

**ЭКСТРЕМАЛЬНАЯ ЗАСУХА НА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЕ
В ПЕРИОД ПОТЕПЛЕНИЯ СЕРЕДИНЫ XX СТОЛЕТИЯ: КЛИМАТИЧЕСКИЕ
ХАРАКТЕРИСТИКИ И АНАЛОГИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА**

© 2023 г. В.В. Попова*, Д.Д. Бокучава**, Т.А. Матвеева**

**Институт географии РАН*

Россия, 119017, г. Москва, Старомонетный пер., д. 29

***Институт физики атмосферы имени А.М. Обухова РАН*

Россия, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 3. E-mail: valeria_porova@mail.ru

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Беспрецедентные аномалии годового стока Волги и Северной Двины 1920-1940 гг. рассматриваются в контексте глобального потепления середины XX столетия и климатических экстремумов последних десятилетий. Изучение гидрологических и климатических характеристик показывает, что на Восточно-Европейской равнине период глобального потепления проявился в многолетней засухе 1934-1940 гг., которая, согласно классификации Палмера, не имеет аналогов в этом регионе по интенсивности и продолжительности и стала причиной экстремальных гидрологических событий. Результаты проведенного спектрального анализа изменчивости речного стока, а также анализа эмпирических ортогональных функций аномалий атмосферного давления, позволяют считать, что ближайшими подобными явлениями, но значительно уступающими по воздействию на природную среду, можно считать засухи 1972 и 2010 гг.

Ключевые слова: потепление середины XX столетия, Восточно-Европейская Равнина, речной сток, экстремумы, засуха, индекс Палмера, циркуляционные условия.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках проекта Российского научного фонда №22-27-00495 «Климатические и циркуляционные факторы аномалий увлажнения крупных речных бассейнов Европейской России в эпоху потепления середины XX столетия».

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-3-11

EDN: SA1LXD

**К ВОПРОСУ О МАТЕМАТИЧЕСКОМ МОДЕЛИРОВАНИИ
ПРОЦЕССА ИСПАРЕНИЯ**

© 2023 г. А.Н. Салугин

*Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения РАН*

Россия, 400062, г. Волгоград, Университетский просп., д. 97. E-mail: saluginan@mail.ru

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Обсуждены математические методы описания процессов испарения с поверхности почв в условиях субаридной зоны юга России. Произведен анализ теоретических работ в этой области и результаты их практического приложения. Для объяснения натурных наблюдений использовалось математическое моделирование. Математические модели испарения с поверхности почв разделяются на два типа: физико-математические, обоснованные взаимодействием воды с почвенным каркасом и феноменологические – на балансовых соотношениях. Анализ данных по испарению с поверхностями легких почв произведен с учётом диффузионного и пленочного перемещения влаги в поровом пространстве. При анализе кумулятивного испарения с протяженных территорий использовалась полуэмпирическая модель, связывающая интенсивность испарения с осадками и гидрофизическим состоянием почвенной влаги зоны аэрации. Получено хорошее согласие теории капиллярного передвижения с данными по испарению с поверхности открытых песчаных почв. Выявлена нелинейная связь скорости испарения от толщины подстилающей поверхности и капиллярно-сорбционным давлением. Количество годовых осадков на юге России и кумулятивное испарение связаны между собой степенной зависимостью, указывающей на капиллярно-сорбционную природу испарения.

Ключевые слова: испарение, пористость, зона аэрации, градиент давления, влажность, радиус капилляра, математическое моделирование, водный режим почв.

Финансирование. Работа выполнена в рамках Государственного задания № 122020100450-9 «Разработка новой методологии оптимального управления биоресурсами в агроландшафтах засушливой зоны РФ с использованием системно-динамического моделирования почвенно-гидрологических процессов, комплексной оценки влияния климатических изменений и антропогенных нагрузок на агробиологический потенциал и лесорастительные условия».

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-12-19

EDN: DCKJSF

3

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2023, том 29, № 2 (95), с. 20-28

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 556.31; 631.432.1

**ВЛИЯНИЕ ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ
НА ПАРАМЕТРЫ ГРУНТОВЫХ ВОД СКЛОНОВОГО АГРОЛАНДШАФТА**

© 2023 г. А.С. Бузуева, Д.И. Губарев, М.Ю. Несветаев, В.А. Куликова

*Федеральный аграрный научный центр Юго-Востока
Россия, 410010, г. Саратов, ул. Тулайкова, д. 7. E-mail: deneg2@yandex.ru*

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Целью исследований было установить влияние почвенно-климатических факторов на глубину залегания и степень засоления грунтовых вод склоново-ложбинного ландшафта. Материалом для исследований послужили данные наблюдений за 1990-2021 гг. гидрогеологического мониторинга 6 скважин на исследовательских стационарах ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока». Проведен анализ динамического изменения уровня грунтовых вод на различных элементах рельефа в скважинах, расположенных на Приволжской возвышенности в г. Саратове на Елшано-Гусельской равнине. В результате анализа установлена общая тенденция к повышению уровня грунтовых вод, как в условиях плакора, так и в условиях склоново-ложбинного рельефа. Установлен химический состав атмосферных осадков, как основного

источника питания грунтовых вод. Наибольший процент от всего химического состава осадков принадлежит сульфатам – 35% и гидрокарбонатам – 22%. Выявлены основные ионы, определяющие химический тип и степень минерализации изучаемых вод. Превышение ПДК по средним значениям установлено по сульфатам, кальцию, магнию, натрию. Уровень минерализации воды на плакорах на 27% превышает показатели скважин ложбин. По среднемноголетним данным грунтовая вода, отобранная по элементам рельефа, характеризуется как соленая.

Ключевые слова: изменение климата, грунтовые воды, химический состав грунтовых вод.

Финансирование. Статья подготовлена в рамках темы Государственного задания № FNWF-2022-0007 «Формирование принципов управления экосистемами и сельскохозяйственным производством на основе цифровизации и прогнозирования почвенно-климатических изменений».

Критерии авторства. А.С. Бузуева проводила полевые обследования, анализировала полученные данные, писала рукопись. Д.И. Губарев проводил полевые обследования, наблюдения за грунтовыми водами, писал и оформлял рукопись. М.Ю. Несветаев проводил полевые обследования, собирал и анализировал данные. В.А. Куликова выполняла лабораторные исследования, анализировала полученные данные. Все авторы в равной степени несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-20-28

EDN: GBXGNB

4

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2023, том 29, № 2 (95), с. 29-35

===== СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =====

УДК 551.5;58.032.3

СЕЗОННАЯ И ГОДОВАЯ ДИНАМИКА ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В ВОСТОЧНОЙ ПРИРОДНО-СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЗОНЕ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В 1961-2020 ГГ.

© 2023 г. В.Н. Гудко, А.В. Усатов, К.В. Азарин

*Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского
Южного федерального университета*

Россия, 344090, г. Ростов-на-Дону, просп. Стачки, д. 194/1. E-mail: Gudko.1985@mail.ru

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

На основании данных метеорологической станции Ремонтное, расположенной в Восточной природно-сельскохозяйственной зоне Ростовской области, за период 1961-2020 гг. оценивается сезонная и годовая динамика средней температуры, количества осадков, а также динамика гидротермических условий, выраженных индексом аридности де Мартона. В период исследования отмечен значимый тренд увеличения среднегодовой температуры и тенденция роста годового количества осадков. Значимый тренд увеличения среднесезонной температуры отмечен для всех сезонов, за исключением осеннего, когда наблюдалась положительная тенденция. Тенденция снижения количества осадков отмечена в летний сезон. В остальные сезоны тенденции осадков положительны. Годовой режим гидротермических условий в 75% случаев характеризовался как умеренно и слегка засушливый. Умеренно засушливые условия также доминировали в весенний (43% случаев), летний (55% случаев) и осенний (47% случаев) сезоны. Сезонные изменения температурного режима и количества осадков в исследуемый период привели к смещению характера гидротермических условий. В зимний и летний сезоны отмечена тенденция смещения режима гидротермических

условий к более засушливому, а в весенний и осенний сезоны, напротив, к более влажному. В годовом интервале на фоне увеличения количества осадков отмечено смещение режима гидротермических условий к более влажному. Таким образом, на основании рассчитанных годовых тенденций можно заключить, что для метеостанции Ремонтное в период 1961-2020 гг. характерно гумидное потепление.

Ключевые слова: температура воздуха, количество осадков, гидротермические условия, индекс аридности де Мартона, Ростовская область, гумидное потепление.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках государственного задания в области научной деятельности (№ 0852-2020-0029) «Фундаментальные основы агро- и экобиотехнологий для устойчивого функционирования естественных и антропогенных экосистем».

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-29-35

EDN: OSFPEN

5

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2023, том 29, № 2 (95), с. 36-44

===== СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =====

УДК 631.48.575

О ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ФЕНОМЕНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ ЮГА РОССИИ

© 2023 г. **З.Г. Залибеков, С.А. Мамаев, Р.А. Магомедов, М.А. Мусаев, П.Д. Мусалаева**

Институт геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН

Россия, 367010, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Ярагского, д. 75

E-mail: bfdgu@mail.ru

Поступила в редакцию 14.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Территория Европейской части юга России объединяет регионы, расположенные между двумя материкообразующими морями: Черным морем с северо-запада и Каспийским морем с юго-востока. Между указанными морями в субмеридиональном направлении с общей протяженностью более 1.5 тыс. км и разнообразием элементов рельефа протягиваются Кавказские горы. К северу от них, в пределах 42°-48° с.ш., 38°-49° в.д., расположены умеренный и субтропический пояса степей, полупустынь, пустынь, лесной и кустарниковой растительности (Докучаев, 1951).

В рамках общих закономерностей учения о зонах природы сформулированы представления об общепринятых параллелях и меридианах, вдоль которых протягиваются системы в большинстве случаев с повышенной геодинамической активностью. В отдельных континентах четко выделяется приуроченность широтных горных поясов к 36°-60° параллелям, охватывающим широкий диапазон формирования ландшафтов и почвенного покрова. Общеизвестно, что в пределах 30-40° с.ш. в атмосфере наблюдается максимум давления, за что они получили название «ревущие сороковые», откуда дуют ветры с переходом в группу сильных бурь катастрофических масштабов, оказывающих влияние на развитие процессов аридизации и опустынивания.

Ключевые слова: географические пояса, континенты, атмосферное давление, горные системы, иссушение, ксероморфизм, картографический анализ, смена почвенных зон, состав почвенного покрова.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Института геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН «Ландшафтно-геохимическое районирование Прикаспийской низменности», раздел 1, № ААА-А117-117021310199-9 «Разработка методологических основ изучения гумусового состояния и

засоления почв в целях ландшафтно-геохимического районирования аридных территорий», тема 3, № АААА-А17-117021310203-3 «Эколого-геохимические особенности подземных вод Северо-Восточного Кавказа (Дагестана). Природные и антропогенные факторы загрязнения».

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-36-44

EDN: OZIERA

6

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2023, том 29, № 2 (95), с. 45-52

===== СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =====

УДК 631.48.11

О ВЛИЯНИИ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА РЕГИОНАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ СИСТЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЧВ

© 2023 г. М-Р. А. Казиев*, С.Н. Имашева*, С.А. Теймуров*, З.А. Баламирзоева**

**Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан
Россия, 367014, Республика Дагестан, г. Махачкала, МКР Научный городок,
ул. А. Шахбанова, д. 30. E-mail: imashova86@mail.ru*

***Дагестанский государственный университет
Россия, 367000, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Магомеда Гаджиева, д. 43-а*

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Глобальные климатические изменения, происходящие в современных условиях, являются определяющим фактором направления исследования по рациональному использованию почвенных ресурсов. В южных регионах России, включая Республику Дагестан, условия ведения сельского хозяйства усложняются засушливостью климата, прогрессирующей аридизацией и опустыниванием. Проводимые исследования показывают, что без учета направлений адаптационных изменений в состоянии почвенного покрова может быть нанесен ущерб в экономической эффективности разрабатываемых мероприятий. Поэтому поставлена цель определить комплекс региональных адаптационных изменений по снижению отрицательных воздействий связанных с проявлением засух, суховеев и пыльных бурь, оказывающих влияние на экономические показатели Дагестана.

Ключевые слова: адаптационные меры, регионы, климатические изменения, уязвимость, плодородие почв, восстановление травостоя, кормовые угодья, паспорт пастбищ.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Федерального аграрного научного центра Республики Дагестан по теме научно-исследовательской работы № 122021800247-5 (FNMN-2022-0010) «Совершенствование адаптивно-ландшафтной системы земледелия на основе разработки новых ресурсосберегающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур и агроэкологической оценки земель. Совершенствование организационно-экономического механизма повышения эффективности сельскохозяйственного производства Республики Дагестан».

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-45-52

EDN: OEXJJV

7

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2023, том 29, № 2 (95), с. 53-66

===== СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =====

УДК 504.53

СВОЙСТВА ПОЧВ И ЗАПАСЫ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В ПОЧВАХ ПРИБРЕЖНЫХ АРИДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ОАЗИСА НА ЮГО-ВОСТОКЕ ТУНИСА

© 2023 г. Б. Абделхаким*, О. Зохра*, И. Виссем*, Б. Надхем**

*Университета Габеса, научный факультет
Cite Эрриад, 6072, Зриг, Шабес, Тунис. E-mail: bouajilaabdelhakim@gmail.com

**Университет Туниса-Эдь-Манара, научный факультет
Кампус Фархат Хачед, 2092, Тунис, Тунис

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Наши знания о свойствах почвы в засушливых экосистемах и запасах органического углерода в ней невероятно важны для оптимизации связывания и хранения органического углерода в почве ради смягчения последствий климатических изменений. Данное исследование направлено на изучение свойств почвы, запасов органического углерода в ней и запасов конкретно в оазисе засушливой экосистемы. Почвенные образцы (34 шт.) были отобраны случайным образом с глубины 0-5 и 0-30 см на 17 участках. В них мы измерили объемную плотность, pH, электропроводность, объем карбоната кальция и гипса, а также общий органический углерод, взвешенный органический углерод и углерод, который имеет отношение к концентрациям тонкодисперсных минеральных фракций и запасов. В результате было выяснено, что почвы оазиса имеют высокие значения pH и электропроводности. Аналогичным образом мы обнаружили высокие концентрации CaCO₃ и гипса. Однако значения объемного веса колебались от 1.23 до 1.30 г/см³ на глубине 0-5 см и от 1.18 до 1.35 г/см³ на глубине 0-30 см. Концентрация общего органического углерода в этих слоях колеблется в среднем от 8.47 до 13.25 г/кг и от 9.27 до 11.06 г/кг соответственно. Во всех образцах органический углерод представляет собой основной пул органического углерода (>60%). Среди участков, где брались пробы, содержание углерода в слое 0-5 см составило 0.4-0.8 кгс/м², а в слое 0-30 см достигало 4 кгс/м² (40 т/га). Органический углерод в виде твердых частиц – от 21 до 34%. Матрица корреляции между свойствами почвы показала значительную отрицательную корреляцию (p = 0.05) между твердым углеродом и электропроводностью. Однако положительная корреляция (p = 0.01) наблюдалась с различными пулами органического углерода в почве. Поэтому можно сказать, что почвы оазиса содержат относительно большое количество углерода. Таким образом, наше исследование подтверждает, что засушливые почвы Северной Африки можно рассматривать в качестве потенциального накопителя для связывания и хранения органического углерода.

Ключевые слова: органический карбон, гипсоносные почвы, аридный регион, Тунис.

Финансирование. Эта работа выполнена при поддержке исследовательского гранта (STC_TUNGER-006/INTOASES) в рамках двустороннего научно-технического сотрудничества между Тунисской Республикой и Федеративной Республикой Германия.

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-53-66

EDN: LOEVRN

8

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2023, том 29, № 2 (95), с. 67-76

СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

УДК 581.5; 58.02

**МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗАПАСОВ ЖИВОЙ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ
СТЕПНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОСЛЕ ПОЖАРА (НА ПРИМЕРЕ
УЧАСТКА «БУРТИНСКАЯ СТЕПЬ» ЗАПОВЕДНИКА «ОРЕНБУРГСКИЙ»)**

© 2023 г. Г.Х. Дусаева, О.Г. Калмыкова

*Институт степи Оренбургского федерального исследовательского центра
Уральского отделения РАН*

Россия, 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11. E-mail: 16guluy@mail.ru, o.k.81@list.ru

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

В последние годы в аридных регионах России отмечается катастрофическое увеличение площади и частоты пожаров в степях. При этом выгорает вся надземная часть фитоценозов, что в значительной степени снижает запасы надземной фитомассы, продуктивность сообществ, изменяет структуру и состав степных фитоценозов. Целью нашего исследования было изучить влияние пирогенного фактора на запасы живой надземной фитомассы и определить сроки ее восстановления. На участке «Буртинская степь» Государственного природного заповедника «Оренбургский» в 2015 г. после пожара было заложено 6 мониторинговых участков, каждый включал в себя контрольную (негоревшую) и горевшую площадку. Для выявления особенностей динамики запасов живой надземной фитомассы использованы стандартные геоботанические методики и метод укосных площадей. Исследования были проведены в период 2015-2020 гг. В результате изучения влияния пирогенного фактора на растительный покров степей было установлено, что запасы живой надземной фитомассы ($г/м^2$) достигают значения контрольных сообществ на второй год исследования. Сезонная динамика запасов живой фитомассы с 3-4 года после пожара больше зависит от состава и типа сообщества, а не от того, подвергалось ли оно воздействию пирогенного фактора. За весь период исследования доля запасов живой фитомассы от общей надземной фитомассы горевших сообществ приближалась к значениям контрольных фитоценозов, однако всегда была больше контроля, что указывает на неполное восстановление структуры надземной фитомассы на гари.

Ключевые слова: степные пожары, запасы живой надземной фитомассы, сезонная динамика, многолетняя динамика, ООПТ, восстановление растительного покрова, Оренбургская область.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Института степи Уральского отделения РАН «Проблемы степного природопользования в условиях современных вызовов: оптимизация взаимодействия природных и социально-экономических систем» (проект № ГР АААА-А21-121011190016-1).

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-67-76

EDN: НКХЕХJ

9

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2023, том 29, № 2 (95), с. 77-84

===== СИСТЕМНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АРИДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ =====

УДК 581.5 (575.13)

**СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *XYLOSALSOLA CHIWENSIS* (POPOV)
AKHANI & ROALSON И *SCORZONERA BUNGEI* KRASCH. & LIPSCH.
НА ПЛАТО УСТЮРТ (УЗБЕКИСТАН)**

© 2023 г. Н.К. Рахимова, Т. Рахимова, Х.Ф. Шомуродов, В.К. Шарипова

Институт ботаники академии наук Республики Узбекистан

Узбекистан, 100125, г. Ташкент, ул. Дурмон йули, д. 32. E-mail: rakhimovanodi@mail.ru

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Проведение экологического мониторинга, охрана редких видов растений, а также исследования для оценки состояния популяций редких и исчезающих видов с

использованием ценопопуляционных подходов являются первоочередными задачами, как и сохранение растительных сообществ с их участием. Целью исследования явилось изучение эколого-фитоценотической приуроченности ценоценозов редких видов Устюрта *Xylosalsola chiwensis* и *Scorzonera bungei*, занесенных в Красную книгу Республики Узбекистан (2019). Дана характеристика растительных сообществ с участием ценопопуляций исследованных видов. Изучена онтогенетическая структура данных видов. Результаты показали, что в эколого-ценоценозовых условиях Устюрта изученные ценопопуляции нормальные, неполночленные. Базовый онтогенетический спектр – центрированный, с пиком на средневозрастные генеративные особи. Спектры конкретных ценопопуляций – центрированный и левосторонний, что связано с экологическими условиями обитания и колебаниями погодных условий. При развитии отгонного животноводства и планировании линейных инфраструктур необходимо продолжать охрану данных видов. Полученные результаты будут использованы в последующих изданиях Красной книги Республики Узбекистан.

Ключевые слова: *Xylosalsola chiwensis*, *Scorzonera bungei*, Аральское море, плато Устюрт, биоразнообразие, онтогенетическая структура, ценопопуляция.

Финансирование. Работа выполнена в рамках проекта Ф5-ФА-0-13289 «Современные тенденции развития растительности и животного мира Устюрта в процессе опустынивания» и по Государственной программе (ПФИ-5) «Оценка современного состояния растительного покрова и пастбищных ресурсов Республики Каракалпакстан».

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-77-84

EDN: ZUUMIF

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ, ПУТИ МИГРАЦИИ И МЕСТА ЗИМОВКИ СЕРЫХ ЖУРАВЛЕЙ СЕВЕРНОГО ПОДМОСКОВЬЯ

© 2023 г. Т.В. Свиридова*, О.С. Гринченко**, М. Викельски***, Е.И. Ильяшенко*

*Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 119071, Москва, Ленинский просп., д. 33. E-mail: t-sviridova@yandex.ru

**Институт водных проблем РАН
Россия, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3. E-mail: olga_grinchenko@mail.ru

***Институт поведения животных Макса Планка
Германия, D-78315, Радольфцелль, ул. Ам Обстберг, д. 1. E-mail: wikelski@ab.mpg.de

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Результаты трехлетнего слежения за снабженным GPS-GSM передатчиком серым журавлем позволили лучше понять географические связи, пути миграций и ключевые участки летнего пребывания и миграционных остановок особей этого вида, гнездящихся в центре европейской части России. Прослежены пролетные пути и места зимовки, выявлены ключевые и кратковременные места миграционных остановок в аридных районах Украины, в Турции, Израиле и Эфиопии. Установлено, что в разные годы журавль использовал разные места зимовки. Выявлено, что неполовозрелые журавли Дубненского предмиграционного скопления (Московская область) могут использовать территории, где формируются другие предотлетные скопления, в

частности в Смоленской области. Отмечен факт успешного гнездования серого журавля в трехлетнем возрасте.

Ключевые слова: серый журавль, Дубненское предотлетное скопление, долина Хула, миграции в аридные регионы, спутниковое мечение.

Финансирование. Работа Т.В. Свиридовой выполнена в рамках темы «Экологические и эволюционные аспекты поведения и коммуникации животных» ИПЭЭ РАН, № государственной регистрации АААА-А18-118042690110-1, № госзадания 0089-2021-0004; Е.И. Ильяшенко – в рамках темы «Фундаментальные проблемы охраны живой природы и рационального использования биоресурсов» ИПЭЭ РАН, № государственной регистрации АААА-А18-118042490055-7, № госзадания 0089-2021-0010; О.С. Гринченко – в рамках темы «Исследования геоэкологических процессов в гидрологических системах суши, формирования качества поверхностных и подземных вод, проблем управления водными ресурсами и водопользованием в условиях изменений климата и антропогенных воздействий» ИВП РАН (№ FMWZ-2022-0002), № государственной регистрации 122041100236-4.

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-85-97

EDN: PXRFO

11

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2023, том 29, № 2 (95), с. 98-108

===== **ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ** =====

УДК 551.45+631.585

ПОЕДАЕМОСТЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ КАК ОДИН ИЗ КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПАСТБИЩ МОНГОЛИИ

© 2023 г. Е.В. Данжалова*, Э. Ариунболд, Н.И. Дорофеев*,
Д. Мягмарсурэн***, С.Н. Бажа***

**Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
Россия, 119071, г. Москва, Ленинский просп., д. 33. E-mail: monexp@mail.ru*

***Институт географии и геоэкологии Академии наук Монголии
Монголия, 15170, г. Улан-Батор, ул. Баруун, д. 15. E-mail: er_ariunbold@mail.ru*

****Гуманитарный университет
Монголия, 14200, г. Улан-Батор, пл. Сухэ-Батора, д. 20, E-mail: dmiigaa@humanities.mn*

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Изучение состояния и хозяйственной ценности пастбищных экосистем Монголии в условиях их прогрессирующей деградации продолжает оставаться весьма актуальными. Существующие методы кормовой оценки пастбищ либо трудоемки (зоотехнический метод), либо не отражают реальной ситуации (оценка общей продуктивности) при формировании маловидовых или монодоминантных деградированных сообществ. Для определения кормовой ценности и продуктивности пастбищных экосистем Монголии предложен коэффициент поедаемости (КП), определяемый на основе данных о пищевой привлекательности видов растений, слагающих сообщество, а также разнообразии поедаемых видов. КП рассчитывался отношением поедаемой фитомассы к общей наземной фитомассе, умноженным на число поедаемых видов, входящих в состав доминантов и содоминантов. КП был определен для 158 сообществ луговых и степных пастбищных экосистем. Проведено их ранжирование по 4 категориям. Установлено, что значительная часть исследованных сообществ имеет высокий КП. Хотя эти сообщества характеризуются разной степенью антропогенной нарушенности, в том числе сильной, высокий КП обусловлен тем, что часть дигрессивно-активных видов имеет удовлетворительную или хорошую поедаемость. Вероятно, этим фактом и

поддерживается потенциал к увеличению численности скота в Монголии, имеющего широкий диапазон пищевой предпочтительности. В то же время отмечена высокая доля пастбищ с низким и очень низким КП. В большей степени такие пастбища сформированы сообществами настоящих и сухих степей, испытывающих наибольшую пастбищную нагрузку в Монголии.

Ключевые слова: Монголия, луговые экосистемы, степные экосистемы, кочевое животноводство, пастбище, пастбищная дигрессия, кормовая оценка, надземная фитомасса, пищевая привлекательность растений, коэффициент поедаемости.

Финансирование. Исследование выполнено в рамках Научной программы деятельности Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и АНМ по теме 3.1.2. «Оценка деградации растительного покрова степных экосистем с учетом региональных и экономических факторов» и в рамках государственного задания ИПЭЭ РАН по теме «Историческая экология и биогеоценология» (№ 0109-2019-0007).

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-98-108

EDN: RXJSPZ

12

АРИДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ, 2023, том 29, № 2 (95), с. 109-117

===== **ОТРАСЛЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ ЗАСУШЛИВЫХ ЗЕМЕЛЬ** =====

УДК 631.4;574.4

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВОЛЬЕРНОГО СОДЕРЖАНИЯ ЖИВОТНЫХ НА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ

© 2023 г. А.А. Гобарова, К.Ш. Казеев, А.В. Жадобин, А.Н. Федоренко, С.И. Колесников

*Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского
Южного федерального университета*

Россия, 344090, г. Ростов-на-Дону, просп. Стачки, д. 194/1. E-mail: kamil_kazeev@mail.ru

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Животные в процессе жизнедеятельности оказывают значительное влияние на территорию, где обитают. Исследуемые объекты находятся в зоне сухих степей, где климатические условия лимитируют развитие растительности, способствуют изменениям почвенных характеристик, что в сочетании с воздействием животных усиливает эффект. Цель работы оценить влияние животных на экологическое состояние почв вольеров Ассоциации «Живая природа степи».

В ходе исследования были определены основные показатели экологического состояния почв вольеров с животными на территории вольеров Ассоциации «Живая природа степи» в засушливых районах Ростовской области. Исследовали вольеры разных размеров, с африканскими страусами (*Struthio camelus*), эму (*Dromaius novaehollandiae*), козлами (*Capra* sp.), лошадьми Пржевальского (*Equus ferus przewwalskii*) и сайгаками (*Saiga tatarica*), и на территории с полувольным выпасом копытных животных – лошадей (*Equus caballus*), верблюдов (*Camelus bactrianus*), буйволов (*Bubalus arnee*), яков (*Bos mutus*) и лам (*Lama ganicoe*). Исследуемые участки отличались интенсивностью деградации почв. Для оценки физического состояния определяли влажность, температуру, плотность и структурность почвы, также была произведена оценка рН, валового химического состава почв, содержания гумуса и биологической активности, было проведено ранжирование участков по степени пастбищной дигрессии.

В ходе исследования вольер с африканскими страусами получил максимальную 10 степень деградации, что характеризуется сильным угнетением растительности и сбитостью почв. Также плотность почвы в вольере с африканскими страусами была

наибольшей – 1.49 г/см³, процент структурности наименьшим – 37%. Данные параметры имели тесную отрицательную корреляцию с давлением копыт и лап животных на почву (-0.9). Уровень влажности на исследуемых участках не поднимался выше 11%, несмотря на это ферментативная активность почв зависела больше не от гидротермических условий, а от влияния выделений продуктов жизнедеятельности животных. В вольерах с копытными животными, в частности в вольере с козлами, активность каталазы и уреазы всегда была выше, чем на остальных участках. Там же было отмечено высокое содержание гумуса – 10.3%, что является нехарактерным для каштановых почв и подтверждает влияние на них жизнедеятельности животных.

По результатам исследований наиболее низкие значения структурности, гумуса и биологической активности, а также повышенная плотность сложения почвы были в вольере с африканским страусом. Полученные данные объясняют уменьшение роста и развития растительности на территории, где обитают содержащиеся в скученных условиях животные.

Ключевые слова: пастбищная дигрессия, экологическое состояние, ферментативная активность, биоиндикация, содержание гумуса, физические свойства.

Финансирование. Исследования проведены при финансовой поддержке ведущей научной школы Российской Федерации «Оценка и прогноз состояния почв при различных антропогенных воздействиях и изменении климата» (НШ-449.2022.5).

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-109-117

EDN: WRCBNN

ФРАКЦИОННЫЙ СОСТАВ СОЕДИНЕНИЙ МЕТАЛЛОВ И СЕРЫ В ВЕРХНЕМ СЛОЕ ПОЧВ ЗОН ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕРРИКОНА УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ (СРЕДНЕРУССКАЯ ЛЕСОСТЕПЬ)

© 2023 г. И.Н. Семенков, А.В. Шарапова, С.А. Леднев, Т.В. Королева

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Россия, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1. E-mail: semenkov@geogr.msu.ru

Поступила в редакцию 10.11.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

Нерекультивированные отвалы Подмосковского угольного бассейна представляют многолетний стихийный эксперимент, отражающий трансформацию почв и токсичного техногенного материала под воздействием сернокислых стоков, обогащенных соединениями тяжелых металлов и металлоидов. В Тульской области для анализа трансформации фракционного состава соединений 6 элементов в почвах сернокислых геокомплексов на 11 точках (суммарно – 57 проб) были исследованы гранулометрический состав, величина рН, удельная электропроводимость водной вытяжки, концентрация углерода органических веществ и трех подвижных форм, а также валовое содержание Al, Ca, Fe, Mn и S. Тяжелосуглинистые черноземы, не подверженные воздействию террикона, содержат до 9% углерода органических веществ, имеют околонейтральную среду и невысокую удельную электропроводимость. В них средняя подвижность элементов (в %) уменьшается в ряду: Ca (62) > Mn (35) > Al, Fe (14) > S (3). Среди подвижных соединений Ca преобладают обменные, Al, Fe и Mn – извлекаемые 1n HNO₃ при близких уровнях концентрации трех изученных подвижных форм у S. Средне-тяжелосуглинистые

токсилитостраты незадернованной поверхности террикона с преимущественно очень кислой средой зачастую имеют сульфатное засоление. В них средняя подвижность элементов уменьшается в ряду: Ca (80) > Fe (36) > S (15) > Al, Mn (3). Среди подвижных соединений Ca, Mn и S преобладают обменные, Al и Fe – извлекаемые 1n HNO₃. Сернокислые стоки и твердофазное вещество с террикона образуют делювиально-пролювиальные шлейфы, которые погребают высокопродуктивные черноземы. По показателям фракционного состава соединений Al, Ca, Fe, Mg, Mn и S незадернованные почвы шлейфов близки к токсичным субстратам террикона, а задернованные почвы шлейфа приближаются к фоновым черноземам. Относительно материала террикона в перемещенном субстрате из делювиально-пролювиальных шлейфов понижено содержание подвижных соединений и валовых Ca, S. Предположительно за счет влияния растительности в задернованном субстрате значимо повышено содержание подвижных соединений Mn и подвижность Al, а за счет ослабленного поступления веществ с тела террикона понижена подвижность Fe. Поступление сернокислых растворов в гор. АУх черноземов повышает содержание подвижных соединений и валовой S, а также водорастворимых Ca²⁺ и Mg²⁺ при снижении содержания подвижных соединений и валового Mn.

Ключевые слова: объекты накопленного вреда, потенциально токсичные элементы, темноцветные почвы, черноземы, токсичные техногенные поверхностные образования (Technosols), фракционирование, угледобыча, загрязнение почв.

Благодарности. Авторы благодарны П.П. Кречетову за обсуждение промежуточных результатов исследования, Б.А. Ибрагимовой за помощь в выполнении количественного химического анализа, Е.С. Старчиковой и Н.А. Юдиной за подготовку проб и приготовление водной вытяжки, Л.В. Добрыдневой (МГУ) за хроматографический анализ водной вытяжки, А.И. Якушеву (ИГЕМ РАН) за валовой анализ, В.К. Карандашеву (ИПТМ РАН) за элементный анализ вытяжек. При подборе объектов исследования использованы материалы, предоставленные Центром коллективного пользования «Геопортал» (МГУ им. М.В. Ломоносова).

Финансирование. Исследование выполнено в рамках проекта РФФИ № 20-35-70066 (полевые и химико-аналитические работы) и поддержано Междисциплинарной научно-образовательной школой Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова «Будущее планеты и глобальные изменения окружающей среды» (интерпретация результатов).

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-118-127

EDN: WZSRNK

ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОГО КЛИМАТА

© 2023 г. А.С. Курбанисмаилова*, Г.Я. Ахмедов**

**Институт геологии Дагестанского научного центра РАН
Россия, 367010, Республика Дагестан, г. Махачкала, ул. Ярагского, д. 75
E-mail: tataeva11187@mail.ru*

***Институт проблем геотермии и возобновляемой энергетики, филиал Объединенного
института высоких температур РАН
Россия, 367030, Республика Дагестан, г. Махачкала, просп. И. Шамиля, д. 39а
E-mail: ganapi@mail.ru*

Поступила в редакцию 12.10.2022. После доработки 18.01.2023. Принята к публикации 19.01.2023.

В статье рассматриваются проблемы нецелесообразного сброса отработанных геотермальных вод на открытый грунт и в наземные водоемы, а также выброса с геотермальной водой попутных горючих газов в открытую атмосферу путем сжигания на факеле. Дается оценка и возможные пути технической реализации предотвращения загрязнения окружающей среды, вызванные при использовании геотермальных вод в аридных регионах. Представлены схематические решения эксплуатации геотермальных систем в режиме без солеотложения в условиях утилизации попутного горючего газа метана. Показано, что ввод углекислого газа в закачиваемую обратно в водоносный горизонт отработанную геотермальную воду обеспечивает долговечность работы скважин закачки.

Ключевые слова: геотермальная вода, попутный газ метан, энергетическое оборудование, экология, утилизация газа, углеводороды.

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания № 1021060808495-2-1.5.13 Института геологии Дагестанского федерального исследовательского центра РАН «Моделирование гидрогеологических условий Терско-Кумского артезианского бассейна в пределах Дагестана».

DOI: 10.24412/1993-3916-2023-2-128-135

EDN: ZEBHRJ