

Черные земли Калмыкии: пустыня возвращается?

Е.Н.Суркова¹, А.А.Кулик², Е.В.Кузнецова³, С.Г.Базыкина⁴, Л.Е.Савинецкая¹, А.В.Чабовский¹

¹Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н.Северцова РАН (Москва, Россия)

²Элистинская противочумная станция (Элиста, Республика Калмыкия, Россия)

³Школа «Летово» (Москва, Россия)

⁴Москва (Россия)

Пастбища засушливых регионов наиболее подвержены процессам деградации, связанным, не в последнюю очередь, с сельскохозяйственной деятельностью человека. Так, перевыпас скота и смена практики природопользования в середине прошлого века привели к тому, что в 1980-х годах на юге Черных земель Калмыкии сформировалась единственная в мире антропогенная пустыня. Однако в 90-е годы прошлого века из-за значительных экономических преобразований в нашей стране и сокращения пастбищной нагрузки растительность начала восстанавливаться. Уже к середине—концу 2000-х годов здесь сформировалась вторичная антропогенная высокотравная степь с доминированием ковылей и житняка, второстепенным участием псаммофитов и незначительной долей сорно-пасквальных видов. С тех пор на пастбищах снова произошли кардинальные изменения. Засушливые годы в сочетании с высокой пастбищной нагрузкой способствовали распространению незакрепленных песков. Высота растительности и, особенно проективное покрытие, которые росли в период остепнения, резко снизились. На изменения растительного сообщества (пусть и с некоторой задержкой) отреагировало и сообщество грызунов. Начавшийся пять лет назад процесс вытеснения дерновинных злаков пустынной растительностью в результате деградации пастбищ дает преимущество типичным представителям пустынной фауны, таким как полуденная песчанка — одного из основных носителей чумы в природных очагах. Резкий рост заселенности покинутых ранее территорий в 2021–2022 гг. может быть предвестником скачкообразного перехода популяции полуденной песчанки в состояние высокой численности. Если наше предположение о взрывном росте численности и распространения песчанки на западе ее ареала окажется верным, то можно ожидать возобновление активности природного очага чумы в Калмыкии.

Ключевые слова: полуденная песчанка, деградация пастбищ, опустынивание, динамика популяций, растительные сообщества.

Пастбища — широко распространенные на Земле экологические системы. По сути, это готовый к применению экономический ресурс в животноводстве, не требующий особых затрат для использования. Именно поэтому они так активно используются человеком и наиболее подвержены процессам деградации. Особенно чувствительны к изменению окружающей среды пастбища засушливых регионов. Для них характерно не одно, а множество устойчивых состояний, часто с резкими скачкообразными переходами между ними (рис.1). Причина такой пороговой динамики в «упругости» (resilience), свойственной многим биологическим системам [1]. При

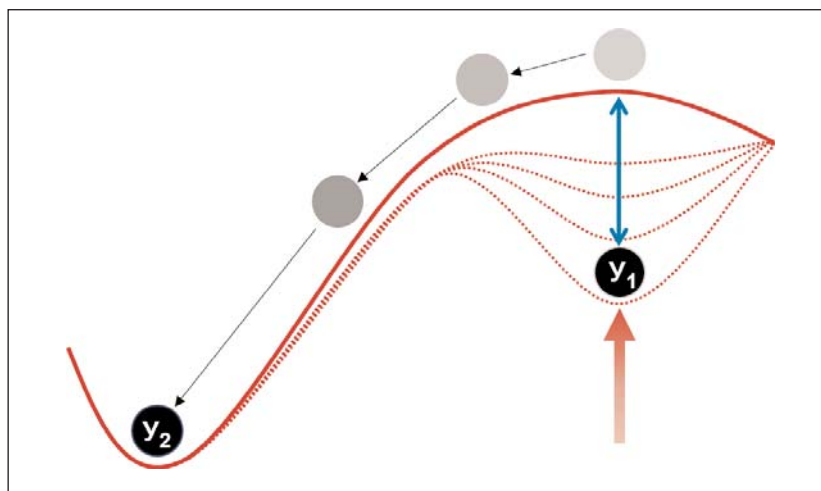


Рис.1. Экологическая упругость и пороговая динамика экосистем. Красная стрелка показывает постепенно нарастающее воздействие внешних условий на систему (черный кружок), «выталкивающее» ее из одного устойчивого режима (Y_1) в другой (Y_2) через быструю смену переходных неустойчивых состояний (серые кружки). Синяя стрелка показывает меру экологической упругости.

постепенном воздействии на систему внешнего фактора (например, увеличения или снижения поголовья скота) она до поры до времени сохраняет устойчивое состояние, успешно «сопротивляясь» воздействию. Однако по достижении критического порога действия внешнего фактора, система не выдерживает и скачкообразно переходит в новый устойчивый режим. Сочетание разного уровня выпаса и разной частоты засух порождает богатый набор траекторий динамики пастбищных экосистем и обуславливает низкую предсказуемость их изменений.

Один из немногих изученных примеров такой «переходной» (state-and-transition) динамики — полупустыни юга-востока Калмыкии (Черные земли). Здесь на протяжении последних 40 лет проводит исследования экспедиция Института проблем экологии и эволюции имени А.Н.Северцова РАН.

Исторически Черные земли использовались для отгонного скотоводства, что позволяло поддерживать равновесное состояние в экосистеме. Рост поголовья скота и смена практики природопользования (с 1960-х годов пастбища начали круглогодично на одних и тех же пастбищах) привели к катастрофическому опустыниванию: к концу 80-х годов прошлого века здесь сформировалась единственная в Европе антропогенная пустыня (рис.2).

Трудно представить, насколько далеко мог зайти процесс деградации пастбищ, если бы не переход к рыночной экономике в начале 1990-х. Производить столько овечьей шерсти стало невыгодно, а переход на содержание мясных пород происходил медленно, и резкое сокращение поголовья скота вызвало процесс восстановления растительности. Снижение выпаса, наряду с ув-



Елена Николаевна Суркова, кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории популяционной экологии Института проблем экологии и эволюции (ИППЭ) имени А.Н.Северцова РАН. Область научных интересов — динамика пастбищных экосистем и популяционная экология.
e-mail: immaly@yandex.ru



Андрей Александрович Кулик, заведующий зоолого-паразитологической лабораторией ФКУЗ «Элистинская противочумная станция». Специалист в области медицинской зоологии.
e-mail: andrejkulik0455@gmail.com



Екатерина Владимировна Кузнецова, ученица Школы «Летово». Призер Всероссийской олимпиады школьников по экологии. Участник нескольких экспедиций лаборатории популяционной экологии ИПЭЭ имени А.Н.Северцова РАН.



Рис.2. Типичный ландшафт Черных земель Калмыкии в период опустынивания в 80-е годы прошлого века. Высока доля незакрепленных песков, в растительности преобладают эфемеры и эфемероиды, дерновинные злаки практически отсутствуют.

Фото А.В.Чабовского



София Георгиевна Базукина, выпускница школы «Интеллектуал». Неоднократно принимала участие в калмыцких экспедициях лаборатории популяционной экологии ИПЭЭ имени А.Н.Северцова РАН.



Андрей Всеволодович Чабовский, доктор биологических наук, заведующий лабораторией популяционной экологии, главный научный сотрудник ИПЭЭ имени А.Н.Северцова РАН. Область научных интересов — популяционная биология грызунов, динамика экосистем. e-mail: tiusha2@mail.ru



Людмила Евгеньевна Савинецкая, научный сотрудник той же лаборатории. Область научных интересов — биология и популяционная экология мелких млекопитающих, контроль численности проблемных видов. e-mail: ligen54@rambler.ru

лажнением климата в то время, привело, однако, не к восстановлению изначального полупустынного ландшафта, а к формированию вторичной антропогенной высокотравной степи (рис.3).

Прошло почти 20 лет с публикации в журнале «Природа» статьи об остепнении полупустынных пастбищ Черных земель Калмыкии*. Ко времени ее публикации, на пастбищах заканчивался процесс закрепления песков: разнотравье сначала сменило рудеральную растительность, а затем уступило распространяющимся дерновинным злакам, в частности, ковылю. С тех пор на пастбищах снова произошли кардинальные изменения.

Псаммофильное разнотравье, представленное такими многолетниками, как тысячелистник мелкоцветковый (*Achillea micrantha*), полынь веничная (*Artemisia scoparia*), василек (*Centaurea* sp.), молочай Сегье (*Euphorbia seguieriana*) и др., характерно для средних стадий остепнения ранее опустыненных участков [2]. На юге Калмыкии разнотравье начало распространяться в середине 1990-х годов после резкого сокращения поголовья скота, замещающая сорно-пасквальные виды (такие, как гелиотроп эллиптический *Heliotropium ellipticum* и якорцы стелющиеся *Tribulus terrestris*) — индикаторы перевыпаса и связанного с ним опустынивания, которое происходило в 1970–1980 гг. [3]. По мере дальнейшего развития восстановительной сукцессии широко распространились и начали доминировать в сообществе многолетние дерновинные злаки (житняк ломкий *Agropyron fragile* и разные ковыли *Stipa* spp.), вытесняя псаммофильное раз-



Рис.3. Типичный ландшафт Черных земель в период остепнения в 90-е годы прошлого века. Незакрепленные пески практически отсутствуют. В растительности преобладают дерновинные злаки, в том числе ковыль, который не встречался здесь раньше.

Фото Е.Н.Сурковой

* *Неронов В.В., Чабовский А.В.* Черные земли: полупустыня вновь становится степью. Природа. 2003; 2: 72–79.

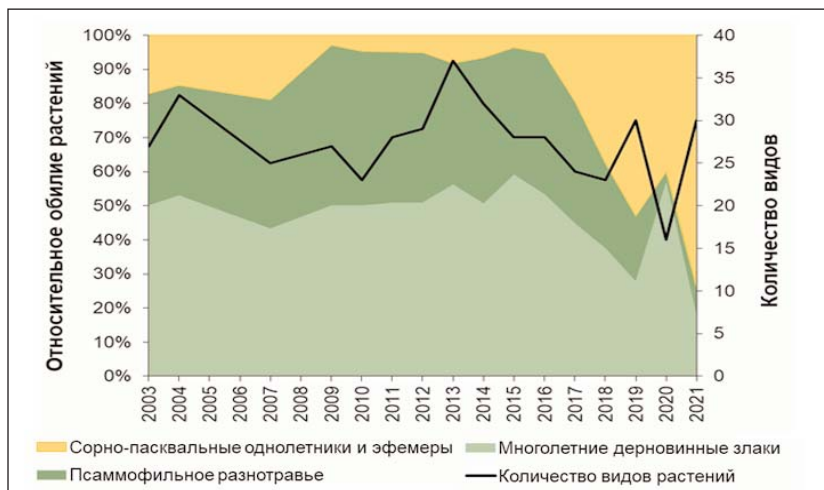


Рис.4. Динамика поголовья скота (мелкий и крупный рогатый скот по данным Росстата) и осадков в Калмыкии.

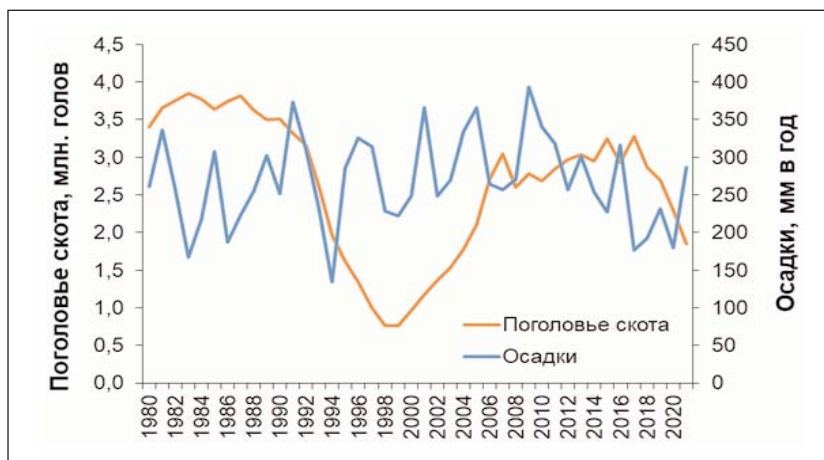


Рис.5. Динамика проективного покрытия и высоты растительного покрова на юге Черных земель, по результатам учетов на восьми стационарных участках.



Рис.6. Динамика разнообразия и обилия характерных экологических форм растений на пастбищах юга Черных земель, по результатам учетов на восьми участках.

травье. На юге Черных земель к середине–концу 2000-х годов сформировалась высокотравная степь с доминированием ковылей и житняка, второстепенным участием псаммофитов и незначительной долей сорно-пасквальных (рис.4). Таким образом, антропогенная пустыня превратилась в степь. С тех пор степной облик Черноземельских пастбищ сохранялся практически неизменным вплоть до 2016 г., несмотря на локальные процессы опустынивания, начавшиеся в 2010-х годах, когда поголовье скота снова значительно выросло (рис.5).

В 2016–2017 гг. произошел перелом в динамике растительности Черных земель. Засушливые годы в сочетании с высокой пастбищной нагрузкой способствовали распространению незакрепленных песков. Высота растительности и особенно проективное покрытие, которые росли в период остепнения, резко снизились за последние пять лет (рис.6). Произошли существенные изменения и в составе растительных сообществ. Значительно сократилось и до сих пор продолжает сокращаться обилие дерновинных злаков и псаммофитов (см. рис.4). В то же время доля сорно-пасквальных видов в сообществе, наоборот, резко возросла и продолжает расти, и сейчас они занимают доминирующее положение. При этом видовое разнообразие растений практически не меняется: пустынные виды заменяют степные. Все это указывает на начавшуюся дигрессию экосистемы, и сейчас можно воочию наблюдать, как юг Калмыкии из степи снова становится пустыней.

Изменения растительного покрова происходят довольно быстро, и они бросаются в глаза. Однако изменения других компонентов пастбищных экосистем не столь очевидны. Один из таких

важных компонентов — грызуны. Их справедливо называют экосистемными инженерами, поскольку за счет роющей деятельности они активно преобразуют среду и буквально создают местообитания для других видов животных и растений. Отсутствие ключевых видов грызунов считается индикатором бедственного состояния пастбищ [4]. Кроме того, грызуны в засушливых пастбищах — основные резервуары природноочаговых болезней. Всем трагически известна чума, победить которую оказалось возможным только после изобретения антибиотиков. Она уже не уносит столько жизней, как в историческом прошлом, но до сих пор в природе сохраняются очаги этой болезни, а рост численности грызунов может привести к новым вспышкам эпизоотий.

Более того, оказалось, что, по крайней мере, за последние 40 лет динамика численности и разнообразия сообщества грызунов на юге Черных земель связана с изменениями пастбищной нагрузки (рис.7). В 1980-х годах поголовье скота было очень большим, а численность и разнообразие грызунов находились на среднем уровне. Сообщество в этот период опустынивания было представлено в основном полуденной песчанкой — псаммофильным видом. Однако в середине 1990-х, после резкого уменьшения поголовья скота, численность грызунов подскочила. Увеличилось и их разнообразие, достигшее наивысшего значения в конце 1990-х — начале 2000-х, т.е. в годы, когда поголовье скота оставалось на самом низком уровне. Обогащение сообщества произошло за счет внедрения более степных и зеленоядных видов, поскольку растительный покров стал мозаичным — пока еще сохранялись пустынные местообитания и одновременно распространялись степные. В эти годы в наших учетах регулярно встречались малый суслик, полуденная и тамарисковые песчанки, домовая мышь, общественная полевка и серый хомячок — полный спектр видов, которые позволяют регистрировать наши методы учетов. В середине 2000-х поголовье скота стало расти, а численность и разнообразие грызунов, наоборот, снизились, причем ниже уровня 1980-х. Упадок сообщества был связан с распространением высокотравной растительности с доминированием дерновинных злаков, мало пригодной для пустынных

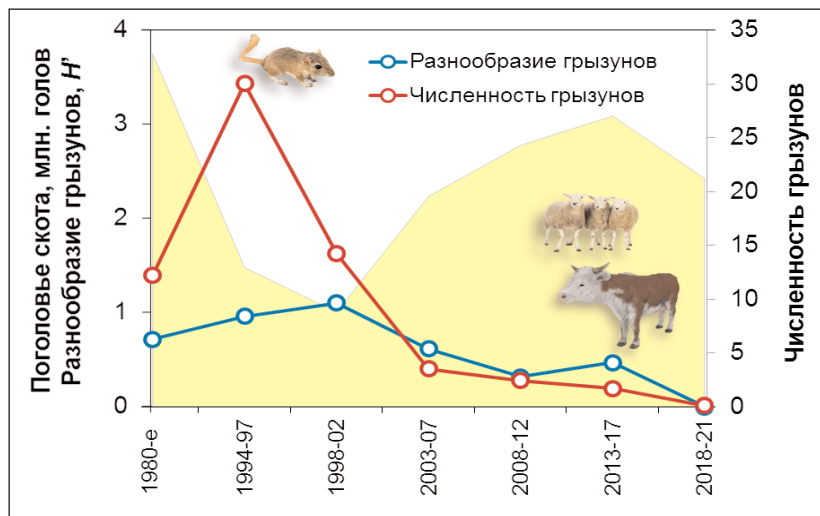


Рис.7. Динамика видового разнообразия (гамма-разнообразие, индекс Шеннона H') и численности грызунов (количество особей на 100 ловушко-суток) на фоне динамики поголовья скота в Калмыкии.

видов, таких как песчанки. Интересно, что реакция грызунов на остепнение 1990-х годов произошла с задержкой, что свидетельствует об экологической упругости их популяций (см. рис.1). В дальнейшем, по мере усиливающегося остепнения, сообщество грызунов перешло в еще более угнетенное состояние — из учетов исчезли домовая мышь, серый хомячок, тамарисковая песчанка и малый суслик, а общественная полевка и полуденная песчанка стали очень малочисленными. Такое состояние сообщества сохранялось до самого последнего времени.

Начавшийся пять лет назад процесс вытеснения дерновинных злаков пустынной растительностью в результате деградации пастбищ дает преимущество типичным представителям пустынной фауны, таким как полуденная песчанка (рис.8).



Рис.8. Полуденная песчанка *Meriones meridianus*.

Фото Д.В.Пожарского



Рис.9. Западная часть ареала полуденной песчанки (штриховка). Красный кружок показывает район наших работ в Калмыкии на западной границе ареала.

Она распространена в песчаных ландшафтах, ее ареал простирается через пески Средней Азии и Китая, а в Калмыкии проходит северо-западная граница ареала (рис.9). На юге Калмыкии это фоновый вид, т.е. многочисленный, распространенный повсеместно и занимающий основную долю в сообществе грызунов. Основу диеты песчанки составляют семена растений, а при расселении она проявляет довольно высокую пластичность в выборе территорий, хотя и избегает закрытых местообитаний и твердых закрепленных почв. Опустынивание 60–70-х годов прошлого века способствовало росту численности полуденной песчанки и ее распространению в Северо-Западном Прикаспии.

В 2018 г. песчанка исчезла из района наших исследований на юго-западе Черных земель Калмыкии, что поставило перед нами вопрос о том, насколько масштабным было сокращение ареала этого вида. Для поиска ответа на этот вопрос мы отправились искать песчанку на восток Черных земель, к границе с Астраханской обл., до 150 км вглубь ареала, где ее численность всегда оставалась более стабильной.

Оказалось, что крах популяции полуденной песчанки был вовсе не локальным — ближайшее жилое поселение мы нашли лишь в 55 км к востоку от места наших многолетних исследований. Еще дальше к востоку от этого «форпоста» и до Астраханской обл. жилые поселения встречались все чаще.

На основе данных о географическом положении, заселенности и распределении пригодных для песчанки местообитаний мы разделили исследуемую область на юге Черных земель на восточную и западную части популяции песчанки. С тех пор мы ежегодно обследовали сеть ключевых местообитаний, чтобы проследить как песчанка, двигаясь с востока на запад, возвращается на свои прежние территории (рис.11). Довольно резкий рост заселенности в 2021–2022 гг. может быть предвестником скачкообразного перехода популяции в состояние высокой численности. Известно, что рост популяций с малой численностью бывает затруднен: сложнее найти партнера для размножения и легче стать

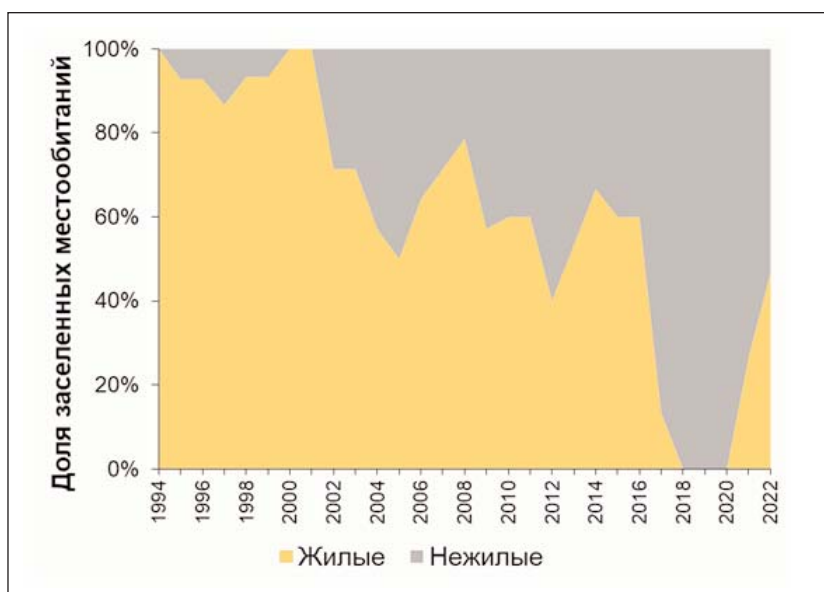


Рис.10. Динамика заселенности местообитаний полуденной песчанкой на юго-западе Черных земель Калмыкии.

В результате даже суслиный очаг чумы был переключенной службой в песчаночий [5].

В первые годы остепнения пастбищ Черных земель (середина 1990-х) полуденная песчанка никак не реагировала на сокращение пустынных местообитаний, оставаясь повсеместно распространенным и самым массовым видом грызунов (рис.10). После краха в 2003 г. популяция перешла в режим низкой численности, однако и после этого зверька можно было встретить более чем на половине населенных им до того территорий [6].

добычей хищника. Такой эффект называется эффектом Олли [7]. Чтобы обеспечить песчанке успешное расселение и размножение, должна «накопиться» критическая численность и возрасти связанность местообитаний (чему способствует опустынивание). Если наше предположение о взрывном росте численности и распространения песчанки на западе окажется верным, то можно ожидать возобновление активности природного очага чумы в Калмыкии.

В целом, нынешнее опустынивание пастбищ Черных земель (рис.12), как и их остепнение в середине 90-х годов прошлого века, произошло резко и скачкообразно, что соответствует пороговой модели динамики экосистем. Реакция грызунов на опустынивание оказалась такой же запаздывающей, как и на остепнение — полуденная песчанка долго не отвечала на сокращение пустынных местообитаний в свое вре-

мя и последней из пустынных грызунов снизила численность. Она же с запозданием, хотя и первой, стала восстанавливаться на вновь опустыненных пастбищах, реколонизируя некогда оставленные

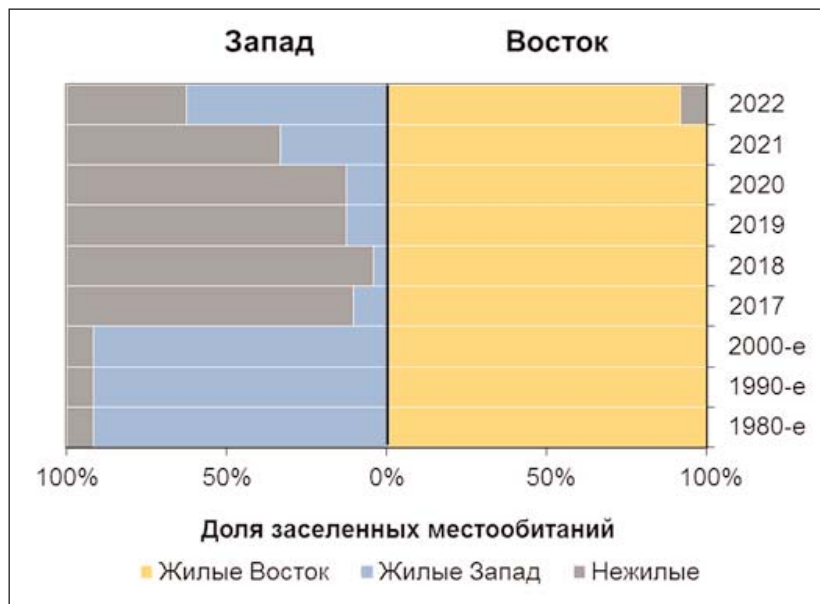


Рис.11. Динамика распространения полуденной песчанки на юге Черных земель.



Рис.12. На юге Черных земель Калмыкии степь снова становится пустыней. 2019 год.

Фото А.В.Чабовского

ею территории. Снижение поголовья скота в последние годы обещает новые перемены. Однако мы знаем, что популяции, сообщества и экосистемы в значительной степени инертны и способны, благодаря своей экологической упругости, сопротивляться изменениям. ■

Мы очень благодарны сотрудникам заказника «Степной» Астраханской обл. за гостеприимство и помощь в организации работ. Благодарим всех наших коллег и друзей, кто помогал нам в поле и принимал участие в сборе материала.

Исследование изменения ареала полуденной песчанки поддержано Российским научным фондом (проект 22-14-00223).

Литература / References

1. *Holling C.S.* Resilience and stability of ecological systems. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 1973; 4(1): 1–23.
2. *Неронов В.В., Чабовский А.В., Александров Д.Ю., Касаткин М.В.* Пространственное распределение грызунов в условиях антропогенной динамики растительности на юге Калмыкии. *Экология.* 1997; 5: 369–376. [*Neronov V.V., Tchabovsky A.V., Aleksandrov D.Yu., Kasatkin M.V.* Spatial distribution of rodents in the conditions of anthropogenic dynamics of vegetation in the south of Kalmykia. *Ecologia.* 1997; 5: 369–376. (In Russ.)]
3. *Шилова С.А., Чабовский А.В., Исаев С.И., Неронов В.В.* Динамика сообщества и популяций грызунов полупустынь Калмыкии в условиях снижения нагрузки на пастбища и увлажнения климата. *Известия РАН. Серия биологическая.* 2000; 3: 332–344. [*Shilova S.A., Chabovskii A.V., Isaev S.I., Neronov V.V.* Dynamics of rodent community and populations in Kalmyk semideserts under conditions of decreasing pastoral load and increasing humidity. *Biol. Bull.* 2000; 27: 275–285.]
4. *Krogh S.N., Zeisset M.S., Jackson E., Whitford W.G.* Presence/absence of a keystone species as an indicator of rangeland health. *J. Arid Environ.* 2002; 50(3): 513–519. DOI:10.1006/jare.2001.0900.
5. *Варшавский С.Н., Попов Н.В., Варшавский Б.С. и др.* Изменение видового состава грызунов в Северо-Западном Прикаспии под влиянием антропогенных факторов. *Зоологический журнал.* 1991; 70(5): 92–100. [*Varshavsky S.N., Popov N.V., Varshavsky B.S. et al.* Anthropogenic-driven changes in the species composition of rodents in the North-Western Caspian region. *Zool. Zh.* 1991; 70(5): 92–100. (In Russ.)]
6. *Tchabovsky A.V., Savinetskaya L.E., Surkova E.N., Ovchinnikova N.L., Kshnyasev I.A.* Delayed threshold response of a rodent population to human-induced landscape change. *Oecologia.* 2016; 182(4): 1075–1082. DOI:10.1007/s00442-016-3736-9.
7. *Allee W.C., Emerson A.E., Park O., et al.* Principles of animal ecology. Philadelphia; London, 1949.

Chyornye Zemli of Kalmykia: Is the Desert Returning Back?

E.N.Surkova¹, A.A.Kulik², E.V.Kuznetsova³, S.G.Bazykina⁴, L.E.Savinetskaya¹, A.V.Tchabovsky¹

¹Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS (Moscow, Russia)

²Elista Plague Control Station (Elista, Republic of Kalmykia, Russia)

³Letovo School (Moscow, Russia)

⁴Moscow (Russia)

Pastures in arid regions are most prone to degradation processes which often occur as a result of human agricultural activities. For example, overgrazing and a change in natural resource management in the middle of the last century have led to formation of the Europe's only anthropogenic desert in the south of Chyornye Zemli in Kalmykia region in the 1980s. However, in the 1990s, vegetation has begun to restore due to significant economic changes in the USSR and Russia and the reduction of grazing pressure. By mid-late 2000s, a secondary anthropogenic tall grass steppe has formed, with dominance of feather grass and wheatgrass, minor participation of psammophytes, and a small fraction of weed pasture species. Since that time, the pasture communities have again changed dramatically. Dry years combined with high grazing pressure led to the spread of loose sands. Vegetation height and especially projective cover that were increasing during the steppe formation have dropped sharply. The rodent community has also reacted to the changes in the plant communities, although this has happened with some delay. The process of repression of cespitose grasses by desert plant species that began five years ago as a result of pasture degradation gives an advantage to typical representatives of the desert fauna such as the midday jird. A rather rapid population growth in the previously abandoned territories in the 2021–2022 could be a sign of coming abrupt transition of the population of the midday jird to a state of high population numbers. If our predictions about the explosive growth of population and the spreading of the jird in the west are correct, one could expect reemergence of natural plague foci in Kalmykia.

Keywords: midday jird, pasture degradation, desertification, population dynamics, plant communities.