

УДК 631.445.53:631.41

Л.П. Ильина, К.С. Сушко; ФНО «XXI век»

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ДЕГРАДАЦИИ СУХОСТЕПНЫХ ПОЧВ ДОЛИНЫ МАНЫЧ

Л.П. Ильина¹, К.С. Сушко^{1, 2}

¹ Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия;

² Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Эл. почта: iljina@ssc-ras.ru, kirrkka@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 10.12.2019; принята к печати 21.01.2020

На базе Научно-экспедиционного стационара «Маньч», ЮНЦ РАН в 2009–2018 гг. проведены исследования по проблеме деградации почв сухой степи в долине Маньч на территории Орловского района Ростовской области (охранная и заповедная зоны Государственного природного заповедника «Ростовский»). Выявлено, что усиление аридизации климата и антропогенной нагрузки в сухой степи приводят к засолению, опустыниванию, пастбищной дигрессии. Для почвенного покрова характерна комплексность, обусловленная микрорельефом, высоким уровнем минерализации грунтовых вод (2–6 г/л) и их близким залеганием к поверхности, составом засоленных почвообразующих пород, а также антропогенным воздействием – распашкой целинных почв, высокой пастбищной нагрузкой, развитием эрозионных процессов в результате уничтожения естественного растительного покрова степи. Почвенные комплексы с высокой долей участия солонцеватых и солончаковатых почв (до 20–50%) составляют 25% исследуемой территории. Выпас в первую очередь влияет на показатели почвы, характеризующие плодородие. При возрастании пастбищной нагрузки почвы подвергаются интенсивному иссушению в связи с изреженностью растительного покрова, а также уплотнением верхних горизонтов (1,37 г/см³) и изменениями в структуре на агрегатном уровне. В почвах пастбищ с сильной нагрузкой снижены содержание гумуса (не более 1,5%) и его запасы (53–68 т/га). На исследованной территории площадь средне деградированных почв составляет 40%, сильно и очень сильно деградированных – 32, слабо деградированных – 18, целинных (ненарушенных) – 10%. Необходимы срочные меры по рациональному использованию почв и повышению их плодородия, предотвращению развития деградационных процессов в них, а также по строгому контролю за соблюдением условий оптимальной пастбищной нагрузки.

Ключевые слова: сухостепные почвы, долина реки Маньч, деградационные процессы, антропогенная нагрузка, интегральная оценка степени деградации.

CURRENT PROBLEMS OF DRY-STEPPE SOIL DEGRADATION IN MANYCH VALLEY

L.P. Ilyina¹, K.S. Sushko^{1, 2}

¹ Southern Scientific Center of Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don and ² Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Email: iljina@ssc-ras.ru, kirrkka@yandex.ru

The article presents the results of investigations, which were carried out in 2009–2018 at Manych Field Station (Orlov State Natural Reserve, Rostov Region), into dry steppe soil degradation in Manych Valley. Increasing climate aridization and anthropogenic load were associated with soil salinization and desertification and pasture digression. The structure of soil cover is found to be is complex because of its micro-relief, high mineralization of groundwater (2–6 g/l), close bedding of groundwater to soil surface, the saline composition of parent rocks, and anthropogenic impacts including virgin soils plowing, high grazing pressure, erosion processes, the destruction of the natural steppe vegetation, etc. Soil systems with high shares of solonchic and saline soils (up to 20–50%) make 25% of the area under study. The impact of grazing on soils is primarily reflected in the indicators that characterize soil fertility. Increasing grazing pressure is associated with soil desiccation caused by thinning of vegetation cover and by degradation manifested in upper horizons compaction (up to 1,37 g/cm³). Soils of heavily loaded pastures have low humus content (no more than 1,5%) and reserves (53–68 ton/ha). The share of moderately degraded soils is estimated to account for 40% of the territory under study, of highly and severely degraded, for 32%, of poorly degraded, for 18%, and of virgin (undisturbed) soils, for only 10%. Urgent measures are warranted to rationalize the use of soils, to increase their fertility, to prevent the development of degradation processes in soils, as well as to monitor compliance with the regulations concerning optimal grazing pressure.

Keywords: dry steppes soils, Manych Valley, degradation processes, anthropogenic impact, integral assessment of soil degradation.

Аридные и субаридные территории юга России характеризуются длительной историей хозяйственного использования и их высокой экологической уязвимостью, что в совокупности с климатическими особенностями обусловило снижение продуктивности биогеоценозов, деградацию почв, а также ряд других экологических проблем. Колебания климата и гидрологического режима, нерациональное природопользование приводят к нарушению устойчивости экосистем и, как следствие, к снижению продуктивности почв и водных бассейнов, видового разнообразия, потере биологических ресурсов. На юге России естественные ландшафты сухостепной зоны оказались практически полностью уничтожены вследствие распашки земель. Сохранившиеся ландшафты с растительным покровом, который характеризуется большим видовым разнообразием, высокой продуктивностью и богатым травостоем, интенсивно эксплуатируются человеком как пастбища, реже – как сенокосные угодья. Высокая антропогенная нагрузка на почвенный покров долины Маныч приводит к развитию различных деградационных процессов – опустыниванию, дегумификации (потеря гумуса и уменьшение мощности гумусового горизонта), эрозии, дефляции, слитизации, вторичному засолению и осолонцеванию (при орошении водами повышенной минерализации) и др. [6, 8, 17].

В связи с этим актуальной является оценка степени деградации сухостепных почв исследуемой территории в современных условиях землепользования.

Объект и методы исследования

Исследования проводили в 2009–2018 гг. в долине Маныч (Кумо-Манычская депрессия, 46°28' с.ш. и 42°40' в.д.) на территории Орловского района Ростовской области (охранная и заповедная зоны Государственного природного заповедника «Ростовский») на базе Научно-экспедиционного стационара «Маныч» Южного научного центра РАН. Для определения степени деградации сухостепных почв были заложены ключевые участки, охватывающие всю территорию исследования (рис. 1), на них выполнены стандартными методами анализы интегральных почвенных показателей, отражающих плодородие почв (содержание и запасы гумуса, мощность гумусовых горизонтов и др.). В работе использовались многолетние данные по различным почвенным показателям, полученные авторами в экспедициях ЮНЦ РАН, а также почвенная карта М 1:25 000 «Госплемзавода» Орловского района Ростовской области. При картировании и определении площадей деградированных сухостепных почв района исследования использованы ГИС-технологии (программный продукт ArcGis 10.0). Общая площадь исследуемой территории – 63770 га.

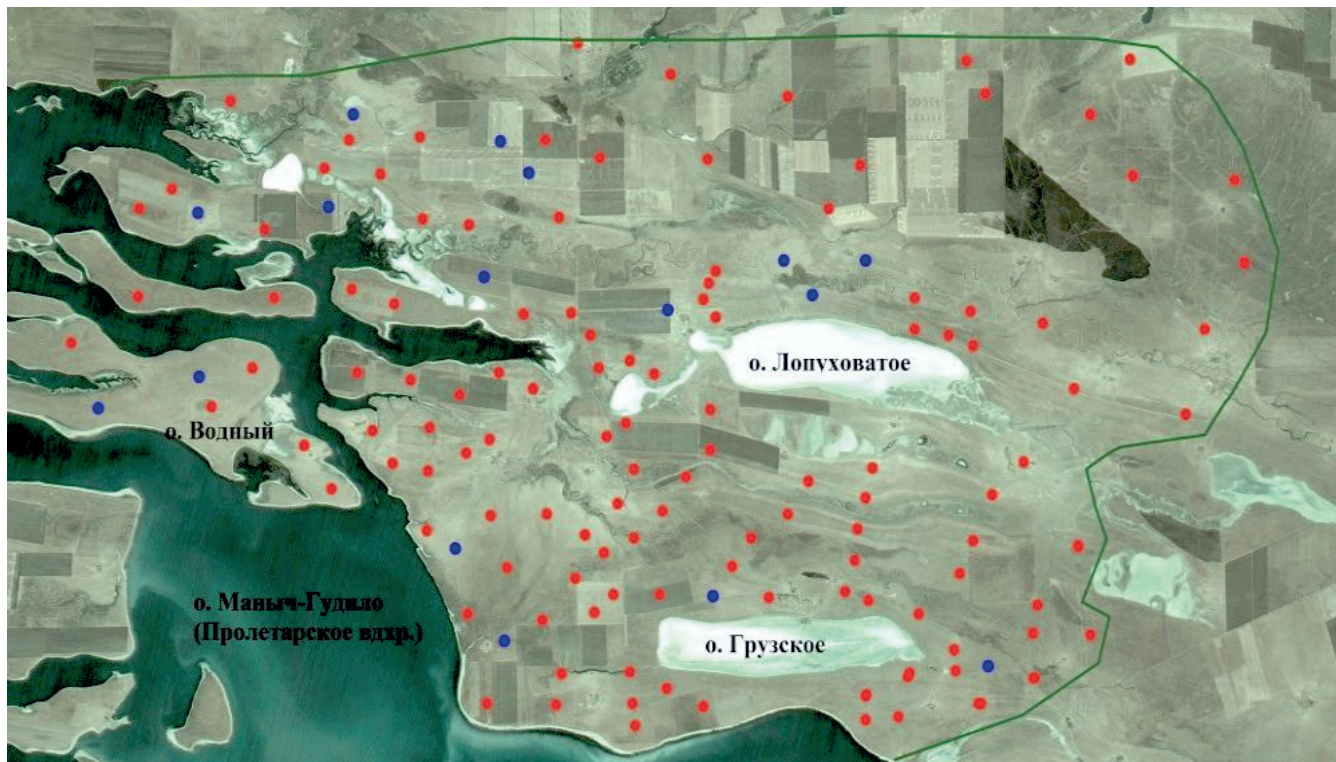


Рис. 1. Район исследований с сетью станций отбора почвенных проб

Для ранжирования территории по степени деградации почв использовалась шкала Харрингтона [5], на основе которой было выделено пять зон деградации почв под влиянием хозяйственной деятельности с различным весом показателя: очень высокий, высокий, средний, ниже среднего, низкий. Ранжирование показателей выполнялось методом линейной интерполяции по формуле (1).

$$P = (A_{\max} - A_{\min}) / n, \quad (1)$$

где P – ранг; A_{\max} – максимальное значение показателя; A_{\min} – минимальное значение показателя, n – количество рангов.

Результаты и обсуждение

Территория долины Маныч представляет собой широкое понижение, расчлененное многочисленными мелкими водотоками, озеровидными впадинами и лиманами. Следует отметить, что прогрессирующее засоление почв долины определяется природными и антропогенными факторами. Высокая минерализация водоемов и тенденция ее роста (главным образом оз. Маныч-Гудило) обусловлена следующими основными причинами: дефицит речного стока, особенно донского, слабая проточность; литологический состав пород, слагающих водосбор, берега и дно водоемов; возвратные коллекторно-дренажные воды с оросительных систем и напорные подземные воды с минерализацией 2,5–4,0 г/л [14]. Лессовидные породы засолены. В них, как правило, повышено содержание хлоридов и сульфатов кальция, магния и натрия. Преобладающие в первом метровом слое легкорастворимые соли нередко находятся выше карбонатов, поэтому в засоленных почвах получают развитие процессы периодического поднятия этих солей до солонцовых горизонтов [9, 15].

Почвенный покров долины Маныч характеризуется ярко выраженной комплексностью, при этом ведущую роль играют микрорельеф, различный характер увлажнения, уровень минерализации грунтовых вод, состав засоленных почвообразующих пород, а также антропогенное воздействие (распашка целинных почв, выбивание почв в результате высокой пастбищной нагрузки, использование при орошении вод повышенной минерализации и др.). В настоящее время на этой территории формируются значительные пространства трансформированных природных и антропогенно преобразованных комплексов (засоленных, эродированных, пастбищных и др.) [8].

Наибольший ущерб нанесен экосистемам засушливых зон юга России: там процессам опустынивания подвержены 70% массивов Черных земель в Калмыкии, в то же время в Астраханской, Волгоградской и Ростовской областях они повлияли на 50% всей территории [13]. В Ростовской области процессы опусты-

нивания земель получили широкое распространение в Орловском, Зимовниковском, Дубовском, Ремонтненском районах, где ими охвачено более 50% территории. Из общей площади сельхозугодий процессам эрозии подвержены более 3 млн га, дефляции – около 1 млн га и засолено порядка 0,5 млн га. Главные причины опустынивания: на фоне аридизации климата нерациональное использование природных ресурсов, превышающее порог экологической устойчивости природных экосистем, за которым следует их разрушение, часто необратимое, и потребление природных ресурсов без заботы об их воспроизводстве [3].

В результате проведенных многолетних исследований выявлено, что комплексность почвенного покрова долины Маныч со значительным распространением ареалов засоленных почв (солонцеватых и солончаковатых) обусловлена взаимосвязью природных и антропогенных факторов. С использованием результатов полевых, лабораторных работ и ГИС-технологий были определены площади засоленных почвенных комплексов района исследования. Установлено, что почвы с локальным засолением составляют всего лишь 10% (6373,9 га). Почвенные комплексы, в которых доля участия солонцеватых и солончаковатых почв составляет 5–20%, занимают 44% изученной территории (28045,3 га). Почвенные комплексы с высокой долей участия солонцеватых и солончаковатых почв (до 20–50%) составляют 25% (15934,8 га). Почвенные комплексы с преобладанием солонцеватых и солончаковатых почв более 50% распространены на площади 11473 га, что соответствует 18% всей территории [8, 17].

Основные причины формирования засоленных почвенных комплексов в сухой степи – это:

- засушливый климат (гидротермический коэффициент увлажнения ГТК < 0,7, сумма осадков – 358–400 мм в год);
- микрорельеф (неравномерное распределение атмосферных осадков приводит к формированию различного режима поверхностного увлажнения, и ареалы засоленных почв имеют резко выраженные очертания);
- высокий уровень минерализации грунтовых вод (2–6 г/л), в солончаковых почвах близкое залегание грунтовых вод к поверхности;
- состав засоленных почвообразующих пород (карбонатные лессовидные суглинки и глины; карбонатно-сульфатные лессовидные суглинки и глины, в некоторых местах глиногипсы (сульфатные породы); глинистые и тяжелосуглинистые породы аллювиального происхождения);
- антропогенное воздействие (распашка целинных почв, выбивание почв в результате высокой пастбищной нагрузки, использование при орошении вод по-

вышенной минерализации, развитие эрозийных процессов, особенно дефляции и др.) [7, 8].

Одним из ведущих процессов деградации сухостепных почв является пастбищная дигрессия вследствие нерегулируемой чрезмерной пастбищной нагрузки. Только соблюдение условий оптимальной пастбищной нагрузки позволяет сохранить плодородие, разнообразие, продуктивность сообществ используемых земель. При умеренном выпасе пастбищные экосистемы длительное время функционируют устойчиво: в них накапливается растительная биомасса, поддерживается баланс между ее синтезом и деструкцией, в верхних почвенных горизонтах образуется гумус, почва обогащается питательными веществами, активизируется биологический круговорот [1, 4]. Проблема нерегулируемого выпаса, приводящая к пастбищной дигрессии, в последние годы приобрела масштабный характер, что позволяет отнести решение задач по восстановлению деградированных пастбищ и регулированию выпаса к важнейшим для современного земледелия [2, 11, 16]. В условиях сухих степей долины Маныч пастбищное животноводство является одним из ведущих направлений сельскохозяйственного производства.

Для исследования состояния почв под воздействием пастбищной нагрузки с 2009 г. проводятся комплексные экспедиции в разные периоды года (весна-лето-осень) на территории охранной зоны заповедника «Ростовский». В его окрестностях были заложены 6 модельных участков по 1 га с преимущественно равнинным (0–1°) или слабопологим (1–2°) рельефом. Участки 1–4 были заложены на берегах вдоль озера Маныч-Гудило, участки 5–6 – на территории, прилегающей к озеру Грузскому. Участки 1 и 3 расположены на заповедной территории – «Островном» участке, остальные (2, 4, 5 и 6) – в охранной зоне заповедника «Ростовский», где разрешен выпас скота (в основном, коровы и овцы). Для данной территории характерна комплексность почвенного и растительного покрова. На фоне степных ценозов, приуроченных к каштановым почвам, выделяются, с одной стороны, пятна влаголюбивой растительности микро- и мезопонижений на лугово-каштановых почвах, а с другой стороны – пятна полупустынной растительности на каштановых солонцеватых почвах и солонцах. Каштановые солонцеватые почвы занимают от 30 до 50% общей площади почвенного комплекса. Участок 1 – контрольный, без выпаса. Участок 2 с минимальной пастбищной нагрузкой характеризуется редким и нерегулярным выпасом. На участках 3–4 (слабая и умеренная степень) выпасают крупный рогатый скот – в среднем 300–400 голов. На участках 5–6 (сильная и очень сильная степень) количество выпасаемых коров составляло 350–500, а овец – около 1000–1500. На всех модельных участ-

ках было проведено морфологическое описание почв, определены плотность, влажность, агрегатный состав (количество агрономически ценных агрегатов, а также коэффициент структурности), содержание карбонатов, гумуса и его запасов в почве [6, 10].

Установлено, что влияние выпаса на почвы в первую очередь отражается на показателях, характеризующих плодородие. По мере возрастания пастбищной нагрузки почвы подвергаются интенсивному иссушению в связи с изреженностью растительного покрова, а также деградиационным изменениям: уплотняются верхние горизонты, при этом значение плотности практически может соответствовать этому показателю в солонцеватом горизонте (1,37 г/см³), существенные изменения в структуре происходят на агрегатном уровне. Содержание агрономически ценных агрегатов уменьшается в верхних горизонтах. В профиле пастбищных почв происходит формирование столбовидных, призмовидных и плитчатых образований. Полученные данные свидетельствуют о физической деградации почвенной структуры при интенсивном выпасе, что подтверждается динамикой коэффициента структурности, который снижается в пастбищных почвах до 0,6–0,8. Почвы пастбищ с сильной степенью нагрузки характеризуются низким содержанием гумуса (не более 1,5%) и его запасами (53–68 т/га). Анализ полученных результатов выявил, что сухостепные почвы пастбищ имеют низкий уровень плодородия и необходимы меры по восстановлению деградированных почв [6, 10, 12].

На основании многолетних экспедиционных исследований и результатов лабораторных, камеральных работ выполнен анализ оценки степени деградации сухостепных почв района исследования (рис. 2).

Установлено, что не деградированные почвы распространены на заповедных участках Стариковский и Краснопартизанский, именно там еще сохранились целинные каштановые почвы и сухостепные почвенные комплексы с ними. Также не деградированные почвы встречаются на островах Водный и Горелый, где полностью отсутствует антропогенная нагрузка. Остров Водный входит в состав заповедного участка Островной и расположен в северо-западной части озера Маныч-Гудило. Уникальность этой территории состоит в том, что здесь сохранились природные ландшафты, которые представляют собой эталоны сухих степей. На острове более полувека обитает табун диких лошадей. На основании проведенных работ можно сделать вывод, что на острове в местах водопоя и интенсивного выпаса свободноживущего табуна диких лошадей почвы сильно сбиты и подвержены дефляции. В целом, на удаленных от выпаса участках сохранились не деградированные сухостепные почвы.

Характеристика почвенных зон охранной и заповедной территории ГПЗ «Ростовский» с разной степенью деградации представлена в таблице 1.

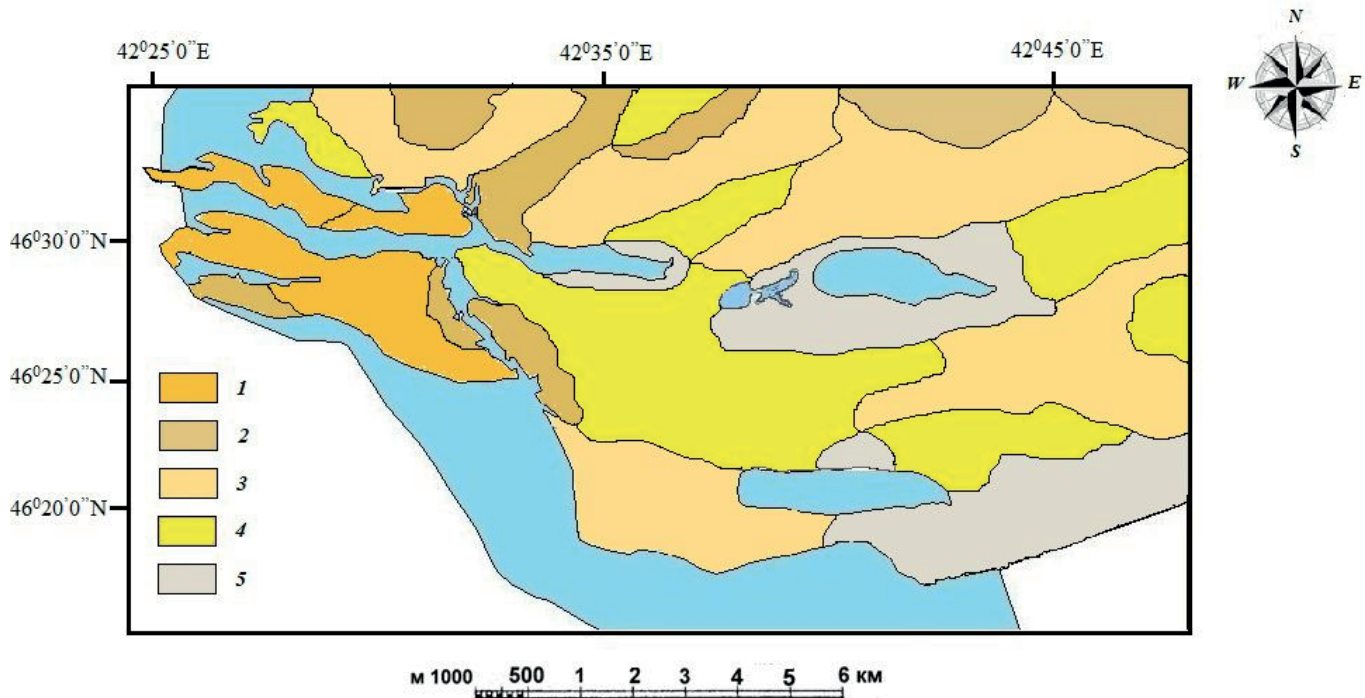


Рис. 2. Картограмма степени деградации почв района исследований. Деградация: 1 – отсутствует; 2 – слабая; 3 – умеренная; 4 – сильная; 5 – очень сильная

Слабо деградированные почвы характеризуются незначительным проявлением процессов дегумификации, дефляции и водной эрозии. На участках с такими почвами введено ограничение сельскохозяйственной деятельности вплоть до временного изъятия этих земель из землепользования. Массивы средне деградированных почв сосредоточены в охранный зоне заповедника и характеризуются различными типами ведения сельскохозяйственной деятельности; в почвах проявляются процессы дефляции, осолонцевания, а также дегумификации. Несмотря на то что степень их проявления не является интенсивной, развитие этих процессов способно существенно снизить их плодородие. Сильно деградированные почвы приурочены к местам интенсивной антропогенной нагрузки, склоновым агроландшафтам, подверженным процессам ветровой и водной эрозии, а также к почвам, потерявшим значительную часть гумусового горизонта вследствие сильной пастбищной нагрузки. Очень сильно деградированные почвы занимают значительные площади на юго-востоке исследуемой территории, где они интенсивно используются для выпаса овец и КРС (пастбищная нагрузка значительно превышает допустимые нормы выпаса). К ним относятся участки вблизи кошар, сильноосмытые склоновые почвы, засоленные участки с преобладанием солонцов и солончаков. При

данной степени деградации интегральные показатели плодородия почв (содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, запасы гумуса) по сравнению с эталонными (целинными) почвами снижены в 2,4 раза [17].

Таким образом, в результате выполненных исследований выявлено, что на долю средне деградированных почв приходится 40% исследуемой территории, что составляет 25495,6 га. Сильно деградированные и очень сильно деградированные почвы занимают 32%, что в сумме соответствует 20393,0 га. Слабо деградированные почвы занимают площадь, равную 18% территории, что составляет 11471,4 га. Участки с целинными (ненарушенными) почвами составляют 10%, всего лишь 6373 га.

В сложившейся ситуации необходимо принятие срочных мер по рациональному использованию почв и повышению их плодородия, предотвращению развития деградационных процессов в них, а также по строгому контролю за соблюдением условий оптимальной пастбищной нагрузки при выпасе сельскохозяйственных животных.

Публикация подготовлена в рамках реализации ПФИ Президиума РАН № 20 «Новые вызовы климатической системы Земли» (№ гр. Проекта АААА-А18-118011990300-9) и Внутреннего гранта Южно-

**Характеристика почвенных зон охранной и заповедной территории ГПЗ «Ростовский»
с разной степенью деградации**

Состояние растительного покрова	Современное хозяйственное использование
<i>Не деградированные (S = 9560,0 га)</i>	
Типичные разнотравно-злаковые сухие степи с высоким видовым разнообразием, проективным покрытием до 80%	Земли, выведенные из сельскохозяйственного оборота, которым присвоен статус особо охраняемых природных территорий; развитие туризма
<i>Слабо деградированные (S = 14660,0 га)</i>	
Естественная растительность представлена слабо нарушенной умеренно-сухой дерновинно-злаковой степью. Распространены луга остепненные житняково-типчаковые с примесью разнотравья	Склоновые ландшафты заповедных участков, земли, выведенные из сельскохозяйственного оборота; выпас табуна диких лошадей на о. Водном, залежные земли охранной зоны заповедника
<i>Средне деградированные (S = 25495,6 га)</i>	
Естественная степная растительность представлена сухой дерновинно-злаковой степью. Преобладают растительные сообщества: житняково-типчаковые с примесью разнотравья в комплексе с полынью солончаковой и ромашником на солонцах	Склоновые ландшафты с сельскохозяйственными угодьями, земли сельскохозяйственного использования; выпас крупного рогатого скота и овец; развитие орошаемого земледелия
<i>Сильно деградированные (S = 11473,0 га)</i>	
Естественная растительность представлена небольшими ареалами сухой полынно-дерновинно-злаковой степи. Отмечается преобладание растительных сообществ с рудеральными видами, мало поедаемыми животными, при этом участки сбитые, с изреженным травостоем (проективное покрытие 40%)	Используются для выпаса овец, крупного рогатого скота (пастбищная нагрузка превышает допустимые нормы выпаса); возделывание яровых и озимых зерновых культур на склоновых агроландшафтах (3,2–6,3°), сильнозасоленные и заболоченные участки
<i>Очень сильно деградированные (S = 8923,46 га)</i>	
Естественная растительность отсутствует. В растительных сообществах преобладают рудеральные и инвазионные виды, видовое разнообразие низкое, встречаются сильно сбитые участки без растительности или с изреженным растительным покровом, проективное покрытие менее 30%	Используются для выпаса овец, крупного рогатого скота (пастбищная нагрузка значительно превышает допустимые нормы выпаса); участки вблизи кошар, сильноосмытые склоновые почвы, сильнозасоленные участки с преобладанием солончаков

го федерального университета № ВнГр-07/2017-14 «Разработка методических основ и рекомендаций для комплексного управления прибрежной зоной

Азовского моря в условиях роста опасных экзогенных процессов, рекреационной нагрузки, климатической изменчивости».

Литература

Список русскоязычной литературы

1. Абатуров БД. Пастбищный тип функционирования степных и полупустынных экосистем. Усп совр биол. 2006;(5):435-47.
2. Абатуров БД, Кулакова НЮ. Роль выпаса животных и степных палов в круговороте азота и зольных элементов в степных пастбищных экосистемах. Аридные экосистемы. 2010;(2):54-64.

3. Безуглова ОС. Региональные особенности процессов опустынивания в Ростовской области. Аридные экосистемы. 2015;(1):17-21.
 4. Джапова РР, Санкуева ЗМ, Трофимов ИА. Сезонная и погодичная динамика видового состава, урожайности и запасов корма белополевых пастбищ Северо-Западного Прикаспия (Калмыцкая АССР). Растительные ресурсы. 1991;(4):1-10.
 5. Закруткин ВЕ, Шишкина ДЮ. Принципы и критерии комплексного экологического районирования сельскохозяйственных территорий. Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 1993;(3):18-34.
 6. Ильина ЛП, Калиниченко ВП. Проблема сохранения плодородия аридных земель долины Маныч. В кн.: Современные достижения науки в рациональном природопользовании. Москва: Вестник РАСХН; 2014. с. 116-20.
 7. Ильина ЛП, Ковда ИВ, Невидомская ДГ, Сушко КС, Моргунов ЕГ. Особенности формирования, состав и свойства сухостепных солончато-слитых почвенных комплексов долины Маныч. Вестник Южного научного центра. 2014;(4):61-72.
 8. Ильина ЛП, Сушко КС. Особенности формирования, состав и свойства сухостепных засоленных почвенных комплексов долины Маныч. В кн.: Природные и Антропогенные трансформации экосистем Западного Маныча. Ростов-на-Дону; 2018. с. 138-51.
 9. Калиниченко ВП. Природные и антропогенные факторы происхождения и эволюции структуры почвенного покрова. М.: МСХА; 2003.
 10. Лебедева НВ, Ильина ЛП, Пономарев АВ, Савицкий РМ. Влияние пастбищной нагрузки на трансформацию сухостепных экосистем в долине Маныч. Аридные экосистемы. 2011;(4):251-9.
 11. Лебедева НВ, Пономарев АВ, Савицкий РМ, Арзанов ЮГ, Ильина ЛП. Наземная фауна как показатель пастбищной нагрузки. Вестник Южного научного центра РАН. 2010;(4):84-95.
 12. Лебедева НВ, Ильина ЛП, Пономарев АВ, Савицкий РМ. Пастбищная дигрессия сухостепных экосистем долины Маныч. В кн.: Проблемы социально-экономического и этнополитического развития южнороссийского макрорегиона. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН; 2012. с. 251-69.
 13. Матишов ГГ, Голубева НИ. Значение аридных и семиаридных зон в системе современного природопользования России. В кн.: Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН; 2010. с. 11-8.
 14. Матишов ГГ, Матишов ДГ, Гаргопа ЮМ. Современные особенности солевого режима водоемов бассейна р. Маныч. ДАН. 2006;(3):1-3.
 15. Минкин МБ, Бабушкин ВМ, Садименко ПА. Солонцы юга-востока Ростовской области. Ростов-на-Дону: РГУ; 1980.
 16. Петров КМ, Бананова ВА, Лазарева ВГ, Унагаева АС. Региональные особенности глобального процесса опустынивания в Северо-Западном Прикаспии. Биосфера. 2016;(1):49-62.
 17. Сушко КС, Беспалова ЛА, Беспалова ЕВ. Исследование трансформаций природно-антропогенных ландшафтов сухих степей долины Маныч. Естественные и технические науки. 2015;(6):66-9.
- Общий список литературы/Reference List**
1. Abaturov BD. [Pasture type of functioning of steppe and semi-desert ecosystems]. Uspekhi Sovremennoy Biologii. 2006;(5):435-47. (In Russ.)
 2. Abaturov BD, Kulackova NYu. [The role of grazing animals and steppe bollards in the circulation of nitrogen and ash elements in steppe pasture ecosystems]. Aridnye Ekosistemy. 2010;(2):54-64. (In Russ.)
 3. Bezuglova OS. [Regional features of desertification processes in Rostov Region]. Aridnye Ekosistemy. 2015;(1):17-21. (In Russ.)
 4. Dzapova RR, Sankuyeva ZM, Trofimov IA. [Seasonal and annual dynamics of species composition, yield and feed stocks of white-field pastures of the North-Western Caspian region (Kalmyk ASSR)]. Rastitelnye Resursy. 1991;(4):1-10. (In Russ.)
 5. Zakrutkin VYe, Shishkina DYu. [Principles and criteria of complex ecological zoning of agricultural territories]. Izvestiya VUZov. Severo-Kavkazskiy Region Yestestvennye Nayki. 1993;(3):18-34. (In Russ.)
 6. Ilyina LP, Kalinitchenko VP. [The problem of preserving the fertility of arid lands of Manych Valley]. In: Sovremennye Dostizheniya Nayki v Ratsionalnom Prirodopolzovanii. Moscow: Vestnik RASKhN; 2014. p. 116-20. (In Russ.)
 7. Ilyina LP, Kovda IV, Nevidomskaya DG, Sushko KS, Morgun EG. [Characteristics of the formation, composition and properties of dry steppe solonchic-drained soil complex of Manych Valley]. Vestnik Yuzhnogo Nauchnogo Tsentra. 2014;(4):61-72. (In Russ.)
 8. Ilyina LP, Sushko KS. [Characteristics of formation, composition and properties of dry-steppe saline soil complexes of Manych Valley]. In: Prirodnye i Antropogennye Transformatsii

