

УДК 595.796(571.56+571.65):591.543.1

**МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЗИМНИХ ТЕМПЕРАТУР  
В БАССЕЙНЕ ВЕРХНЕЙ КОЛЫМЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА БИОТУ.  
С о о б щ е н и е 2. Изменения температур и условия зимовки полевков  
рода *Clethrionomys* и берингийского суслика (*Spermophilus parryi*)**

*А. В. Алфимов, Д. И. Берман, З. А. Жигульская*

*Институт биологических проблем Севера ДВО РАН, г. Магадан  
E-mail: aborigen@ibpn.ru*

В бассейне верхнего течения р. Колыма подъем минимальных температур воздуха с 60-х гг. XX в. до наших дней составил 3–4°C, что вдвое больше, чем изменения температур, осредненных за холодный сезон. Совместное действие температур воздуха и снежного покрова в разных частях региона сформировало диапазон изменений минимальных температур в верхнем 40-сантиметровом слое почв и грунтов от +5...+6°C до -1...-1,5°C. В бас. р. Колыма межгодовые колебания минимальных температур почв и грунтов сказываются на численности красных *Clethrionomys rutilus* (Pallas, 1779) и красно-серых *C. rufocanus* (Sundevall, 1846) полевков. В более мягких условиях зимовки, в верховьях рек Охотоморского бассейна, подобное влияние прослеживается не для всех видов и только как многолетняя тенденция. В бассейне верховий р. Индигирка минимумы температур грунтов наиболее глубоки и их рост за последние 100–120 лет мог быть основной причиной расширения (возможно – восстановления) ареала берингийского суслика *Spermophilus parryi* (Richardson, 1825). В наиболее холодных регионах многолетний тренд экстремальных температур почв и грунтов может привести к заметным изменениям численности компонентов экосистем даже в том случае, если изменения средних сезонных характеристик малы.

**Ключевые слова:** многолетнее изменение климата, условия зимовки, полевки, суслики, верховья рр. Колыма и Индигирка.

В сообщении 1\* были рассмотрены многолетние изменения температур воздуха, почв и грунтов, осадков и высоты снега в бассейне верхнего течения р. Колыма за последние 75–80 лет. Выделен период самых низких за этот срок температур воздуха, пришедшийся на 60-е гг. XX в. Последующий подъем минимальных температур почвы и грунтов в отдельных частях бассейна достигал +5...+6°C и мог значительно сказаться на биоте. В качестве примера было рассмотрено резкое увеличение набора биотопов и численности наименее холодоустойчивого вида муравьев *Formica exsecta*, ставшего одним из доминантов населения в результате роста минимальных температур грунтов лишь на 2,5–3°C.

В настоящем сообщении описано влияние минимальных температур на динамику численности красных (*C. rutilus*) и красно-серых (*C. rufocanus*) полевков и на расширение (возможно – восстановление) ареала берингийского суслика (*S. parryi*).

**МНОГОЛЕТНИЙ ХОД ТЕМПЕРАТУР ПОЧВ  
И УСЛОВИЯ ЗИМОВКИ ПОЛЕВОК**

Мониторинг численности и популяционных характеристик красной *C. rutilus* и красно-серой *C. rufocanus* полевков в среднем течении р. Челомджа (см. рис. 1 в сообщении 1) в течение 25 лет проведен А. Н. Лазуткиным (1995, 2006). Межгодовые колебания осенней и весенней численности каждого вида проявляют разные, но в обоих случаях достоверные связи с обилием и доступностью кормов, плотностью популяции в предыдущий сезон и некоторыми физиологическими характеристиками животных. Хотя доля выживших зверьков после наиболее холодных и малоснежных зим, как правило, ниже, чем после теплых и многоснежных, корреляция колебаний численности с зимними температурами воздуха либо с высотой снега не выявляется (Лазуткин, 1995). Такое заключение не вызывает возражений, так как район исследований, расположенный в 60–70 км от побережья Охотского моря, – далеко не самая холодная часть ареала полевков. Однако обращение к многолетнему ходу температур показывает, что связь численности полевков с минимальными

© Алфимов А. В., Берман Д. И., Жигульская З. А., 2009

\* Опубликовано в «Вестнике СВНЦ ДВО РАН» № 1 за 2009 г., стр. 16–25.

температурами зимы в бассейне р. Челомджа все-таки существует. Основное препятствие для выявления этой связи – отсутствие натуральных измерений температур почвы под снегом в районе исследований.

Ближайшая метеостанция «Яна», данные которой могли бы послужить для описания условий зимовки полевки, расположена в долине р. Яна, в 60 км от района исследований. В начале 90-х гг. XX в. метеостанция была закрыта. Таким образом, лишь первые 8 лет мониторинга популяций обеспечены метеорологическими наблюдениями. 20-летние ряды минимальных температур поверхностного слоя почвы, вычисленные по температурам воздуха и высоте снега (Шульгин, 1972) для метеостанции «Яна» и двух ближайших ныне действующих длиннорядных станций «Усть-Омчуг» и «Кулу» в бас. р. Колыма (см. рис. 1 в сообщении 1), между собой связаны слабо – коэффициент корреляции рядов не превышает 0,24–0,50. Аналогичный вывод был получен ранее и для других пар метеостанций (см. рис. 7 в сообщении 1). Следовательно, для оценки межгодовых колебаний минимальных температур почвы в среднем течении р. Челомджа нельзя привлекать данные ближайшей действующей метеостанции «Усть-Омчуг». Более того, если бы продолжала работать метеостанция «Яна», по ее данным мы также не смогли бы с нужной точностью описать межгодовые изменения температурных условий зимовки полевки на экспериментальном участке.

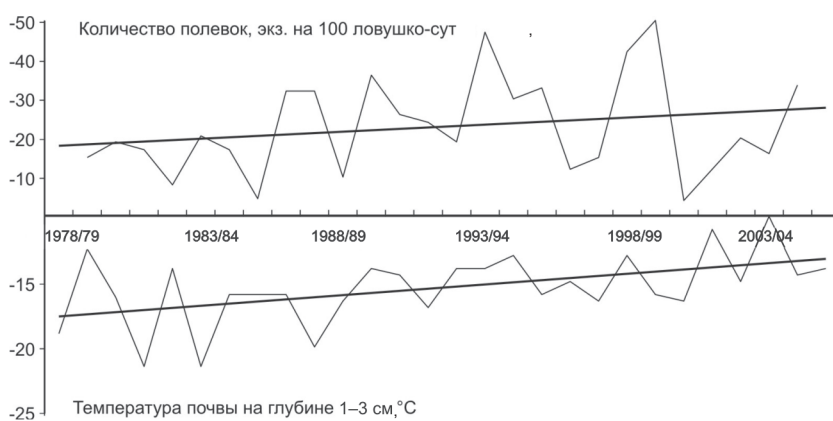


Рис. 1. Многолетние изменения осенней численности красной полевки в пойменном лиственничнике в среднем течении р. Челомджа по А. Н. Лазуткину (1995) и минимальных температур в слое почвы 1–3 см. Температуры вычислены с помощью номограммы А. Н. Шульгина (1972) по данным метеостанции «Усть-Омчуг» о температурах воздуха и высоте снега

Fig. 1. Long-term changes both in the number of red vole during fall seasons in the flood-plain larch stand in the middle run area of the Chelomdja River (according to A. N. Lazutkin, 1995) and in the lowest soil temperatures at depth 1–3 cm. The temperature values are calculated by virtue of the nomograph method (Шульгин, 1972) and using the air temperature and snow cover depth data from the weather station «Ust-Omchug»

При разновременности наступления зим с низкими подснежными температурами в различных частях рассматриваемого района колебания температур с более длинным периодом имеют сильное сходство: тренды минимальных температур поверхности почв за 20 лет (с 1969 по 1988 г.) по метеостанциям «Усть-Омчуг», «Кулу» и «Яна» очень близки (соответственно 2,7; 2,3 и 2,6°C/10 лет). Это обстоятельство позволяет считать, что сходство тенденций сохранялось и в дальнейшем, причем не только на названных метеостанциях, но и в бас. р. Челомджа. Сравнение их с изменениями весенней численности полевки (Лазуткин, 1995) показывает, что с 1980 по 2005 г. численность красной полевки возрастала со средней скоростью 3,5 экз./10 лет при росте минимальных температур поверхностного слоя почвы на метеостанциях «Кулу» и «Усть-Омчуг» за тот же период соответственно на 0,9–1,0°C/10 лет и 1,2–1,5°C/10 лет (рис. 1). При этом рост численности полевки и повышение температур воздуха были наиболее отчетливы до конца 90-х гг. XX в., а затем замедлились. Связь благополучия красной полевки с минимальными температурами почвы объясняется, вероятно, слабыми теплоизоляционными свойствами меха этих зверьков, компенсируемыми развитой химической терморегуляцией (А. Н. Лазуткин, личное сообщение). Красно-серая полевка обладает более густым мехом, в меньшей степени зависит от низких температур, и, возможно, поэтому ее численность не имеет связи с многолетним трендом температур почвы. Таким образом, в Охотоморье при относительно мягких зимах и отсутствии данных для надежной оценки межгодовых колебаний минимальных температур поверхности почвы их влияние на численность полевки выявляется лишь при анализе многолетних изменений климата.

Бассейн среднего течения р. Колыма с его более низкими минимальными температурами воздуха и поверхности почвы (на 10–12°C, по сравнению с таковыми в среднем течении р. Челомджа (Берман и др., 1998, 2007; Справочник..., 1966) относится к одной из наиболее холодных частей ареалов красной и красно-серой полевки. Мониторинг их популяций в долине р. Буюнда, проводившийся в течение 5 лет (с 2002 по 2007 г.), выявил отчетливую связь численности перезимовавших зверьков

Бассейн среднего течения р. Колыма с его более низкими минимальными температурами воздуха и поверхности почвы (на 10–12°C, по сравнению с таковыми в среднем течении р. Челомджа (Берман и др., 1998, 2007; Справочник..., 1966) относится к одной из наиболее холодных частей ареалов красной и красно-серой полевки. Мониторинг их популяций в долине р. Буюнда, проводившийся в течение 5 лет (с 2002 по 2007 г.), выявил отчетливую связь численности перезимовавших зверьков

обоих видов с наиболее низкой средней месячной температурой поверхности почвы в предшествующую зиму, измеренной с помощью автономных термометров (Лазуткин, 2008). Коэффициент корреляции между численностью перезимовавших зверьков и температурами самого холодного месяца на поверхности почвы, оцененный нами по данным А. Н. Лазуткина, для отдельных биотопов достигает 0,85. Тесная связь численности перезимовавших зверьков обоих видов с межгодовыми колебаниями зимних экстремумов объяснима более жесткими условиями зимовки в бас. р. Буюнда, чем в бас. р. Челомджа. Наличие такой связи свидетельствует о неизбежности многолетних изменений численности полевков в соответствии с долгопериодными колебаниями минимальных температур почвы. Поэтому, несмотря на отсутствие данных мониторинга, с большой вероятностью можно считать, что современная плотность популяции близка к максимальной за последние 30–40 лет. Связь численности популяции с величиной минимальных температур поверхности почвы позволяет также прогнозировать ее изменения в будущем в зависимости от сценария дальнейших изменений климата.

#### МНОГОЛЕТНИЙ ХОД ТЕМПЕРАТУР ПОЧВ И ГРУНТОВ И УСЛОВИЯ ЗИМОВКИ БЕРИНГИЙСКОГО СУСЛИКА

Азиатская часть ареала берингийского суслика (*S. parryi*) занимает почти полностью арктическую и субарктическую зоны Северо-Востока. Западная граница ареала проходит по восточному склону Верхоянского хребта и включает бассейны рр. Яна и Индигирка – наиболее холодные зимой территории Северного полушария. Исследования, проведенные нами в 1986–1990 и 2006–2007 гг. в бассейне верхнего течения р. Колыма (Алфимов, Берман, 2009), сведения о физиологических возможностях этого вида суслика (Ануфриев и др., 2005; Buck, Varnes, 1999, 2000) и о продвижении западной границы его ареала (Винокуров, Ахременко, 1982; Лабутин, 1971; Чернявский, 1972), а также данные многолетних наблюдений над температурой воздуха, осадками и подснежной температурой почвы и грунтов в бас. рр. Яна и Индигирка позволили оценить возможную роль условий зимовки в распространении вида.

В бассейнах верхнего течения р. Колыма и рр. Яна и Индигирка, как и в других частях ареала, берингийский суслик чаще всего селится на глубоко протаивающих супесчаных малоснежных террасах крупных рек и на самых сухих мелкоземистых участках горных тундр. Глубина расположения зимовочной камеры, независимо от мощности сезонно-талого слоя, обычно колеблется от

60 до 80 см. Минимальные температуры грунта на глубине расположения гнезда в 8 поселениях сусликов в бассейне верхнего течения р. Колыма в нормальные по температурам воздуха и высоте снега зимы варьируют от  $-20$  до  $-24^{\circ}\text{C}$ . Глубже, в интервале 0,6–1,0 м, температуры поднимаются в наиболее холодных биотопах на  $4$ – $5^{\circ}\text{C}$ . Однако, судя по тому, что даже при оттайке, близкой к 2 м, гнезда крайне редко располагались на нижней границе метрового слоя, суслики не нуждаются в смягчении условий зимовки.

Бассейн верхнего течения р. Колыма – не самая холодная территория азиатской части ареала берингийского суслика. Зимние температуры грунтов в районах, расположенных ближе к полюсу холода, – в верховьях рр. Яна и Индигирка, на  $4$ – $6^{\circ}\text{C}$  ниже, чем на р. Колыма. Об этом можно судить по результатам измерений вытяжными термометрами на метеостанциях (Справочник..., 1966). Принципиально важное методическое обстоятельство состоит в том, что температуры грунтов на метеоплощадках и в колониях сусликов должны быть близки из-за сходства теплофизических свойств грунтов и растительности: и те и другие обычно расположены на сухих, глубоко протаивающих террасах с травяно-кустарничковым покровом. Сходство местоположений, а значит, и температур дает возможность по данным метеостанций оценивать не только условия зимовки сусликов в конкретные годы, но и их многолетние изменения.

Следует, однако, иметь в виду, что средняя высота снега на площадках с вытяжными термометрами в наиболее холодный период (январь–февраль) в бассейне верхнего течения р. Колыма составляет 20–40 см, тогда как с большинства обследованных поселений сусликов (и в горных тундрах, и в долине Колымы) снег регулярно сносится ветром. Поэтому температуры на метеоплощадках несколько выше, чем на поселениях сусликов. О величине разницы можно судить по данным метеостанций «Делянкир» и «Сусуман» (Климатический..., 1956–1963; Метеорологический..., 1965–2006). Ход температур почв на этих метеостанциях, расположенных в типичных условиях (не в таликовых зонах, не в высокогорье и т. п.), репрезентативен для местообитаний берингийских сусликов (см. рис. 7 в сообщении 1). Средние температуры самого холодного месяца на глубине расположения гнезд в период наших наблюдений составляли  $-16$ ... $-17^{\circ}\text{C}$ , минимальные  $-17$ ... $-18^{\circ}\text{C}$ . То есть отличие минимальных температур, измеренных нами в гнездах сусликов ( $-20$ ... $-24^{\circ}\text{C}$ ), от средних для региона значений (по данным метеостанций) достигало  $5$ – $7^{\circ}\text{C}$ . Поэтому в наиболее холодные зимы конца 50-х – начала 60-х гг. в бассейне верховий р. Колыма при по-



нижении минимальных температур грунтов на метеоплощадках на глубине расположения гнезд сусликов до  $-18...-19^{\circ}\text{C}$  в поселениях сусликов они должны были падать до  $-24...-26^{\circ}\text{C}$ .

На рр. Яна и Индигирка условия зимовки сусликов были еще жестче: на метеостанциях «Верхоянск» и «Предпорожня» температура в слое 60–80 см в самые холодные и малоснежные зимы падала до  $-25...-28^{\circ}\text{C}$  (Климатический..., 1956–1963; Метеорологический..., 1965–2006). Высота снега на метеоплощадках не превышала 10–15 см, и разница минимальных температур на глубине 60–80 см в бесснежных биотопах сусликов и на метеоплощадках должна была составлять  $3-5^{\circ}\text{C}$  (см. формулу в сообщении 1; Алфимов и др., 2009). Таким образом, во второй половине XX в. зимовавшим в этом районе сусликам приходилось переносить падение температур до  $-30...-33^{\circ}\text{C}$ .

Минимальные температуры в норах берингийских сусликов в конце XIX в. (самый ранний из обеспеченных инструментальными наблюдениями период) можно оценить, используя указанную ранее базу данных (<http://meteo.infospace.ru>) по температурам воздуха и осадкам в «Верхоянске» и «Оймяконе». В 1880–1890-х гг. и на юге, и на севере самой холодной части ареала минимальные температуры воздуха были ниже современных на  $4-5^{\circ}\text{C}$ , а суммы осадков на 15–20 мм (рис. 2). В этих условиях минимальные температуры грунтов на глубине зимовки сусликов (см. формулу в сообщении 1) не должны были быть достоверно ниже, чем в наиболее холодные годы второй половины XX в. Однако различия между указанными периодами состоит в том, что температуры

$-30...-33^{\circ}\text{C}$  на глубине расположения гнезд в конце XIX в. должны были регистрироваться существенно чаще, чем во второй половине XX в., – не один раз в 25–30 лет, а 2–3 раза за 10 лет.

Оценить лимитирующую роль условий зимовки в жизни берингийского суслика по имеющимся материалам трудно, поскольку неизвестна главная величина – порог переносимых во время спячки температур. В ходе тщательных исследований физиологии спячки животные не подвергались воздействию температур среды (Ануфриев и др., 2005; Buck, Barnes, 1999, 2000; и др.) ниже  $-16^{\circ}\text{C}$ , при которых потребление кислорода, а значит, и расход энергии у суслика возрастает в 10–12 раз по сравнению с оптимальными для гибернации околонулевыми температурами. Из проведенных физиологических экспериментов следует, что нижний температурный предел, определяемый увеличением расходов энергии на поддержание сусликом околонулевой температуры тела, должен наступать при температурах ниже  $-20^{\circ}\text{C}$  (Buck, Barnes, 1999). Экспериментальные же значения этого порога пока не определены.

Между тем описания динамики западной границы ареала берингийского суслика позволяют предложить оценку нижнего температурного предела зимовки. Известно, что ареал суслика расширяется с начала 40-х гг. XX в., когда им были заселены освоенные и природные ландшафты в наиболее холодных районах бас. рр. Яна и Индигирка (Винокуров, Ахременко, 1982; Лабутин, 1971; Чернявский, 1972). Из сказанного ранее об изменении минимальных температур почв следует, что расширение ареала по времени совпадает

с очередной волной идущего с конца XIX в. роста минимальных температур воздуха и грунтов. Если отмеченная связь имеет причинно-следственный характер, мы можем оценить температуры грунтов на глубине зимовки в  $-30...-33^{\circ}\text{C}$ , повторяющиеся раз в 2–4 года, как критичные для сусликов.

При всей привлекательности высказанного положения, очевидно, что ареал берингийского суслика контролируется не только зимними минимумами. Например, в Оймяконской котловине суслики не отмечены (Васьковский, 1951; Винокуров, Ахременко, 1982; Лабутин, 1971; Чернявский, 1972), несмотря на обилие оптимальных для их обитания остепненных биотопов. Вряд ли его отсутствие связано с климатическими условиями:

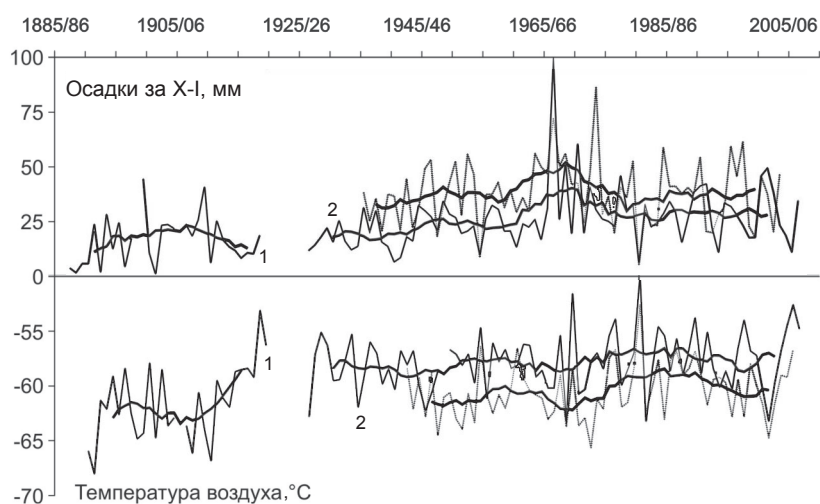


Рис. 2. Многолетний ход минимальных температур воздуха и сумм осадков за октябрь – январь на метеостанциях «Верхоянск» (1) и «Оймякон» (2). Сглаженные линии – 9-летнее скользящее осреднение

Fig. 2. A perennial run of the air minimum temperatures and precipitation sums since October through January registered at weather stations «Verkhoyansk» (1) and «Oymyakon» (2). Smoothing lines are the 9-year gliding averages

по сравнению с районами Верхоянска и Предпожней, где суслик обычен, глубины протаивания здесь на 20–40 см больше, а годовые минимумы температур грунтов на 2–5°C выше.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог исследованию, результаты которого были представлены в двух сообщениях, повторим, что многолетние изменения средних годовых и средних сезонных характеристик климата в бассейне верхнего течения р. Колыма незначительны. Однако рост минимальных температур воздуха за последние 35–40 лет вдвое превосходил подъем температур, осредненных за холодный сезон. Эта тенденция характерна для региона в целом, поскольку в его пределах колебания минимальных температур воздуха синхронны.

Минимальные же температуры грунтов из-за неравномерного распределения количества твердых осадков и высоты снега по территории в одних частях региона могут возрастать, в других – убывать. Соотношение многолетних изменений температур воздуха и высоты снега в бассейне верхнего течения р. Колыма таково, что за последние 35–40 лет углубление минимумов в верхних слоях грунтов отмечается лишь на его восточной периферии, где отрицательные тренды высоты снега наиболее велики. В тех частях бассейна верховий Колымы, в которых повышение температур воздуха совпадает с увеличением высоты снега, подъем минимальных температур грунтов, зафиксированный к настоящему времени, достигает +5...+6°C. Эта величина сравнима с величиной роста минимальных температур воздуха от днищ долин крупных рек к верхней части пояса редколесий, вызванной зимними температурными инверсиями. Указанные различия температур должны сказываться в значительных изменениях условий зимовки позвоночных и многих беспозвоночных животных. Подъем минимальных температур почвы даже на 2–3°C привел к существенному изменению в распределении и численности наиболее заметного в верхнем течении р. Колыма вида муравьев – *F. exsecta*, а межгодовые колебания этой характеристики определяют весеннюю численность красной и красно-серой полевков. Характер прослеживаемых с конца XIX в. изменений минимальных температур грунтов объясняет расширение западной границы ареала берингийского суслика.

Заметим, что недостаточная продолжительность метеонаблюдений в обсуждаемом районе не позволяет уверенно оценить, какое из похолоданий (в 30-е или 60-е гг. XX в.) было для муравьев критичным. И это несмотря на весьма полное представление о способности *F. exsecta* переносить низкие температуры и о распределении ми-

нимальных температур почв в бассейне верховий Колымы (Берман и др., 2007). В первом случае мы должны констатировать стабильное существование изолированных поселений *F. exsecta* (по несколько гнезд, максимально – в два десятка) на большой территории в течение более чем 60 лет; во втором – трудно объяснимое отсутствие в 70–80-е гг. следов погибших муравейников, не обнаруженных при весьма тщательном обследовании территории.

Обсуждение примеров с муравьями, полевками и сусликами вызывает соблазн рассматривать изменения во времени обилия и других обитателей холодных районов как связанные с долговременными флуктуациями климата, а не с антропогенными влияниями. В частности, известно, что численность живородящей ящерицы (*Lacerta vivipara*) к середине 80-х гг. в Якутии заметно сократилась в Олекминском, Кобяйском и Жиганском районах (Боркин и др., 1984). В окрестностях г. Алдана в 1960 г. ящерицы были обычны (до 70 особей на 1 га), в 1975 г. они не найдены здесь вовсе (Седалищев, Белимов, 1981). Авторы этих сообщений категорично считают причиной сокращения популяции деятельность человека. Между тем хорошо известно, что численность живородящей ящерицы на свалках и в других антропогенных биотопах близ поселков нередко большая, чем в природных (Булахова, 2004; Равкин и др., 2003). Материалы наблюдений по вытяжным термометрам на метеостанциях «Олекминск», «Амга», «Томмот», репрезентативных для указанных районов, позволяют предполагать, что уменьшение численности ящерицы в конце 60-х гг. вызвано не антропогенным прессом. К сожалению, для корректного анализа влияния зимних температур на численность живородящей ящерицы нет основополагающих сведений: о температурной дифференциации почв в местах зимовки, глубине мест зимовки, порогах переносимых этой поразительно широко распространенной ящерицей температур и т. п.

Для уверенного прогноза дальнейших изменений в бассейне верхнего течения р. Колыма температур воздуха и грунтов, количества осадков и высоты снега недостаточно базовых климатических данных. Большинство описанных нами изменений в экосистемах вызваны повышением зимних температур воздуха в последние 35–40 лет (главным образом в 70–80-е гг. XX в.). Наиболее вероятно, что это потепление представляет собой восходящую ветвь колебаний температур с периодом 70–80 лет, влияние которых прослеживается во многих биологических и физических процессах на Земле (от роста кораллов до варьирования изотопного состава ледовых кернов). Экстраполяция различными методами этих и еще более

долгопериодных колебаний температуры воздуха позволяет считать, что у большинства из них к 2020–2030 гг. рост должен смениться постепенно ускоряющимся падением (Дучков, Балобаев, 2001; Шполянская, 2001). Если оценка верна, то после этого рубежа на фоне незначительного антропогенного влияния можно ожидать постепенное возвращение экосистем континентальных районов северо-востока Азии к состоянию 60-х гг. XX в.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алфимов А. В., Берман Д. И. Об условиях зимовки берингийского суслика (*Sciuridae*, *Spermophilus parryi*) на северо-востоке Азии // Зоол. журн. – 2009. – Т. 88, № 6. – С. 1–14.
- Алфимов А. В., Берман Д. И., Жигульская З. А. Многолетние изменения температур в бассейне Верхней Колымы и их влияние на биоту. Сообщение 1. Изменение температуры и условия зимовки муравьев // Вестник СВНЦ ДВО РАН. – 2009. – № 1. – С. 16–25.
- Ануфриев А. И., Соломонова Т. Н., Турпанов А. А., Соломонов Н. Г. Экологические механизмы формирования биологических ритмов у зимоспящих семейства *Sciuridae* Северо-Востока Сибири // Экология. – 2005. – Т. 36, № 5. – С. 343–384.
- Берман Д. И., Алфимов А. В., Жигульская З. А., Лейрих А. Н. Зимовка и холодоустойчивость муравьев на северо-востоке Азии. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2007. – 261 с.
- Берман Д. И., Алфимов А. В., Мажитова Г. Г., Проконец М. Е. Роль ветра в дивергенции экосистем с мерзлотными и сезонно-мерзлыми почвами в северном Охотоморье // Почвоведение. – 1998. – № 5. – С. 593–599.
- Боркин Л. Я., Седалищев В. Т., Белимов Г. Т. Новые данные о распространении амфибий и рептилий в Якутии // Экология и фаунистика амфибий и рептилий СССР и сопредельных стран. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1984. – С. 89–101.
- Булахова Н. А. Ящерицы (*Reptilia*, *Squamata*, *Lacertidae*) юго-востока Западной Сибири (география, экология, морфология): автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2004. – 26 с.
- Васьковский А. П. Заметки о находках некоторых видов птиц в верховьях рек Колымы и Индигирки // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1951. – Т. 56. – Вып. 1. – С. 40–44.
- Винокуров В. К., Ахременко А. К. Популяционная экология длиннохвостых сусликов Якутии. – Якутск: ЯФ СО АН СССР, 1982. – 164 с.
- Дучков А. Д., Балобаев В. Т. Эволюция теплового и фазового состояния криолитозоны Сибири // Глобальные изменения природной среды. – Новосибирск: СО РАН, филиал «Гео», 2001. – С. 79–104.
- Климатический справочник СССР / ред. С. А. Изюменко. – Л.: Гидрометеиздат, 1956–1963. – Вып. 24. – Ч. 1–3, 8.
- Лабутин Ю. В. Длиннохвостый суслик // Млекопитающие Якутии. – М.: Наука, 1971. – С. 187–211.
- Лазуткин А. Н. Оценка факторов зимней выживаемости красной полевки (*Clethrionomys rutilus* Pall.) в Северном Приохотье // Фауна и экология млекопитающих Северо-Восточной Сибири. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1995. – С. 72–81.
- Лазуткин А. Н. Динамика численности лесных полевков (р. *Clethrionomys*) в Северном Приохотье и определяющие ее факторы (итоги 25-летних исследований в Кава-Челомджинском лесничестве госзаповедника «Магаданский» за 1980–2005 гг.) // Геология, география и биологическое разнообразие Северо-Востока России: Материалы Дальневост. регион. конф., посвящ. памяти А. П. Васьяковского и в честь его 95-летия (Магадан, 28–30 ноября 2006 г.). – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2006. – С. 366–368.
- Лазуткин А. Н. Температурные условия, снежный покров и выживаемость лесных полевков в долине р. Буянда // Чтения памяти А. П. Хохрякова: материалы Всерос. науч. конф. (Магадан, 28–29 окт. 2008 г.). – Магадан, 2008. – С. 254–258.
- Метеорологический ежегодник (Материалы снегосъемок). – 1937–1978. – Вып. 24. – Ч. 33.
- Метеорологический ежемесячник. – 1965–2006. – Вып. 24. Ч. 2; вып. 33. Ч. 2.
- Равкин Ю. С., Куранова В. Н., Цыбулин С. М. и др. Численность, распределение и пространственно-типологическая неоднородность населения земноводных и пресмыкающихся в Томской и Новосибирской областях // Амфибии и рептилии в Западной Сибири (сохранение биоразнообразия, проблемы экологической этики и экологического образования). – Новосибирск: Изд-во ООО «Ревик-К», 2003. – С. 21–35.
- Седалищев В. Т., Белимов Г. Т. Состояние и перспективы изучения земноводных и пресмыкающихся в Якутии // Герпетологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке / Зоол. ин-т АН СССР. – Л., 1981. – С. 103–105.
- Справочник по климату СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – Вып. 24, 33. – Ч. 2.
- Чернявский Ф. Б. О распространении и географической изменчивости американского длиннохвостого суслика (*Citellus parryi* Rich., 1827) Северо-Восточной Сибири // Тр. МОИП. – 1972. – Т. 68. – С. 199–214.
- Шполянская Н. А. Климатические ритмы и динамика криолитозоны (анализ эволюции в прошлом и прогноз изменения в будущем) // Криосфера Земли. – 2001. – Т. 5, № 1. – С. 3–15.
- Шульгин А. М. Климат почв и его регулирование. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 340 с.
- Buck C. L., Barnes B. M. Temperatures of hibernacula and changes in body composition of arctic ground squirrels over winter // J. of Mammology. – 1999. – Vol. 80, No. 4. – P. 1264–1276.
- Buck C. L., Barnes B. M. Effects of ambient temperature on metabolic rate, respiratory quotient, and torpor in an arctic hibernator // Am. J. of Physiology: Regulatory Integrative and Comparative Physiology. – 2000. – Vol. 279, No. 1. – P. 255–262.

**LONG-TERM CHANGES IN WINTER TEMPERATURES  
AND THEIR BIOTA IMPACTS IN THE UPPER KOLYMA R. AREA.**

**Report 2. Temperature changes and wintering conditions of *Clethrionomys voles*  
and ground squirrel (*Spermophilus parryi*)**

*A.V. Alfimov, D. I. Berman, Z. A. Zhigulskaya*

Since 1960ies till the present, the rise in the minimum air temperatures has been 3–4°C in the Upper Kolyma R. Area, that is twice as high as the average temperature changes during a cold season there. Combined effects of the air temperatures and snow cover resulted in the lowest temperature changes ranging from +5...+6°C to -1...-1.5°C below 0°C in the upper 40 cm of soils throughout the study area. The number of both red voles *Clethrionomys rutilus* (Pallas, 1779) and red-gray ones *C. rufocanus* (Sundevall, 1846) is strongly affected by yearly fluctuations in the lowest temperatures of the soil surface registered in the Kolyma R. Area. In the upper reach areas of rivers in the Sea of Okhotsk basin, where winter conditions are milder, such temperature impacts are reported as a long-term tendency but not for all species there. In the Upper Indighirka R. Area, the soil temperatures are the lowest, and some growth in them reported for the last 100–150 years could have been the basic reason for a better dynamics in the arctic ground squirrel *Spermophilus parryi* (Richardson, 1825) and expansion (or restoration) of its habitat area. So, a long-term tendency of the lowest soil temperature behavior can result in some obvious ecosystem changes the coldest areas, even if changes in average seasonal conditions there are insignificant.

**Key words:** long-term climatic changes, wintering conditions, vole, ground squirrel, the upper reaches of the Kolyma River and the Indighirka River.