



ГЕОЭКОЛОГИЯ

Геоэкология / Geoeology

Оригинальная статья / Original article

УДК 911.5 (470.45) : 502.4

DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-116-127

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА СТЕПНЫХ ГЕОСИСТЕМ ЮГО-ВОСТОКА РУССКОЙ РАВНИНЫ (НА ПРИМЕРЕ ПРИРОДНЫХ ПАРКОВ ВОЛГОГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

¹Наталья О. Рябина*, ¹Сергей Н. Канищев,

²Станислав С. Шинкаренко

¹Волгоградский государственный университет,
Волгоград, Россия, ryabinina@volsu.ru

²Федеральный научный центр агроэкологии,
комплексных мелиораций и защитного лесоразведения
Российской академии наук, Волгоград, Россия

Резюме. Цель. Изучалось современное состояние, изменчивость, динамика природных и природно-антропогенных ландшафтов сухих степей и полупустынь юго-востока Русской равнины. **Методы.** Использовались методы полевых комплексных ландшафтных исследований, дистанционные методы дешифрирования космических снимков и оценки состояния геосистем на основе NDVI. **Результаты.** На основе многолетнего ландшафтно-экологического мониторинга на территории Донского и Эльтонского природных парков Волгоградской области установлено, что основными причинами нарушения геосистем, опустынивания являются пожары, «стихийное» животноводство, перевыпас. После воздействия огня сокращается биологическое разнообразие геосистем, ослабевают процессы саморегуляции, снижается устойчивость к внешним воздействиям. Упрощается структура, возрастает однородность растительного покрова, снижается в 2-3 раза высота травостоя и в 1,5-2 раза общее проективное покрытие, погибает древесно-кустарниковая растительность, увеличивается доля полыней и сорных растений. На длительный срок (3-5 лет) значительно в 1,5-3 раза снижается биопродуктивность геосистем. Выгорает верхний слой (2-4 см) гумусового горизонта, снижается плодородие почв. Аридизируется местный климат пирогенных геосистем, увеличивается испарение, возрастает дефицит влаги в почве, снижается уровень грунтовых вод, иссякают родники. Активируются процессы ветровой и водной эрозии. Пожары уничтожают места воспроизводства, отдыха, питания животных, местообитания редких и исчезающих видов. **Выводы.** Пирогенная трансформация является самой серьезной реальной угрозой биологическому и ландшафтному разнообразию степей.

Ключевые слова: ландшафты степей и полупустынь, динамика геосистем, биопродуктивность, юго-восток Русской равнины, особо охраняемые природные территории, природный парк.

Формат цитирования: Рябина Н.О., Канищев С.Н., Шинкаренко С.С. Современное состояние и динамика степных геосистем юго-востока Русской равнины (на примере природных парков Волгоградской области) // Юг России: экология, развитие. 2018. Т.13, N1. С.116-127. DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-116-127



THE CURRENT STATE AND DYNAMICS OF GEOSYSTEMS IN THE SOUTH-EAST OF THE RUSSIAN PLAIN (BY THE EXAMPLE OF THE NATURAL PARKS IN VOLGOGRAD REGION)

¹Natalia O. Ryabinina*, ¹Sergey N. Kanishchev, ²Stanislav S. Shinkarenko

¹Volgograd State University, Volgograd, Russia, ryabinina@volsu.ru

²Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and
Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia

Abstract. Aim. The current state, variability, dynamics of natural and natural-anthropogenic landscapes of dry steppes and desert steppe of the south-east of the Russian plain were studied. **Methods.** Methods of field complex landscape studies, remote methods of decoding space images and estimating the state of geosystems based on NDVI were used. **Results.** On the basis of long-term landscape-ecological monitoring on the territory of the Donskoy and Eltonsky natural parks of the Volgograd region, it is established that the main causes of disturbance of geosystems and desertification are fires, spontaneous livestock raising, overgrazing. After the impact of fire, the biological diversity of geosystems is reduced, the processes of self-regulation are weakened, and resistance to external influences is reduced. The structure is simplified, the homogeneity of the vegetation cover increases, the height of the grass stand is reduced 2-3 times and the total projective cover is reduced 1.5-2 times, the tree and shrub vegetation dies, the proportion of polynia and weeds grows. For a long term (3-5 years), the bioproductiveness of geosystems is significantly reduced 1.5-3 times. The upper layer (2-4 cm) of the humus horizon burns out, the fertility of soils decreases. The local climate of pyrogenic geosystems is aridized, evaporation increases, soil moisture deficit increases, groundwater level decreases, springs run out. The processes of wind and water erosion are activated. Fires destroy places of reproduction, recreation, feeding of animals, habitats of rare and endangered species. **Conclusions.** Pyrogenic transformation is the most serious real threat to the biological and landscape diversity of the steppes.

Keywords: landscapes of steppe and desert steppe, dynamics of geosystems, bioproductivity, south-east of the Russian Plain, specially protected natural territories, natural park.

For citation: Ryabinina N.O., Kanishchev S.N., Shinkarenko S.S. The current state and dynamics of geosystems in the south-east of the Russian plain (by the example of the natural parks in Volgograd region). *South of Russia: ecology, development*. 2018, vol. 13, no. 1, pp. 116-127. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2018-1-116-127

ВВЕДЕНИЕ

Изучение современного состояния, структуры, функционирования и динамики геосистем становится одной из главных задач ландшафтных исследований. Наиболее важной составляющей функционирования ландшафтов является процесс создания первичной биологической продукции и взаимодействие биогенных компонентов геосистем. В функционировании ландшафтов ведущим эколого-стабилизирующим фактором является растительный покров, который играет важную роль в регулировании динамики и сохранении структуры [1-3]. Продуктивность и запасы биомассы, зависящие от географических факторов, специфики их проявления и особенностей биологического круговорота, могут служить основным критерием и мерой определения устойчивости

ландшафтов [1; 4]. Следовательно, при разработке программ мероприятий по ландшафтно-экологической оптимизации степного природопользования, сохранению биологического и ландшафтного разнообразия степей и формированию культурных ландшафтов особенно актуальным становится изучение сохранившихся природных и природно-антропогенных геосистем.

Анализ научной литературы показывает, что систематически исследовались географические особенности динамики, развития, структуры и биологическая продуктивность зональных геосистем луговых степей в лесостепной зоне Русской равнины, степей Сибири, Казахстана, Урала, Кавказа [1-5]. Ландшафты настоящих разнотравно-типчаково-ковыльных и типчаково-



ковыльных (сухих) степей юго-востока Русской равнины изучены довольно слабо. Авторами впервые изучаются современное состояние, динамика, постпирогенные и постагrogenные сукцессии геосистем сухих и опустыненных степей в пределах Волгоградской области [6-10]. Природные парки, где благодаря ослаблению антропогенного пресса создаются условия для изучения закономерностей функционирования, динами-

ки, структуры ландшафтов, являются основными «ключевыми полигонами» для проведения ландшафтно-экологических исследований. Для получения качественных результатов ключевые участки размещаются в плакорных типичных урочищах. Полученные на них данные отличаются высокой репрезентативностью, а возможность повторения наблюдений позволяет оценить динамические изменения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материалы для изучения влияния природных и антропогенных факторов на ландшафты настоящих сухих и опустыненных степей накапливались с 2002 г. с момента создания природных парков на территории Волгоградской области. Для этого используется комплекс камеральных, дистанционных и экспедиционных методов географических исследований. Основными районами исследований авторов являются Донской и Эльтонский природные парки.

Донской природный парк занимает площадь 619 км², располагаясь в центре Волгоградской области, является одним из главных ядер региональной сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Занимает северо-восточную часть Малой излучины р. Дон, которую он образует, огибая Восточно-Донскую пластово-ярусную грядку. Природный парк отличается высоким природным разнообразием, сохранностью и репрезентативностью геосистем, является ключевой ландшафтной и биологической территорией. Он занимает наиболее приподнятую часть Восточно-Донской возвышенной ландшафтной провинции, где встречается большинство геосистем, характерных для подзоны сухих степей [11; 12]. Климат умеренно-континентальный. Среднегодовое количество осадков колеблется от 380 мм до 470 мм, и больше половины из них – в тёплое время года. Среднемесячные температуры изменяются от -9°-10°С (январь) до +22°+23°С (июль). Снежный покров маломощный в среднем составляет 25-20 см. Коэффициент увлажнения составляет 0,6-0,5. На высоком правом берегу Дона выделяются зональные эталонные ландшафты степей. В пределах ландшафта Донских «Венцов», занимающего высокое верхнее ровное (с абсолютной высотой до 252 м) плато Во-

сточно-Донской гряды, на значительной площади сохранились урочища байрачно-нагорных дубово-липовых лесов, водораздельных дубрав и целинные участки ковыльных и разнотравно-злаковых степей на каштановых суглинистых почвах. В естественных травостоях преобладают ковыли (*Stipa lessingiana*, *S. pennata*, *S. dasiphilla* и др.) и другие злаки – тонконоги, пыреи и пр. В составе ксерофитного разнотравья преобладают: люцерны (*Medicago falcata*, *M. romanica* и пр.), подмаренник русский (*Galium ruthenicum*), марьянник полевой (*Melampyrum arvense*), шалфеи (*Salvia tesquicola* и пр.), гвоздики (*Dianthus borbasii*, *D. andrzejowskianus*, *D. pallidiflorus* и др.), грудница мохнатая (*Crinitaria villosa*), луки (*Allium regelianum* и др.), вероники (*Veronica maeotica*, *V. multifida* и пр.), различные виды зопника, молочая, лапчатки и живокости, кермека и др. На целине весной появляются адонис волжский (*Adonis wolgensis*), ирис низкий (*Iris pumila*), тюльпаны (*Tulipa schrenkii*, *T. bibersteniana* и др.), рябчик русский (*Fritillaria ruthenica*), птицемлечники (*Ornithogalum fisherianum*, *O. kochii*) и другие эфемероиды. Часто встречаются невысокие кустарники: спирея зверобоелистная (*Spiraea hypericifolia*), миндаль низкий (*Amygdalus nana*) и др. [11; 12]. В пределах Подгорского мелового ландшафта, имеющего ступенчатую структуру, сохранились крупные участки целинных песчаных и реликтовых меловых (кальцефильных) степей с эндемичными сообществами полукустарничков – тимьянников и иссопников на обнажениях туронского мела, подстилаемого песками сеномана. Кальцефильные геосистемы занимают верхний ярус ландшафта – меловые плато и верхние части склонов с абсолютными высотами от 170-130 до 120-100 м. В растительном покрове господствуют эндемичные



виды кальцефитов: левкой душистый (*Matthiola fragrans*), тимьян меловой (*Thymus cretaceus*), полынь солянковидная (*Artemisia salsoloides*), иссоп меловой (*Hyssopus cretaceus*), оносма донская (*Onosma tanaitica*), ковыль меловой (*Stipa cretacea*), лён жёлтый (*Linum flavum*), катран татарский (*Crambe tataria*), норичник меловой (*Scrophularia cretacea*), скабиоза исетская (*Scabiosa isetensis*), наголоватки (*Jurinea ewrsmannii*, *J. cretacea*), смолёвки (*Silene cretacea*, *S. hellmannii*), астрагалы (*Astragalus albicaulis*, *A. dasyanthus* и др.), копеечники (*Hedysarum ucrainicum*, *H. cretaceum*) и др. Местами встречается реликтовый можжевельник казахский (*Juniperus sabina*) [11; 13]. Песчаные степи сформировались на нижнем ярусе ландшафта с абсолютными высотами от 120–80 м до уровня правобережной поймы Дона. В травостоях доминируют псаммофиты: чабрец Маршалла (*Thymus marschallianus*), молочай Сегье (*Euphorbia seguieriana*), цмин (бессмертник) песчаный (*Helchrysium arenarium*), ковыль перистый (*Stipa pennata*), прутняк шерстистоцветковый (*Kochia laniflora*), астрагалы (*Astragalus tanaiticus*, *A. physodes*) и др. В территорию природного парка также входит интразональный ландшафт долины Дона, с восточной окраиной натеррасного массива Арчедино-Донских песков. На территории Донского природного парка выделяются функциональных 9 зон с различными режимами охраны и использования: заповедная, особо охраняемая, познавательного экологического туризма, историко-культурная, агрохозяйственная и др.

Систематическое изучение ландшафтов Малой излучины Дона, включая современную территорию парка, проводится с 1990-х гг. С 2002 г. начались мониторинговые исследования, при проведении которых используются следующие методы: полустационарных наблюдений на «ключевых» участках, заложенных в типичных урочищах плакорных типов местностей в пределах и особо охраняемой зоны и заповедного степного ядра, охватывающих ландшафты Донских «Венцов» и Подгорский меловой, закладки геоботанических трансектов, учётных (укосных) площадок, ландшафтного картирования и профилирования и др. Они включают наблюдения за всеми компонентами геосистем, в т.ч. за изменением структуры и видового состава биоценозов, коли-

чественный учёт биологической продуктивности травянистых сообществ (т.е. запасов надземной растительной массы) и ветоши (мортмассы), зависимости продуктивности от режима природопользования (агроландшафты, заповедное ядро и т.д.) и географо-экологических особенностей территории [6; 11]. Местоположение точек наблюдения, комплексного описания ландшафтных фаций и учётных площадок фиксируются с помощью спутникового навигатора (GPS) и отмечаются на крупномасштабных картах. Материалы наблюдений фиксировались с использованием стандартных бланков описания точек наблюдения и ландшафтных фаций. Основными объектами исследований являются зональные геосистемы целинных сухих степей и самовосстанавливающиеся участки вторичных степей (залежей) различного возраста. В заповедном ядре парка три ключевых участка («Целина 1, 2, 3») находятся в пределах плакорного типа местности ландшафта «Донских Венцов» с целинными ковыльниками на суглинистых каштановых почвах. Из них оказались в зоне прохождения огня: «Целина 1» в августе 2006 г., июле 2009 г., «Целина 2» частично в 2006 г. «Целина 3», окруженный противопожарной полосой не был затронут огнём. Четвёртый «Верхне-Филимоновский» участок находится на пологом приводораздельном склоне у верховьев балки Филимоновская, где доминируют разнотравно-злаково-ковыльные сообщества (*Stipa lessingiana*+*Stipa pennata*+*Elytrigia repens*+*Medicago falcata*+*Vicia cracca*) на среднесуглинистых тёмно-каштановых почвах. Он сильно пострадал от пожаров в августе 2006 г. и в конце октября 2011 г. Также в 2002–2003 гг. мониторинговые площадки были заложены на участках средневозрастных вторичных степей (залежей), которые горели в 2006 г. На территории Подгорского мелового ландшафта находятся ещё три ключевых участка — два кальцефильных и псаммофильный.

Аналогичные исследования ведутся авторами и на территории Эльтонского природного парка (площадь 1060 км²), расположенного на юго-востоке Волгоградской области, в пределах Приэльтонского солончаково-солёноозёрного района Прикаспийской низменной полупустынной физико-географической провинции [9; 10; 14; 15].



Наряду с полевыми методами ландшафтных исследований при анализе современной экологической ситуации на территории Эльтонского природного парка авторами широко применялись методы дистанционного зондирования динамики геосистем, состояния растительного покрова по нормализованному вегетационному индексу (NDVI). На территории Приэльтона впервые проведено геоинформационное картирование состояния и динамики природно-антропогенных геосистем, составлены электронные карты повторяемости, пространственного и временного распределения степных пожаров.

Отличительной особенностью восточно-европейской полупустыни является молодость её зональных ландшафтов, связанная с геологической молодостью этой части Русской равнины. Для полупустынных ландшафтов Приэльтона типичным является комплексность и пятнистость почвенного (30-60% площади занимают солонцы) и невысокого и разреженного растительного покровов, связанная с перераспределением по микрорельефу выпадающих осадков и влиянием растительности и животного населения. Спецификой района является наличие солёных озёр, соров и лиманов. Лето жаркое +23°C, +25°C в июле, зима умеренно холодная -9°, -11,5°C. Часто наблюдаются засухи (до 55 дней в году) и суховеи. В п. Эльтон по средним многолетним данным выпадает 298 мм в год, из них в тёплый период 189 мм. Коэффициент увлажнения составляет 0,3-0,35 [12]. Среднегодовая температура с 1950 г. увеличилась на 1,5°C. Потепление происходило за счёт зимнего периода (октябрь-март), средняя температура зимы возросла с -5,5°C до -3°C. Для большинства зим последнего периода характерно отсутствие устойчивого снежного покрова, частые оттепели, образование ледяных корок, что ко-

ренным образом меняет характер распределения талых вод, изменяет водный режим почв и влагообеспеченность растений. С 1999 г. наблюдается рост годовой суммы осадков, исключая 2011-2013 гг. [16]. Основным зональным типом растительности полупустынной ландшафтной зоны являются опустыненные полынно-типчаково-ковыльные степи на светло-каштановых почвах различного механического состава в комплексе с солонцами. Засолённость почвообразующих пород (суглинистых морских хвалынских отложений) и неглубоко залегающих минерализованных подземных вод обуславливают первичную обогащённость почв солями и развитие на них галофильной растительности, а также широкое распространение солончаков. Для ландшафтов Приэльтонского района зональными являются сообщества лерхополынно-типчаково-ковыльных и лерхополынно-житняково-типчаково-ковыльных степей на светло-каштановых почвах, занимающих микроповышения, в комплексе с полукустарничковыми сообществами с преобладанием полыни чёрной (*Artemisia pauciflora*) и Лерха (*A. lerchiana*), прутняка (*Kochia prostrata*), ромашника (*Pyrethrum achilleifolium*) и типчака на солонцах. В микрозападинах, лиманах, падинах с лугово-каштановыми почвами формируются злаковые и разнотравно-злаковые сообщества, изредка с кустами спиреи. На солончаковых почвах и солончаках вокруг оз. Эльтон встречаются сообщества гипергалофилов – сарсазана (*Halocnemum strobilaceum*), биюргуна (*Anabasis salsa*), солероса (*Salicornia europaea*), кокпека (*Atriplex cana*), однолетних солянок, обычно с участием галофильных полыней (чёрной, сантонской и др.), кермека, сведы, пертосимонии, селитрянки Шобера (*Nitraria schoberi*) [17; 18].

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В результате многолетних исследований авторами установлено, что на территориях Донского и Эльтонского природных парков сложились напряженные геоэкологические ситуации различной степени остроты. Важнейшими факторами, определяющими, в первую очередь экологическое состояние, динамику природных и природно-антропогенных геосистем сухих степей и полупустынь, являются климатические и

пирогенные факторы. На отдельных участках Донского и Эльтонского природных парков пожары возникают почти ежегодно и в любое время года, чему способствует жаркое и засушливое лето, малоснежная зима и преобладание ветреной погоды во все сезоны. За период наблюдения с засухами были 2011-2013 гг., влажными – 2003-2006, 2014 и 2016 г.; в 2002, 2007-2010, 2015 гг. годовое количество осадков соответствовало сред-



нему многолетнему. Главными причинами пожаров являются палы пастбищ и стерни на полях, которые переходят с сопредельных агроландшафтов на территории парков.

В результате многолетнего мониторинга были выявлены следующие особенности динамики ландшафтов сухих степей. Целинные злаковники являются устойчивыми естественными растительными сообществами, поэтому характер и тренды их динамики структуры, видового состава и продуктивности обусловлены преимущественно влиянием внешних факторов. В 2001-2006 гг. на территории Донского природного парка наблюдалась устойчивая тенденция к увеличению общего количества осадков и равномерное распределение их в течение тёплого периода года. В 2004-2005 гг., в периоды с мая по сентябрь наблюдалось максимальное, за последние 20 лет увлажнение. Благоприятное сочетание местных климатических факторов, отразилось в устойчивом увеличении средней продуктивности наземной части фитомассы (табл. 1). В 2006 г., более засушливые условия во второй половине лета определили общую тенденцию к снижению биопродуктивности на 25-30% в следующем году. В 2010 г. несмотря на аномально высокие летние температуры до +42°C, запас почвенной влаги был достаточным, и средняя продуктивность наземной фитомассы целинных ковыльников составила 29-40 ц/га. В 2007, 2009 и 2010 гг. резкое снижение биопродуктивности на участке «Целина 1» было вызвано пожарами, возникшими в августе 2006 г., июле 2009 г. Комплексная аномальная засуха, длившаяся с апреля по октябрь 2012 г., вызвала падение биопродуктивности и запасов ветоши на всех «ключевых» участках в 2012-2013 гг. (табл. 1). Под влиянием однократного пожара в целинных ковыльниках (*Stipa lessingiana*) снижение продуктивности наземной части фитомассы происходит на 40-50%, представители мезофильного разнотравья и бобовые практически исчезают из травостоя на 2-4 года, погибают мохово-лишайниковый покров и напочвенные водоросли (*Nostoc* и др.). Запасы ветоши, составившие до пожара в среднем 6,5-7 ц/га, сгорают полностью и при благоприятных условиях начинают восстанавливаться на второй

– третий год, а в условиях многолетней засухи – только на пятый. В результате количество гумуса в верхнем слое почвы снижается на 20-25%.

При повторяющихся каждые 3-4 года пожарах, в целинных ковыльниках происходит изменение структуры фитоценоза, и доминантом вместо ковылей становится типчак (*Festuca rupicola* и др.), убывает до 50% общее проективное покрытие. В травостоях представлены единично или исчезли многие виды разнотравья (люцерны, гвоздики, подмаренник русский, марьянник степной и др.). На 50-60% уменьшается количество экземпляров адониса и луков, на 30% – ириса низкого, большинство из них зацветает на 2-3 год после прохождения огня. Тюльпаны пожар переносят лучше, сокращения взрослых растений не наблюдается, гибнут молодые экземпляры и семена. Погибает до 80-90% миндаля низкого и до 20-30% спиреи и ракитника русского, выжившие отрастают медленно. В 2010-2012 гг., разнотравье и ковыли были угнетены и почти не цвели, красочные аспекты степи наблюдались слабо. Из-за отсутствия лишайников, мхов и ветоши усиливается выдувание и вымывание мелкозёма из верхнего слоя почвы. Наблюдается формирование микроложбин между дернинами ковылей и типчака глубиной до 5-7 см. При более частых пожарах выгорает верхний слой почв до 2-4 см, дефляционные ложбины углубляются, и над ними как островки возвышаются дерновины ковылей и типчака. Семенное возобновление разнотравья и злаков 2-3 года после воздействия огня было затруднено. В зональных фитоценозах общее проективное покрытие падает до 35-40%, продуктивность снижается в 2-3 раза (табл. 1). Осенью, когда на поверхности почвы накапливается лиственный опад, огонь наносит максимальный ущерб геосистемам. В 2012-2013 гг., после октябрьского пожара 2011 г., на Верхне-Филимоновском «ключевом» участке наблюдались резкие изменения в структуре фитоценозов: проективное покрытие снижалось с 90% до 50%; из разнотравно-злаково-ковыльных сообществ почти полностью исчезают представители разнотравья, пырей и ковыли, и доминантом становится типчак.



Таблица 1

Средняя биологическая продуктивность надземной части фитомассы
геосистем сухих степей Донского природного парка в 2002-2016 гг.

Table 1

Average biological productivity of the aerial part of the phytomass
geosystems of dry steppes of the Donskoy Nature Park in 2002-2016

Ключевой участок / Key station	Среднегодовая биологическая продуктивность, ц/га Average annual biological productivity, centner / hectare														
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Верхне-Филимонов-ский / Verchne-Filimonovsky	-	-	63	43,2	39,5	35,8*	22,9	37	61,85	35,2	29,4*	28,85	57,86	63,19	52
Целина 1 / the virgin steppe 1	16,8	15,9	28,8	31,5	26,3	11,6*	20,3	13,7	17,5*	15,74	12,8	18,35	27,8	21,7	27,57
Целина 2 / the virgin steppe 2	-	21,9	25,2	72,8	36,9	23,1*	29,5	30,8	40,4	25,4	20,9	27,3	55,1	39,5	54,5
Целина 3 / the virgin steppe 3	-		27,7	26,2	27,5	19,9	26,8	19,33	29,7	19	19,12	28,46	38,1	27	34,1

* – укосы сделаны в следующий после пожара год

* – hay cuts made the following year after the fire

Ландшафты меловых степей наименее устойчивы к антропогенным воздействиям, в т.ч. пирогенным. Даже умеренный выпас скота приводит к нарушению естественных фитоценозов, исчезновению кальцефитов и появлению сорных трав, эрозии почв. Единичные палы приводят к резкому на 70-90% сокращению или полному исчезновению эндемичных растений. Проективное покрытие падает с 60 % до 20%, продуктивность наземной фитомассы с 29 ц/га до 10 ц/га. После пожаров 2006 г. и 2009 г. на территории Подгорского мелового ландшафта погибла популяция майкарагана волжского, на 90% – можжевельника казацкого, практически исчезли мхи, лишайники и напочвенные водоросли, на 30-40% снизилось число экземпляров полыни солянковидной, тимьяна мелового, левкоя душистого, наголоватки и астрагалов. В результате пирогенных изменений активизировались эрозионные процессы на крутых склонах и меловых обрывах. В течение одного осенне-весеннего периода произошло отступление бровки склона, углубление склоновых промоин и каньонов на 10-30 см [7; 8]. Также негативно пирогенные факторы влияют и на урочища

степных водораздельных и нагорных дубрав, где в результате пожара 2006 г. погибло до 90% дикой груши и яблони, до 60% липы и до 30% дубов. Восстановление на опушках миндаля низкого, вишни степной, клёна татарского и других кустарников произошло через 5 лет. В 2009 г. огонь уничтожил более 70% реликтовой уникальной плакорной Иловлинской дубравы, в октябре 2011 г. – 95% Белоусовой дубравы, а также урочища нагорно-байрачных лесов на северо-восточном склоне ландшафта Донских «Венцов» и в верховьях балки Верхне-Филимоновской. Сгорели не только деревья, кустарники, но и травяной покров и верхний слой почвы. Частичное восстановление травяного покрова наблюдалось только через 3 года [7; 8]. На залежных (вторично степных) участках увеличивается доля сорных растений и полыней, ухудшается качество пастбищ и сенокосов, снижается сукцессионный статус. Из-за разрежения растительного покрова местный климат аридизируется, летом температура на поверхности почвы достигает 65°C, увеличивается испарение, возрастает дефицит влаги в почве, снижается уровень грунтовых вод, иссякают родники. В



2002-2006 гг. дебит родника Верхне-Филимоновского в одноименной балке составлял 0,6-0,7 л/с, в 2013-2016 гг. – 0,05 л/с. В 2007-2010 гг. в Иловлинской дубраве исчезли 3 родника, имевшие в 2002 г. дебит 0,3-1,0 л/с.

В отличие от Донского, территория Эльтонского природного парка подвергается более интенсивной пирогенной трансформации и испытывает более интенсивные антропогенные нагрузки (пасквальные, рекреационные и др.). Электронные карты, созданные на основе дешифрирования космических снимков, позволяют оценить масштаб пирогенного фактора. Их анализ позволил определить частоту пожаров территории, не подвергавшиеся пожарам в последние 30 лет, а также выделить участки наиболее подверженные воздействию пожаров [10]. Исследования на ключевых участках показывает, что после пожара в зональных лерхопопынно-типчаково-ковыльных (*Stipa capillata*+*Stipa zaleskii*+*Festuca valesiaca*+*Artemisia lerchiana*) сообществах общее проективное покрытие травами и полукустарничками снижается с 40-50% до 30%, средняя высота травостоя с 35 см до 25 см, продуктивность наземной фитомассы с 22,4 ц/га до 5-7 ц/га. В ковыльно-житняковых сообществах (*Stipa lessingiana*+*Agropyron cristatum*+*A. desertorum*) проективное покрытие падает с 60% до 25-30%, средняя высота травостоя – с 40 см до 10 см, продуктивность наземной фитомассы с 12-18 ц/га до 2-5 ц/га.

Под воздействием частых пожаров наблюдается разрежение в 1,5-2 раза, снижение высоты и видового разнообразия растительного покрова, потеря ценных в кормовом отношении растений. Резко сокращается доля крупнодерновинных злаков (ковылей, типчака) и разнотравья, увеличивается в 2-3 раза доля полыней, мятлика луковичного, эфемеров и сорных видов. Исчезают степные кустарники. Эти участки используются одновременно как сенокосы и пастбища, что препятствует самовосстановлению растительного покрова, снижает их видовое разнообразие, продуктивность и устойчивость [9]. В результате полевых исследований в Приэльтонье в 2012-2015 гг. авторами получено уравнение связи проективного покрытия и продуктивности фитоценозов с

расстоянием до животноводческой фермы (кошары). Установлено, что с увеличением расстояния происходит снижение пастбищной нагрузки и биопродуктивность растёт нелинейно, скачкообразно возрастает и общее проективное покрытие. Тренды продуктивности и общего проективного покрытия растительных сообществ характеризуются устойчивой связью с коэффициентом корреляции 0,79. На всех ключевых полигонах отмечается устойчивая связь между проективным покрытием, продуктивностью и расстоянием от кошары. Кривая продуктивности аппроксимируется экспонентой с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,96$ (формулы 1, 2).

$$П = 0,025r^{-0,53} \quad (1)$$

где П – продуктивность, т/га, r – расстояние от кошары, м.

Уравнение зависимости проективного покрытия от расстояния до кошары имеет вид:

$$ОПП = 1,227r^{-0,46} \quad (2)$$

где ОПП – общее проективное покрытие, %; r – расстояние от кошары, м; $R^2 = 0,72$.

Под влиянием пастбищных нагрузок отчётливо заметны фитоценотические смены растительного покрова: с приближением к населённым пунктам уменьшается количество видов, снижается высота, проективное покрытие, продуктивность (с 20-25 ц/га до 4-6 ц/га). При сохранении существующих форм животноводства становится невозможным восстановление коренных растительных сообществ, сохранение в регионе биологического и ландшафтного разнообразия [14]. Анализ тридцатилетней динамики NDVI позволил охарактеризовать процессы, происходящие на пастбищах исследуемого региона. Происходившее с начала 1990-х гг. снижение поголовья скота, привело к увеличению в 1,5 раза продуктивности пастбищ к 2002 г., также зимой 2001-2002 гг. отмечен максимум осадков – 205 мм. Повсеместное снижение NDVI в 2001 г. связано с недостаточным увлажнением – предшествующей зимой выпало 126 мм, большая часть из которых не попала в почву из-за многочисленных оттепелей, а мощность снежного покрова к началу весны была вдвое меньше среднегодовой. После 2003 г. происходил рост численности мелкого рогатого скота, что привело к увеличению нагрузок на пастбища



и снижению их продуктивности. Минимум NDVI связан с самым низким за 14 лет снеговым запасом на начало весны в 2007 г. В этот и последующий год наблюдается снижение общего проективного покрытия и продуктивности модельных пастбищ [14; 15]. Компьютерное дешифрирование материалов спутниковой съёмки позволило проанализировать распределение пастбищ по уровням деградации, оценить сукцессионные процессы. К началу XXI в. уменьшение сельскохозяйственной нагрузки в регионе на фоне роста количества осадков обусловило частичное восстановление растительного покрова. В 2002 г. 60% территории зональных ландшафтов полупустынь было занято растительностью со значениями NDVI 0,4-0,5. В лиманах и падинах значение индекса достигало 0,7. Доля нарушенных геосистем не превышала 10%. В 2014 г. деградация растительности проявилась на 70% изучаемой территории, что было вызвано и ростом поголовья скота и снижением суммы осадков в холодное полугодие 2011-2014 гг. По результатам исследования NDVI установлено снижение проективного покрытия примерно на 8% за последние 30 лет. Тренд показывает направленность на дальнейшее снижение этого показателя со скоростью около 1% в год [10].

В результате проведенных исследований авторами установлено, что в Приэльтонье в настоящее время сложилась критическая геоэкологическая ситуация, значительная часть геосистем представляют пирогенно-пастбищные дигрессии. Основной причиной нарушения геосистем, деградации почвенно-растительного покрова и прогрессирующего опустынивания являются пожары, палы пастбищ и сенокосов, «стихийное»

животноводство, отсутствие пастбище- и сенокосооборотов, круглогодичный и круглосуточный неконтролируемый (без пастухов) выпас крупного рогатого скота, лошадей и овец превышающий экологическую ёмкость ландшафтов. Вокруг населенных пунктов (п. Приозёрный и пр.) преобладают скотосбои, практически лишенные растительности. Значительный ущерб легкогорным галофильным экосистемам Приэльтонья наносит стихийная рекреация. Проведённые исследования показывают, что уже при двукратном проходе группы из десяти человек по участку прибрежных мокрых и пухлых солончаков, погибает до 20% сочно-стебельных галофитов, появляются незаростающие тропы, начинается дефляция. Только благодаря деятельности сотрудников природного парка сохраняются уникальные сообщества галофильных и опустыненных степей, местообитания редких и исчезающих видов животных и растений, включённых в Красную книгу РФ (тюльпан Биберштейна, тюльпан Шренка, ковыль Лессинга, тырса, ковыль Залесского, ирис низкий, цингерия Биберштейна и др.). Сохранение естественной кустарниковой растительности, создает условия для укрытия, гнездования, а также – отдыха, ночевки и питания для многих видов, особенно мелких лесных птиц, во время весеннего и осеннего пролёта. Приэльтонье является ключевой орнитологической территорией, его орнитофауна насчитывает более 240 видов, из них гнездятся около 100 видов. Встречаются 42 редких вида птиц, занесённых в Красные книги МСОП, РФ и Волгоградской области (орёл степной, курганник, лунь степной, журавль-красавка, стрепет, дрофа и др.). Здесь проходят пути миграции более 150 видов птиц.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате многолетних ландшафтных исследований на территориях Донского и Эльтонского природных парков установлено, что основными причинами нарушения геосистем, деградации почвенно-растительного покрова и опустынивания являются пожары, «стихийное» животноводство и перевыпас, неконтролируемые туризм и рекреация. На ландшафты степей и полупустынь пожары оказывают крайне негативное влияние, вызывающие резкое снижение биопродуктивности геосистем

(1,5-3 раза в сухих степях, в 3-4 раза в опустыненных), проективного покрытия и высоты, упрощение структуры, возрастание однородности растительного покрова. Ухудшается качество пастбищ и сенокосов. Активизируются процессы водной и ветровой эрозии, понижается уровень грунтовых вод, исчезают родники. При пожарах погибает большинство беспозвоночных животных, уничтожаются места воспроизводства животных, местообитания редких и исчезающих видов. Пирогенная трансформация



является самой серьезной реально действующей угрозой биологическому и ландшафтному разнообразию степей.

В настоящее время всё более актуальным становится вопрос совершенствования федеральной и региональных сетей ООПТ степной и полупустынной зон юго-востока Русской равнины, необходимости сохранения природного биологического и ландшафтного разнообразия в условиях рас-

тущего антропогенного воздействия. Полученные авторами в результате многолетнего мониторинга данные о природных и природно-антропогенных геосистемах, используются при разработке программ мероприятий по их охране и восстановлению, оптимизации степного природопользования и формировании культурных ландшафтов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Базилевич Н.И., Гребенщиков О.С., Тишков А.А. Географические закономерности структуры и функционирования экосистем. Москва: Наука, 1986. 297 с.
2. Семёнова-Тян-Шанская А.М. Динамика степной растительности. Москва-Ленинград: Наука, 1966. 172 с.
3. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
4. Исаков Ю.А., Казанская Н.С., Тишков А.А. Зональные особенности динамики экосистем. Москва: Наука, 1986. 309 с.
5. Титлянова А.А., Базилевич Н.И., Снытко В.А. Биологическая продуктивность травяных экосистем. Географические закономерности и экологические особенности. Новосибирск: Наука, 1988. 134 с.
6. Рябина Н.О. Особенности экосистемного мониторинга на территории Донского природного парка // Юг России: экология, развитие. 2010. Т. 5. N4. С. 25–27. doi:10.18470/1992-1098-2010-4-25-27
7. Рябина Н.О. Влияние пожаров на геосистемы сухих степей Донского природного парка Волгоградской области // Материалы международной научно-практической конференции «Режимы степных особо охраняемых природных территорий», Курск, 15–18 января, 2012. С. 218–222.
8. Рябина Н.О. Природные и антропогенные факторы изменчивости динамики биопроductивности геосистем целинных типчакково-ковыльных степей Восточно-Донской гряды // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 11: Естественные науки. 2013. N2 (6). С. 62–68.
9. Рябина Н.О. Современная геоэкологическая ситуация и проблемы природопользования в Приэльтонье // Материалы III Международной научно-практической конференции «Антропогенная трансформация геопространства: история и современность», Волгоград, 17–20 мая, 2016. С. 286–296.
10. Шинкаренко С.С. Анализ динамики пастбищных ландшафтов в аридных условиях на основе нормализованного вегетационного индекса (NDVI) // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2015. N1 (37). С. 110–114.
11. Рябина Н.О. Сохранение эталонных степных экосистем и ландшафтов Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2011. Т. 3, N1. С. 231–238.
12. Рябина Н.О. Природа и ландшафты Волгоградской области. Волгоград: изд-во Волгу, 2015. 370 с.
13. Рябина Н.О., Шилова Н.В. Изучение и сохранение кальцефильных степных ландшафтов Волгоградской области // Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 3: Экономика. Экология. 2013. N1(22). С. 236–242.
14. Шинкаренко С.С. Оценка влияния выпаса на ландшафты Приэльтонья // Научное обозрение. 2015. N14. С. 10–15.
15. Рулев А.С., Канищев С.Н., Шинкаренко С.С. Анализ сезонной динамики NDVI естественной растительности Заволжья Волгоградской области // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т. 13, N4. С. 113–123. doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-20-113-123.
16. Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Климатические изменения в бассейне Нижней Волги и их влияние на состояние экосистем // Аридные экосистемы. 2014. Т. 20, N3(60). С. 14–32.
17. Сафронова И.Н. Об опустыненных степях Нижнего Поволжья // Поволжский экологический журнал. 2005. N3. С. 262–268.
18. Левина Ф.Я. Зона полупустынь // Юго-восток Европейской части СССР. Москва: Наука, 1971. С. 230–240.

REFERENCES

1. Bazilevich N.I., Grebenshchikov O.S., Tishkov A.A. *Geograficheskie zakonomernosti struktury i funktsionirovaniya ekosistem* [Geographic patterns of the structure and functioning of ecosystems]. Moscow, Nauka Publ., 1986, 297 p. (In Russian)



2. Semenova-Tyan-Shanskaya A.M. *Dinamika stepnoi rastitel'nosti* [Dynamics of steppe vegetation]. Moscow-Leningrad, Nauka Publ., 1966, 172 p. (In Russian)
3. Sochava V.B. *Vvedenie v uchenie o geosistemakh* [Introduction to the theory of geosystems]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1978, 319 p. (In Russian)
4. Isakov Yu.A., Kazanskaya N.S., Tishkov A.A. *Zonal'nye osobennosti dinamiki ekosistem* [Zonal features of ecosystem dynamics]. Moscow, Nauka Publ., 1986, 309 p. (In Russian)
5. Titlyanova A.A., Bazilevich N.I., Snytko V.A. *Biologicheskaya produktivnost' travyanykh ekosistem. Geograficheskie zakonomernosti i ekologicheskie osobennosti* [Biological productivity of grass ecosystems. Geographic patterns and ecological features]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1988, 134 p. (In Russian)
6. Ryabinina N.O. Features of ecosystem monitoring in the territory of the Donskoy Nature Park. *South of Russia: ecology, development*, 2010, vol. 5, no. 4, pp. 25–27. (In Russian) doi:10.18470/1992-1098-2010-4-25-27
7. Ryabinina N.O. Vliyaniye pozharov na geosistemy sukhikh stepei Donskogo prirodnogo parka Volgogradskoi oblasti [Influence of fires on geosystems of dry steppes of the Donskoy Nature Park of the Volgograd Region]. *Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Rezhimy stepnykh osobo okhranyaemykh prirodnykh territorii», Kursk, 15-18 yanvarya, 2012* [Proceedings of International Scientific and Practical Conference "Regimes of steppe specially protected natural areas", Kursk, 15-18 january 2012]. Kursk, 2012, pp. 218–222. (In Russian)
8. Ryabinina N.O. Natural and anthropogenic factors of variable dynamics of biological productivity of virgin geosystems of stipa and festuca steppes of the Eastern Don ridge. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 11: Estestvennyye nauki* [Science Journal of Volgograd State University. Natural sciences]. 2013, no. 2 (6), pp. 62–68. (In Russian)
9. Ryabinina N.O. Sovremennaya geoecologicheskaya situatsiya i problemy prirodopol'zovaniya v Priehltone [Current geoecological situation and problems of nature management in Prieltonye]. *Materialy III Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Antropogenaya transformatsiya geoprostranstva: istoriya i sovremennost", Volgograd, 17-20 maya 2016* [Proceedings of III International Scientific and Practical Conference "Anthropogenic transformation of geospace: history and modernity", Volgograd, 17-20 may 2016]. Volgograd, 2016, pp. 286–296. (In Russian)
10. Shinkarenko S.S. Analysis of the dynamics of pasture landscapes in arid conditions on the basis of the normalized vegetative index (NDVI). *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie* [Proceedings of Nizhnevolzhskiy agrouniversity complex: science and higher vocational education]. 2015, no. 1 (37), pp. 110–114. (In Russian)
11. Ryabinina N.O. Steppe ecosystems and landscape preservation in Volgograd region. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of VolSU. Global Economic System]. 2011, vol. 3, no. 1, pp. 231–238. (In Russian)
12. Ryabinina N.O. *Priroda i landschafty Volgogradskoi oblasti* [Nature and landscapes of the Volgograd region]. Volgograd, Volgu Publ., 2015, 370 p. (In Russian)
13. Ryabinina N.O., Shilova N.V. Research and prospects preservation of steppe calciphilous landscapes in the Volgograd region. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika. Ekologiya* [Science Journal of VolSU. Global Economic System]. 2013, no. 1 (22), pp. 236–242. (In Russian)
14. Shinkarenko S.S. Impact assessment of grazing on vicinity of Elton landscapes. *Nauchnoe obozrenie* [Science review]. 2015, no. 14, pp. 10–15. (In Russian)
15. Rulev A.S., Kanishchev S.N., Shinkarenko S.S. Analysis of NDVI seasonal dynamics of natural vegetation of Low Trans-Volga in Volgograd Region. *Current problems in remote sensing of the earth from space*, 2016, vol. 13, no. 4, pp. 113–123. doi: 10.21046/2070-7401-2016-13-20-113-123 (In Russian)
16. Kuz'mina Zh.V., Treshkin S.E. Climate change in the Lower Volga basin and its influence on the ecosystems. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2014, vol. 20, no. 3 (60), pp. 14–32. (In Russian)
17. Safronova I.N. The Desert Steppes of the Lower Volga Region. *Povolzhskii ekologicheskii zhurnal* [Povolzhskiy Ekologicheskii Zhurnal]. 2005, no. 3, pp. 262–268. (In Russian)
18. Levina F.Ya. Semi-desert zone. In: *Yugo-vostok Evropeiskoi chasti SSSR* [South-east of the European part of the USSR]. Moscow, Nauka Publ., 1971, pp. 230–240. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Наталья О. Рябинина* – к.г.н., доцент кафедры географии и картографии, Институт естественных наук Волгоградского государственного университета. Тел. +7(8442) 46-16-39. 400062, пр. Университетский 100, г. Волгоград, Россия, e-mail: ryabinina@olsu.ru

AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Natalia O. Ryabinina* – Candidate of Geography, Associate Professor, Department of Geography and Cartography, Institute of Natural Sciences, Volgograd State University. Tel. +7(8442) 46-16-39. 400062, Universitetsky st., 100, Volgograd, Russia. e-mail: ryabinina@olsu.ru



Сергей Н. Канищев – к.г.н., доцент кафедры географии и картографии, Институт естественных наук Волгоградского государственного университета, г. Волгоград, Россия.

Станислав С. Шинкаренко – к.с.-х.н., научный сотрудник лаборатории геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов, Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения РАН, г. Волгоград, Россия.

Критерии авторства

Наталья О. Рябинина собрала материалы о природных и антропогенных факторах, влияющие на состояние степных геосистем Донского природного парка Волгоградской области, о структуре, изменчивости в т.ч. пирогенной, динамике, биологической продуктивности ландшафтов сухих степей; пирогенных изменениях структуры и продуктивности полупустынных геосистем; проанализировала данные, написала рукопись. Сергей Н. Канищев, Станислав С. Шинкаренко собрали материалы о природных и антропогенных факторах, влияющих на состояние геосистем полупустынь (опустыненных степей) Эльтонского природного парка Волгоградской области, о структуре, изменчивости, динамике, биологической продуктивности фитоценозов ландшафтов опустыненных степей Приэльтона. Все авторы в равной степени несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 14.07.2017
Принята в печать 04.09.2017

Sergey N. Kanishchev – Candidate of Geography, Associate Professor, Department of Geography and Cartography, Institute of Natural Sciences, Volgograd State University. Volgograd, Russia.

Stanislav S. Shinkarenko – Candidate of Agriculture, Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences, Volgograd, Russia.

Contribution

Natalia O. Ryabinina collected materials on natural and anthropogenic factors affecting the state of steppe geosystems of the Don Nature Park of the Volgograd Region, on the structure, variability, incl. Pyrogenic, dynamics, biological productivity of landscapes of dry steppes; Pyrogenic changes in the structure and productivity of semi-desert geosystems; Analyzed the data, wrote the manuscript. Sergey N. Kanishchev, Stanislav S. Shinkarenko collected materials on natural and anthropogenic factors affecting the state of the geosystems of semi-deserts (deserted steppes) of the Eltonsky Nature Park of the Volgograd Region, the structure, variability, dynamics, biological productivity of phytocoenoses in the landscapes of the desert steppes of Prieltonye. All authors are equally responsible for avoiding the plagiarism, self-plagiarism or any other unethical issues.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 14.07.2017
Accepted for publication 04.09.2017