Статья поступила в редакцию: 13.09.2026
Статья принята к публикации: 18.09.2026
Статья опубликована: 07.10.2026

УДК 502.521:631.587-047

DOI: 10.32743/UniChem.2026.148.10.23439

Характеристика мелиоративного состояния почв региона Южного Приаралья на основе современных методов

Отенова Фарида Толегеновна
д-р биол. наук, доц.
кафедры Биологии Нукусский государственный педагогический институт, ст. науч. сотр.
Каракалпакский научно исследовательский институт Естественных наук
Республика Узбекистан, г. Нукус
E-mail: farida.otenova@mail.ru

Мамбетуллаева Светлана Мирзамуратовна
д-р биол. наук, проф.
Каракалпакский научно исследовательский институт Естественных наук
Республика Узбекистан, г. Нукус
E-mail: smamb.@mail.ru

Characterization of the soil reclamation state in the Southern Aral Sea region based on modern methods

Otenova Farida Tolegenovna
doctor of biological sciences, Associate Professor
of the Department of Biology of the Nukusstate pedagogical institute Senior researcher
of the Karakalpak Scientific
Research Institute of Natural Sciences
Republic of Uzbekistan, Nukus

Mambetullaeva Svetlana Mirzamuratovna
doctor of biological sciences, professor
Karakalpak scientific research institute of natural sciences
Republic of Uzbekistan, Nukus

Аннотация

Целью настоящего исследования является комплексная оценка пространственно-временной динамики почвенно-мелиоративного состояния орошаемых земель Южного Приаралья (Республика Каракалпакстан) за десятилетний период (2014–2024 гг.), а также выявление основных факторов их экологической деградации. В статье подробно рассмотрены ключевые механизмы развития почвенно-деградационных процессов, включая вторичное засоление, дегумификацию и трансформацию естественного гидрогеологического

Библиографическое описание: Отенова Ф.Т., Мамбетуллаева С.М. Характеристика мелиоративного состояния почв региона Южного Приаралья на основе современных методов // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2026. 10(148). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/23439

режима. На основе интеграции результатов лабораторных химических анализов и данных дистанционного зондирования проведен детальный количественный анализ пространственного распределения показателей кислотности (pH) и степени засоленности почвенных горизонтов в разрезе шести ключевых административных районов региона. Обоснована критическая необходимость проведения систематической инвентаризации и пространственного мониторинга солеаккумуляции для разработки экологически безопасных и адаптивных мелиоративных мероприятий. Показано, что резкое усиление роли неуправляемых климатических факторов, в частности динамика температуры воздуха, непосредственно определяет режим накопления осадков, интенсивность испарения и физико-химические процессы в почвенном профиле. Разработанная методология анализа риска деградации почв рассматривается как важнейший инструмент природоохранного управления, позволяющий проводить точную оценку экологических рисков и обеспечивающий устойчивую научную основу для принятия управленческих решений.

Abstract

The purpose of this study is to provide a comprehensive assessment of the spatiotemporal dynamics of the soil-reclamation condition of irrigated lands in the Southern Aral Sea region (Republic of Karakalpakstan) over a ten-year period (2014–2024) and to identify the main drivers of their ecological degradation. The paper examines key mechanisms of soil degradation processes in detail, including secondary salinization, dehumification, and the transformation of the natural hydrogeological regime. Based on the integration of laboratory chemical analysis results and remote sensing data, a detailed quantitative analysis of the spatial distribution of acidity (pH) and soil horizon salinization levels across six key administrative districts of the region was conducted. The critical need for systematic inventory and spatial monitoring of salt accumulation is substantiated to develop environmentally safe and adaptive reclamation measures. Uncontrollable climatic factors, particularly air temperature dynamics, directly determine moisture accumulation regimes, evaporation intensity, and physicochemical processes within the soil profile. The developed methodology for soil degradation risk analysis serves as a crucial environmental management tool, providing a sustainable scientific foundation for effective decision-making.

Ключевые слова: засоленные почвы, деградация площадей, степень засоленности, Южное Приаралья, кислотность (pH) почвы, орошаемые земли.

Keywords: salinized soils, land degradation, degree of salinization, Southern Aral Sea region, soil acidity (pH), irrigated lands.

Введение

В настоящее время одной из главных экологических проблем региона является вторичное засоление земель, которое происходит вследствие повышения минерализации грунтовых вод. Регион Южного Приаралья из-за существующих экологических проблем, таких как дефицит водных ресурсов, засоление почв, загрязнение вод, неудовлетворительное снабжение населения качественной питьевой водой, деградация пастбищ и пахотных земель, гибель тугайных и саксауловых лесов признан официально зоной экологического бедствия [3; 11; 24]. Базовым критерием оценки физического состояния почвы является соответствие

комплекса почвенных свойств характеру функций, выполняемых почвой в конкретном ландшафте. В этом контексте наибольшую актуальность приобретают вопросы количественной оценки засоленных почв. Это значит, что, прежде всего, необходимо установить, как и в какой степени влияет количество солей на выполнение почвой своих экологических функций через изменение физических свойств [12].

Засоленные почвы непременный компонент как естественных, так и антропогенных ландшафтов аридных территорий. Засоленность почв является одним из основных генетических показателей аридных почв, а также свойством, ограничивающих свое плодородие. Вопросы классификации, происхождения и агромелиорации почв аридных территорий не могут быть разрешены без кропотливого исследования засоленных почв, детализированного мониторинга их распространения и прогнозного развития. В связи с ростом антропогенного прессинга, деградация почв является одной из самых актуальных и призывающих незамедлительной интерцессии проблем сегодняшнего дня [8; 9].

Засоление почв выделено, как один из наиболее значительных типов деградации почв с учетом реальной встречаемости и природно-хозяйственной значимости последствий. Повсеместное увеличение площадей засоленных почв и сокращение вследствие этого пахотных угодий вызывает необходимость экологической оценки засоленных почв с точки зрения их экологического состояния [10; 14; 15].

С этой точки зрения охрана плодородия почв и его увеличение является одной из основных экологических проблем. При использовании почвы, влияющие, на нее некоторые антропогенные процессы способствуют, снижению ее плодородия, в связи, с чем необходимо проводить мероприятия, направленные на их устранение [16; 19].

Одним из доминирующих процессов деградации на орошаемых территориях Южного Приаралья является засоление почв. Наблюдаемое сегодня состояние почвенного покрова в этом регионе можно охарактеризовать как критическое. За последние четыре-пять десятилетий уровень гумуса в почвах сократился на треть или даже на 40 %, при этом примерно 60 % сельскохозяйственных угодий имеют содержание гумуса ниже 1 %. Следовательно, основная задача, стоящая перед сельским хозяйством Приаралья, заключается в восстановлении засоленных земель и их возвращении в производственный цикл [13; 20; 21].

Исходя из этого, **целью данного исследования является** комплексная оценка динамики почвенно-мелиоративного состояния орошаемых земель Южного Приаралья за десятилетний период (2014–2024 гг.) на основе интеграции данных лабораторных химических анализов и дистанционного зондирования для выявления пространственно-временных закономерностей солеаккумуляции и разработки научного обоснования адаптивно-мелиоративных мероприятий.

Материалы и методы

Исследования проводились в аридной зоне региона Южного Приаралья (Республике Каракалпакстан), занятым орошаемыми почвами в разных ширкатных хозяйствах центральной зоны республики (рис.1). Почвенные образцы для определения степени

засоления отбирались конвертным методом с каждого участка с верхнего 0 – 30 см слоя. В отобранных и подготовленных к химическому анализу почвенных образцах определялось содержание водорастворимых солей [6; 14].

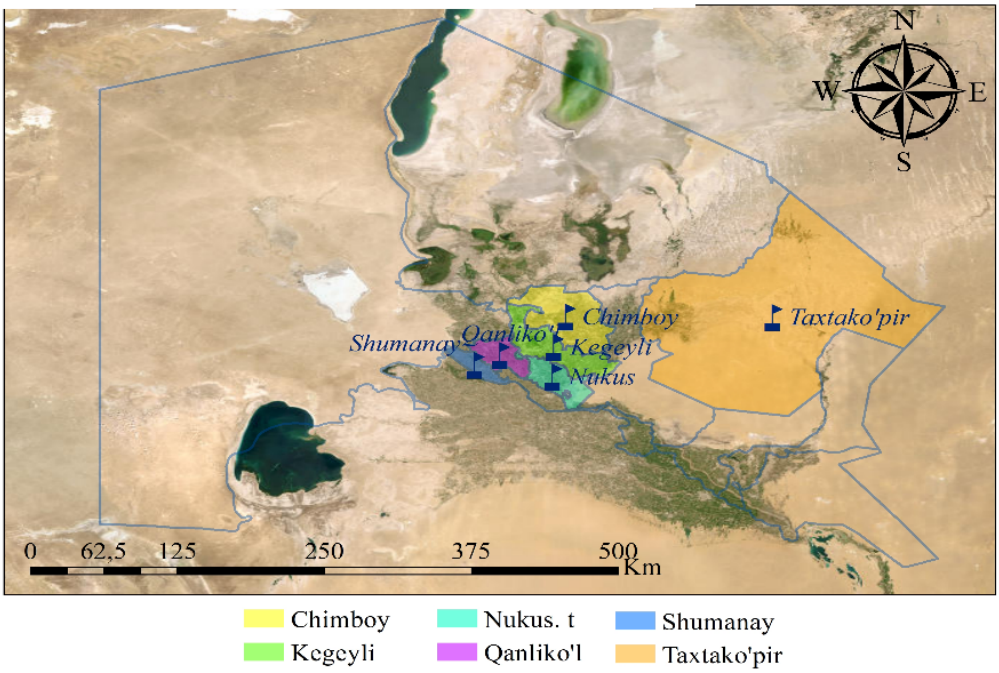


Рисунок 1. Карта-схема районов проведения исследований в Республике Каракалпакстан согласно (http://google.maps)

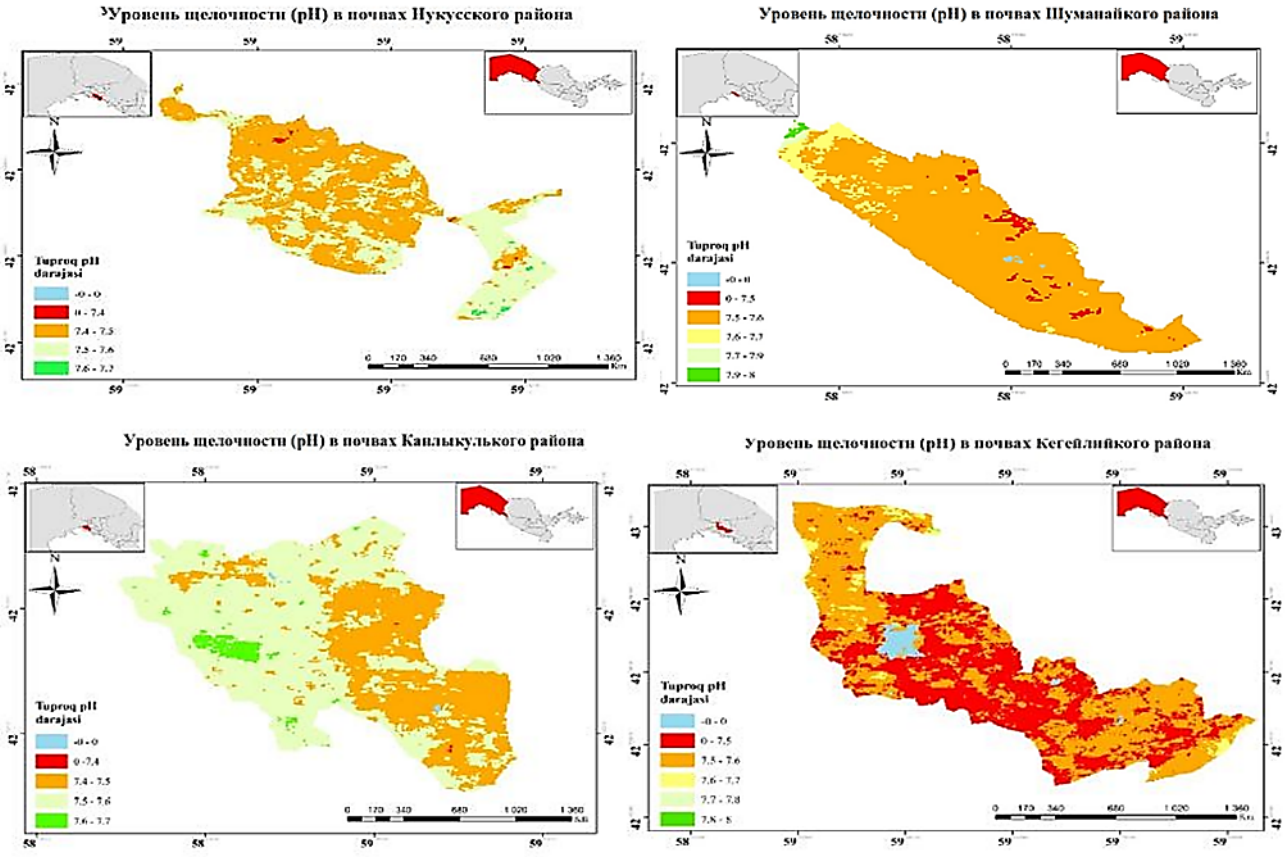
Из проведённых опытов и с засеянных посевами участков были отобраны почвенные образцы, в которых определяли содержание гумуса и азота, а также их подвижные формы. Почвы опытного участка представлены аллювиально-луговыми и лугово-болотными почвами. Степень засоления данных почв различна. В этих почвах также определялось содержание водорастворимых солей [22]. Исследования проводились в течение 2014–2024 годов. Анализ почв выполнялся в соответствии с руководствами «Практические занятия по почвоведению», а также «Почвенная микробиология и биохимия» под редакцией проф. Д.Г. Звягинцева [9; 5].

Результаты исследования и обсуждения

Анализ орошаемых земель Южного Приаралья по почвенно-мелиоративным районам показал, что наибольшую площадь занимают серо-бурые почвы — 55,6 %. Пустынно-песчаные почвы составляют 15,7 %, тогда как болотно-луговые почвы занимают минимальную долю — всего 0,10 %. Орошаемое земледелие провоцирует подъем солей из глубоких подстилающих пород. Влияние гидрогеологических условий и характеристик дренажа определяет объем этого выноса: он составляет от 20 % до 60 % от общего солесодержания в дренажных водах. Одной из ключевых экологических проблем региона стало вторичное засоление, вызванное интенсивным орошением. Переход почв из автоморфного состояния в гидроморфное радикально изменил их свойства, что делает необходимым поиск и внедрение новых методов мелиорации и управления водными ресурсами [1; 4; 18; 7; 13; 17].

Деградация орошаемых площадей и снижение объемов сельскохозяйственного производства являются прямым следствием вторичного засоления почв. В нынешних условиях состояние агроландшафтов и их способность к воспроизводству критически зависят от текущего климатического режима и погодных условий региона. Кислотность — один из важнейших показателей, влияющих на все процессы, происходящие в почве: от доступности питательных веществ для растений до активности почвенных микроорганизмов. pH почвы — ключевая характеристика, которая может быть использована для проведения информативного анализа как качественных, так и количественных характеристик почвы. Кислотность почвы (pH) имеет научное и практическое значение в сельском хозяйстве. Этот показатель влияет на рост и развитие сельскохозяйственных культур, а также на выбор удобрений [2; 23; 6].

Проведенный анализ дистанционного зондирования на наличие кислотности почвы показал, что в Нукусском районе Каракалпакстана основная доля приходится на нейтральные почвы (41,5 %) и слабокислые почвы (58,09 %). Самые минимальные значения составили слабощелочные и сильнощелочные почвы (0,3 и 0,45 % соответственно) (рис2).



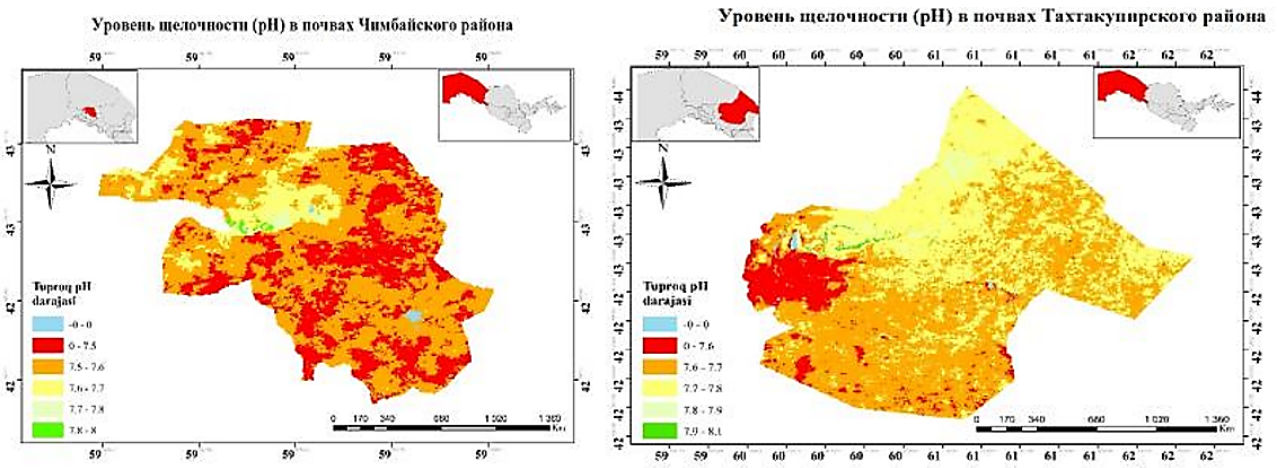


Рисунок 2. pH-среда почв, распространенных в различных районах Республики Каракалпакстан

Проведенный анализ почв на их кислотно-щелочной баланс в Шуманайском районе республики показал, что основная доля приходится на почвы с слабокислым — 88,14 %. Самые минимальные показатели объема почв приходятся на сильнощелочные почвы — 0,43 %. Доля сильно кислотных почв составляет 2,47 %. Доля почв с нейтральной кислотностью составляет 7,76 % всей площади территории района.

В структуре почвенных ресурсов Канлыкульского района доминируют почвы с нейтральным показателем pH (61,5 %). Вторыми по распространенности являются слабокислые типы почв (35,8 %). Участки с признаками слабой щелочности имеют ограниченное распространение и охватывают 2,55 % земель района. Проведенный анализ почв на их кислотно-щелочной баланс в Кегейлийском районе республики показал, что основная доля приходится на почвы с слабой кислотностью — 53,1 %. Доля с сильно кислотным балансом составляет 41,22 %. Самые минимальные показатели объема почв приходится на сильно щелочные почвы — 0,02 %. Доля слабощелочных почв составляет 0,04 %. Доля почв с нейтральной кислотностью составляет 3,07 % всей площади территории района. В Чимбайском районе Каракалпакстана основная доля приходится на слабокислотные почвы (57,65 %) и сильно кислотные почвы (31,18 %). Самые минимальные значения составили слабощелочные и сильно щелочные почвы (0,94 и 0,36 % соответственно). Анализ почв на их кислотно-щелочной баланс в Тахтакупырском районе Каракалпакстана показал, что основная доля приходится на почвы со слабой кислотностью — 49,2 %, а также на грунты с нейтральной кислотностью — 39,3 %. Самые минимальные показатели объема почв приходятся на сильно щелочные почвы — 0,4 %. Доля сильно кислотных почв составляет 8,2 % всей площади территории Тахтакупырского района (рис. 3). Регулярное измерение pH и своевременная коррекция pH позволяют избежать физиологических расстройств растений, увеличить урожайность и улучшить качество продукции. Учёт кислотности почвы позволяет минимизировать потери питательных веществ и обеспечить их оптимальное усвоение растениями.

Заключение

Проблема вторичного засоления почв в регионе Южного Приаралья, в частности в Республике Каракалпакстан является актуальной проблемой, возникшей вследствие широкомасштабного освоения орошаемого земледелия. Решение этого вопроса требует разработки новых научных экологических инновационных подходов для улучшения состояния орошаемых площадей в регионе Приаралья. Таким образом, для разработки мероприятий по борьбе с вторичным засолением почв необходимо учитывать факторы природного процесса и причины сезонного засоления. На основе научно-обоснованных подходов и современных методов дистанционного зондирования и моделирования процессов засоления необходимо провести инвентаризацию территорий орошаемого земледелия с целью выявления направленности тренда и интенсивности процесса солеаккумуляции.

Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: МГУ, 1970. – 487 с.
2. Ахмедов А.У., Гафурова Л.А. Оценка современного почвенно-мелиоративного состояния почв голодной степи // Земледелие, агрохимия и почвоведение. – 2019. – № 4 (90). – С. 7–11.
3. Бахиев А.Б., Трешкин С.Е., Мамутов Н.К. Результаты экспериментальных исследований по созданию галофитных пастбищ в Южном Приаралья // Вестник ККО АН РУз. – 2009. – № 4. – С. 103–108.
4. Волобуев В.Р. Экология почв. – Баку. – 1963. – 260 с.
5. Звягинцев Д.Г., Добровольская Т.Г., Бабьева И.П., Зенова Г.М., Лысак Л.В., Марфенина О.Е. Роль микроорганизмов в биогеоценотических функциях почв // Почвоведение. – 1992. – № 6. – С. 63–77.
6. Кузиев Р. Орошаемые почвы сероземного пояса Узбекистана, их экологическое состояние и плодородие: автореф. дисс. д-ра биол. наук. – Ташкент, 1994. – 44 с.
7. Методика определения размеров ущерба от деградации почв и земель (Утверждена приказом Роскомзема и Минприроды России от 17 июля 1994 г). – 13 с.
8. Минкина Т.М. Методические аспекты почвенно-экологического мониторинга // Плодородие. – 2002. – № 5. – С. 33–35.
9. Мирхамидов Х., Мирюнусов М. Тупроқшуносликдан амалий машғулотлар. – Тошкент: Мехнат, 1987. – 92 с.
10. Нигматов А.Н. Геоэкологические аспекты заворожённости и техногенной нарушенности земель Узбекистана. – Ташкент. – 2005. – 237 с.
11. Новикова Н.М. Альдякова О.А. Оценка влияния изменения режима вод суши на наземные экосистемы. – Москва: Наука, 2005. – 265 с.
12. Новикова Н.М. Эколого-географический аспект Аральского кризиса. Часть1. Развитие Аральской проблемы, ее изучение, оценка и разработка мероприятий // Экосистемы: экология и динамика. – 2019. – С. 5–66.

13. Отенова Ф.Т. Анализ показателей индекса засоленности почвы в различных районах Каракалпакстана [Электронный ресурс]. // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. – 2025. URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21369 (дата обращения: 12.09.2026).
14. Панкова Е.И., Айдаров И.П., Ямнова И. А, Новикова А.Ф., Благоволин Н.С. Природное и антропогенное засоление почв бассейна Аральского моря (география, генезис, эволюция). – М.: Почв. ин-т им. В.В.Докучаева, 1996. – 187 с.
15. Ревут И.Б., Лебедева В.Г., Абрамов И.А. Плотность почв и ее плодородие: сб. трудов по агрон. физике. – Вып. 10. – М.С. 154–165. – Л.: Сельхозгиз, 1962.
16. Романова Е.М., Игнаткин Д.С., Романов В.В., Любомирова В.Н., Мухитова М.Э. Биоиндикация – составной компонент экологического мониторинга // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения // Материалы VII Международной научно-практической конференции. – 2016. – С. 148–155.
17. Руководство по лабораторным методам исследования ионно-солевого состава нейтральных и щелочных минеральных почв / под ред. Н.Б. Хитрова, А.А. Понизовского. – М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 1990. – 236 с.
18. Соколов И.А. Теоретические проблемы генетического почвоведения. – Новосибирск: Наука, 1993. – 231 с.
19. Структурно-функциональная роль почвы в биосфере / Отв. ред. Г.В. Добровольский. – М.: ГЕОС, 1999. – 278 с.
20. Татаринцев Л.М. Экологические проблемы орошения в степной зоне Западной Сибири // Мелиорация и водное хозяйство. – 2004. – № 2. – С. 30–32.
21. Толепова Ш.Б. Проблемы соленакопления в низовьях Амударьи. – Ж.: Экология и водное хозяйство. – Баку, 2005. – № 5. – С.76–80.
22. Турапов И., Қурвантоев Р., Пирахунов М. Водные и физические свойства орошаемых почв Республики Каракалпакстана // Қишлоқ хўжалик тараққиётининг илмий асослари. Халқаро илмий-амалий конф. маърузаларининг тезислари. – 2001. – С. 124–125.
23. Kulmatov R.A., Hojamberdiev M. Speciation analyses of heavy metals in the transboundary rivers of Aral Sea basin: Amudarya and Syrdarya rivers // Journal of Environmental Science and Engineering. – 2010. – № 8. – P. 36–45.
24. Otenova, F.T., Mambetullaeva, S.M. (2024, June). Ecological assessment of soil salinization in the southern Aral Sea Region // BIO Web Conf. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES. – 2024. – T. 103. – DOI: 10.1051/bioconf/202410300027.

References

1. Arinushkina E.V. [Guide to Chemical Analysis of Soils]. – M.: MGU, 1970. – 487 p (In Russ.)

2. Bakhiev A.B., Treshkin S.E., Mamutov N.K. [Results of Experimental Research on the Creation of Halophytic Pastures in the Southern Aral Sea Region] // Vestnik KKO AN RUz. – 2009. – No. 4. – P. 103–108. (In Russ.)
3. Volobuev V.R. [Soil Ecology]. – Baku. – 1963. – 260 p (In Russ.)
4. Zvyagintsev D.G., Dobrovol'skaya T.G., Bab'eva I.P., Zenova G.M., Lysak L.V., Marfenina O.E. [The Role of Microorganisms in Biogeocenotic Functions of Soils] // Pochvovedenie. – 1992. – No. 6. – P. 63–77. (In Russ.)
5. Kuziev R. [Irrigated Soils of the Sierozem Belt of Uzbekistan, Their Ecological Status and Fertility: Abstract of Dissertation for Doctor of Biological Sciences]. – Tashkent. – 44 p. – 1994. (In Russ.)
6. [Methodology for Determining the Extent of Damage from Soil and Land Degradation]. – Approved by the order of Roskomzem and the Ministry of Nature of Russia dated July 17, 1994. – 13 p (In Russ.)
7. Minkina T.M. [Methodological Aspects of Soil-Ecological Monitoring] // Plodorodie. – 2002. – No. 5. – P. 33–35. (In Russ.)
8. Mirkhamidov Kh., Miryunusov M. [Practical Exercises in Soil Science]. – Toshkent: Mekhnat, 1987. – 92 p (In Russ.)
9. Nigmatov A.N. [Geoecological Aspects of Salinization and Technogenic Disturbance of Lands in Uzbekistan]. – Tashkent. – 237 p. – 2005. (In Russ.)
10. Novikova N.M. [Ecological-Geographical Aspect of the Aral Crisis. Part 1. Development of the Aral Problem, Its Study, Assessment, and Development of Measures] // Ekosistemy: ekologiya i dinamika. – 2019. – No. 1. – P. 5–66. (In Russ.)
11. Novikova N.M. [Aldyakova O.A. Assessment of the Impact of Changes in Continental Water Regimes on Terrestrial Ecosystems]. – Moskva: Nauka, 2005. – 265 p (In Russ.)
12. Otenova F.T. [Analysis of Soil Salinity Index Indicators in Various Districts of Karakalpakstan] // Universum: khimiya i biologiya: elektron. nauchn. zhurn. – 2025. – P. 21–26. – URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21369 (accessed: 12.09.2026). (In Russ.)
13. Pankova E.I., Ajdarov I.P., Yamnova I. [A. Novikova A.F., Blagovotin N.S. Natural and Anthropogenic Salinization of Soils in the Aral Sea Basin (Geography, Genesis, Evolution)]. – M.:. – 1996. – 187 p (In Russ.)
14. Revut I.B., Lebedeva V.G., Abramov I.A. Soil density and its fertility. – Collection of works on agronomic physics. – L.: 1962, (10). – P. 154–165. (In Russ.)
15. Romanova E.M., Ignatkin D.S., Romanov V.V., Lyubomirova V.N., Mukhitova M.E. [Bioindication – an Integral Component of Ecological Monitoring] // Agrarnaya nauka i obrazovanie na sovremennom etape razvitiya: opyt, problemy i puti ikh resheniya // Materialy VII Mezhdunarodnou nauchno-prakticheskou konferentsii. – 2016. – P. 148–155. (In Russ.)
16. [Guide to Laboratory Methods for Studying the Ionic-Salt Composition of Neutral and Alkaline Mineral Soils] / Pod red. N.B. Khitrova, A.A. Ponizovskogo. – M.: Pochvennyi institut im. V.V. Dokuchaeva, 1990. – 236 p (In Russ.)

17. Sokolov I.A. [Theoretical Problems of Genetic Soil Science]. – Novosibirsk: Nauka, 1993. – 231 p (In Russ.)
18. The structural and functional role of soil in the biosphere / Edited by G.V. Dobrovolsky. – M.: GEOC, 1999. – 278 P. (In Russ.)
19. Tatarintsev L.M. [Ecological Problems of Irrigation in the Steppe Zone of Western Siberia] // Melioratsiya i vodnoe khozyaustvo. – 2004. – No. 2. – P. 30–32. (In Russ.)
20. Tolepova Sh.B. [Problems of Salt Accumulation in the Lower Amu Darya // Journal: Ecology and Water Management. Baku. – 2005. – No. 5. – P. 76–80. (In Russ.)
21. Turapov I., Kurvantoev R., Pirakhunov M. Water and Physical Properties of Irrigated Soils of the Republic of Karakalpakstan // Scientific Foundations of Agricultural Development. Abstracts of reports at international scientific and practical conferences. ToshDAU. – 2001. – P. 124–125. (In Russ.)
22. Akhmedov A.U., Gafurova L.A. Assessment of the modern soil-meliorative state of barren steppe soils // Agriculture, Agrochemistry, and Soil Science. – 2019. – P. 7–11. (In Russ.)
23. Kulmatov R.A., Hojamberdiev M. Speciation analyses of heavy metals in the transboundary rivers of Aral Sea basin: Amudarya and Syrdarya rivers // Journal of Environmental Science and Engineering. – 2010. – No. 8. – P. 36–45.
24. Otenova F.T. & Mambetullaeva S.M. (2024, June). Ecological assessment of soil salinization in the southern Aral Sea Region / BIO Web Conf. International Scientific-Practical Conference “Agriculture and Food Security: Technology, Innovation, Markets, Human Resources” (FIES 2023) Volume 103, 2024. (SCOPUS) – DOI: 10.1051/bioconf/202410300027.