

УДК 595.775: 599.322.2

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СОВРЕМЕННОГО ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ БЛОХ МАЛОГО СУСЛИКА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ПРИКАСПИИ

© 2023 г. Ш. В. Магеррамов^{а, *}, К. С. Марцоха^а,
В. С. Манджиева^б, М. Г. Смолянкина^б,
М. П. Григорьев^б, А. А. Кузнецов^а, Н. В. Попов^{а, **}

^аФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора,
ул. Университетская, д. 46, Саратов, 410005 Россия

^бФКУЗ «Астраханская противочумная станция» Роспотребнадзора,
ул. Кубанская, д. 3, Астрахань, 414000 Россия

*e-mail: magerramov.1994@list.ru

**e-mail: popovnv47@mail.ru

Поступила в редакцию 25.01.2023 г.

После доработки 11.02.2023 г.

Принята к публикации 16.02.2023 г.

Доминирующим зональным видом грызунов в степях и полупустынях Прикаспийской низменности является малый суслик *Spermophilus pygmaeus* (Pallas, 1778). Виды блох – его специфические эктопаразиты – играют заметную роль в возникновении эпизоотий чумы на данной территории. В статье рассматривается влияние глобального потепления климата на динамику численности блох малого суслика в зоне северных пустынь на территории Прикаспийской низменности. Для анализа использованы литературные источники и обширные архивные материалы. В качестве модельной территории выбран Ильменно-Придельтовый ландшафтный район (юго-запад Астраханской области), по которому имеются наиболее полные информативные данные. Статистически обработаны сведения о ежегодных весенне-летних учетах индексов обилия блох в шерсти и входах нор малого суслика, а также показатели его численности (число особей на 1 га), среднемесячные показатели температуры воздуха по метеостанциям г. Астрахань за последние 70 лет. Раскрывается механизм влияния современного потепления климата на динамику численности блох малого суслика на территории Прикаспийской низменности в период 1950–2021 гг.

Ключевые слова: малый суслик, численность блох, потепление климата, среднемесячные температуры

DOI: 10.31857/S0031184723020035; **EDN:** AZYUMY

Малый суслик *Spermophilus pygmaeus* (Pallas, 1778) населяет равнинные и предгорные (до 400–500 м над ур. м.) засушливые степи и полупустыни Приднепровья, Предкавказья, Нижнего Поволжья, Волго-Уральского междуречья, Зауралья, Приаралья, Бетпак-Далы (Павлинов и др., 2002). В границах ареала малого суслика функционируют 5 природных очагов чумы (где этот грызун является основным носителем чумного микроба): Прикаспийский Северо-Западный степной, Дагестанский равнинно-предгорный, Терско-Сунженский низкогорный, Волго-Уральский степной, Урало-Уильский степной (Онищенко, Кутырев, 2004). Общая площадь этих пяти природных очагов составляет 217104 км². Кроме того, в северной подзоне пустынной зоны Казахстана локальные эпизоотии чумы в поселениях малых сусликов неоднократно регистрировали в Приаралье (Попов, 2016). В последние десятилетия для равнинных и предгорных природных очагов сусликового типа характерен межэпизоотический период. Последние эпизоотические проявления в поселениях малых сусликов зарегистрированы в Прикаспийском Северо-Западном степном очаге в 1990 г., в Терско-Сунженском низкогорном – в 2000 г., в Волго-Уральском степном – в 2001 г., в Урало-Уильском степном – в 2002 г., в Дагестанском равнинно-предгорном – в 2003 г. Вместе с тем, в границах природных очагов сусликового типа продолжают периодически регистрировать антитела к чумному микробу в крови животных или ДНК возбудителя чумы, что свидетельствует о сохранении их эпизоотического потенциала (Медведев и др., 2019). Наступление межэпизоотического периода в природных очагах сусликового типа Северного, Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья связывают с современным потеплением климата и падением уровня Каспийского моря (Попов и др., 2013, 2016).

Специфическими эктопаразитами малого суслика являются блохи *Neopsylla setosa* (Wagner, 1898), *Citellophilus tesquorum* (Wagner, 1898), *Frontopsylla semura* (Wagner et Ioff, 1926), которые в совокупности составляют почти 100% от всех блох, обнаруженных на зверьках в их норах и гнездах. На прочие виды приходится всего лишь 0.1–0.3%. Во всех пяти вышеупомянутых природных очагах чумы данные виды блох являются основными переносчиками и хранителями возбудителя чумы (Гончаров и др., 2013; Кадастр эпидемических ..., 2016).

В последние десятилетия в результате аридизации климата и под влиянием антропогенных факторов в регионе Северо-Западного Прикаспия произошли опустынивание зональных ландшафтов и изменение ареалов животных (Доскач, 1979; Дмитриев, 2001). Начавшееся в 40–50-х гг. прошлого столетия глобальное потепление климата носило поступательный, волнообразный характер и предопределило, в целом, значительное повышение температуры зимних месяцев (Lang, 1996; Parmenter et al., 1999; Hubbart et al., 2011; Золотокрылин и др., 2015; Колчин и др., 2017; Черенкова, 2019). Для малых сусликов это явилось основной причиной изменения сроков пробуждения

(стали просыпаться намного раньше) и сроков наступления других фенологических фаз их жизнедеятельности. Как следствие, это обусловило сокращение численности не только сусликов, но и основных его специфических эктопаразитов – блох *C. tesquorum*, *N. setosa* и *F. semura* в Прикаспии и Предкавказье во второй половине XX и начале XXI столетий.

Цель работы – оценить влияние повышения температуры зимних месяцев на динамику численности блох малого суслика в модельном Ильменно-Придельтовом ландшафтном районе Прикаспийской низменности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Настоящие исследования осуществлялись на базе Яндыковского отделения ФКУЗ «Астраханская противочумная станция» Роспотребнадзора. В работе использованы архивные и оперативные материалы ФКУН Российский противочумный институт «Микроб» Роспотребнадзора за период 1950–2021 гг., литературные источники. Статистически обработаны и проанализированы данные ежегодных весенне-летних учетов индексов обилия (ИО) блох в шерсти и входах нор малого суслика на территории Ильменно-Придельтового ландшафтного района, расположенного на Прикаспийской низменности в границах Волго-Кумского междуречья, а также показатели численности малого суслика (число особей на 1 га), среднемесячные показатели температуры воздуха по метеостанциям г. Астрахань за период 1950–2021 гг. Данные по численности блох в гнездах малого суслика за указанный период не анализировались из-за их отсутствия или недостаточного объема.

В качестве индикаторного показателя, определяющего степень неблагоприятного воздействия климатических факторов на состояние популяций блох, использован суммарный показатель средней температуры воздуха января–февраля в указанный период. Для выявления линии тренда многолетней динамики ИО блох использован метод полиномиальной аппроксимации. Для установления достоверности влияния суммарных показателей среднемесячных температур воздуха января–февраля на динамику численности блох малого суслика материал был сгруппирован по десятилетним периодам (Колчин и др., 2017).

Для каждого из периодов определен коэффициент корреляции (R) между суммарными показателями средних значений температур января – февраля и показателями ИО блох в шерсти зверьков и во входах нор, а также численностью малого суслика на 1 га. Определена достоверность различий в средних показателях температуры и индекса обилия блох малого суслика по семи выделенным периодам. Статистическая и графическая обработка данных выполнена с применением программ MS Excel 2000 (Microsoft Corp.) и Statistica 6.0 (Statsoft Inc., OK, USA).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ареал политипического вида блохи *N. setosa* (насчитывает 2 подвида) – паразита малого суслика – простирается от Восточной Европы до Передней, Средней и Центральной Азии, Южной Сибири. Находки данного вида отмечены в Предкавказье, центральной части Большого Кавказа, Малого Кавказа и Армянского нагорья (Котти,

2018). *N. setosa* – наиболее эффективный переносчик из числа сусликовых блох (Бибикова, Классовский, 1974; Деревянченко и др., 1962; Попов, 2002).

На территории Северо-Западного Прикаспия и Предкавказья в поселениях малого суслика блоха *N. setosa* распространена повсеместно. На других фоновых видах грызунов она встречается спорадически, в единичных экземплярах. Эту блоху часто регистрируют в шерсти степного хорька *Mustela eversmanii* (Lesson, 1827), добывающего малого суслика в его норах. *N. setosa* – обитатель преимущественно гнезд малого суслика (Вагнер, Иофф, 1926; Гришина, Степанов, 1928; Игнатъев, Молодцова, 1929; Иофф, Тифлов, 1954; Миронов и др., 1963; Князева, 1987), где, независимо от сезона года, сосредоточено до 98% общего запаса блох. Согласно литературным данным, максимальный запас блох по микробиотопу отмечается весной – в марте–апреле. Это связано со значительным выплодом имаго из перезимовавших коконов и началом физиологической активности насекомых. Ко времени залегания в летнюю спячку взрослых животных (май–июнь) обилие блох резко снижается во всех элементах микробиотопа. Рост числа блох в популяции происходит осенью (сентябрь–октябрь). В период спячки зверьков *N. setosa* в имагинальной фазе встречается в гнездах, но в количестве, значительно меньшем, чем в период массового пробуждения малых сусликов (Князева, 1987).

Размножение *N. setosa* происходит в период активности малого суслика. Самки с крупными ооцитами регистрируют сразу же после пробуждения зверьков. Однако в этот период большинство самок еще не приступает к откладке яиц. Существенное влияние на скорость созревания ооцитов и частоту кладок оказывает температура. При низких значениях (3–7°С) одна кладка происходит за 10.5 суток. При температуре 16–17°С самки способны за сутки сделать 1.1 кладки из 1–3 яиц (Брюханова, 1973). Растянутый выплод имаго предполагает неодинаковую продолжительность жизни взрослых особей. Блохи, выплотившиеся до полного залегания сусликов в спячку и прожившие до начала весенней активности зверьков, отличаются максимальными сроками жизни – 7–9 месяцев. Этому способствуют низкая гонотрофическая активность насекомых или полное ее отсутствие, а также пониженная температура среды (Лапина, Лукьянова, 1965). В своих исследованиях А.Д. Лукьянова и Н.Ф. Лапина (1965) отмечают тот факт, что с июля по апрель следующего года в гнездах с хозяином доживало всего 0.7% блох. Голодные блохи без хозяина выживали 307 дней, с хозяином – 520. Отметим, что продолжительность жизни насекомых, выплотившихся в период пробуждения или после этого периода основной массы зверьков, в условиях высокой гонотрофической активности и постоянно возрастающей температуры среды сокращается до 3–4 месяцев. В течение года для блох *N. setosa* характерна одна генерация (Брюханова, 1973; Князева, 1987).

Блоха *C. tesquorum* является массовым специфическим паразитом малого, горного *Spermophilus musicus* (Menetries, 1832), длиннохвостого *Urocitellus undulatus* (Pallas, 1779) и других видов сусликов Палеарктики. Границы ее распространения совпадают с ареалом хозяев-прокормителей. Максимальная численность *C. tesquorum* регистрируется на обширных пространствах полупустынь Прикаспия. В регионе Северо-Западного Прикаспия блохи этого вида в поселениях малого суслика встречаются повсеместно. Этот вид блох встречается не только на малых сусликах, но и на других грызунах, обитающих на исследованной территории: тушканчиках (*Dipodidae* Fischer von Waldheim, 1817), полуденной *Meriones meridianus* (Pallas, 1773) и гребенщиковой *Meriones tamariscinus* (Pallas, 1773) песчанках, обыкновенной *Microtus arvalis* (Pallas, 1778) и общественной *Microtus socialis* (Pallas, 1773) полевках, сером хомячке *Cricetulus migratorius* (Pallas, 1773), обыкновенной слепушонке *Ellobius talpinus* (Pallas, 1770). В сборах с хорьков, посещающих большое количество нор грызунов, ИО *C. tesquorum* выше, чем на основных прокормителях. Отметим, что ее доминирование в гнездах регистрируется фактически повсеместно и независимо от сезона. По материалам авторов (Новокрещенова, 1960; Миронов и др., 1963; Князева, 1987), *C. tesquorum* обнаруживает довольно высокую привязанность к шерсти сусликов – в разные годы на малых сусликах встречалось более 80% от общего запаса блох данного вида. Т.В. Князевой (1987) установлено, что в летний сезон блохи *C. tesquorum* в большем количестве находились в шерсти молодых, нежели половозрелых зверьков. Максимальная частота кладок у взрослых самок *C. tesquorum* наблюдается при температуре 19–21 и 23–24°C, соответственно, 2,2 и 2,4 кладки из 3–5 яиц. С понижением температуры число кладок уменьшается. В гнездах со спящим сусликом размножение этого вида блох не зарегистрировано (Брюханова, Суркова, 1970). Гонотрофическая активность самок *C. tesquorum* в среднем продолжается 40–45 дней (Шатас, 1965). Жизненный цикл этого вида блох тесно связан с фенологическими периодами в экологии хозяина-прокормителя. Наиболее активное размножение эктопаразитов происходит в апреле–мае в выводковых гнездах хозяина. Массовый выплод *C. tesquorum* приурочен к расселению молодняка суслика. Молодые имаго встречаются в течение всего активного периода жизни прокормителя. По данным А.Д. Лукьяновой и Н.Ф. Лапиной (1965), *C. tesquorum* могут выживать в гнездах малого суслика как в присутствии зверька, так и без него, в течение 7–10 месяцев – с осени до весны следующего года. Для этого вида в течение года характерны две генерации.

Блоха *F. semura* – паразит малого, горного и крапчатого *Spermophilus suslicus* (Guldenstaedt, 1770) сусликов в Восточной Европе, в Прикаспийско-Туранском регионе, Казахстане, в Центральном и Восточном Предкавказье, в центральной части Большого Кавказа (Котти, 2014). *F. semura* в поселениях малого суслика на территории Прикаспийской низменности встречается повсеместно. Данный вид блохи часто регистрируется и на степном хоре. Согласно литературным данным (Герасимова и др.,

1977; Князева, 1987), основная часть блох изученного вида постоянно сосредоточена в гнездах сусликов. По степени привязанности к прокормителю *F. semura* занимает промежуточное положение между *N. setosa* и *C. tesquorum* (Новокрещенова, 1960; Миронов и др., 1963; Князева, 1987). Для нее закономерной особенностью является снижение обилия от весны к лету, т.е. имаго существуют в природе не круглогодично, а лишь с осени до лета и отмирают в жаркое время года. Максимальное значение индексов обилия блох на грызунах регистрируется в марте–апреле. У *F. semura* в течение года развивается одна генерация. В опытах А.А. Флегонтовой (1951) установлены очень редкое блокообразование и передача инфекции блокированными блохами *F. semura* (в 1.8% случаев). Т.В. Князева и Л.Н. Величко (1990) экспериментально подтверждают, что при питании на неспецифическом прокормителе образование блока преджелудка у *F. semura* затруднено. Для грызунов при групповых подкормках установлена также возможность передачи инфекции здоровым особям зараженными неблокированными особями.

Численность блох в природе зависит от многих экологических факторов. Первоочередное влияние оказывает уровень численности их прокормителей. Определенную роль могут играть особенности фенологии суслика, его пространственного распределения, миграционной подвижности в течение периода бодрствования и др. Большое значение имеют погодные условия, определяющие микроклимат норových биоценозов – среды обитания преимагинальных стадий этих насекомых. Из антропогенных факторов особое значение имеют дезинсекционные обработки и качество их выполнения. Значительное влияние оказывает специфика паразито-хозяинных отношений, существенно различающихся у разных видов блох.

Важно отметить, что виды с широким кругом хозяев менее подвержены неблагоприятным влияниям при резких сокращениях численности их основных прокормителей, зато исчезновение единственного источника пищи для высокоспецифичных видов может иметь катастрофические последствия. В то же время способность специфических блох к длительному голоданию позволяет виду смягчить воздействие колебаний численности хозяина.

Численность малого суслика в Прикаспийской низменности, основного прокормителя специфических эктопаразитов, на фоне первой волны потепления климата в 40–50-х гг. XX века стала повсеместно снижаться (рис. 1).

Численность блох на сусликах и во входах нор находилась до конца 80 гг. прошлого века практически на одном уровне. Коэффициент корреляции (R) между суммарными показателями средних значений температур января–февраля и показателями индекса обилия блох в шерсти зверьков составил -0.86 , а R между суммарными показателями средних значений температур января–февраля и показателями индекса во входах нор соответственно -0.81 .

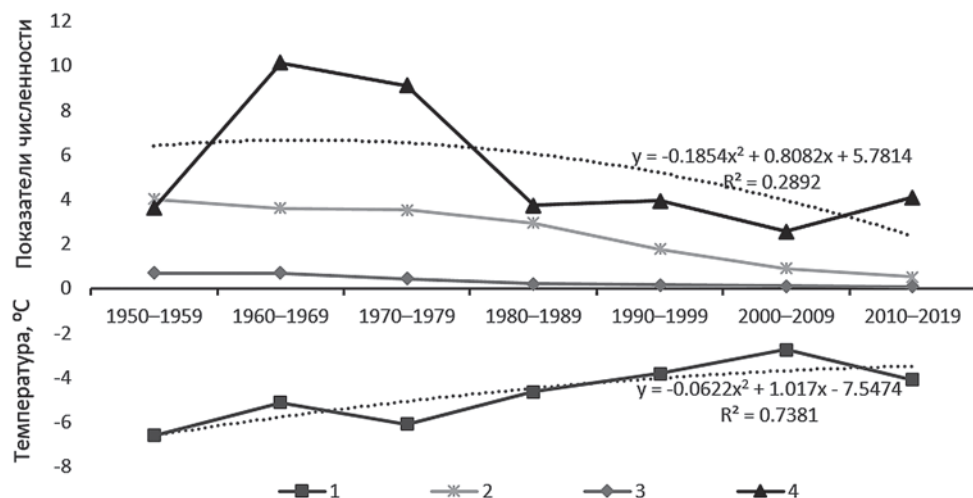


Рисунок 1. Многолетняя динамика численности малого суслика, средние индексы обилия блох в шерсти, средние индексы обилия блох во входах нор в Ильменно-Придельтовом ландшафтном районе Прикаспийской низменности и средние среднемесячные температуры воздуха января–февраля (по данным метеостанции г. Астрахань) в 1950–2019 гг.: 1 – средняя температура января–февраля, 2 – средние индексы обилия блох в шерсти, 3 – средние индексы обилия блох во входах нор, 4 – число зверьков на 1 га.

Figure 1. Perennial population dynamics of ground squirrels, average fleas in fur amount index, average fleas in nests amount index on territory of Ilmenno-Prideltovy landscape region of Caspian Depression and average January-February monthly temperature index (via Astrakhan metiostation) in period of 1950–2019: 1 – average January–February temperature, 2 – average fleas amount index in mammal's fur, 3 – average fleas amount index in nests entrances, 4 – amount of sousliks per 1 ha.

Как свидетельствуют данные наблюдений, численность блох малого суслика на территории Ильменно-Предельтового района Прикаспийской низменности за 70 лет исследований претерпела десятикратное снижение.

Для удобства анализа период наблюдений разбит на десятилетние периоды: 1950–1959, 1960–1969, 1970–1979, 1980–1989, 1990–1999, 2000–2009, 2010–2019 гг. и наше время (2020–2021 гг.). Индекс обилия блох *N. setosa* варьировал в шерсти малого суслика от 0.70 до 6.21 во входах нор – от 0.05 до 1.22; для *C. tesquorum* в шерсти – от 0.47 до 4.76, во входах нор – от 0 до 0.81; для *F. semura* в шерсти – от 0.08 до 1.35, во входах нор – от 0 до 0.25. Отмечено, что вплоть до периода 1980–1989 гг. ИО блох шерсти и входов нор малого суслика сохранялись на высоком уровне (рис. 2 и 3).

Начиная с периода 1980–1989 гг. отмечена выраженная тенденция сокращения численности блох малого суслика. Согласно весенним показателям ИО блох в шерсти малого суслика, в этот период, по сравнению с предыдущим, численность рассматриваемых видов блох уменьшилась – для *N. setosa* в 2 раза, для *C. tesquorum* в 1.1 раза, для *F. semura* в 4.7 раза. К 2020–2021 гг., по сравнению с предшествующим

десятилетием, показатели численности блох продолжали снижаться: для *N. setosa* в 3.2 раза (до 0.7), для *C. tesquorum* в 5.8 раза (до 0.47), для *F. semura* в 10.4 раза (до 0.025).

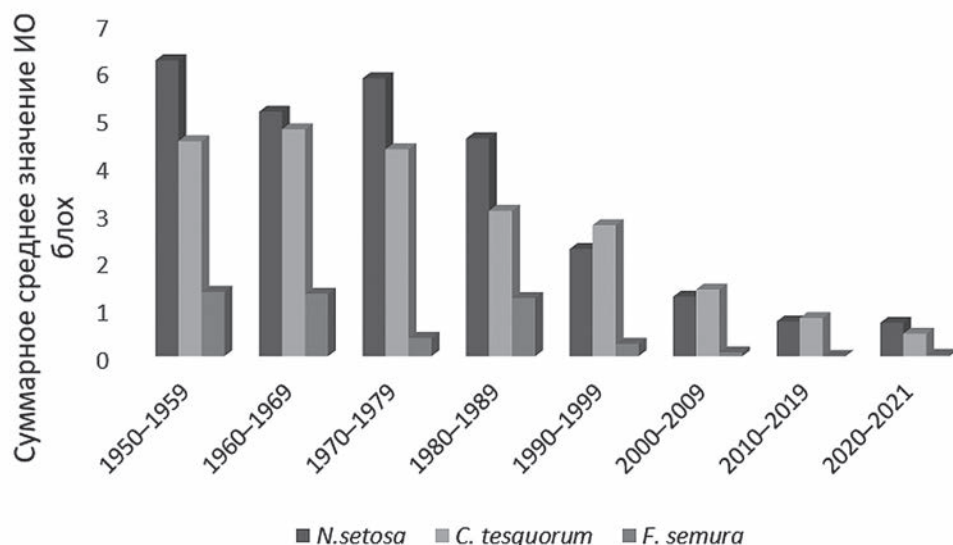


Рисунок 2. Индекс обилия блох в шерсти малого суслика на территории Ильменно-Придельтового ландшафтного района Прикаспийской низменности в 1950–2021 гг.

Figure 2. Average fleas in mammal's fur amount index on territory of Ilmenno-Prideltovy landscape region of Caspian Depression on period of 1950–2021.

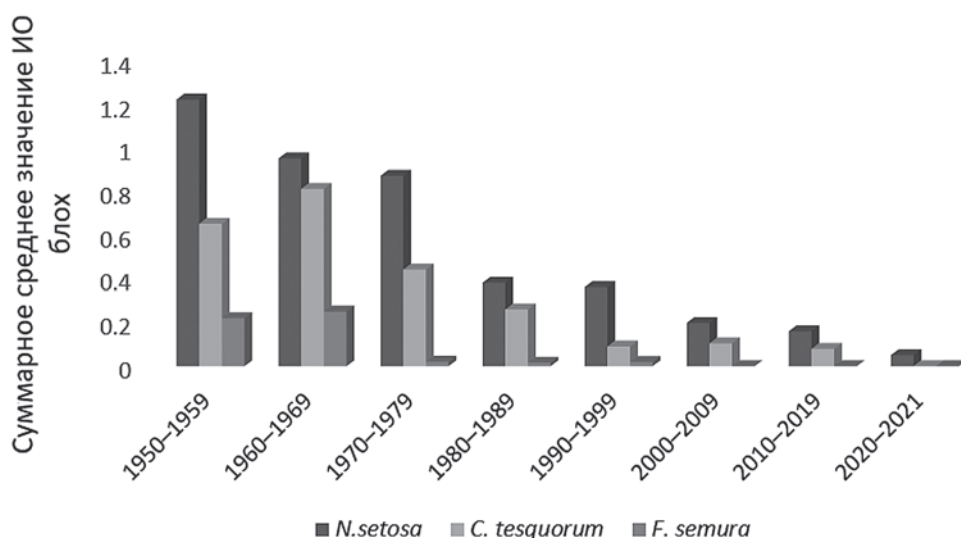


Рисунок 3. Индекс обилия блох во входах нор малого суслика на территории Ильменно-Придельтового ландшафтного района Прикаспийской низменности в 1950–2021 гг.

Figure 3. Average fleas in mammal's nests entrances amount index on territory of Ilmenno-Prideltovy landscape region of Caspian Depression on period of 1950–2021.

Показатели индекса обилия блох во входах нор малого суслика еще более снизились после 1990 г. и достигли нулевых значений к нашему времени.

В заключение отметим, что на фоне современного потепления климата, в первую очередь повышения температуры в зимние месяцы, в Ильменно-Придельтовом ландшафтном районе Прикаспийской низменности произошло значительное снижение численности малого суслика и индексов обилия его специфических видов блох – *N. setosa*, *C. tesquorum*, *F. semura*. В многолетнем аспекте тенденция снижения численности блох малого суслика отчетливо проявилась здесь после 1970 г. На этом фоне ИО блох в шерсти зверьков к нашему времени снизились в 8–15 раз. С нашей точки зрения, именно многократное снижение численности основных переносчиков чумного микроба предопределило прекращение эпизоотий в сохранившихся поселениях малого суслика. Подчеркнем, что сокращение численности блох во многом обусловлено изменением сроков прохождения фенологических фаз в популяциях малого суслика. В XXI столетии в Ильменно-Придельтовом районе Прикаспийской низменности, под влиянием повышения температуры января–февраля, пробуждение малого суслика происходит в зимний период (Магеррамов и др., 2022). Последнее негативно сказывается на генеративной продуктивности перезимовавших блох анализируемых видов, вследствие очередной, но более ранней по сравнению с 70 годами прошлого столетия, смены гнезд их прокормителем – малым сусликом (строительство выводковых гнезд, изоляция зимовочных гнезд). При этом значительно увеличивается длительность пребывания перезимовавших блох в заброшенных (замурованных) зимовочных гнездах малого суслика – до периода выхода на поверхность и расселения молодняка малого суслика (март–апрель–май).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бибикина В.А., Классовский Л.Н. 1974. Передача чумы блохами. М, Медицина, 187 с. [Bibikova V.A., Klassovskij L.N. 1974. Peredacha chumy blohami. M., Medicina, 187 s. (in Russian)].
- Брюханова Л.В. 1973. К изучению биологии и экологии блох малого суслика в Предкавказье. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 20 с. [Bryuhanova L.V. 1973. K izucheniyu biologii i ekologii bloh malogo suslika v Predkavkaz'e. Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Saratov, 20 s. (in Russian)].
- Брюханова Л.В., Суркова Л.А. 1970. К изучению годового цикла *Citellophilus tesquorum* в Предкавказье. Особо опасные инфекции. Ставрополь, вып. I, 51–55. [Bryuhanova L.V., Surkova L.A. 1970. K izucheniyu godovogo cikla *Citellophilus tesquorum* v Predkavkaz'e. Osobo opasnye infekcii. Stavropol', vyp. I, 51–55. (in Russian)].
- Вагнер Ю.Н., Иофф И.Г. 1926. Материалы к познанию фауны эктопаразитов Ю-В СССР. III. О блохах сусликов (тушканчиков) в связи с их ролью в распространении чумы в приволжских степях. Вестник микробиологии и эпидемиологии 5 (2): 57–100. [Vagner Yu.N., Ioff I.G. 1926. Materialy k poznaniyu fauny ektoparazitov Yu-V SSSR. III. O blohah suslikov (tushkanchikov) v svyazi s ih rol'yu v rasprostranenii chumy v privolzhskih stepyah. Vestnik mikrobiologii i epidemiologii 5 (2): 57–100. (in Russian)].

- Герасимова Н.Г., Денисова Н.Г., Денисов П.С., Князева Т.В., Лавровский А.А., Сурвилло А.В. 1977. Видовой состав и динамика численности блох малого суслика в местах стойкой очаговости чумы на Ергенинской Гряде. Паразитология XI (5): 446–451. [Gerasimova N.G., Denisova N.G., Denisov P.S., Knyazeva T.V., Lavrovskij A.A., Survillo A.V. 1977. Vidovoj sostav i dinamika chislenosti bloh malogo suslika v mestah stojkoj ochagovosti chumy na Ergeninskoj Gryade. Parazitologiya XI (5): 446–451. (in Russian)].
- Гончаров А.И., Тохов Ю.М., Плотнокова Е.П., Артюшина Ю.С. 2013. Список видов и подвидов блох, обнаруженных зараженными возбудителем чумы в естественных условиях. Ставрополь, 34 с. [Goncharov A.I., Tohov Yu.M., Plotnikova E.P., Artyushina Yu.S. 2013. Spisok vidov i podvidov bloh, obnaruzhennyh zarazhennymi vozбудitelem chumy v estestvennyh usloviyah. Stavropol', 34 s. (in Russian)].
- Гришина П.К., Степанов И.В. 1928. Посезонные изменения состава блох в норах суслика *Citellus pygmaeus* в Уральской губернии. Труды Первого Всесоюзного противочумного совещания. Саратов, 275–277. [Grishina P.K., Stepanov I.V. 1928. Posezonnnye izmeneniya sostava bloh v norah suslika *Citellus pygmaeus* v Ural'skoj gubernii. Trudy Pervogo Vsesoyuznogo protivochumnogo soveshchaniya. Saratov, 275–277. (in Russian)].
- Деревянченко К.И., Новикова Е.И., Лалазаров Г.А., Желдакова К.И., Леви М.И. 1962. Влияние некоторых факторов на заражающую способность блох. Тезисы докладов научной конференции по природной очаговости и профилактики чумы и туляремии. Ростов-н/Д., 104–112. [Derevyanchenko K.I., Novikova E.I., Lalazarov G.A., Zheldakova K.I., Levi M.I. 1962. Vliyanie nekotoryh faktorov na zarazhayushchuyu sposobnost' bloh. Tezisy докладov nauchnoj konferencii po prirodnoj ochagovosti i profilaktiki chumy i tulyareмии. Rostov-n/D., 104–112. (in Russian)].
- Дмитриев А.И. 2001. Палеоэкологический анализ костных остатков мелких млекопитающих Прикаспия и генезис природных очагов чумы. Н. Новгород, Нижегородского государственного педагогического университета, 168 с. [Dmitriev A.I. 2001. Paleoeekologicheskij analiz kostnyh ostatkov melkih mlekopitayushchih Prikaspiya i genezis prirodnyh ochagov chumy. N. Novgorod, Nizhegorodskogo gosudarstvennogo pedagogicheskogo universiteta, 168 s. (in Russian)].
- Доскач А.Г. 1979. Природное районирование Прикаспийской полупустыни. М., Наука, 141 с. [Doskach A.G. 1979. Prirodnoe rajonirovanie Prikaspijskoj polupustyni. M., Nauka, 141 s. (in Russian)].
- Золотокрылин А.Н., Титкова Т.Б., Черенкова Е.А., Виноградова В.В. 2015. Тренды увлажнения и биофизических параметров засушливых земель европейской части России за период 2000–2014 гг. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса 12 (2): 155–161. [Zolotokrylin A.N., Titkova T.B., Cherenkova E.A., Vinogradova V.V. 2015. Trends of moisture indexes and biophysical parameters of European Russia drylands for the period of 2000–2014. Sovremennyye Problemy Distantstionnogo Zondirovaniya Zemli iz Kosmosa, 12 (2): 155–161. (in Russian)].
- Игнатьев А.К., Молодцова П.Ф. 1929. Блохи гнезда суслика (*Citellus pygmaeus*) в Черноморском районе Астраханского округа. Вестник микробиологии, эпидемиологии и паразитологии 8 (2): 158–159. [Ignat'ev A.K., Molodcova P.F. 1929. Blohi gnezda suslika (*Citellus pygmaeus*) v Chernoyarskom rajone Astrahanskogo okruga. Vestnik mikrobiologii, epidemiologii i parazitologii 8 (2): 158–159. (in Russian)].
- Иофф И.Г., Тифлов В.Е. 1954. Определитель афаниптера (Suctoria-Aphaniptera) Юго-Востока СССР. Ставрополь, Ставропольское книжное издательство, 199 с. [Ioff I.G., Tiflov V.E. 1954. Opredelitel' afaniptera (Suctoria-Aphaniptera) Yugo-Vostoka SSSR. Stavropol', Stavropol'skoe knizhnoe izdatel'stvo, 199 s. (in Russian)].
- Кадастр эпидемических и эпизоотических проявлений чумы на территории Российской Федерации и стран Ближнего Зарубежья (с 1876 по 2016 год). 2016. Саратов, Амирит, 248 с. [Kadastr epidemicheskikh i epizooticheskikh proyavleniy chumy na territorii Rossijskoj Federacii i stran Blizhnego Zarubezh'ya (s 1876 po 2016 god). 2016. Saratov, Amirit, 248 s. (in Russian)].
- Князева Т.В. 1987. Экология блох – переносчиков чумы в Прикаспийском Северо-Западном природном очаге и их эпидемиологическое значение. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Саратов, 21 с. [Knyazeva T.V. 1987. Ekologiya bloh-perenoschikov chumy v Prikaspijskom Severo-Zapadnom prirodnom ochage i ih epidemiologicheskoe znachenie. Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. Saratov, 21 s. (in Russian)].

- Князева Т.В., Величко Л.Н. 1990. К заражающей способности блох *Frontopsylla semura* Wagn. et Ioff, 1926. Эпизоотология и профилактика особо опасных инфекций в антропогенных ландшафтах. Саратов, 95–98. [Knyazeva T.V., Velichko L.N. 1990. K zarzhayushchej sposobnosti bloh *Frontopsylla semura* Wagn. et Ioff, 1926. Epizootologiya i profilaktika osobo opasnyh infekcij v antropogennyh landshaftah. Saratov, 95–98. (in Russian)].
- Колчин Е.А., Бармин А.Н., Крыжановская Г.В., Валов М.В. 2017. Особенности климатических изменений аридной территории Российской Федерации. Геология, география и глобальная энергия 4: 113–122. [Kolchin E.A., Barmin A.N., Kryzhanovskaya G.V., Valov M.V. 2017. Features of climatic changes in the arid territory of the Russian Federation. Geology, Geography and Global Energy 4: 113–122 (in Russian)].
- Котти Б.К. 2014. Видовое разнообразие блох (Siphonaptera) Кавказа. Ставрополь, СКФУ, 132 с. [Kotti B.K. 2014. Vidovoe raznoobrazie bloh (Siphonaptera) Kavkaza. Stavropol', SKFU, 132 s. (in Russian)].
- Котти Б.К. 2018. Каталог блох (Siphonaptera) фауны России и сопредельных стран. 2-е изд. Ставрополь, СКФУ, 128 с. [Kotti B.K. 2018. Katalog bloh (Siphonaptera) fauny Rossii i sopredel'nyh stran. 2-e izd. Stavropol', SKFU, 128 s. (in Russian)].
- Лапина Н.Ф., Лукьянова А.Д. 1965. Длительность жизни блох сусликов в зависимости от температуры и влажности среды. Эпидемиологии и эпизоотологии особо опасных инфекций. М., 263–269. [Lapina N.F., Luk'yanova A.D. 1965. Dlitel'nost' zhizni bloh suslikov v zavisimosti ot temperatury i vlazhnosti sredy. Epidemiologii i epizootologiya osobo opasnyh infekcij. M., 263–269. (in Russian)].
- Лукьянова А.Д., Лапина Н.Ф. 1965. Продолжительность жизни блох *Neopsylla setosa* и *Citellophilus tesquorum* Wagner в естественных условиях. Зоологический журнал 44 (6): 883–887. [Luk'yanova A.D., Lapina N.F. 1965. Prodolzhitel'nost' zhizni bloh *Neopsylla setosa* i *Citellophilus tesquorum* Wagner v estestvennyh usloviyah. Zoologicheskij zhurnal 44 (6): 883–887. (in Russian)].
- Магеррамов Ш.В., Марцоха К.С., Яковлев С.А., Манджиева В.С., Бондарев В.А., Лиджи-Гаряева Г.В., Матросов А.Н., Попов Н.В. 2022. Влияние современного потепления климата на динамику численности малого суслика (*Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778) (Rodentia, Mammalia) в Ильменно-Придельтовом районе Прикаспийской низменности. Поволжский экологический журнал 1: 17–33. [Magerramov S.V., Martsokha K.S., Yakovlev S.A., Mandzhieva V.S., Bondarev V.A., Lidzhi-Garyeva G.V., Matrosov A.N., Popov N.V. 2022. Modern climate warming impact on the population dynamics of the small ground squirrel (*Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778) (Rodentia, Mammalia) in the Ilmenno-Prideltovy region of the Caspian lowland. Povolzhskiy Journal of Ecology 1: 17–33. (in Russian)]. <https://doi.org/10.35885/1684-7318-2022-1-17-33>
- Медведев С.Г., Котти Б.К., Вержуцкий Д.Б. 2019. Разнообразие блох (Siphonaptera) – переносчиков возбудителей чумы: паразит сусликов – блоха *Citellophilus tesquorum* (Wagner, 1898). Паразитология 53 (3): 179–197. [Medvedev S.G., Kotti B.K., Verzhutsky D.B. 2019. Diversity of Fleas (Siphonaptera), Vectors of Plague Pathogens: the Flea *Citellophilus tesquorum* (Wagner, 1898), a Parasite of Ground Squirrels of the Genus *Spermophilus*. Entomological Review. Parazitologiya 53 (3): 179–197. (in Russian)]. <https://doi.org/10.1134/S0031184719030013>
- Миронов Н.П., Нельзина Е.Н., Климченко И.З., Резинко Д.С., Чернова Н.И., Данилова Г.М., Самарина Г.П., Родионова А.В. 1963. Пространственное распределение блох в норах малого суслика и рационализация методов учета их численности. Зоологический журнал 42 (3): 384–393. [Mironov N.P., Nel'zina E.N., Klimchenko I.Z., Rezinko D.S., Chernova N.I., Danilova G.M., Samarina G.P., Rodionova A.V. 1963. Prostranstvennoe raspredelenie bloh v norah malogo suslika i racionalizaciya metodov ucheta ih chislennosti. Zoologicheskij zhurnal 42 (3): 384–393. (in Russian)].
- Новокрещенова Н.С. 1960. Материалы по экологии блох малого суслика в связи с их эпизоотологическим значением. Труды института «Микроб». Саратов, 4, 444–456. [Novokreshchenova N.S. 1960. Materialy po ekologii bloh malogo suslika v svyazi s ih epizootologicheskim znacheniem. Trudy instituta «Mikrob». Saratov, 4, 444–456. (in Russian)].

- Онищенко Г.Г., Кутырев В.В. 2004. Природные очаги чумы Кавказа, Прикаспия, Средней Азии и Сибири. М., Медицина, 192 с. [Onishchenko G.G., Kutyrev V.V. 2004. Prirodnye ochagi chumy Kavkaza, Prikaspiya, Srednej Azii i Sibiri. M., Medicina, 192 s. (in Russian)].
- Павлинов И.Я., Крусков С.В., Варшавский А.А., Борисенко А.В. 2002. Наземные звери России. Справочник определитель. М., КМК, 304 с. [Pavlinov I.Ya., Krusko S.V., Varshavskij A.A., Borisenko A.V. 2002. Nazemnye zveri Rossii. Spravochnik opredelitel'. M., KMK, 304 s. (in Russian)].
- Попов Н.В. 2002. Дискретность – основная пространственно-временная особенность проявлений чумы в очагах сусликового типа. Саратов, Саратовского университета, 192 с. [Popov N.V. 2002. Diskretnost' – osnovnaya prostranstvenno-vremennaya osobennost' proyavlenij chumy v ochagah suslikovogo tipa. Saratov, Saratovskogo universiteta, 192 s. (in Russian)].
- Попов Н.В., Безсмертный В.Е., Удовиков А.И., Кузнецов А.А., Слудский А.А., Матросов А.Н., Князева Т.В., Федоров Ю.М., Попов В.П., Гражданов А.К., Аязбаев Т.З., Яковлев С.А., Караваева Т.Б., Кутырев В.В. 2013. Влияние современного изменения климата на состояние природных очагов чумы России и других стран СНГ. Проблемы особо опасных инфекций 3: 23–28. [Popov N.V., Bezsmertny V.E., Udovikov A.I., Kuznetsov A.A., Sludsky A.A., Matrosov A.N., Knyazeva T.V., Fedorov Yu.M., Popov V.P., Grazhdanov A.K., Ayazbaev T.Z., Yakovlev S.A., Karavaeva T.B., Kutyrev V.V. 2013. Impact of the present-day climate changes on the natural plague foci condition, situated in the territory of the Russian Federation and other CIS Countries. Problems of particularly dangerous infections 3: 23–28. (in Russian)].
- Попов Н.В. 2016. Малый суслик (*Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778, Rodentia) в Прикаспии и Предкавказье. Саратов, ООО «Амирит», 236 с. [Popov N.V. 2016. Malyj suslik (*Spermophilus pygmaeus* Pallas, 1778, Rodentia) v Prikaspii i Predkavkaz'e. Saratov, OOO «Amirib», 236 s. (in Russian)].
- Попов Н.В., Удовиков А.И., Ерошенко Г.А., Караваева Т.Б., Яковлев С.А., Поршаков А.М., Зенкевич Е.С., Кутырев В.В. 2016. Влияние колебаний Каспийского моря на эпизоотическую активность Прикаспийского песчаного природного очага чумы. Медицинская паразитология и паразитарные болезни 1: 12–17. [Popov N.V., Udovikov A.I., Eroshenko G.A., Karavaeva T.B., Yakovlev S.A., Porshakov A.M., Zenkevich E.S., Kutyrev V.V. 2016. Effect of the Caspian Sea level oscillations on the epizootic activity of the Precaspian sandy natural plague focus. Medical Parasitology and Parasitic Diseases 1: 12–17. (in Russian)].
- Флегонтова А.А. 1951. Экспериментальное изучение инфекционного потенциала некоторых видов блох, паразитирующих на сусликах и песчанках. Труды института «Микроб». Саратов, 1, 192–205. [Flegontova A.A. 1951. Eksperimental'noe izuchenie infekcionnogo potentsiala nekotoryh vidov bloh, parazitiruyushchih na suslikah i peschankah. Trudy instituta «Mikrob». Saratov, 1, 192–205. (in Russian)].
- Черенкова Е.А. 2019. Изменения атмосферных осадков на Восточно-Европейской равнине и их связь с долгопериодными колебаниями климата в Северной Атлантике. Автореф. дис. ... докт. геогр. наук. М., 45 с. [Cherenkova E.A. 2019. Izmeneniya atmosferynyh osadkov na Vostochno-Evropejskoj ravnine i ih svyaz' s dolgoperiodnymi kolebaniyami klimata v Severnoj Atlantike. Aavtoref. dis. ... dokt. geogr. nauk. M., 45 s. (in Russian)].
- Шатас Я.Ф. 1965. Биология некоторых видов блох в связи с их эпизоотологическим значением. Эпидемиологии и эпизоотология особо опасных инфекций. М., 205–227. [Shatas Ya.F. 1965. Biologiya nekotoryh vidov bloh v svyazi s ih epizootologicheskim znacheniem. Epidemiologii i epizootologiya osobo opasnyh infekcij. M., 205–227. (in Russian)].
- Hubbart J.A., Jachowski D.S., Eads D.A. 2011. Seasonal and among-site variation in the occurrence and abundance of fleas on California ground squirrels (*Otospermophilus beecheyi*). Journal of Vector Ecology 36 (1): 117–23. doi: 10.1111/j.1948-7134.2011.00148
- Lang J.D. 1996. Factors affecting the seasonal abundance of ground squirrel and wood rat fleas (Siphonaptera) in San Diego County, California. Journal of Medical Entomology 33 (5): 790–804. doi: 10.1093/jmedent/33.5.790
- Parmenter R.R., Yadav E.P., Parmenter C.A., Ettestad P., Gage K.L. 1999. Incidence of plague associated with increased winter-spring precipitation in New Mexico. The American journal of tropical medicine and hygiene 61 (5): 814–21. doi: 10.4269/ajtmh.1999.61.814

ASSESSMENT OF THE EFFECT OF CONTEMPORARY CLIMATE WARMING
ON THE SMALL GROUND SQUIRREL FLEAS POPULATION DYNAMICS
IN NORTHWESTERN REGION OF CASPIAN DEPRESSION

S. V. Magerramov, K. S. Martsokha, V. S. Mandzhieva, M. G. Smolyankina,
M. P. Grigoriev, A. A. Kuznetsov, N. V. Popov

Keywords: small ground squirrel, amount of flies, global warming, average monthly temperature

SUMMARY

The dominant zonal rodent species in the steppes and semi-deserts of the Caspian Lowland is the small ground squirrel *Spermophilus pygmaeus* (Pallas, 1778). Flea species, which are its specific ectoparasites, play a significant role in the occurrence of plague epizootics in this area. The impact of global climate warming on the population dynamics of the fleas of the small ground squirrel in the northern deserts on the territory of the Caspian Lowland is discussed in this article. The literature sources and extensive archival materials were used for the analysis. The Ilmen-Pridelta landscape region (southwest of the Astrakhan Region), which is most fully characterized through the necessary quantitative indicators, was chosen as a model territory. The data of the annual spring-summer registration of indices of the flea abundance in wool and at the entrances of the burrows of the small ground squirrel, as well as his abundance rates (number of specimens per 1 ha), average monthly air temperature values reported by meteorological stations in Astrakhan over the past 70 years were statistically processed. The article reveals the mechanism of the influence of contemporary climate warming on the dynamics of the number of fleas of the small ground squirrel in the territory of the Caspian Lowland over the period of 1950–2021.