части западного склона Среднего Урала, а Аликаев Камень – в южной (см. рисунок).

Другие местонахождения фаун мелких млекопитающих рубежа позднего дриаса и пребореального периода голоцена не известны на Среднем Урале. Однако на данной территории описаны фауны конца пребореала: на западном склоне в камне Козьем (север)[16, 67; 16, 126] и в слое 3 пещеры Дыроватый камень на р. Серге (юг)[7, 68; 13, 20; 13, 21]; на восточном склоне в слоях 5а и 5б пещеры Лобвинской (север)[14, 56]. В структуре населения из этих местонахождений также доминируют узкочерепные полевки (42%, 45-53% и 47-70% остатков, соответственно). Также как в начале периода содоминантом являлась полевка-экономка (около 15%, 11-13% и 12-19%, соответственно). Однако, на западном склоне в структуре сообщества также содоминировала темная полевка (на севере – около 20%, на юге – около 17%), на восточном склоне – лесные полевки из группы «красная и рыжая» (13-16%). В целом, судя по суммарному количеству остатков лесных видов в каждом ископаемом сообществе, на Среднем Урале в конце пребореала эта группа являлась доминирующей (камень Козий – 34%; Дыроватый камень – 24-28%; пещера Лобвинская – 18-23%). Степные виды также присутствовали в составе сообщества на всем Среднем Урале, но на севере западного склона были представлены только пищухой (3%) и сусликом (менее 1%), на юге западного склона – пищухой (4-11%), степной пеструшкой (2%), серым хомячком (около 1%) и сусликом (менее 1%). В Лобвинской пещере отмечены те же степные виды, как и на юге западного склона, но суммарная доля их остатков не превышает 2%. Во всех этих местонахождениях также обнаружены остатки тундровых видов – копытного и сибирского леммингов. Однако, доля этой группы в структуре сообщества конца пребореального периода не более 1.5-2%.

Таким образом, на рубеже позднего дриаса и пребореала на западном склоне Среднего Урала было распространено сообщество мелких млекопитающих, в структуре которого узкочерепная полевка была абсолютным доминантом. Однако к этому времени в северной части уже исчезли из состава

сообщества степная пеструшка и серый хомячок, являвшиеся здесь обычными видами в позднем плейстоцене, а на юге Среднего Урала эти виды сохранили доминирующее положение. Степная пищуха на рубеже плейстоцена и голоцена оставалась обычным видом. В целом фауна мелких млекопитающих на севере Среднего Урала имела лесостепной облик, а на юге – более степной.

К концу пребореала на Среднем Урале лесная группа заняла доминирующее положение в сообществе, при этом доля степной группы оставалась высокой. Население мелких млекопитающих в целом имело лесостепной облик, поскольку в структуре сообщества преобладали обитатели открытых пространств (главным образом, узкочерепанная полевка), особенно на восточном склоне.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 14-04-00120) и программы Президиума УрО РАН «Живая природа» (№ 15-12-4-8)*

### Литература

1. Бородин А.В. Определитель зубов полевок Урала и Западной Сибири (поздний плейстоцен – современность). – Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 100 с.
2. Величко А.А. Природный процесс в плейстоцене. – М.: Наука, 1973. – 256 с.
3. Громов И.М. Некоторые итоги и перспективы изучения ископаемых четвертичных грызунов СССР // Труды Зоологического института АН СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – Т. 22. – С. 90-111.
4. Громов И.М., Ербаева М.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. – СПб., 1995. – 522 с.
5. Громов И.М., Поляков И.Я. Фауна СССР. Млекопитающие. – Л.: Наука, 1977. – Т. 3. – Вып. 8: Полевки (Microtinae). – 504 с.
6. Зыков С.В., Струкова Т.В., Рупышева Т.А. Диагностика представителей семейства Muridae из голоценовых фаун Среднего Урала // Динамика экосистем в голоцене: Материалы Второй Всероссийской научной конф., 12-14 октября 2010 г. – Екатеринбург: Изд-во «Гошицкий», 2010. – С. 77 - 81.
7. Изварин Е.П. Фауна мелких млекопитающих из раннеголоценовых отложений пещеры Дыроватый Камень на р. Серге // Проблемы глобальной и региональной экологии: материалы конф. молодых ученых, 31 марта – 4 апреля 2003г. – Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 2003. – С. 67-68.
8. Малеева А.Г. К методике палеоэкологического анализа териофауны позднего кайнозоя // История и эволюция современной фауны грызунов СССР (неоген - современность). – М.: Наука, 1983. – С. 146-178.
9. Маркова Е.А., Бородин А.В. Определение видовой принадлежности полевок подрода *Microtus* Schrank, 1798 Урала и Западной Сибири по промерам переднего нижнего зуба // Фауна Урала и Сибири в плейстоцене и голоцене: Сб. научных трудов. – Челябинск: Изд-во «Рифей», 2005. – С. 3 – 10.
10. Материалы к родовой диагностике леммингов *Lemmus* и *Myopus* / Д.В. Пономарев и др. // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2011. – №11. – С. 10-11.
11. Млекопитающие России: систематико-географический справочник. / под ред. И.Я. Павлинова, А.А. Лисовского. – М.: Т-во научн. Изданий КМК, 2012. – 604 с.
12. Сложные случаи определения зубов грызунов из отложений позднего плейстоцена и голоцена тундровых районов Северной Евразии / Н.Г. Смирнов и др. // Материалы по истории и современному состоянию фауны севера Западной Сибири. – Челябинск: Изд-во «Рифей», 1997. – С. 60-90.
13. Смирнов Н.Г. Мелкие млекопитающие Среднего Урала в позднем плейстоцене и голоцене. – Екатеринбург: УИФ «Наука», 1993. – 64 с.
14. Смирнов Н.Г. Материалы к изучению исторической динамики разнообразия грызунов таежных районов Среднего Урала // Материалы по истории современной биоты Среднего Урала: Сб. науч. трудов. – Екатеринбург: Изд-во «Екатеринбург», 1995. – С. 24 – 57.
15. Фадеева Т.В. Мелкие млекопитающие Пермского Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене // Четвертичная палеозоология на Урале: Сб. научных трудов. – Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 2003. – С. 133-146.
16. Фадеева Т.В., Смирнов Н.Г. Мелкие млекопитающие Пермского Предуралья в позднем плейстоцене и голоцене. – Екатеринбург: Издательство «Гошицкий», 2008. – 172 с.
17. Хотинский Н.А. Голоцен Северной Евразии. – М.: Наука, 1977. – 200 с.
18. Chronology of vegetation and paleoclimatic stages of northwestern Russia during the late glacial and Holocene. / Kh.A. Arslanov et al. // Radiocarbon, 1999. – Vol.41. – PP. 25-43.
19. Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records / M. Walker et al. // Journal of Quaternary Science, 2009. – Vol. 24. – №1. – PP. 3-17.
20. Storch G. Spätglaziale und holozäne Kleinsäugerfunde aus Abri-Grabungen im Raum Göttingen (Mammalia: Rodentia, Insectivora, Chiroptera) // Die Abri im südlichen Leinebergland bei Göttingen. Archäologische Befunde zum Leben unter Felsschutzdächern in urgeschichtlicher Zeit. – Teil II. – Oldenburg: Isenssee Verlag, 1994. – PP. 53 – 69.