

## Пространственное распределение сорных понижений на юге европейской России по данным дистанционного зондирования

Асель Нурлановна Берденгалиева✉, м.н.с., berdengalieva-an@vfanc.ru, ORCID: 0000-0002-5252-7133,

Валерия Витальевна Дорошенко, м.н.с., ORCID: 0000-0003-3253-1132 –

лаборатория геоинформационного моделирования и картографирования агролесоландшафтов –  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр  
агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»  
(ФНЦ агроэкологии РАН), e-mail: info.vfanc.ru, 400062, Университетский проспект, 97, Волгоград, Россия

*В настоящей статье представлены результаты картографирования сорных понижений и солончаков на юге России. Ранее предпринимались исследования отдельных полигонов, но подробное картографирование не проводилось. В связи с тем, что соры и солончаки при картографировании опустынивания могут ошибочно определяться как занятые открытыми песками участки, необходимо их отдельное картографирование для исключения подобных ошибок; также векторная маска соров и солончаков может быть сразу вычтена из результатов картографирования пожаров в связи с отсутствием горючего материала. Картографирование проводилось на основе результатов визуального дешифрирования материалов космической съемки (Sentinel-2, SRTM3) на территории Астраханской области, Ставропольского края, Республик Дагестан и Калмыкия (Терско-Кумская низменность, Кумо-Маньчская впадина, Сарпинская низменность). На территории исследования располагаются Сарпинские и Маньчские озера, Западные подступенные ильмени. В результате картографирования выделено 19 438 векторных объектов общей площадью 240 тыс. га. Более 70% объектов вытянуты в субширотном направлении. Наибольшая выявленная высота составила 6 м относительно окружающей поверхности, наибольшая глубина составила -9 м, около 30% объектов не выражены в рельефе. По результатам картографирования составлена схема пространственного распределения сорных понижений и солончаков на юге европейской России.*

**Ключевые слова:** солончаки, сорные понижения, ГИС-технологии, геоинформационный анализ, дистанционное зондирование, юг России.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ФНЦ агроэкологии РАН НИР № 122020100406-6 «Теоретические основы и математико-картографические модели функционирования агролесомелиоративных систем в защите почв от дефляции» и № 122020100405-9 «Картографическое моделирование состояния, функционирования и динамики процессов опустыненных территорий с применением информационных технологий».*

Поступила в редакцию: 10.10.2022

Принята к печати: 05.12.2022

Солончаки и соры при дешифрировании материалов космической съемки могут ошибочно распознаваться как открытые пески, что затрудняет оценку динамики процессов опустынивания. В области исследования как опустынивание, так и соры, и солончаки имеют значительное распространение [5, 6, 15]. Исследование являлось продолжением работы по картографированию солончаков и сорных понижений, ранее уже проведенной на территории Астраханской области и Калмыкии [1]; поскольку процессы опустынивания распространены также в Ставропольском крае и Дагестане, то и здесь актуальна задача отделения соров от опустыненных земель. Целью разработки электронных карт соров и солончаков является повышение точности картографирования открытых песков и дефлированных территорий, т.к. соры при автоматизированных методах обработки спутниковых изображений часто относятся к этой категории.

Солончак корковый – тип почвы, также лишенной растительного покрова и засоленной (1% водорастворимых солей) в поверхностном горизонте. Сор (сорное понижение) – замкнутое по-

нижение, которое является бессточным и может временно заполняться водой. Дно таких понижений полностью лишено растительного покрова и обычно покрыто солевой коркой [8, 14].

После песчаных бурь сорные понижения могут быть полностью или частично заняты песком, кроме того, соры и солончаки сами являются источниками выноса пыли ветром [9, 10, 12]. Сорные понижения являются естественным препятствием для распространения ландшафтных пожаров [11]. Результаты исследования могут быть применены для уточнения пространственного распределения открытых песков и динамики процессов опустынивания.

Подобные исследования ранее проводились для солонцовых комплексов с точки зрения геоботаники [4]. Показанная в таких исследованиях методика для геоинформационного картографирования соров и солончаков как геоморфологических структур непригодна. Картографирование сорных понижений и солончаков с использованием не только мультиспектральных спутниковых данных, но и цифровой модели рельефа ранее не предпринималось.

Целью исследования являлось определение пространственного положения и картографирование соров и солончаков на юге европейской части России.

**Материалы и методы.** Зона исследования охватывала территорию Терско-Кумской низменности, Кумо-Манычской впадины и Сарпинской низменности. Административно область исследования включала в себя северную часть Республики Дагестан, северо-восточную часть Ставропольского края, юго-западную часть Астраханской области и Республику Калмыкия. Данная территория является относительно плоской, здесь располагается ряд соленых озер, в том числе, озера из группы Манычских (Ставропольский край, Республика Калмыкия) и Сарпинских озер (Республика Калмыкия), а также Западные подступные ильмени в Астраханской области [2, 16, 18]. Такие водоемы в большинстве случаев имеют небольшую глубину (до 2 м) и плоское дно, покрываемое коркой соли при высыхании воды, в связи с чем они могут дешифроваться как соровые понижения [1]. Территория исследования, несмотря на довольно большую площадь, имеет однородные физико-географические и климатические условия – среднемноголетнее годовое количество осадков составляет 300-500 мм [7]. Также в данной области располагается множество искусственных водоемов, которые образовались поблизости от ир-

ригационных каналов.

Для проведения картографирования подобраны материалы дистанционного зондирования спутником Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 м [17]. Дешифрирование проводилось визуальным методом по композитному изображению в комбинации спектральных каналов «естественные цвета» (сочетание диапазонов спектра, соответствующих красному, зеленому и синему цветам), уточнение границ соров и отслеживание их наполненности водой проводилось по композитным изображениям с использованием инфракрасного диапазона спектра (рис. 1). Использование инфракрасного диапазона также позволяет с большей точностью дифференцировать соры и открытые пески, т.к. в комбинации «естественные цвета» они могут быть визуальными схожи [3]. Сорные понижения и солончаки отличаются более ярким холодным белым цветом, тогда как пески отображаются в светлых оттенках желтого. При картографировании учитывались не только прямые дешифровочные признаки (цвет), но и косвенные – конфигурация и четкость границ, периодическая заполняемость водой. Косвенные дешифровочные признаки не учитываются доступными средствами автоматического дешифрирования, поэтому визуальное дешифрирование дает наиболее точные результаты.

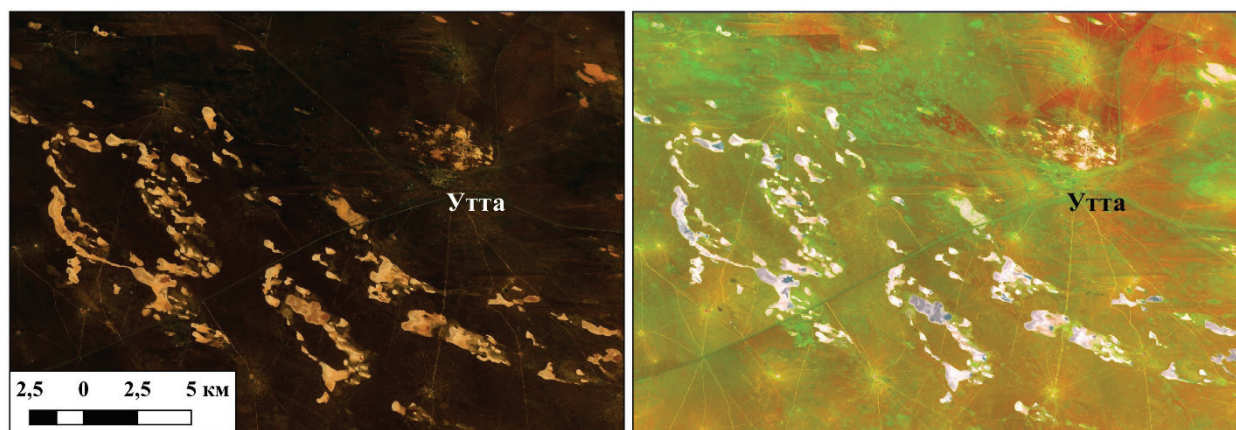


Рисунок 1. Фрагмент космического снимка Sentinel-2 от 26.04.2022: в комбинации каналов «естественные цвета» (слева); с добавлением инфракрасного канала (справа) (46.36500 с.ш., 46.00278°в.д.)

Для выявления ориентации каждого векторного объекта в пространстве использовано соотношение широт и долгот крайних точек. Показатель глубины, рассчитанный с помощью растровых данных цифровой модели рельефа SRTM с высотным разрешением 1 м и пространственным разрешением 1 секунда [17], представляет собой значение высотных отметок большинства пикселей в полигоне и рассчитывается с применением зональной статистики. Для уточнения относительных высот было проведено сравнение рассчитанной глубины внутри полигона со средними высотами окружающей местности в радиусе 200 м от границ полигона

(с использованием буфера границ полигонов).

Обработка материалов космической съемки, геоинформационный анализ, формирование векторных и итоговых схем проводились в программной среде «QGIS». Статистическая обработка полученных данных проводилась в «MS Excel».

**Результаты и обсуждение.** В результате дешифрирования материалов дистанционного зондирования Земли и последующего картографирования выделено 19 438 объектов, отнесенных к сорам и солончакам (табл. 1). Общая площадь всех объектов составляет 240 524,5 га. Средняя площадь объекта составляет 12,3 га.



Таблица 1 – Распределение соровых понижений и солончаков по регионам РФ

Регион РФ	Количество объектов	Площадь, га	Средняя площадь, га
Астраханская область	1 213	13 818	11,3
Республика Дагестан	7 765	23 290,4	2,9
Республика Калмыкия	4 788	155 899	32,5
Ставропольский край	5 672	47 517,1	8,4

Наиболее крупные соровые понижения и солончаки располагаются на территории Республики Калмыкия и, как правило, являются полностью пересохшими солеными озерами из группы Сарпинских озер или Манычских озер. Большое количество мелких объектов расположено на территории Республики Дагестан и Ставропольского края. Большая часть выявленных соровых понижений и солончаков на территории Астраханской области располагается среди Западных подстепных ильменей. Ранее проведенное картографирование водоемов ильменно-бугрового района позволило отделить существующие ильмени от пересохших [13].

Большую часть площади соров и солончаков (61,3%) составляют 180 объектов с площадью более 200 га. В количественном отношении преобладают объекты площадью менее 10 га (17 410 шт.),

составляющие 89,6% от общего количества.

Для всех объектов была определена пространственная ориентация как соотношение расстояния между крайними точками координат широты и долготы. Около 14% соров и солончаков имеют субмеридиональную ориентацию, более 73% объектов имеют форму, вытянутую в субширотном направлении, что соотносится с основной ориентацией Манычских и Сарпинских озер, Западных подстепных ильменей. 12% объектов не имеют выраженной ориентации в пространстве.

По результатам дешифрирования составлена схема пространственного расположения соровых понижений и солончаков на территории Астраханской области, Ставропольского края, Республик Дагестан и Калмыкия (рис. 2).

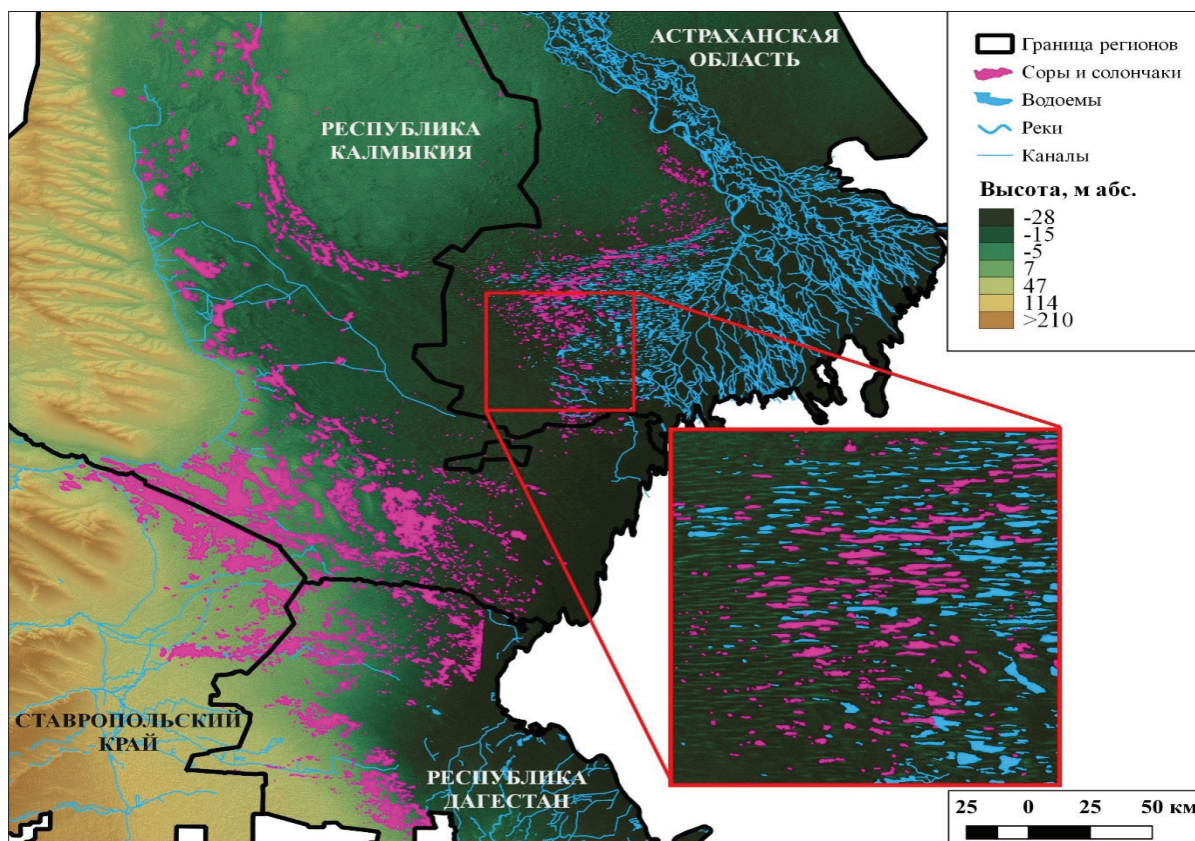


Рисунок 2. Схема расположения соровых понижений и солончаков на юге России по состоянию на 2022 год

С использованием данных цифровой модели рельефа было проанализировано распределение полученных в результате картографирования объектов по глубинам (табл. 2). Около 5,7 тыс. объектов не выражены в рельефе, более 2,7 тыс. объектов

обладают высотой поверхности большей, чем высота окружающей местности. Наибольшая высота составляет 6 м относительно высоты окружающей местности. Пять объектов общей площадью 1 403 га имеют наибольшую глубину (8 м и более).

Таблица 2 – Распределение солончаков и соровых понижений по высоте

Глубина	Количество	Площадь, тыс. га	Средняя площадь, га
<0	2765	6 695,1	2,4
0	5771	45 959,6	7,9
1	5945	79 745,4	13,4
2	3236	48 685,5	15,0
3	1198	28 974,3	24,2
4	389	18 394,1	47,3
5	103	8 873,6	86,2
6	19	839,6	44,2
7	7	953,8	136,3
8	3	1 286,1	428,7
>8	2	117,4	58,7

Соровое понижение – геоморфологический объект, полноценные исследования по картографированию которого ранее не проводились. В качестве примера схожих исследований могут быть приведены исследования М.В. Конюшковой [4], посвященные картографированию солонцовых комплексов, но есть ряд существенных отличий: исследование проводилось на ряде отдельных тестовых полигонов, а не на всей территории Северо-Западного Прикаспия, как в нашем исследовании; определение солонцов проводилось не на основе спектральных характеристик, а на основе данных о растительности и почвах (выявление засоленцевания по геоботаническому описанию).

Спектральные характеристики солончаков и соров могут совпадать с характеристиками очагов опустынивания и открытых песков, поэтому тща-

тельное визуальное картографирование на основе не только прямых, но и косвенных признаков позволяет дифференцировать эти типы объектов и исключить взаимные ошибки при оценке их площадей автоматическим способом [12]. Также полученная в результате картографирования векторная маска соровых понижений и солончаков может быть вычтена при картографировании пожаров, т.к. отсутствие горючего материала исключает возможность распространения огня. Практически все соровые понижения после обильных дождей или весеннего таяния снега могут быть заполнены водой (рис. 3), что затрудняет их дифференциацию от соленых озер, особенно среди Маньчских озер и Западных подстепных ильменей [13, 14]. Поэтому должны использоваться спутниковые изображения в период конца лета или начала осени.

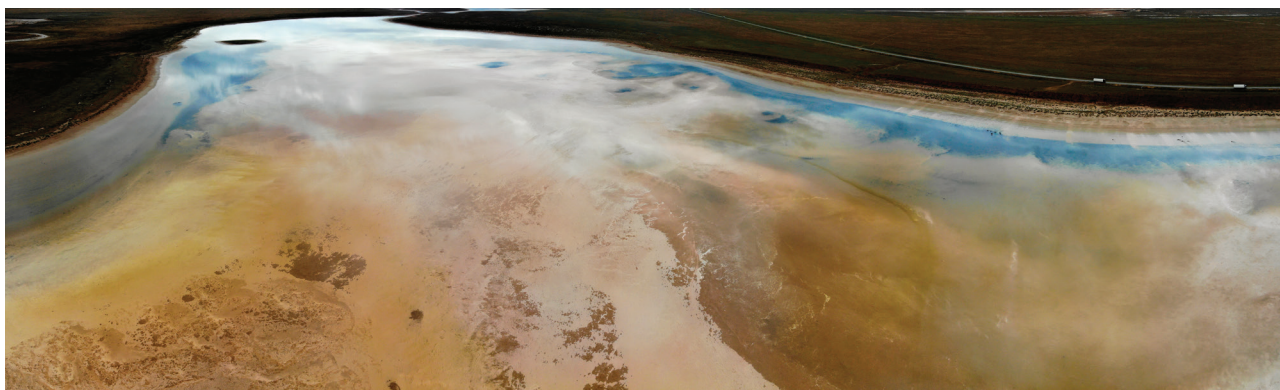


Рисунок 3. Калмыкия. Черноземельский район. Июнь 2021 года

**Выводы.** Общая площадь соровых понижений и солончаков на исследованной территории (Республика Калмыкия, северо-восток Ставропольского края, север Республики Дагестан, юго-запад Астраханской области) составляет 240,5 тыс. га. В основном это белые объекты холодных оттенков площадью до 10 га, которые имеют вытянутую в субширотном направлении форму и могут периодически заполняться водой после обильных осадков.

В результате исследования была получена векторная маска объектов, на ее основе составлена схема расположения соров и солончаков в пределах Северо-Западного Прикаспия.

Использованная методика картографирования показала высокую точность дифференциации соровых понижений и солончаков от песков. Результаты проведенного картографирования позволяют точно оценивать площади соровых понижений



и солончаков, а также могут быть использованы при проведении работ по оценке динамики процессов опустынивания или при картографировании ландшафтных пожаров.

**Литература:**

1. Берденгалиева А.Н., Шинкаренко С.С., Выприцкий А.А. Геоинформационное картографирование сорных понижений в Северо-Западном Прикаспии // ИнтерКарто. ИнтерГИС. 2022. Т. 28. Ч. 1. С. 359-367. DOI 10.35595/2414-9179-2022-1-28-359-367
2. Гасанов Г.Н., Асадулаев З.М., Асварова Т.А., Гасанова З.У., Гаджиев К.М., Баширов Р.Р., Абдулаева А.С., Ахмедова З.Н., Мусаев М.Р., Магомедов Н.Р., Айтемиров А.А., Десинин С.Л. Экологические аспекты формирования солончака реградированного в Терско-Кумской низменности Прикаспия. Юг России: экология, развитие. 2019. Т. 14. № 4. С. 86-97. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-4-86-97
3. Дорошенко В.В. Геоинформационный анализ развития процессов опустынивания в Ставропольском крае. Научно-агрономический журнал. 2022. №3(118). С. 31-36. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.004.31-36
4. Конюшкова М.В. Цифровое картографирование почв солонцовых комплексов Северного Прикаспия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2014. 316 с.
5. Кулик К.Н. Агролесомелиоративное картографирование и фитоэкологическая оценка аридных ландшафтов. – Волгоград: изд. ВНИАЛМИ, 2004. 248 с.
6. Кулик К.Н., Петров В.И., Юферев В.Г., Ткаченко Н.А., Шинкаренко С.С. Геоинформационный анализ опустынивания северо-западного Прикаспия. Аридные экосистемы. 2020. Т. 26. № 2(83). С. 16-24
7. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: проявление засухи, меры предупреждения, борьбы, ликвидация последствий и адаптационные мероприятия (сельское и лесное хозяйство)» 2021. (под редакцией Р.С.-Х. Эдельгериева). Том 3. М.: ООО «Издательство МБА», 700 с.
8. Пищулов С.А. Соры как форма аридного рельефа. Геоморфология. 2013. № 3. С. 89-96. DOI: 10.15356/0435-4281-2013-3
9. Титкова Т. Б., Золотокрылин А. Н. Мониторинг подверженных опустыниванию земель Республики Калмы-

кия // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 2. С. 130-141. DOI 10.21046/2070-7401-2022-19-2-130-141.

10. Шинкаренко С.С., Джамирозев Г.С., Васильченко А.А. Проблема опустынивания в биосферном резервате ЮНЕСКО Кизлярский залив. Географический вестник. 2021. № 4(59). С. 99-112. DOI 10.17072/2079-7877-2021-4-99-112
11. Шинкаренко С.С., Дорошенко В.В., Берденгалиева А.Н. Динамика площади гарей в зональных ландшафтах юго-востока европейской части России. Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 122-133. DOI 10.31857/S2587556622010113
12. Шинкаренко С.С., Барталев С. А., Берденгалиева А. Н., Дорошенко В. В. Спутниковый мониторинг процессов опустынивания на юге Европейской России в 2019-2022 гг. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. Т. 19. № 5. С. 319-327. DOI 10.21046/2070-7401-2022-19-5-319-327
13. Шинкаренко С.С., Барталев С.А., Берденгалиева А.Н., Выприцкий А.А. Динамика площадей водоемов Западного ильменно-бугрового района дельты Волги. Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2021. Т. 18. № 4. С. 285-290. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-285-290
14. Юферев В.Г., Мелихова А.В., Балынова В.В. Геоинформационный анализ рельефа Кумо-Манычской впадины. Природные системы и ресурсы. 2022. Т. 12, № 2. С. 67-76. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.9>
15. Gonikov T.V. Using Earth Remote Sensing to Study the Parameters of the Morphological Structure of the Ridge Landscape in the North Caspian Region. Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics. 2019. Vol. 55. No 9. P. 1346-1352. DOI: 10.1134/S0001433819090184
16. Kulik K.N., Rulev A.S., Yuferev V.G. Geoinformation analysis of desertification dynamics in the territory of Astrakhan oblast. Arid Ecosystems, 2015. Vol. 5. No 3. P. 134-141. DOI 10.1134/S2079096115030087
17. USGS Earth Explorer // USGS. Science for a changing world. URL: <http://earthexplorer.usgs.gov> (дата обращения: 20.10.2022).
18. Zolotokrylin A.N., Titkova T.B. A new approach to the monitoring of desertification centers. Arid Ecosystems. 2011. Vol. 1. No. 3. P. 125-130. DOI: 10.1134/S2079096111030127

DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.001.06-11

**Spatial Distribution of Sor Depressions in the South of European Russia According to Remote Sensing Data**

Asel N. Berdengalieva✉, Junior Researcher, berdengalieva-an@vfanc.ru, ORCID: 0000-0002-5252-7133,

Valeria V. Doroshenko, Junior Researcher, ORCID: 0000-0003-3253-1132 –

Laboratory of Geoinformation Modeling and Mapping of Agroforestry Landscapes –  
Federal State Budget Scientific Institution «Federal Scientific Center of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation of the Russian Academy of Sciences» (FSC of Agroecology RAS),  
e-mail: info@vfanc.ru, 400062, Universitetskiy Prospekt, 97, Volgograd, Russia

**Abstract.** This article presents the results of mapping of sor depressions and solonchaks in the south of Russia. Previously, studies of individual polygons were undertaken, but no detailed mapping was carried out. Due to the fact that sors and solonchaks may be mistakenly defined as areas occupied by open sands when mapping desertification, their separate mapping is necessary to exclude such errors; also, the vector mask of sors and solonchaks can be immediately

deducted from the results of mapping fires due to the lack of combustible material. Mapping was carried out on the basis of the space survey materials visual interpretation results (Sentinel-2, SRTM3) on the territory of the Astrakhan Region, Stavropol Territory, the Republics of Dagestan and Kalmykia (Terek-Kuma lowland, Kuma-Manych depression, Sarpinskaya lowland). The Sarpinskiye and Manych lakes, the Western sub-steppe Ilmeni are located on the territory

of the study. As a result of mapping, 19,438 vector objects with a total area of 240 thousand hectares were identified. More than 70% of the objects are elongated in the sublatitudinal direction. The greatest revealed height was 6 m relative to the surrounding surface, the greatest depth was -9 m, about 30% of objects are not expressed in relief. Based on the results of mapping, a scheme of the spatial distribution of sors depressions and solonchaks in the south of European Russia has been compiled.

**Keywords:** solonchaks, GIS technologies, sor depressions, geoinformation analysis, remote sensing, south of Russia

Received: 10.10.2022

Accepted: 05.12.2022

### Translation of Russian References:

1. Berdengalieva A.N., Shinkarenko S.S., Vypritskiy A.A. *Geoinformatsionnoe kartografirovaniye sorovykh ponizheniy v Severo-Zapadnom Prikaspiy* [Geoinformation mapping of sor depressions in the North-Western Near-Caspian region]. InterKarto. InterGIS Publ. house. 2022. T. 28. Pt. 1. pp. 359-367. DOI 10.35595/2414-9179-2022-1-28-359-367
2. Gasanov G.N., Asadulaev Z.M., Asvarova T.A., Gasanova Z.U., Gadzhiev K.M., Bashirov R.R., Abdulaeva A.S., Akhmedova Z.N., Musaev M.R., Magomedov N.R., Ajtemirov A.A., Desinov S.L. *Ekologicheskie aspekty formirovaniya solonchaka regradirovannogo v Tersko-Kumskoj nizmennosti Prikaspiya* [Ecological aspects of the regraded solonchak formation in the Terek-Kuma lowlands of the Near-Caspian region]. *Yug Rossii: ekologiya, razvitie* [South of Russia: ecology, development]. 2019. T. 14. 4. pp. 86-97. DOI:10.18470/1992-1098-2019-4-86-97
3. Doroshenko V.V. *Geoinformatsionnyy analiz razvitiya protsessov opustynivaniya v Stavropol'skom krae* [Geoinformation analysis of the desertification processes development in the Stavropol Krai]. *Nauchno-agronomicheskij zhurnal* [Scientific Agronomy Journal]. 2022. 3(118). pp. 31-36. DOI: 10.34736/FNC.2022.118.3.004.31-36
4. Konyushkova M.V. *Tsifrovoe kartografirovaniye pochv solontsovykh kompleksov Severnogo Prikaspiya* [Digital mapping of soils of the Northern Near-Caspian region saline complexes]. M. Association of Scientific Publication KMK, 2014. 316 p.
5. Kulik K.N. *Agrolesomeliativnoe kartografirovaniye i fitoekologicheskaya ocenka aridnykh landshaftov* [Agroforestry mapping and phytoecological assessment of arid landscapes]. Volgograd. VNIALMI Publ. house. 2004. 248 p.
6. Kulik K.N., Petrov V.I., Yuferev V.G., Tkachenko N.A., Shinkarenko S.S. *Geoinformacionnyy analiz opustynivaniya severo-zapadnogo Prikaspiya* [Geoinformation analysis of the North-Western Near-Caspian region desertification]. *Aridnye ekosistemy* [Arid ecosystems]. 2020. T. 26. 2(83). pp. 16-24.
7. National report "Global Climate and soil cover of Russia: drought manifestation, prevention, control measures, elimination of consequences and adaptation measures (agriculture and forestry)" 2021. (edited by R.S.-H. Edelgeriev). Tome 3. M. LLC «MBA Publishment», 700 p.
8. Pishchulov S.A. *Sory kak forma aridnogo rel'efa* [Sors as a form of arid relief]. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. 2013. 3. pp. 89-96. DOI: 10.15356/0435-4281-2013-3
9. Titkova T.B., Zolotokrylin A.N. *Monitoring podverzhennykh opustynivaniyu zemel' Respubliki Kalmykiya* [Monitoring of desertification-prone lands of the Republic of Kalmykia]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Contemporary problem s of remote sensing of the Earth from space]. 2022. T. 19. 2. pp. 130-141. DOI 10.21046/2070-7401-2022-19-2-130-141.
10. Shinkarenko S.S., Dzhampirzoev G.S., Vasil'chenko A.A. *Problema opustynivaniya v biosfernom rezervate YUNESKO Kizlyarskiy zaliv* [The problem of desertification in the UNESCO Kizlyar Bay Biosphere Reserve]. *Geograficheskij vestnik* [Geographical Bulletin]. 2021. 4(59). pp. 99-112. DOI 10.17072/2079-7877-2021-4-99-112
11. Shinkarenko S.S., Doroshenko V.V., Berdengalieva A.N. *Dinamika ploshchadi garej v zonal'nykh landshaftah yugo-vostoka evropejskoj chasti Rossii* [Dynamics of the harem area in the zonal landscapes of the south-east of the European part of Russia]. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya* [Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series]. 2022. T. 86. 1. pp. 122-133. DOI 10.31857/S2587556622010113
12. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Berdengalieva A.N., Doroshenko V.V. *Sputnikovyj monitoring processov opustynivaniya na yuge Evropejskoj Rossii v 2019-2022 gg* [Satellite monitoring of desertification processes in southern European Russia in 2019-2022]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space]. 2022. T. 19. 5. pp. 319-327. DOI 10.21046/2070-7401-2022-19-5-319-327
13. Shinkarenko S.S., Bartalev S.A., Berdengalieva A.N., Vypritskiy A.A. *Dinamika ploshchadej vodoemov Zapadnogo il'menno-bugrovogo rajona del'ty Volgi* [Dynamics of the areas of reservoirs of the Western Ilmen-hillock region of the Volga delta]. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Contemporary problems of remote sensing of the Earth from space]. 2021. T. 18. 4. C. 285-290. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-4-285-290
14. Yuferev V.G., Melihova A.V., Balynova V.V. *Geoinformacionnyy analiz rel'efa Kumo-Manychskoj vpadiny* [Geoinformation analysis of the Kuma-Manych depression relief]. *Prirodnye sistemy i resursy* [Natural systems and resources]. 2022. T. 12. 2. pp. 67-76. DOI: <https://doi.org/10.15688/nsr.jvolsu.2022.2.9>

**Цитирование.** Берденгалиева А.Н., Дорошенко В.В. Пространственное распределение сорных понижений на юге европейской России по данным дистанционного зондирования // Научно-агрономический журнал. 2022. № 4 (119). С. 06-11. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.001.06-11

**Авторский вклад.** Авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении и анализе данного исследования, ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Citation.** Berdengalieva A.N., Doroshenko V.V. Spatial Distribution of Sor Depressions in the South of European Russia According to Remote Sensing Data. *Scientific Agronomy Journal*. 2022. 4(119). pp. 06-11. DOI: 10.34736/FNC.2022.119.4.001.06-11

**Author's contribution.** Authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. Authors of this paper have read and approved the final version submitted.

**Conflict of interest.** Authors declare no conflict of interest.