

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Статья поступила в редакцию: 28.07.2026

Статья принята к публикации: 16.08.2026

Статья опубликована: 07.09.2026

УДК 631.6+581.5+333.3

DOI: 10.32743/UniChem.2026.147.9.23313

Применение почвопокровных и средообразующих растений-галофитов как альтернатива улучшения засоленных почв осушенного дна Аральского моря

Матжанова Холида Казакбаевна

канд. биол. наук

доц., зав. лабораторией Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан

Республика Узбекистан, Каракалпакстан, г. Нукус

E-mail: kholida_mk@mail.ru

Орел Марина Михайловна

ст. науч. сотр., Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук

Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан

Республика Узбекистан, Каракалпакстан, г. Нукус

E-mail: orel_mm@mail.ru

The use of ground cover and habitat-forming halophyte plants as an alternative for improving saline soils of the dried bottom of the Aral sea

Matjanova Kholida Kazakbaevna

PhD in Biology, Associate Professor

Head of the laboratory of the Karakalpak Research Institute of Natural Sciences Karakalpak

Branch of the Academy of Sciences

Republic of Uzbekistan, Karakalpakstan, Nukus

Orel Marina Mikhailovna

Senior researcher

of the Karakalpak Research Institute of Natural Sciences Karakalpak branch of the Academy of

Sciences

Republic of Uzbekistan, Karakalpakstan, Nukus

Аннотация

Усыхание Аральского моря привело к масштабной трансформации природных экосистем Южного Приаралья, сопровождающейся усилением процессов засоления почв, деградацией растительного покрова и формированием новых источников солепылевого

загрязнения. В этих условиях особую актуальность приобретает применение местных видов растений-галофитов, обладающих почвозащитными и средообразующими свойствами. Исследование основано на анализе литературных данных, результатов полевых наблюдений и опыта фитомелиорации деградированных территорий Приаралья.

Установлено, что на осушенном дне Аральского моря преобладают засоленные почвы хлоридного типа, при этом содержание солей в глинистых и суглинистых почвах составляет 0,8–4,5 %, а в песчаных и супесчаных – 0,1–0,8 %. Доминирующее положение в растительном покрове занимают галофиты, выполняющие важные средообразующие функции, включая закрепление поверхности почвы, снижение дефляции, уменьшение переноса солепылевых аэрозолей и создание условий для последующего формирования устойчивых растительных сообществ. Показано, что использование саксаула (*Haloxylon ammodendron*, *H. persicum*), а также местных видов джужгуна (*Calligonum* spp.), тамарикса (*Tamarix* spp.), терескена (*Krascheninnikovia ceratoides*) и солянок (*Xylosalsola richteri*) является эффективным направлением биологической рекультивации деградированных земель. Подтверждена целесообразность применения местных галофитных видов в качестве основы экологически устойчивых технологий восстановления засоленных почв осушенного дна Аральского моря и снижения негативных последствий экологического кризиса региона.

Abstract

The desiccation of the Aral Sea has resulted in a large-scale transformation of the natural ecosystems of the Southern Aral Sea region, accompanied by intensified soil salinization, degradation of vegetation cover, and the emergence of new sources of salt-dust pollution. Under these conditions, the use of native halophytic plant species with soil-protective and ecosystem-forming properties has become particularly relevant. This study is based on the analysis of published literature, field observations, and the experience of phytomelioration of degraded lands in the Aral Sea region.

The results showed that chloride-type saline soils predominate on the dried seabed of the Aral Sea. The salt content ranges from 0.8 to 4.5 % in clay and loamy soils and from 0.1 to 0.8 % in sandy and sandy loam soils. Halophytes dominate the vegetation cover and perform important ecosystem-forming functions, including soil surface stabilization, reduction of wind erosion, mitigation of salt-dust aerosol transport, and the creation of favorable conditions for the subsequent development of stable plant communities. The study demonstrated that the use of saxaul (*Haloxylon ammodendron*, *H. persicum*), as well as native species of *Calligonum* spp., *Tamarix* spp., *Krascheninnikovia ceratoides*, and *Xylosalsola richteri*, represents an effective approach to the biological reclamation of degraded lands. The findings confirm the feasibility of using native halophytic species as the basis for environmentally sustainable technologies aimed at restoring saline soils on the dried Aral Sea bed and mitigating the adverse environmental consequences of the regional ecological crisis.

Библиографическое описание: Матжанова Х.К., Орел М.М. Применение почвопокровных и средообразующих растений-галофитов как альтернатива улучшения засоленных почв осушенного дна Аральского моря // *Universum: химия и биология* : электрон. научн. журн. 2026. 9(147). URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/23313>

Ключевые слова: Аральское море, осушенное дно Аральского моря, галофиты, фитомелиорация, засоленные почвы, экологическое восстановление, рекультивация почв, опустынивание.

Keywords: Aral Sea, desiccated seabed, halophytes, phytomelioration, saline soils, ecological restoration, soil reclamation, desertification.

Введение

В последние годы, в связи с усыханием Аральского моря, произошло изменение экологической обстановки и природных условий в Южном Приаралье. Поэтому, на данных территориях изменился почвенно-растительный комплекс: почвы стали засоленными, а среди растительности стали преобладать галофиты. Засоленность глинистых и суглинистых почв колеблется в пределах — 0,8–4,5 % песчаные и супесчаные засолены меньше — 0,1–0,8 %, при этом преобладают хлоридные соли [6, с. 14–17; 7, с. 279–281].

Галофитный тип растительности на всей территории Южного Приаралья приобретает тенденцию к повсеместному распространению, и большинство видов является средообразующими. Изучение и применение средообразующих галофитов имеет важное значение для предотвращения негативных последствий экологических изменений и эффективной оптимизации процессов рассоления почв. В последние десятилетия значительное внимание мирового научного сообщества уделяется изучению галофитов природной флоры и возможностям их использования для восстановления и улучшения состояния засоленных почв. Исследования Н. Lieth, М. Moschenko и М. Lohmann [9, с. 104; 10, с. 104; 11, с.104] были посвящены оценке использования галофитов в различных климатических условиях в рамках экологических и экофизиологических исследований. Потенциал галофитных растений для рекультивации засоленных территорий и устойчивого землепользования рассмотрен в работах Mishra Avinash и Bhakti Tanna [12, с. 8289], а также J. Jed Brown, Edward P. Glenn и S.E. Smith [8, с. 73–80].

Опыт предотвращения переноса солепылевых аэрозолей и восстановления деградированных засоленных земель в южном Приаралье был начат в 1980-х гг. и продолжается до настоящего времени. На бывшем дне Аральского моря семенами саксаула в 2018 году уже засеяно около 110 тыс. гектаров. И предполагается освоить 500 тыс. га высохшего дна. В конечном итоге, в течение 10–12 лет лесными насаждениями можно покрыть все высохшее дно моря [4, с. 36–37].

Основным направлением работ стало создание защитных фитомелиоративных насаждений с использованием преимущественно саксаула (*Haloxylon ammodendron*, Н. persicum), а также других местных галофитных и ксерофитных видов, включая джужгун (*Calligonum* spp.), тамарикс (*Tamarix* spp.), терескен (*Krascheninnikovia ceratoides*) и солянки (*Xylosalsola richteri*) (Рис. 1).



Рисунок 1. Искусственная лесопосадка из саксаула

Несмотря на имеющиеся исследования и опыт работы в данной области, вопросы применения растений-освоителей, выполняющих почвопокровные и средообразующие функции на засоленных обширных территориях дна Аральского моря, до настоящего времени остаются недостаточно изученными. Это определяет актуальность поиска и выявления перспективных видов растений, пригодных для использования деградированных земель. Перспективные виды должны характеризоваться высокой устойчивостью к экстремальным условиям среды и одновременно выполнять ключевые экосистемные функции: способствовать закреплению почвы, снижению уровня её засоления, повышению плодородия и сохранению биоразнообразия [5, с. 31–37].

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлась галофильная и ксерофильная растительность, произрастающая на вновь образованных территориях, южной части осушенного дна Аральского моря на заложенных экологических профилях — 4 на Муйнакском (Учсайском) и 8 на Кабанбайском (рис. 1).



Рисунок 2. Районы исследования

Исследования проводились на протяжении 25 лет — с 2000 по 2025 гг. В работе были использованы экологические, геоботанические, наземно-экспедиционные, полустационарные наблюдения и мониторинг, лабораторные, флористические методы. Видовая принадлежность растений определялась по базе данных POWO (Plants of the World Online — Растения мира он-лайн).

Геоботаническим исследованиям подверглись: однолетние почвопокровные галофитные виды и многолетние средообразующие виды, перспективные для рекультивации засоленных земель, а также эдификаторные виды пустынных экосистем, обеспечивающие закрепление почвы, снижение дефляции и формирование благоприятных условий для последующего заселения территории другими видами растений.

Для определения степени засоления и химического состава почв использовали лабораторное оборудование, прошедшее предварительную проверку и калибровку в соответствии с установленными требованиями. Для высушивания почвенных образцов использовали сушильный шкаф ТГУ-01-200, для взвешивания почвенных образцов — аналитические весы CZBL 303.

Почвенные образцы отбирали из генетических горизонтов в корнеобитаемом слое в соответствии с принятой методикой отбора почвенных проб. Образцы очищали от растительных остатков и крупных включений, высушивали до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу, измельчали и просеивали через сито с размером ячеек 1 мм. Для химического анализа готовили водные вытяжки в установленном соотношении 1:5 почва–вода. После перемешивания и отстаивания вытяжку фильтровали и использовали для определения содержания водорастворимых солей. Определение состава и содержания водорастворимых солей проводили по методике Е. Аринушкиной [1, с. 275], с учетом рекомендаций В. Ковды [2, с. 304]. Ионы хлора определялись аргентометрическим методом,

сульфаты — гравиметрическим, ионы кальция и магния — комплексонометрическим (Трилон Б — этилендиаминтетрауксусная кислота), карбонат и бикарбонат-ионы — титрованием серной кислотой в присутствии индикаторов фенолфталеина и метилоранжа. Натрий и калий — по разнице суммы анионов и катионов. Содержание суммы солей контролировали по сухому остатку.

Цель исследования — научное обоснование применения почвопокровных и средообразующих растений-галофитов для улучшения засоленных почв осушенного дна Аральского моря.

Результаты исследования и их обсуждение

Продолжающиеся негативные последствия усыхания Аральского моря определяют необходимость разработки и внедрения, эффективных мер, направленных на стабилизацию экологической обстановки и восстановление нарушенных экосистем. Одной из первоочередных задач является закрепление подвижных песков и рекультивация вновь сформировавшихся засоленных территорий осушенного дна Аральского моря (Аралкум). Среди существующих методов восстановления наиболее перспективными являются биологическая мелиорация, фитовосстановление и фитозакрепление, основанные на использовании устойчивых к засолению и аридным условиям растений, способных закреплять почву, снижать интенсивность дефляции и улучшать её экологическое состояние.

Такие средообразующие растения, как *Haloxylon ammodendron* и *Tamarix hispida* хорошо изучены и широко применяются в облесении пустынных, засоленных деградированных почв на территории Аралкума.

К числу средообразующих видов, перспективных для рекультивации засоленных земель, помимо вышеупомянутых, относятся также эдификаторные виды пустынных экосистем — *Calligonum caput-medusae*, *Halostachys caspica*, *Nitraria schoberi*, *Kalidium capsicum*, обеспечивающие закрепление почвы, снижение дефляции и формирование благоприятных условий для последующего заселения территории другими видами растений.

Однако, постоянно меняющиеся климатические условия, с усиленной аридизацией, обуславливают появление новых природных территорий, с меняющимися почвенно-эдафическими, гидрологическими характеристиками требуют поиска новых видов растений, способных произрастать и адаптироваться к данным условиям.

Исследованиями установлено, что в естественных условиях засоленной пустыни Аралкум первыми поселяются пионерные виды — однолетние галофиты, которые выполняют почвозащитную функцию, частично дают расселяющий эффект и создают благоприятные условия для последующего заселения другими видами растений. К таким почвозащитным (почвозакрепляющим) однолетним галофитам, обеспечивающим формирование первичного растительного покрова на осушенном дне Аральского моря, относятся *Salicornia persica*, *Spirobassia hirsuta*, *Bassia hyssopifolia*, *Climacoptera aralensis*, *C. olgae*, *C. crassa*, *Atriplex pratovii*, *Petrosimonia sibirica*. В таблице 1 приведен перечень растений и их возможности по улучшению состояния почв.

Таблица 1.

Почвопокровные растения и их экологическая роль

№	Вид	Экологические функции
1	<i>Salicornia persica</i>	Образует плотные заросли на солончаках, эффективно покрывает поверхность почвы
2	<i>Spirobassia hirsuta</i>	Один из основных пионерных видов осушенного дна, формирует значительный растительный покров
3	<i>Bassia hyssopifolia</i>	Хорошо покрывает поверхность почвы, снижает дефляцию
4	<i>Climacoptera aralensis</i>	Пионерный однолетний галофит, формирует сплошной покров
5	<i>Climacoptera olgae</i>	Аналогично, участвует в формировании напочвенного покрова
6	<i>Climacoptera crassa</i>	Формирует растительный покров на засоленных почвах
7	<i>Atriplex pratovii</i>	Может выступать как почвопокровный вид при высокой плотности, но обычно рассматривается как пионерный галофит
8	<i>Petrosimonia sibirica</i>	Формирует плотные сезонные сообщества на солончаках

Авторы данной статьи в своих исследованиях [3, с. 1–10] предлагают использовать и создавать на локальных засоленных территориях растения, применяя комплексные посадки, состоящие из почвопокровных травянистых галофитов, таких как: *Salicornia persica*, *Spirobassia hirsuta*, *Bassia hyssopifolia*, *Climacoptera aralensis*, *C. olgae*, *C. crassa*, *Atriplex pratovii*, *Suaeda acuminata*, *S. prostrata*, *Aeluropus littoralis*, *Alhagi pseudalhagi*, *Petrosimonia sibirica*, а также, средообразующих солеустойчивых древесно-кустарниковых – *Haloxylon ammodendron*, *Halostachis belangeriana*, *Tamarix hispida*, *T. ramosissima*, *Calligonum aralense*, *C. arborescens*, *C. caput-medusae* (рис. 2).

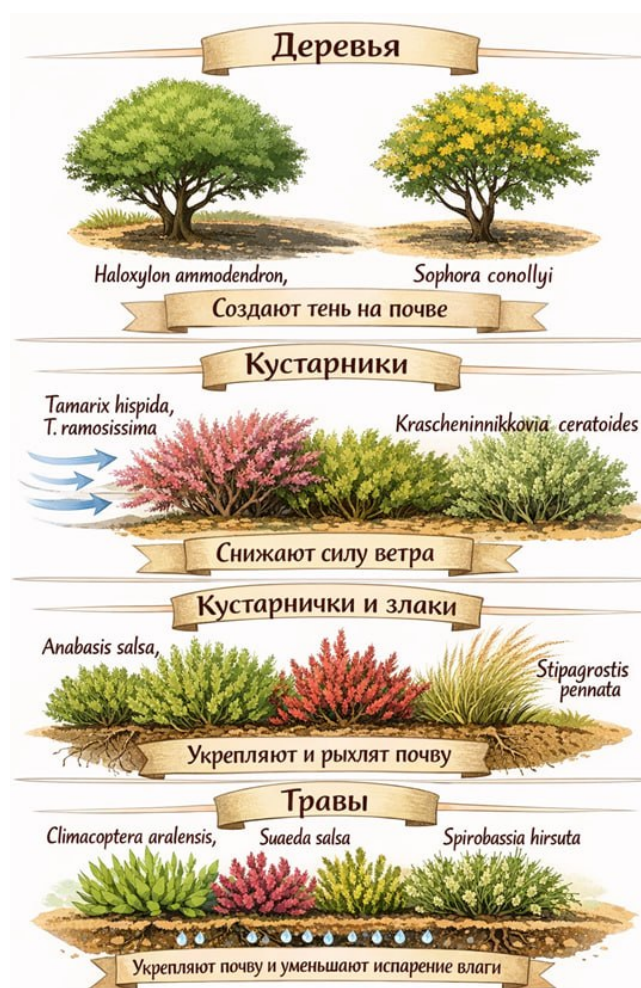


Рисунок 3. Ярусное расположение экобиоморф солеустойчивых растений

Этим способом предлагается совместное выращивание травянистых и солеустойчивых древесно-кустарниковых растений. Отличительной особенностью способа является то, что для повышения эффективности рассоления и предотвращения повторного засоления засоленный участок, на котором выращивают вначале травянистые, представляющие 1-ярус растения, а затем — древесно-кустарниковые. При этом создается комплекс многоярусных растений, которые создают биокаркас из растительности, улучшая почвенные (травы), климатические экологические условия (деревья и кустарники) окружающей среды.

Заключение

Таким образом, положительный эффект фитомелиорации осушенного дна Аральского моря достигается за счет применения научно обоснованных методов посадки и использования подобранного ассортимента видов растений, обладающего высокой практической значимостью, что обеспечивает эффективное закрепление песков, восстановление засоленных и нарушенных ландшафтов, а также способствует улучшению экологического состояния территории. На основе вышеизложенного, пришли к следующим выводам:

1. Фитомелиорация осушенного дна Аральского моря наиболее эффективна при использовании пионерных солеустойчивых видов растений и ярусного размещения растений различных жизненных форм.

2. Применение комплекса галофитных и псаммофитных растений способствует формированию устойчивого растительного покрова (биокаркаса), обеспечивающего закрепление песков и восстановление нарушенных ландшафтов.

3. Создание устойчивых растительных сообществ улучшает почвенно-экологические условия: снижает испарение влаги, уменьшает температуру приземного воздуха, способствует очищению атмосферы и восстановлению окружающей среды.

4. Разработанный перечень видов растений обладает высокой практической ценностью и может быть рекомендован для проведения фитомелиоративных мероприятий и рекультивации засоленных территорий осушенного дна Аральского моря.

Список литературы

1. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв / Е.В. Аринушкина. – Москва: Изд-во МГУ, 1970. – 275 с.
2. Ковда В.А. Проблемы борьбы с опустыниванием и засолением орошаемых почв. – М.: Изд-во Колос, 1984. – 304 с.
3. Матжанова Х.К., Орел М.М. Динамика биоразнообразия жизненных форм растений осушенного дна Аральского моря // Наукосфера. Биологические науки. – 2022. – № 5. URL: <http://nauko-sfera.ru> (дата обращения: 25.06.2026).
4. Новицкий З.Б. Лес оживляет осушенное дно Арала // Сельское хозяйство Узбекистана. Ташкент. – 2003. – № 10.
5. Орел М.М., Матжанова Х.К., Турманова О.К., Алламбергенова Р., Дилманова Н. Подбор деревьев и кустарников, устойчивых к почвенно-климатическим условиям Южного Приаралья для улучшения деградированных земель // Вестник ККО АН РУз. – 2021. – № 3.
6. Орел М.М., Темирбеков Р. Аймуратов Р. Галофильная растительность – как показатель условий засоления почв Каракалпакстана // Вестник ККО АН РУз. – 2025. – № 3.
7. Отенова Ф. Почвенные условия в исследуемых территориях Южного Приаралья // Материалы VI междунар. науч.-теоретич. конференции «Актуальные вопросы естественных наук». – 2025.
8. Brown, J.J., Glenn, E.P., Smith, S.E. Feasibility of Halophyte Domestication for High-Salinity Agriculture. In: Khan, M.A., Böer, B., Öztürk, M., Al Abdessalaam, T.Z., Clüsener-Godt, M., Gul, B. (eds) Sabkha Ecosystems. Tasks for Vegetation Science. – Springer, Dordrecht [Электронный ресурс]. – 2014. – Т. 47. – DOI: 10.1007/978-94-007-7411-7_5.
9. Lieth H., Moschenko M., Lohmann M., Koyro H.W., Hamdy A. Halophyte Uses in Different Climates // I. Ecological and Ecophysiological Studies. In: Lieth H., Ed., Progress in Biometeorology. – 1999.
10. Lieth H., Moschenko M., Lohmann M., Koyro H.W., Hamdy A. Halophyte Uses in Different Climates // II. Ecological and Ecophysiological Studies. In: Lieth H., Ed., Progress in Biometeorology, Backhuys, Leiden. – 2000.

11. Lieth H., Moschenko M., Lohmann M., Koyro H.W., Hamdy A. Halophyte Uses in Different Climates // III. Ecological and Ecophysiological Studies. In: Lieth H., Ed., Progress in Biometeriology, Backhuys, Leiden. – 2001.
12. Mishra A., Tanna B. Halophytes: Potential Resources for Salt Stress Tolerance Genes and Promoters // Frontiers in Plant Science. – 2017. – Т. 8. – DOI: 10.3389/fpls.2017.00829.

References

1. Arinushkina E.V. Rukovodstvo po khimicheskomu analizu pochv // M.: Izd. MGU. – 1970.
2. Kovda V.A. Problemy bor'by s opustynivaniem i zasoleniem oroshaemykh pochv // M.: Izd. Kolos. – 1984.
3. Matjanova Kh.K., Orel M.M. Dinamika bioraznoobraziya zhiznennykh form rastenii osushennogo dna Aral'skogo morya. Naukosfera. Biologicheskie nauki. 2022;5(1):1–10. Available at: – URL: <http://nauko-sfera.ru> (дата обращения: 27.07.2026). (In Russ.)
4. Novitskii Z.B. Les ozhivlyaet osushennoe dno Arala. Sel'skoe khozyaistvo Uzbekistana. Tashkent. 2003;(10):36–37. (In Russ.)
5. Orel M.M., Matzhanova Kh.K., Turmanova O.K., Allamberganova R., Dilmanova N. Podbor derevyev i kustarnikov, ustoychivyykh k pochvenno-klimaticheskim usloviyam Yuzhnogo Priaralya dlya uluchsheniya degradirovannykh zemel // Vestnik KKO AN RUz. – 2021. – № 3.
6. Orel M.M., Temirbekov R., Aimuratov R. Galofil'naya rastitel'nost' kak pokazatel' uslovii zasoleniya pochv Karakalpakстана. Vestnik KKO AN RUz. 2025;3(280):14–17. (In Russ.)
7. Otenova F. Pochvennye usloviya v issleduemyykh territoriyakh Yuzhnogo Priaralya // Materialy VI mezhdunarodnoy nauchno-teoreticheskoy konferentsii «Aktualnye voprosy estestvennykh nauk». – 2025.
8. Brown J.J., Glenn E.P., Smith S.E. Feasibility of Halophyte Domestication for High-Salinity Agriculture. In: Khan M.A., Böer, B., Öztürk, M., Al Abdessalaam T.Z., Clüsener-Godt, M., Gul, B. (eds) Sabkha Ecosystems. Tasks for Vegetation Science, vol 47. Springer, Dordrecht – 2014. – DOI: 10.1007/978-94-007-7411-7_5.
9. Lieth H., Moschenko M., Lohmann M., Koyro H.W. and Hamdy A. Halophyte Uses in Different Climates. I. (1999). Ecological and Ecophysiological Studies. In: Lieth H., Ed., Progress in Biometeriology, Backhuys, Leiden. P. 3–5. (104p).
10. Lieth H., Moschenko M., Lohmann M., Koyro H.W. and Hamdy A. Halophyte Uses in Different Climates. II. (2000). Ecological and Ecophysiological Studies. In: Lieth H., Ed., Progress in Biometeriology, Backhuys, Leiden. P. 3–5. (104p).
11. Lieth H., Moschenko M., Lohmann M., Koyro H.W. and Hamdy A. Halophyte Uses in Different Climates. III. (2001). Ecological and Ecophysiological Studies. In: Lieth H., Ed., Progress in Biometeriology, Backhuys, Leiden. P. 3–5. (104p).
12. Mishra A and Tanna B (2017) Halophytes: Potential Resources for Salt Stress Tolerance Genes and Promoters. Front. Plant Sci. 8:829. doi: 10.3389/fpls.2017.00829.