

К. М. Петров¹, В. А. Бананова², В. Г. Лазарева³, А. С. Унагаев⁴

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДИНАМИКИ ТРОСТНИКОВЫХ ПЛАВНЕЙ ПРИБРЕЖЬЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПРИКАСПИЯ*

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Российская Федерация, 199034, Санкт-Петербург, Университетская наб., 7–9

² Калмыцкий государственный университет, Российская Федерация, 358000, Республика Калмыкия, Элиста, ул. Пушкина, 11

³ Ухтинский государственный технический университет, Российская Федерация, 169300, Республика Коми, г. Ухта, Первомайская ул., 13

⁴ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. Карпинского, Российская Федерация, 199106, Санкт-Петербург, Средний пр., 74

Тростниковые плавни, окаймляющие побережье северо-западного Прикаспия, претерпевают глубокую трансформацию в связи с колебаниями уровня Каспийского моря. Показателем состояния плавней является их проективное покрытие, определяемое по космическим снимкам. Установлено, что по сравнению с 1978 г. в 2010 г. площади плавней с максимальным покрытием уменьшились, а с минимальным — увеличились. Библиогр. 2 назв. Ил. 4. Табл. 1.

Ключевые слова: космический мониторинг, тростниковые плавни, динамика, северо-западный Прикаспий.

K. M. Petrov¹, V. A. Bananova², V. G. Lazareva³, A. S. Unagaev⁴

SPACE MONITORING OF THE DYNAMICS OF REED MARSHES IN COASTAL WATERS OF THE NORTH-WEST PRECASPIAN PLAIN

¹ St. Petersburg State University, 7–9, Universitetskaya nab., St. Petersburg, 199034, Russian Federation

² Kalmyk State University, 11, ul. Pushkin, Elista, Republic of Kalmykia, 358000, Russian Federation

³ Ukhta State technical University, 13, Pervomayskaya ul., Ukhta, Komi Republic, 169300, Russian Federation

⁴ Federal State Unitary Enterprise A. P. Karpinsky Geological Reserch Institute, 74, Sredniy pr., St. Petersburg, 199106, Russian Federation

Reed marshes bordering the coast of the North-West Precaspian plain are undergoing a profound transformation due to fluctuations in the level of the Caspian Sea. Indicator of the marshes is their projective cover, determined by satellite images. It was found that compared with 1978 to 2010 the square area of reed beds with maximal cover decreased, while the area of reed beds with minimal cover increased. Refs 2. Figs 4. Table 1.

Keywords: space monitoring, reed marshes, dynamics, North-Western Precaspian plain.

На равнине Северо-Западного Прикаспия, обращенной к Каспийскому морю, развиты ландшафты бэровских бугров и подстепных ильменей (I), верхнехвалынской супесчанной пологоволнистой равнины (II), верхнехвалынской песчаной бугристой равнины (III), новокаспийской равнины и тростниковых плавней (IV). Космическое изображение этих ландшафтов представлено на рисунке 1.

Изменения уровня Каспийского моря оказывают огромное влияние на экосистемы ландшафта новокаспийской равнины и тростниковых плавней. Данные об изменении водного баланса и связанных с ним колебаний уровня Каспийского моря в XX–XXI вв. выглядят следующим образом [1]: с 1900 по 1927 г. водный ба-

* Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ, проект № 14-05-00702.

© Санкт-Петербургский государственный университет, 2016



Рис. 1. Космическое изображение ландшафтов равнины Северо-Западного Прикаспия (I–IV см. текст). Фрагмент композита космических снимков камерой КАТЭ-200. Спектральные зоны 500–600 нм, 600–700 нм, 700–850 нм

ланс Каспийского моря был положительным и относительно стабильным. Уровень моря в это время варьировал возле отметок –25,0–26,2 м. С 1930 по 1941 г. наблюдался значительный дефицит водного баланса в связи с сокращением стока рек,

особенно Волги, что привело к снижению уровня моря на 1,8 м. С 1942 по 1977 г. наблюдался умеренный дефицит водного баланса речного стока. В течение этого периода уровень моря снизился дополнительно на 1,3 м и остановился на отметке -29,0 м (рис. 2).

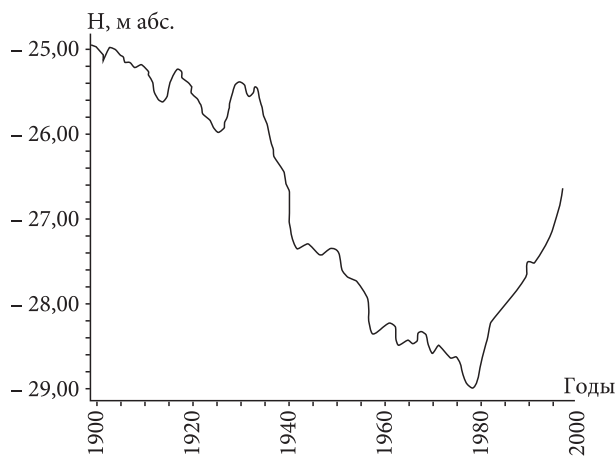


Рис. 2. График колебаний уровня Каспийского моря по среднегодовым данным Махачкалинского водомерного поста

В результате регрессии моря сформировался ландшафт приморской песчано-солончаковой низменной равнины ниже абсолютной отметки -25,5 м. На первой приморской террасе выделяются разновозрастные уровни фаций, этапы формирования которых связаны со стадиями регрессии Каспийского моря.

Приведем описание растительности от низких отметок поверхности террасы к более высоким по Ю. М. Мирошниченко [2]. Вдоль всего побережья Каспийского моря от дельты Волги до Брянской косы, находящегося под воздействием опресненных морских вод, на мелководьях, на песчаных с ракушкой отложениях поселяется прибрежно-водная растительность. На глубине 10–20 см преобладают заросли частухи (*Alisma plantago-aquatica*), наяды (*Najas marina*), рдестов (*Potamogeton pectinatus*, *P. perfoliatus*), урути (*Myriophyllum spicatum*) с общим покрытием 40–50%. С приближением к берегу увеличивается обилие камышей (*Scirpus lacustris*, *S. tabernaemontanii*), рогозов (*Typha laxmanii*, *T. angustifolia*), появляется тростник (*Phragmites australis*). Между ними в воде обильно произрастает ситняг (*Eleocharis acicularis*).

Фации нижнего уровня морской террасы от -29,0 до -27,0 м, западная часть которых осушилась в 1940 г., а приморская часть стала сушей в 1977 г. Фации этого уровня регулярно весной и осенью затапливались опресненной морской водой, благодаря чему почвогрунты промывались, и даже к концу лета, когда происходило усиленное подтягивание солей к поверхности, верхние слои почвы оставались незасоленными. Уровень грунтовых вод держался у поверхности, что создавало благоприятные условия для пышного развития тростниковых плавней, опоясывающих побережье широкой полосой. Тростниковые заросли — сплошные, густые (проективное покрытие 100%), высокие (2,5–3,5 м), преимущественно одновидовые.

В сторону суши уровень грунтовых вод постепенно понижался до 1 м. Заросли тростника редели, их проективное покрытие уменьшалось. Западная окраина фации нижнего уровня затоплялась значительно меньшим слоем воды, поэтому почвогрунты здесь промывались слабее. С наступлением жары соленые грунтовые воды с глубины 1,5 м поднимались по капиллярам к поверхности и, испаряясь, обуславливали сильное засоление верхних горизонтов почвы. Здесь формировалось тростниково-бескильнищевое сообщество на солончаковых карбонатных почвах со значительной примесью галофитов: *Salicornia europaea*, *Salsola soda*, *Spergularia salina*, *Sueda confusa*, *Limonium capsicum*, *L. gmelinii*, *Aeluropus littoralis*, *Puccinellia gigantea*.

Фации среднего уровня морской террасы от –27,0 до –26,7 м вышли из-под уровня моря в 1937 г. Почвогрунты промываются здесь значительно слабее, что обуславливает большее засоление почв. Почвы — солончаковые карбонатные на новокаспийских отложениях. Характер растительности претерпевает большие изменения: исчезает тростник, возрастает количество галофитов (их участие в сложении растительных сообществ доходит до 30%). Доминанты сообществ: полынь солончаковая (*Artemisia monogyna*), кермек и бескильница (*Puccinellia gigantea*). Появляются пятна солончаков с сарсазанскими (*Halocnemum strobilaceum*) кочкарниками.

Фации верхнего уровня морской террасы от –26,7 до –25,5 м осушились после 1930 г. и представляют собой переходную полосу между первой и второй новокаспийскими террасами. Здесь почвогрунты представлены суглинистыми и супесчаными солончаковыми и солончаковатыми почвами на новокаспийских отложениях. В результате засоления почв сформировалось сообщество солончаковой полыни, эфемеров и однолетних солянок.

С 1978 по 1994 г. наблюдался положительный водный баланс, уровень моря повысился до отметки –26,5 м. С 1994 г. по настоящее время уровень моря стабилизировался, наблюдаются колебания в пределах 0,5 м. В период трансгрессии во время нагонных явлений уровень моря значительно повышается. Обычно это случается в зимнее время под влиянием сильных ветров южного направления. В наиболее катастрофических случаях вода поднимается на 3,0–4,5 м и в связи с плоским рельефом приморской равнины проникает вглубь прибрежной территории на 30–50 км (рис. 3). В период низкого стояния уровня моря вдоль побережья северо-западного Прикаспия сформировалась широкая полоса тростниковых плавней. Повышение уровня моря привело к их глубокой трансформации.

К востоку от г. Лагань в 1983 г. галофитные пырейно-кермековые, ажрековые, ситниковые сообщества сменялись в сторону моря галогидрофитным кермеково-лисохвостовым сообществом с тамариксом, затем располагались гликофитные болотистые разнотравно-тростниковые луга с *Polygonum amphibium*, *Lythrum salicaria*, *Carex acuta*, которые со стороны моря окаймлялись тростниково-розовыми плавнями. В последующие годы в процессе трансгрессии плавни стали продвигаться в сторону суши, при этом их внешняя кайма разрушалась, а галофитные сообщества оттеснялись еще дальше от моря.

Космический мониторинг позволяет проследить динамику проективного покрытия тростниковых плавней на снимках за 1978 и 2010 гг. (рис. 4). Выделение двух уровней проективного покрытия тростника выполнено методом разделения изображения плавней по его интенсивности в программе ArcGIS 9.3.

Данные динамики площадей максимального и минимального проективного покрытия тростниковых плавней приведены в таблице.



Рис. 3. Сценарии затопления побережья в результате новейшей трансгрессии Каспийского моря

Динамика проективного покрытия тростниковых плавней, %

Год	1978	1995	2010
Изменение площади плавней относительно максимальной площади плавней в 1995 г., принятой за 100%	14,6	100	65,4
Площадь с максимальным проективным покрытием тростника относительно общей площади зарослей данного года, принимаемой за 100%	53,3	54,3	42,6
Площадь с минимальным проективным покрытием тростника относительно общей площади зарослей данного года, принимаемой за 100%	46,7	45,7	57,4

Приведенные материалы показывают, что при быстрым повышении уровня Каспийского моря и разрушении внешней каймы тростниковых плавней к 2010 г. относительные площади с максимальным покрытием уменьшились, а с минимальным покрытием — увеличились.

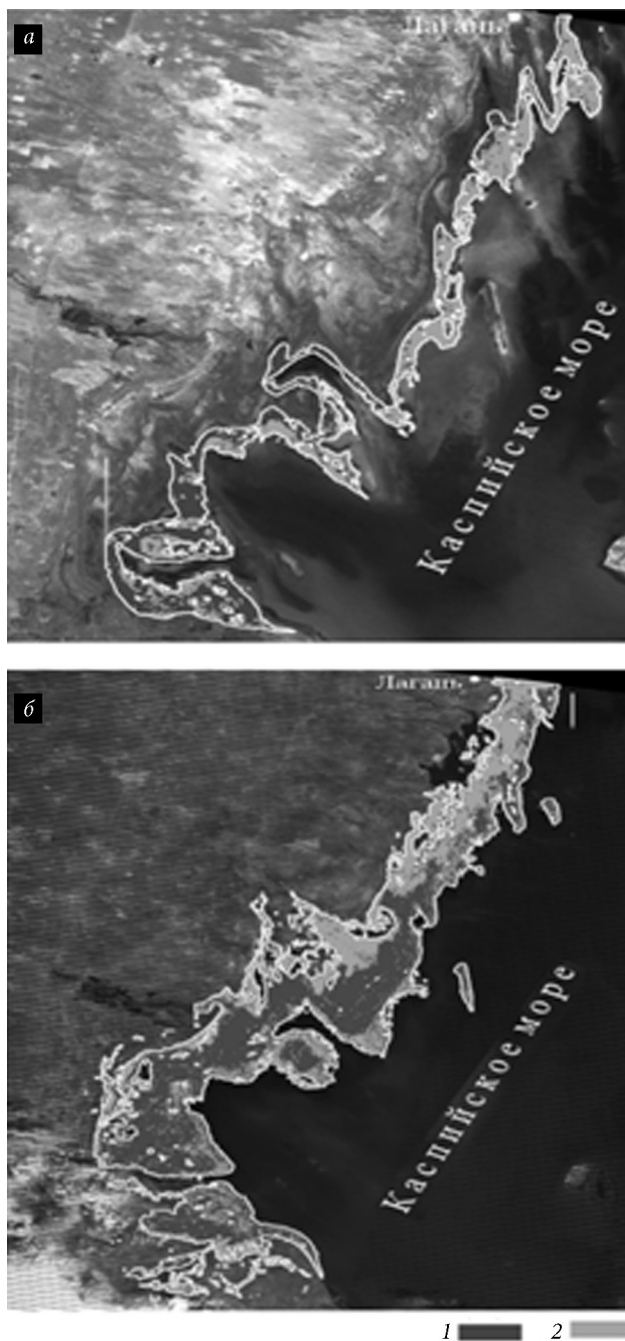


Рис. 4. Динамика проективного покрытия плавней на побережье Каспийского моря, по данным КС Landsat. Изображения плавней наложены на КС: а — 1978 г., б — 2010 г.: 1 — максимальное проективное покрытие, 2 — минимальное проективное покрытие

Колебания уровня моря играют огромную роль в динамике ландшафта приморской равнины. Тростниковые плавни, окаймляющие побережье Северо-Западного Прикаспия, претерпевают глубокую трансформацию в связи с колебаниями уровня Каспийского моря. В период регрессии они отступают вслед за отступающим морем, а трансгрессия приводит к гибели мористой каймы плавней, и они продвигаются в сторону суши перед наступающим морем. Если до 1977 г. основная проблема была связана с регрессией, то в последующие годы — с быстрым повышением уровня Каспийского моря.

Современным методом анализа динамики экосистем служит космический мониторинг земной поверхности. Показателем состояния плавней является их проективное покрытие, которое может быть определено по космическим изображениям. Установлено, что к 2010 г. площади плавней с максимальным покрытием уменьшились, а с минимальным — увеличились.

Литература

1. Борликов Г. М., Харин Н. Г., Бананова В. А., Татеиши Р. Опустынивание засушливых земель Прикаспийского региона. Ростов н/Д.: Изд-во СКНЦ ВШ, 2000. 90 с.

2. Мирошниченко Ю. М., Мирошниченко Н. В. Смены почвенно-растительного покрова в приморской полосе Северо-Западного Прикаспия // Ботан. журн. 1966. Т. 51, № 4. С. 520–541.

Для цитирования: Петров К. М., Бананова В. А., Лазарева В. Г., Унагаев А. С. Космический мониторинг динамики тростниковых плавней побережья северо-западного Прикаспия // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 7. Геология. География. 2016. Вып. 2. С. 107–113. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2016.210

References

1. Borlikov G. M., Kharin N. G., Bananova V. A., Tateishi R. *Opustynivanie zasushliviyykh zemel' Prikaspiiskogo regiona* [Desertification of the drylands of Caspian region]. Rostov-on-Don, Publishing house SKNTs VSh., 2000. 90 p. (In Russian)

2. Miroshnychenko Yu. M., Miroshnychenko N. V. Smeny pochvenno-rastitel'nogo pokrova v primorskoj polose Severo-Zapadnogo Prikaspiia [The change of land cover in the coastal strip of the North-Western Caspian]. *Botanicheskii zhurnal*, 1966, vol. 51, no. 4, pp. 520–541. (In Russian)

For citation: Petrov K. M., Bananova V. A., Lazareva V. G., Unagaev A. S. Space monitoring of the dynamics of reed marshes in coastal waters of the North-West Precaspian plain. *Vestnik of Saint-Petersburg University. Series 7. Geology. Geography*, 2016, issue 2, pp. 107–113. DOI: 10.21638/11701/spbu07.2016.210

Статья поступила в редакцию 25 марта 2016 г.

Контактная информация

Петров Кирилл Михайлович — доктор географических наук; k.petrov@spbu.ru

Бананова Валентина Александровна — доктор географических наук; bananova_va@kalmsu.ru

Лазарева Виктория Георгиевна — кандидат биологических наук; lazareva-vg@yandex.ru

Унагаев Алексей Сергеевич — кандидат географических наук; snouman@yandex.ru

Petrov Kirill M. — Doctor of Geographical Sciences; k.petrov@spbu.ru

Bananova Valentina A. — Doctor of Geographical Sciences; bananova_va@kalmsu.ru

Lazareva Viktoria G. — PhD; lazareva-vg@yandex.ru

Unagaev Aleksey S. — PhD; snouman@yandex.ru