

14. Asilbeyova T.M., Gavrilova Olga. Pollen morphology of the genus *Rubus* L. (Rosaceae) from Azerbaijan. 2019. https://www.researchgate.net/publication/339398504_Pollen_morphology_of_the_genus_Rubus_L_Rosaceae_from_Azerbaijan
15. Asilbeyova T., Gavrilova O., Krasovskaya L. Pozhidaev A. Palynomorphological study of Azerbaijani *Rubus* species in comparison with the morphology of pollen of the whole genus. 2023. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3574701/v1>
16. Chen L.Y., Xiao X., Xiao J. Flower and reproductive characteristics of different large-flowered taxa of *Epimedium*. *J. Plant Res.* 2019. № 39. PP. 808–816. <https://doi.org/10.7525/j.issn.1673-5102.2019.06.002>
17. Gavrilova O.A., Tikhonova O.A. Apertural pollen types in the Grossulariaceae family // *Abstr. 6 th Balkan Botanical Congress: Book of abstracts – Rijeka. Croatia. 2015. PP. 25.*
18. Lankinen Å. In vitro pollen competitive ability in *Viola tricolor*: temperature and pollen donor effects // *Oecologia.* 2001. № 128. PP. 492–498. <https://doi.org/10.1007/s004420100681>

Поступила в редакцию 10.03.2025

Принята к публикации 24.03.2025

УДК 631.445.52

DOI: 10.31857/S2500208225020101, EDN: HUVMGZ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СУКЦЕССИИ ПРИБРЕЖНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ УРОВНЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Марина Ильясовна Джалалова, кандидат биологических наук

Прикаспийский институт биологических ресурсов – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Махачкала, Республика Дагестан, Россия

E-mail: d.marina.66@mail.ru

Аннотация. Процессы сукцессии идут непрерывно на всей планете. Изменения происходят во всех экосистемах естественным или искусственным путем. В зависимости от причин, вызвавших смену биоценоза, сукцессии подразделяют на природные и антропогенные. Для прибрежной растительности характерны экологические сукцессии, представляющие собой последовательную смену биоценозов на одной и той же территории под воздействием различных факторов. Приморские равнины Прикаспия – наиболее молодые участки суши, растительный покров которых еще не сформировался и находится на разных стадиях сукцессионного развития. На флору и растительность регионов повлияли трансгрессивные и регрессивные этапы истории Каспийского моря. Береговая линия постоянно менялась под действием природных и антропогенных факторов. В 1996 году произошло изменение водного баланса моря, которое привело к снижению его на 26,96 м. В настоящее время Каспийское море находится в регрессивной фазе. Возникает задача определения дальнейшего развития динамических изменений прибрежной растительности. В статье представлены результаты наблюдений за динамикой растительности на стационарных трансектах, расположенных на ключевых площадках, отличающихся по степени обводненности. С помощью кластерного анализа выделено три экотона растительных сообществ. Прибрежная полоса Каспийского моря Республики Дагестан рассмотрена как модель, изучение которой позволяет проследить экологические сукцессии растительности, связанные с изменениями уровня воды.

Ключевые слова: Республика Дагестан, сукцессии, экотопы, растительность, динамика

ECOLOGICAL SUCCESSIONS OF COASTAL VEGETATION IN THE CASPIAN SEA LEVEL MODERN DYNAMICS CONDITIONS

M.I. Dzhalalova, PhD in Biological Sciences

Pricaspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Center RAS, Mahachkala, Republic of Dagestan, Russia

E-mail: d.marina.66@mail.ru

Abstract. Succession processes occur continuously throughout the planet. Changes occur in all ecosystems, either naturally or artificially. Depending on the reasons that caused the change in biocenosis, successions are divided into natural and anthropogenic. Coastal vegetation is characterized by ecological successions, which represent a successive change of biocenoses in the same territory under the influence of both natural and anthropogenic factors. The coastal plains of the Caspian region are the youngest land areas, the vegetation cover of which has not yet formed and is at different stages of successional development. The flora and vegetation of the regions were significantly influenced by the transgressive and regressive stages of the history of the Caspian Sea. The coastline was constantly changing under the influence of natural and, nowadays, anthropogenic factors. In 1996, a change in the water balance of the sea occurred, which led to a decrease in the level of the Caspian Sea to approximately –26.96 m. In 2000, the sea level dropped by about 30 cm, and by 2002 it had stabilized and was at about –27 m. Since 2006, the decline in the level of the Caspian Sea began and by 2022 it had reached a critical level of –28.7 m. At the present stage, the Caspian Sea is in a regressive phase. The task arises of determining the further development of dynamic changes in coastal vegetation. The results of observations of the dynamics of vegetation on stationary transects located at key sites differing in the degree of water flow are presented. Using cluster analysis, 3 ecotopes of plant communities were identified. The coastal strip of the Caspian Sea of the Republic of Dagestan is, as it were, a “model”, the study of which allows us to trace the ecological succession of vegetation associated with changes in water levels.

Keywords: Republic of Dagestan, succession, ecotopes, vegetation, dynamics

Исследуемая часть Терско-Кумской низменности расположена на севере Республики Дагестан, в пределах Континентальной области и Северо-Кавказско-Азиатского района. Это самая жаркая и сухая часть Азиатского климатического района.

В зависимости от трансгрессивно-регрессивной деятельности Каспийского моря при периодическом затоплении и осушении территории в прибрежной полосе формируется особый растительный ряд. [2] Из-за нестабильности климатических условий актуально изучение вопросов изменений в экосистемах. [6]

Цель работы – рассмотреть экологические сукцессии прибрежной растительности в условиях современной динамики уровня Каспийского моря.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены результаты многолетнего изучения побережья Каспийского моря в пределах Терско-Кумской низменности. Первичным материалом для составления классификации служили бланки геоботанических описаний. Прибрежная полоса – динамичная система, изменяющая свое положение и размеры в зависимости от уровня моря. Для ее исследования предложены три экотопа из модифицированной системы по А.Н. Красновой: периодически заливаемые прибрежья с солоновато-илистыми грунтами с переменным уровнем; вышедшие после спада воды прибрежья с солоновато-илистыми грунтами; прибойная литораль. [4] Трансекты размещены на трех ключевых участках в пределах юго-западного сектора Прикаспийской низменности с абсолютными отметками высот от 22 до 28 м ниже уровня Мирового океана.

Геоботанические описания осуществляли сезонно (весна, лето, осень). Обилие растений определяли по величине проективного покрытия, выраженного в процентах. Для учета наземной фитомассы использовали общепринятый метод учетных площадок (1 м²), расположенных по линейной трансекте в десятикратной повторности. Названия видов растений даны по С.К. Черепанову. [9]

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ранее прибрежную полосу в пределах Республики Дагестан рассматривали при изучении почвенно-растительного покрова в условиях динамики уровня Каспийского моря. [7, 8, 10] Его изменение – один из главных факторов, влияющих на сукцессии прибрежной растительности. [3] Основная причина – изменчивость климатообразующих факторов. Период трансгрессий Каспийского моря характеризуется затоплением и подтоплением значительных участков побережья. [1, 5, 11]

Комплексность растительного и почвенного покрова – особенность Прикаспийской низменности, присущая всем рассматриваемым районам. Основные почвы (лугово-каштановые, солонцовые и светло-каштановые) с характерными растительными сообществами представлены в таблице.

Затопление прибрежной территории и отступление воды позволяют проследить за изменениями, происходящими в смене растительности.

Периодически заливаемые территории прибрежья характеризуются песчаными и песчано-заиленными почвогрунтами с преобладанием гидрофильных растений. Характерные виды: *Salvinia natans* (L.) All., *Nymphoides peltata* (S.G. Gmel.) O. Kuntze, *Nelumbo caspica* (DC.) Fisch., *Pistia stratiotes* L., *Ruppia maritima* L., *Caulinia graminea* (Delile) Tzvel., *C. minor* (All.) Coss. & Germ., *Naias major* All., *N. marina* L., *Lemna trisulca* L., *L. minor* L., *L. gibba* L., *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid., *Potamogeton pectinatus* L., *P. crispus* L., *P. gramineus* L., *P. lucens* L., *P. natans* L., *P. perfoliatus* L., *Myriophyllum spicatum* L., *M. verticillatum* L., *Ceratophyllum demersum* L., *C. tanaiticum* Sapeg., *C. submersum* L., *Nuphar lutea* (L.) Smith, *Nymphaea alba* L., *N. candida* J. Presl, *Trapa astrachanica* (Fler.) N. Wint., *T. caspica* V. Vassil., *Elodea canadensis* Michx., *Zannichellia palustris* L.

Вышедшие после спада воды почвы представлены засоленными лугово-болотными почвогрунтами с преобладанием галофитных растений: *Alisma gramineum* Lej., *Scirpus tabernaemontani* C.C. Gmel., *S. lacustris* L., *Butomus umbellatus* L., *Sparganium erectum* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *B. planiculmis* (Fr. Schidt) Egor., *B. popovii* Egor., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Puccinellia gigantea* (Grossh.) Grossh., *Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl., *Typha angustifolia* L., *T. caspica* Pobed., *T. laxmanii* Lepech., *T. australis* Schum. & Thonn, *Eleocharis palustris* (L.) Roem. & Schult., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb., *Plantago media* L. и некоторыми солянками – *Salicornia europaea* L., *Suaeda prostrata* Pall., *Salsola soda* L., *Petrosimonia oppositifolia* (Pall.) Litv., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) C.A. Mey.

Прибойная литораль состоит из светло-каштановых слабосолонцеватых супесчаных почвогрунтов с характерными лугово-болотными растениями: *Poa bulbosa* L., *P. palustris* L., *Eremopyrum orientale* (L.) Jaub. & Spach, *Alhagi pseudalhagi* (Bieb.) Fisch., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Criopsis aculeate* (L.) Ait., *C. schoenoides* (L.) Lam., *Tripolium pannonicum* (Jacq.) Dobroc., *T. vulgare* Ness (*Aster tripolium* L.), *Filago arvensis* L., *Polygonum pseudoarenarium* Klok., *Rumex maritimus* L., *Limonium meyeri* (Boiss.) Kuntze., *L. gmelinii* (Willd.) O.Kunze, *L. capsicum* (Willd.) Gams, *L. suffruticosum* (L.) O. Kunze, *Agropyron pectiniforme* Roem. et Schult., *Juncus gerardii* Loisel., *Salicornia europaea*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kochia prostrata* (L.) Schrad., *Tamarix hohenackeri* Bunge, *T. laxa* Willd., *T. ramosissima*

Почвы и растительные сообщества

Геозоологическая зона	Гидрогеоморфологическое положение	Почвы	Сообщество	Общее проективное покрытие, %
периодически заливаемые прибрежья	прибрежная часть морского мелководья (0...1,5 м)	песчаные и песчано-заиленные	лугово-солянковые	60...70
вышедшие после спада воды прибрежья	резкая граница суша-море	засоленные и лугово-болотные	однолетне-солянковые	50...60
прибойная литораль	косвенная зона контакта	светло-каштановые слабосолонцеватые и супесчаные	полюнно-злаковые	40...50

Ledeb., *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge, *Petrosimonia oppositifolia*, *Suaeda acuminata* (C.A. Mey.) Moq., *S. altissima* (L.) Pall., *S. salsa* (L.) Pall., *Frankenia hirsuta* L., *F. pulverulenta* L., *Halimione verrucifera* (Bieb.) Aell., *Halimione pedunculata* (L.) Aell., *Artemisia santonica* L.

Развитие растительности на обнаженном дне моря и прилегающих к нему территориях двигалось в направлении последовательных превращений: стадию солончаков с группировками однолетних солянок сменили сначала галофитные, а затем гликофитные луга. Отличительная черта этой сукцессии – формирование пустынного зонального типа растительности (пояс тростника → однолетние маревые → солончаковый луг).

В зависимости от температурного и гидрологического режимов в экотопах происходят изменения почвогрунтового увлажнения и перераспределение залегания поверхностных и грунтовых вод. Развиваются сукцессии в северо-западной части Прикаспия с постепенным переходом к автоморфному водному режиму.

Таким образом, в прибрежной полосе Каспийского моря сукцессионные процессы хорошо адаптированы к периодическим трансгрессивным и регрессивным ритмам Каспия.

При регрессии уровня Каспия смена растительности идет в направлении освоения освободившейся от моря суши, при повышении, наоборот, ряды растительных сообществ продвигаются вглубь суши.

Использованная концепция дифференциации на сообщества дает более четкое представление об экологических сукцессиях при ландшафтно-географическом подходе в условиях нестабильности уровня Каспийского моря. Выделенные экотопы отражают реальную картину экологической разнокачественности, они автономны, представляют благоприятную арену жизни для видообразования.

Особое положение занимает прибойная литораль, подверженная сезонным перепадам уровня Каспия. В 90-х годах прошлого века растительный покров состоял в основном из *Alhagi pseudoalhagi*, *Polygonum aviculare*, *Aeluropus littoralis*, *Agropyron repense*, *A. desertorum*. С понижением грунтовых вод к 2023 году из травостоя выпала *Alhagi pseudoalhagi*, сократилось участие *Aeluropus littoralis*. Основной фон – полынь и злаковые.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Голицын Г.С. Подъем уровня Каспийского моря как задача диагноза и прогноза региональных изменений климата // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 1995. Т. 31. № 3. С. 385–391.
- Джалалова М.И. Формирование прибрежного растительного экотона в условиях нестабильного уровня Каспийского моря // Аридные экосистемы. 2009. № 4. Т. 17. С. 70–75.
- Димеева Л.А. Первичные сукцессии приморских равнин Приаралья и Прикаспия // Развитие геоботаники: история и современность: мат. Всерос. конф. СПб., 2011. С. 40.
- Краснова А.Н. Структура гидрофильной флоры техногенно-трансформированных водоемов Северо-Двинской водной системы. Рыбинск: ОАО «Рыбинский Дом печати», 1999. 200 с.
- Кузьмина Ж.В., Трешкин С.Е. Климатические изменения в бассейне Нижней Волги и их влияние на состояние экосистем // Аридные экосистемы. 2014. Т. 20. № 3 (60). С. 14–32.
- Кузьмина Ж.В. Динамические изменения экосистем и вопросы их оценки. Экосистемы: экология и динамика, 2017. Т. 1. № 1. С. 10–25.
- Свиточ А.А., Кулешова Л.В. Геоэкологическая зональность на участках затопления российского побережья Каспийского моря // Доклады РАН. 1994. Т. 339. № 1. С. 77–79.
- Сулейманова (Джалалова) М.И. Структура и динамика растительного покрова прибрежных ландшафтов Терско-Кумской низменности в условиях нестабильного уровня Каспия: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ, 2001. 25 с.
- Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб: Мир и семья, 1995. 992 с.
- Юсуфов С.К. Изменения в береговой зоне Каспийского моря на примере биоиндикаторов// Геология и минерально-сырьевые ресурсы Южного федерального округа. Махачкала, 2006. С. 182–183.
- Climate Change. The Physical Science Basis // Working Group i Contribution to the fifth Assessment report of the intergovernmental panel on climate change / Edited by Thomas F. Stocker, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner et al. Cambridge University Press, 32 Avenue of the Americas, New York, 2013. 10013-2473, USA. 1535 p. <http://www.climatechange2013.org>.

REFERENCES

- Golicyn G.S. Pod'em urovnya Kaspijskogo morya kak zadacha diagnoza i prognoza regional'nyh izmenenij klimata // Izv. RAN. Fizika atmosfery i okeana. 1995. T. 31. № 3. S. 385–391.
- Dzhalalova M.I. Formirovanie pribrezhnogo rastitel'nogo ekotona v usloviyah nestabil'nogo urovnya Kaspijskogo morya // Aridnye ekosistemy. 2009. № 4. T. 17. S. 70–75.
- Dimeeva L.A. Pervichnye sukcessii primorskih ravnin Priaral'ya i Prikaspiya // Razvitie geobotaniki: istoriya i sovremennost': mat. Vseros. konf. SPb., 2011. S. 40.
- Krasnova A.N. Struktura gidrofil'noj flory tekhnogenno-transformirovannyh vodoemov Severo-Dvinskoj vodnoj sistemy. Rybinsk: OAO «Rybinskij Dom pečhati», 1999. 200 s.
- Kuz'mina Zh.V., Treshkin S.E. Klimaticheskie izmeneniya v bassejne Nizhnej Volgi i ih vliyanie na sostoyanie ekosistem // Aridnye ekosistemy. 2014. T. 20. № 3 (60). S. 14–32.
- Kuz'mina Zh.V. Dinamicheskie izmeneniya ekosistem i voprosy ih ocenki. Ekosistemy: ekologiya i dinamika, 2017. T. 1. № 1. S. 10–25.
- Svitoch A.A., Kuleshova L.V. Geoekologicheskaya zonal'nost' na uchastkah zatopleniya rossijskogo poberezh'ya Kaspijskogo morya // Doklady RAN. 1994. T. 339. № 1. S. 77–79.
- Sulejmanova (Dzhalalova) M.I. Struktura i dinamika rastitel'nogo pokrova pribrezhnyh landshaftov Tersko-Kumskoj nizmennosti v usloviyah nestabil'nogo urovnya Kaspiya: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. M.: MGU, 2001. 25 s.
- Cherepanov S.K. Sosudistye rasteniya Rossii i sopredel'nyh gosudarstv (v predelah byvshego SSSR). SPb: Mir i sem'ya, 1995. 992 s.
- Yusufov S.K. Izmeneniya v beregovoj zone Kaspijskogo morya na primere bioindikatorov// Geologiya i mineral'no-syr'evye resursy Yuzhnogo federal'nogo okruga. Mahachkala, 2006. S. 182–183.
- Climate Change. The Physical Science Basis // Working Group i Contribution to the fifth Assessment report of the intergovernmental panel on climate change / Edited by Thomas F. Stocker, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner et al. Cambridge University Press, 32 Avenue of the Americas, New York, 2013. 10013-2473, USA. 1535 p. <http://www.climatechange2013.org>.

Поступила в редакцию 03.07.2024
Принята к публикации 17.07.2024