

2. Статистический сборник. Управление статистики Астраханской области. – Астрахань, 2018.
3. Волков, С. Н. Землеустройство. Теоретические основы землеустройства: учеб. и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений / С. Н. Волков. – М. : Колос, 2001. – Т. 1. – 496 с.

References

1. Nekrestyanova, Yu. N. *Theoretical justification of Pareto analyses. Entrepreneurship*, 2013, no. 3.
2. *Statistical collection. Department of statistics of the Astrakhan region.* Astrakhan, 2018.
3. Volkov, S. N. *Land management. Theoretical foundations of land management: textbook and studies. manuals for University students studies'*. М., Kolos, 2001, vol. 1, 496 p.

ТЕНДЕНЦИИ ПРОЦЕССОВ ОПУСТЫНИВАНИЯ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПРИКАСПИЙСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Бананова Валентина Александровна, доктор географических наук, профессор Калмыцкого государственного университета им. Б. Б. Городовикова, Российская Федерация, 358000, Республика Калмыкия, г. Элиста, ул. Пушкина, 11, bananova2018@yandex.ru

Лазарева Виктория Георгиевна, кандидат биологических наук, доцент Ухтинского государственного технического университета, Российская Федерация, 169316, Республика Коми, г. Ухта, ул. Первомайская, 13, lazareva-vg@yandex.ru

Петров Кирилл Михайлович, доктор географических наук, профессор Санкт-Петербургского государственного университета, Российская Федерация, 199178, Санкт-Петербург, Университетская Набережная, 7–9, k.petrov@spbu.ru

Процессы опустынивания Северо-Западного Прикаспия контролируются аридными и гумидными ритмами климата, особенностями природных ландшафтов, интенсивностью хозяйственной деятельности человека. Тренды опустынивания выявляются методом мониторинга состояния растительного покрова, земельных угодий, оросительных систем, инфраструктуры транспортной сети, городов и населенных пунктов. Установлено, что для сохранения продуктивности и видового разнообразия естественного растительного покрова необходима нормированная пастбищная нагрузка. Землепользование требует использования современных агротехнических приемов, социально-хозяйственного развития территорий – регламент системы природоохранных мероприятий. Результаты мониторинга представляются в виде системы растровых и векторных изображений, их синтез образует карту экологической дестабилизации ландшафтов района исследования.

Ключевые слова: Северо-Западный Прикаспий, опустынивание, мониторинг, растительность, земельные угодья

ANALYSIS OF TRENDS OF DESERTIFICATION IN NORTH-WESTERN CASPIA

Bananova Valentina A., Doctor of Geographical Sciences, Professor, Kalmyk State University, Russian Federation, 358000, Republic Kalmykia, Elista, Pushkin street, 11, bananova2018@yandex.ru

Lazareva Victoria G., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Ukhta State Technical University, Russian Federation, 169300, Republic Komi, Ukhta, Pervomaiskaya street, 13, lazareva-vg@yandex.ru

Petrov Kirill M., Doctor of Geographical Sciences, Professor, Saint Petersburg State University, Russian Federation, Saint Petersburg, Universitetskaya Naberezhnaya, 7–9, k.petrov@spbu.ru

The desertification of the North-Western Caspian region controlled by the arid and humid rhythms of climate, the natural features of the landscape, intensity of human activities. Trends of desertification are identified by a method of monitoring the state of vegetation, land, irrigation systems, infrastructure of transport networks, cities and settlements. It has been established that productivity and species diversity of natural vegetation required normalized load pasture, agriculture requires the use of modern farming practices, socio-economic development of territories – the regulation system of environmental protection measures. The results of the monitoring are presented in the form of raster and vector images, the synthesis of which forms a map of ecological destabilization of landscapes of the study area.

Keywords: North-Western Caspian sea, desertification, monitoring, vegetation, land

Прикаспийская низменность на европейском континенте представлена Северо-Западным Прикаспием, который является дном древнего Каспийского моря. Колебания уровня моря сформировали современные геологические, геоморфологические природные условия региона. Наиболее значительными они были в четвертичном периоде. В настоящее время Северо-Западный Прикаспий занимает восточную часть территории Республики Калмыкия, западную часть – Астраханской области. Здесь проходят Волго-Ахтубинская поймы, дельта реки Волга, границы между европейским и азиатским континентами, степной и пустынной зонами.

Рельеф региона плоскоравнинный со слабым уклоном в сторону Каспийского моря, абсолютная высота ниже уровня мирового океана. Зональными типами почв являются: каштановые и бурые, азональными: в западинах – лугово-каштановые и лугово-бурые, в депрессиях – солончаки. Северо-Западный Прикаспий слагают Сарпинская и Черноземельская (Черные земли) низменности, каждая из которых имеет свои природные особенности. В связи с этим, целью исследования является изучение особенностей состояния природных комплексов региона, специфика эволюции ландшафтов в процессе их субаэрального поступательного развития.

Для Сарпинской низменности характерен равнинный рельеф с многочисленными суффuzionными западинами, лиманами, ложбинами; почвообразующими породами являются «шоколадные» глины. Геологическая история Сарпинской низменности тесно связана с раннехвалынской трансгрессией Каспийского моря, соляной тектоникой и миграцией древних волжских рукавов. Поверхность террас местами перекрыта флювиальными песчаными отложениями. Почвенно-растительный покров представлен пестрой мозаикой почво-грунтов. Для Черных земель характерны флювиальные отложения пологоволнистых супесчаных и бугристых песчаных равнин, сформированных на месте веерных дельт Палеоволги, что определяет относительную однородность почво-растительного покрова этой территории.

Растительный покров Северо-Западного Прикаспия характеризуется высокой пространственно-временной изменчивостью, связанной с разнообразием эколого-топологических условий и интенсивностью хозяйственной деятельности. Своеобразной чертой почвенно-растительного покрова Прикаспийских равнин, отмеченной Н. А. Димо и Б. А. Келлером в 1907 году, является высокая комплексность [10]. На микроплакорх доминируют ксерофитные плотнoderновинные злаки, полукустарнички с участием омброфитов (растений с поверхностной корневой системой, жизнедеятельность которых обеспечивается влагой атмосферных осадков) [9; 13]. В суффuzionных западинах на лугово-каштановых почвах формируется особый вариант разнотравно-злаковых сообществ. Под влиянием пасторальной дигрессии и земледелия растительность подвергается деградации. Вместе с тем, зональные ландшафты Северо-Западного Прикаспия имеют свои особенности [4; 12].

Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием, состоявшаяся в 1994 году, определила понятие «опустынивание» как деградацию земель в засушливых районах в результате действия различных факторов, прежде всего аридизации климата

и усиления хозяйственной деятельности человека. Термин «земля» в этом определении выражает биопродуктивную систему, включающую почву, воду, растительность; термин «деградация» означает потерю биологической и экономической продуктивности земель. Опустынивание обычно связано с засухой, однако, в современных условиях, его главной причиной является человеческая деятельность: перевыпас скота, распашка низко продуктивных земель и нерациональный режим орошения. Тренды опустынивания Северо-Западного Прикаспия предлагается выявлять методом мониторинга состояния растительного покрова земельных угодий и оросительных систем, а также наблюдения за развитием инфраструктуры транспортной сети, городов и населенных пунктов [15; 19].

1. Мониторинг состояния растительного покрова. Чрезмерная пастбищная нагрузка является ведущим фактором опустынивания Северо-Западного Прикаспия. С первой половины прошлого века и до настоящего времени на его территории выделяются периоды, то с большей, то с меньшей площадью опустыненных земель [4; 14].

Черноземельские пастбища, занимающие более 70 % территории калмыцкого Прикаспия, издавна использовались в качестве зимних отгонных пастбищ. В первой половине XX века здесь на фоне лерхополынных пустынь были широко распространены ковыльные и житняковые с прутняком сообщества. В результате усиливающегося скотобоя степные злаки стали вытесняться полынью Лерха и плохо поедаемым разнотравьем [1, 2; 4; 12]. В середине 50-х гг. XX века средняя урожайность пастбищ составляла 4,1 ц/га при фактической нагрузке 0,3–0,7 условных овец на гектар (норма – 0,8). С начала 60-х годов XX столетия эти пастбища стали использовать круглогодично. При этом ежегодно количество выпасаемого на них скота увеличивалось. К 1985 году в Калмыкии насчитывалось более трёх миллионов голов овец, 370 тыс. крупного рогатого скота (КРС). Нагрузка на пастбищах в этот период по отношению к фактической урожайности травостоя (0,8–1,4 ц/га воздушно-сухой поедаемой массы) превышала норму в 4,2 раза, создавая сильную и очень сильную стадии пастбищной дигрессии. В результате этого процесса на песчаных почвах сформировался эоловый рельеф, на каштановых – происходило уплотнение и засоление верхних горизонтов почвы [4, 1, 3]. Однако в конце XX века климат в среднем за год стал более теплым и влажным, способствующий повышению влагосодержания почв весной [11; 15, 16]. На фоне климатической флуктуации создались предпосылки для восстановления экосистем, индикатором которых стала растительность [7; 11; 17]. Процесс демутиации на черноземельских пастбищах начался с тырсиковых (*Stipa sareptana*) и житняковых (*Agropyron fragile*) сообществ [5; 7; 11; 18].

Социально-экономическая ситуация в стране в период с 1990–2000 гг. была сложной, менялся ее политический режим. Калмыкия также, как и другие регионы нашей огромной страны, переживала этот непростой период. В это время поголовье скота снизилось почти в три раза. Фактическая нагрузка скотом на пастбищах в большинстве районов была в 1,5 раза ниже их ёмкости. В результате, демутиации растительности в травостое стали доминировать дерновинные злаки. После 2000 года поголовье скота и темпы опустынивания увеличились, что вновь привело к дигрессии растительности [12]. Вместе с тем, следует отметить, что с начала XXI века на фоне флуктуаций климата увеличились среднегодовая температура воздуха и количество выпадаемых осадков. Однако, предпосылки катастрофического опустынивания сохраняются [8; 11, 12; 17].

Следует отметить, что естественный растительный покров Северо-Западного Прикаспия обладает большой потенциальной способностью к самовосстановлению, демутиации. Многолетние наблюдения и анализ литературных источников показывает, что прекращение пастбищной нагрузки и распашки богарных земель ведет к природному восстановлению сообществ, прежде всего, степных плотнодерновинных злаков [3; 7; 14, 15]. Ярким примером этого, могут служить наблюдения, сделанные в начале XXI века в биосферном заповеднике «Черные

земли», имеющего статус резервата мирового значения. Показано, что здесь, в течение 10–15 лет на месте открытых песков произрастают сообщества с доминированием ковыля (*Stipa sareptiana*) с участием *Agropyron fragile*, *Kochia prostrata*, *Artemisia lerchiana*, степного разнотравья, эфемеров и однолетников [7; 19].

Космический мониторинг позволяет проследить динамику процессов опустынивания ландшафтов Северо-Западного Прикаспия. Показателем состояния экосистем служит вегетационный индекс NDVI, отражающий изменение продуктивности растительного покрова. Данные NDVI меняются от минимальных значений (0.01–0.03) в гипераридных землях до 0,7–0,8 в лесах умеренных широт [14, 15].

Для определения динамики процессов опустынивания в данном регионе прослежены изменения NDVI по данным космических снимков (КС) за 1984, 2000 и 2013 гг. (рис. 1). Определение величины относительной площади каждого класса опустынивания производится путём расчетов площади различной градации значений NDVI к общей площади территории и выражается в процентах. Результаты расчетов приведены на графиках (рис. 2). Их анализ показывает, что площадь земель, деградированных в очень сильной степени в 1984 г. составляла 8,5 %, а в 2013 г. она уменьшилась до 2,2 %. Площади земель, подверженных деградации в сильной степени, за период с 2000 по 2013 гг. увеличились на 11 %. За эти же годы площади земель, подверженных деградации в слабой степени, уменьшились на 10 %. Площади ландшафтов, подверженных деградации в умеренной степени, к 2013 г. сократились на 6 % [12; 15] (рис. 1).

Подводя итог мониторингу состояния растительного покрова Северо-Западного Прикаспия, отметим, что естественный покров на незасоленных светло-каштановых супесчаных и бурых песчаных почвах здесь представлен коренными степными сообществами из плотнoderновинных злаков (виды *Stipa*, *Agropyron*, *Festuca*) с участием полукустарничков прутняка (*Kochia prostrata*) и полыни Лерха (*Artemisia lerchiana*) [9, 4, 12]. Под влиянием перевыпаса происходит деградация растительного покрова, сопровождающаяся снижением продуктивности и обеднением видового состава. Процессы опустынивания резко возрастают, когда на антропогенные воздействия накладывается усиление атмосферной засухи. Установлено, что основным фактором деградации растительности является чрезмерная пасторальная нагрузка на пастбища, при ее нормировании или полном прекращении происходит самовосстановление сообществ из плотнoderновинных степных злаков. Таким образом, следует говорить не о тренде опустынивания растительного покрова Северо-Западного Прикаспия, а о его динамике в сторону деградации или демутации [5, 7, 12, 19].

2. Мониторинг состояния земель. Объектами мониторинга служат земельные угодья, оросительные системы, транспортная инфраструктура, города и населенные пункты (рис. 3). В Сарпинской низменности пахотные земли занимают, в основном, западины с лугово-каштановыми почвами. Под рисовые чеки осваиваются сухие лиманы. Однако обводнение земель с засоленными почво-грунтами часто приводит к засолению чеков, которые затем забрасываются. Орошаемые земли требуют постоянного дренажа почв, однако процесса засоления избежать не всегда удается, в этих случаях, на месте орошаемых земель формируются группировки галофитов, таких как: солерос (*Salicornia perennans*), однолетних солянок, шведки (*Suaeda prostrata*) и лебеды бородавчатой (*Halimione verrucifera*) [1, 12].

Попытки создания в Северо-Западном Прикаспии массивов богарных (неорошаемых) пашен на светло-каштановых почвах не увенчались успехом, т. к. пашни из-за низкой рентабельности забрасывались и превращались в залежи. Распаханные песчаные почвы подвергались ветровой эрозии и на их месте возникали массивы подвижных песков.

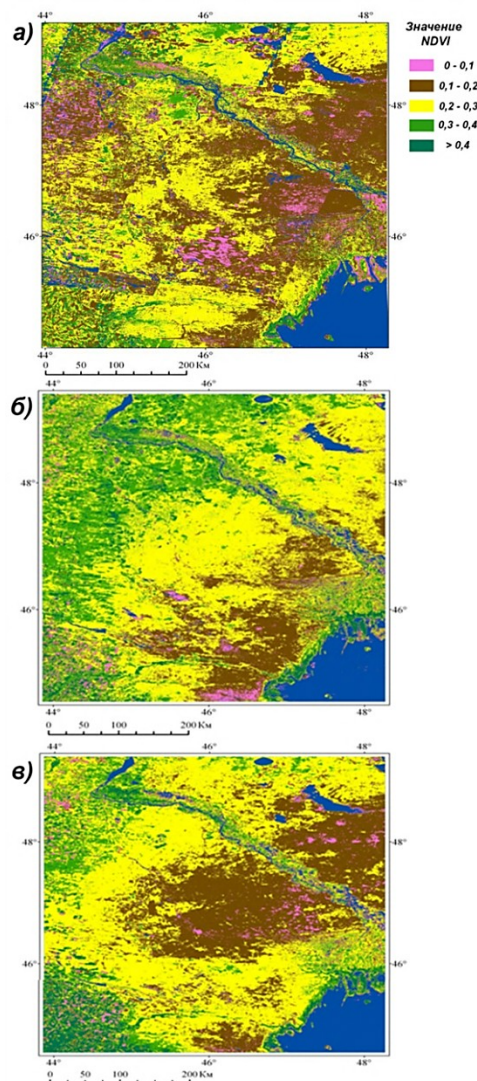


Рис. 1. Изменение NDVI по КС: а) Landsat май 1984; б) MODIS май 2000; в) MODIS май 2013

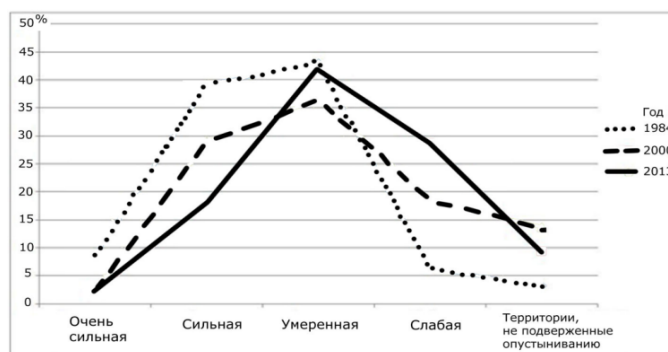


Рис. 2. Изменение площадей ландшафтов Северо-Западного Прикаспия, подверженных деградации в разной степени, за период с 1984 по 2013 гг.

На старых залежных землях процессы демуляции ведут к восстановлению коренной растительности. Процесс зацеленения залежей часто нарушается выпасом скота. В этом случае, формируются сообщества из прутняка (*Kochia prostrata*), полыни Лерха (*Artemisia lerchiana*) со значительным участием мятлика (*Poa bulbosa*), эбелека (*Ceratocarpus arenarius*) и эфемеров [9, 4, 12].

Строительство ирригационных систем, создание крупных массивов орошаемых земель в Сарпинской низменности и Чёрных Землях началось еще в 70–80 гг. XX века (рис. 3). Их эксплуатация сопровождается боковой фильтрацией, приводящей к нарушению водно-солевого режима прилегающих земель. В связи с тем, что почвы изучаемого региона развиты на засоленных морских отложениях, то орошение в данном случае, ведет к подъему уровня соленых грунтовых вод, их капиллярному подтягиванию к дневной поверхности, испарению, в результате этого, на поверхности почвы остаются и накапливаются соли. Ирригационные каналы по характеру своего экологического воздействия делятся на два типа: построенные в земляном русле на суглинистых и песчаных грунтах. К первому типу относится канал «Яшкульский», ко второму – каналы Каспийской системы [2; 13].

У Яшкульского канала в полосе 0–20 м от уреза воды сумма токсичных солей составляет 60 % от общего количества. Индикатором хлоридно-натриевого засоления являются солеросовые (*Salicornia perennans*) микрогруппировки в тростниковых зарослях (*Phragmites australis*). На расстоянии 20–25 м от канала засоленность почв достигает максимума, травостой становится чисто солеросовым; в полосе 50–130 м его сменяет галофитный бородавчатолобедево-бескильницевоый луг (*Halimione verrucifera*+*Puccinellia distans*). За пределами приканальной зоны простирается анабазисно-чернополынная (*Anabasis aphylla* + *Artemisia pauciflora*) фоновая ассоциация [1; 13].

В зоне влияния каналов Каспийской системы, относящихся ко второму типу, сложилась наиболее тяжелая мелиоративная обстановка, где эффективность работы дренажно-сбросной сети очень низка. Вся сбросная и дренажная вода путем откачки поступает в близко расположенные ильмени и другие естественные понижения, которые быстро переполняются и становятся источником питания грунтовых вод. При такой коллекторно-дренажной сети и режиме ее работы орошаемые участки засоляются и выводятся из оборота за 1–2 года. В результате, в районе г. Лагань вторичное засоление охватило до 90 % поливных земель [1, 2; 15].

Необходимым условием социально-экономического развития Республики Калмыкия было расширение транспортной инфраструктуры (рис. 4). Однако строительство и эксплуатация дорог сопровождается серьезными отрицательными экологическими последствиями. На легких супесчаных и песчаных почво-грунтах уничтожение придорожной растительности идет исключительно быстро. Лишенные растительной дернины пески развеваются ветром. Обезд опасных участков ведет к расширению язв дефляции. Постоянные и необустроенные грунтовые дороги особенно четко просматриваются на космических снимках там, где они проходят через равнину, сложенную песками [1, 2; 4].

Развитие дорожной сети на солончаках и солончаках вызывает перемешивание засоленного грунта. В таких местах придорожной полосе сопутствуют галофитные ассоциации шведки (*Suaeda maritima*), солероса (*Salicornia perennans*), бюргуна (*Anabasis salsa*) и тамарикса (*Tamarix* spp.) (рис. 3).



Рис. 3. Транспортная сеть и населенные пункты Северо-Западного Прикаспия

Транспортная сеть может нарушать естественные процессы поверхностного стока, что приводит после сильных дождей к подтоплению придорожной полосы. Так, сеть дорожных насыпей высотой 0,5–0,7 м, лишенных водостоков, может вызвать подтопление значительных территорий между населенными пунктами.

Урбанизация Республики Калмыкия сопровождается ростом городского населения за счет притока жителей из сельских районов и развитием селитебной инфраструктуры. Наряду с этим, в сельской местности сохраняются небольшие населенные пункты, вокруг которых процессы опустынивания развиваются более интенсивнее из-за неконтролируемого выпаса скота местным населением.

Подводя итог мониторинга состояния земель, отметим, что традиционной формой хозяйствования в Калмыкии являлось пастбищное животноводство. Попытка внедрения товарного производства зерна на основе экстенсивного развития орошаемых земель, как правило, была неудачной. Земледелие в Северо-Западном Прикаспии возможно только при использовании современных высокотехнологичных способов, таких как капельное орошение и применение дождевальных установок. Строительство дорог и населенных пунктов без необходимых природно-охранных мероприятий оказывает негативное воздействие на ландшафты Северо-Западного Прикаспия [8; 15].

3. Концепция создания карты экологической дестабилизации ландшафтов Северо-Западного Прикаспия. Для составления карты обосновывается использование системы растровых и векторных слоев, отображающих классы опустынивания, особо охраняемые природные территории, земельные угодья (пашни и залежи), водно-хозяйственные объекты (магистральные каналы, оросительная сеть, рисовые чеки), потенциальная зона затопления Каспийским морем и распространения тростниковых плавней, транспортная сеть, города и населенные пункты (рис. 5) [6; 15; 18].

Процессы экологической дестабилизации ландшафтов Северо-Западного Прикаспия меняются в зависимости от усиления или ослабления антропогенной нагрузки, а также в связи с изменением климата – сменой аридных и гумидных циклов [11; 16]. Все это требует систематического обновления такой карты. Благодаря использованной послойной архитектуре представления картографической информации в виде растровых и векторных слоев в ГИС, процесс актуализации карты может осуществляться достаточно быстро [5; 16, 17] (рис. 4).

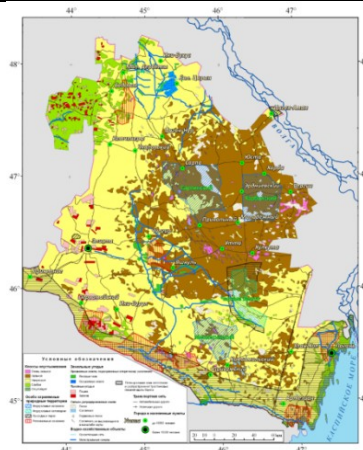


Рис. 4. Карта экологической дестабилизации ландшафтов Северо-Западного Прикаспия, 2013

Анализ трендов опустынивания Северо-Западного Прикаспия позволяет сделать следующие выводы.

Состояние растительного покрова зависит от климатических ритмов, а также усиления или ослабления пастбищной нагрузки. Устойчивое развитие пастбищного животноводства возможно только при строгом нормировании пасторальной нагрузки.

Развитие орошаемого земледелия ограничено широким распространением сильно минерализованных почво-грунтов и грунтовых вод. Успешное земледелие возможно только на основе использования современной высокотехнологичной агротехники.

Строительство дорог и населенных пунктов без необходимых природоохранных мероприятий несомненно оказывает негативное воздействие на ландшафты.

Результаты мониторинга представляются в виде системы растровых и векторных изображений, синтез которых образует карту экологической дестабилизации ландшафтов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-05-00.

Список литературы

1. Бананова, В. А. Современные процессы опустынивания Черных земель Калмыкии / В. А. Бананова, В. Г. Лазарева (В. Г. Бананова), Л. Н. Ташнинова, Л. Х. Сангаджиева // Пробл. осв. пустынь. – 1988. – № 4. – С. 8–13.
2. Бананова, В. А. Пояснительная записка к карте «Антропогенное опустынивание аридных территорий Калмыкии» / В. А. Бананова. – Элиста: КалмГУ, 1990. – 36 с.
3. Бананова, В. А. Картографическое отображение процессов опустынивания земель юга России. / В. А. Бананова, В. В. Разумов, В. Г. Притворов, В. Г. Лазарева, А. Я. Глушко // Геодезия и картография. – 2007. – Т. 10. – С. 36–41.
4. Бананова, В. А. Тенденции изменения ботанического разнообразия под влиянием опустынивания в Республике Калмыкия / В. А. Бананова, В. Г. Лазарева // Аридные экосистемы. – 2014. – Т. 20, № 2 (59). – С. 87–96.
5. Виноградов, Б. В. Аэрокосмический мониторинг динамики опустынивания Черных земель Калмыкии по повторным снимкам / Б. В. Виноградов, К. Н. Кулик // Проблемы освоения пустынь – 1987. – № 4. – С. 45–53.
6. Виноградов, Б. В. Изодинамическое картографирование и долговременный мониторинг опустынивания и деградации земель с применением нелинейных методов моделирования. / Б. В. Виноградов, К. Н. Кулик, А. Д. Сорокин, П. Б. Федотов // Почвоведение. – 1999. – Т. 4. – С. 494–504.
7. Володина, И. А. Почвенные банки семян пустынно-степных сообществ северо-западного Прикаспия [Текст] : дис. ... канд. геогр. наук: 11.00.05 / И. А. Володина. – М., 1996. – 136 с.
8. Глазовский, Н. Ф. Проблемы опустынивания и засух в СНГ и пути их решения. / Н. Ф. Глазовский, Н. С. Орловский // Известия РАН. Сер.: Геогр. – 1996. – № 4 – С. 7–23.

9. Джапова, Р. Р. Динамика растительного покрова в подзоне южных степей на территории Республики Калмыкия / Р. Р. Джапова, О. Г. Бембеева, Е. Ч. Аюшева // Степи Северной Евразии. Материалы VI международного симпозиума и VIII международной школы-семинара «Геоэкологические проблемы степных регионов». Оренбург: ИПК «Газпромнефть» ООО «Оренбурггазпромсервис». – 2012. – С. 222–225.
10. Димо, Н. А. В области полупустыни. / Н. А. Димо, Б. А. Келлер. – Саратов. – 1907. – 215 с.
11. Золотокрылин, А. Н. Динамика засух в Европейской России в ситуации глобального потепления. / А. Н. Золотокрылин, В. В. Виноградова, Е. А. Черенкова // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2007. – № 21. – С. 160–82.
12. Лазарева, В. Г. Трансформация пространственной структуры растительного покрова Северо-Западного Прикаспия в связи с антропогенным воздействием / В. Г. Лазарева // Известия Самарского научного центра. – 2018. – Т. 20. – № 2. – С. 116–123.
13. Новикова, Н. М. Растительность солонцового комплекса заповедного степного участка в Северном Прикаспии. / Н. М. Новикова, Н. А. Волкова, Н. Б. Хитров // Аридные экосистемы. – 2004. – Т. 10. – № 22,23. – С. 9–17.
14. Петров, К. М. Региональные особенности глобального процесса опустынивания в Северо-Западном Прикаспии / К. М. Петров, В. А. Бананова, В. Г. Лазарева, А. С. Унагаев // Биосфера. – 2016. – Т. 8. – № 1. – С. 49–62.
15. Петров, К. М. Динамика процессов опустынивания Северо-Западного Прикаспия: физико-географические и социально-экономические аспекты : Атлас-монография. / К. М. Петров, В. А. Бананова, В. Г. Лазарева, А. С. Унагаев. – Элиста, Санкт-Петербург : Химиздат. – 2016. – 90 с. – URL: <http://tucont.ru/efd/388835>
16. Петров, К. М. Концепция создания «Карты современного опустынивания Республики Калмыкия» / К. М. Петров, В. А. Бананова, В. Г. Лазарева, А. С. Унагаев // Атласное картографирование: традиции и инновации: материалы X научной конференции по тематической картографии. – Иркутск : СО РАН, ин-т им. В. Б. Сочавы, 2015. – С. 41–44.
17. Титкова, Т. Б. Изменения климата полупустынь Прикаспия и Тургая в XX в. / Т. Б. Титкова. – Известия РАН. – Сер. геогр. – 2003. – № 1. – С. 106–11.
18. Цаценкин, И. А. Опыт комплексного геоботанического и почвенного картирования пастбищ и сенокосов в районах Прикаспия с использованием аэрофотоснимков. / И. А. Цаценкин. // Ботанический журнал. – 1952. – № 37. – С. 366–72.
19. Шилова, С. А. Закономерности динамики полупустынных экосистем Калмыкии при снятии антропогенного пресса : Чтения памяти В. Н. Сукачева. XIX. / С. А. Шилова, А. В. Чабовский, В. В. Неронов. В кн.: Экологические процессы в аридных биогеоценозах. Доклады на XIX ежегодных чтениях памяти академика В. Н. Сукачева 22 ноября 2000 г. – 2001. – С. 9–55.

References

1. Bananova, V. A., Lazareva, V. G. (Bananova, V. G.), Tashminova, L. N., Sangadzhieva, L. X. *Sovremennye processy opustynivaniya Chernyx zemel Kalmykii* [Modern processes of 'emptying' the Black lands of Kalmyki]. *Probl. osv. pustyn* [Probl. osv. empty'n], 1988, no. 4, pp. 8–13.
2. Bananova, V. A. *Poyasnitel'naya zapiska k karte «Antropogennoe opustynivanie aridnykh territorij Kalmykii»* [Explanatory note to the map "Anthropogenic devastation of the arid territories of the Kalmyk region"]. E'lista, KalmGu, 1990, 36 p.
3. Bananova, V. A., Razumov, V. V., Pritvorov, V. G., Lazareva, V. G., Glushko, A. Ya. *Kartograficheskoe otobrazhenie processov opustynivaniya zemel yuga Rossii. Geodeziya i kartografiya* [Cartographic representation of the processes of land emptying in the south of Russia. Geodesy and cartography], 2007, t. 10, pp. 36–41.
4. Bananova, V. A., Lazareva, V. G. *Tendencii izmeneniya botanicheskogo raznoobraziya pod vliyaniem opustynivaniya v Respublike Kalmykiya. Aridnye ekosistemy* [Trends in the change of botanical diversity under the influence of desolation in the Republic of Kalmykia. Aridnye ecosystems], 2014, t. 20, no. 2 (59), pp. 87–96.
5. Vinogradov, B. V., Kulik, K. N. *Ae'rokosmicheskij monitoring dinamiki opustynivaniya Chernyx zemel Kalmykii po povtorny'm snimkam. Problemy' osvoeniya pustyn'* [Its 'aerospace monitoring of the dynamics of the emptying of the Black lands of Kalmykia from repeated images. Problems of 'developing deserts'], 1987, no. 4, pp. 45–53.
6. Vinogradov, B. V., Kulik, K. N., Sorokin, A. D., Fedotov, P. B. *Izodinamicheskoe kartografirovaniye i dolgovremennyy monitoring opustynivaniya i degradacii zemel s primeneniem nelinejnykh metodov modelirovaniya* [Isodynamic mapping and long-term monitoring of desolation and land degradation using nonlinear modeling methods]. *Pochvovedeniye* [Soil Science], 1999, t. 4, pp. 494–504.

7. Volodina, I. A. *Pochvenny'e banki semyan pusty'no-stepny'x soobshhestv severo-zapadnogo Prikaspiya* [Soil-based seed banks are empty-but-stepeni'h communities of the North-western Caspian region]. M., 1996, 136 p.
8. Glazovskij N. F., Orlovskij, N.S. *Problemy` opusty`nivaniya i zasux v SNG i puti ix resheniya* [Problems of emptying and droughts in the CIS and ways to solve them]. *Izvestiya RAN* [Izvestiya RAS]. Ser. Geogr., 1996, no. 4, pp. 7–23.
9. Dzhapova, R. R., Bembeeva, O. G., Ayusheva, E. Ch. *Dinamika rastitelnogo pokrova v podzone yuzhnyx stepej na territorii Respubliki Kalmykiya* [Dynamics of vegetation cover in the subzone of the southern steppes on the territory of the Republic of Kalmykia]. *Stepi Severnoj Evrazii. Materialy VI mezhdunarodnogo simpoziuma i VIII mezhdunarodnoj shkoly-seminara «Geoekologicheskie problemy stepnyx regionov»* [Steppes of Northern Eurasia. Materialy VI mezhdunarodnogo simpoziuma i VIII mezhdunarodnoj shkoly-seminara «Geoekologicheskie problemy stepny'x regionov»]. Orenburg, IPK «Gazprompechat» OOO «Orenburggazpromservis», 2012, pp. 222–225.
10. Dimo, N. A., Keller, B. A. *V oblasti polupustyni* [In the semi-desert region]. Saratov, 1907, 215 p.
11. Zolotokry`lin, A. N., Vinogradova, V. V., Cherenkova, E. A. *Dinamika zasux v Evropejskoj Rossii v situacii globalnogo potepeniya* [Dynamics of droughts in European Russia in the context of global warming]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem* [Problems of ecological monitoring and modeling of ecosystems], 2007, no. 21, pp. 160–82.
12. Lazareva, V. G. *Transformaciya prostranstvennoj struktury rastitelnogo pokrova Severo-Zapadnogo Prikaspiya v svyazi s antropogennym vozdejstviem* [Transformation of the spatial structure of the vegetation cover of the North-Western Caspian Region due to anthropogenic impact]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra* [News of the Samara Scientific Center], 2018, t. 20, no. 2, pp. 116–123.
13. Novikova, N. M., Volkova, N. A., Xitrov, N. B. *Rastitelnost solonczovogo kompleksa zapovednogo stepnogo uchastka v Severnom Prikaspii* [Vegetation of the solonets complex of the protected steppe area in the Northern Caspian Sea]. *Aridnye ekosistemy* [Aridnye ecosystems], 2004, t. 10, no. 22, 23, pp. 9–17.
14. Petrov, K. M., Bananova, V. A., Lazareva, V. G., Unagaev, A. S. *Regionalnye osobennosti globalnogo processa opustynivaniya v Severo-Zapadnom Prikaspii* [Regional features of the global process of emptying in the North-Western Caspian Sea]. *Biosfera*, [Biosphere], 2016, t. 8, no. 1, pp. 49–62.
15. Petrov, K. M., Bananova, V. A., Lazareva, V. G., Unagaev, A. S. *Dinamika processov opustynivaniya Severo-Zapadnogo Prikaspiya: fiziko-geograficheskie i socialno-ekonomicheskie aspekty`* [Dynamics of the processes of emptying of the North-Western Caspian Sea: physical-geographical and social aspects but-economical aspects]. *Atlas-monografiya* [Atlas-monograph]. Elista, Sankt-Peterburg, Ximizdat, 2016, 90 p, URL: <http://rucont.ru/efd/388835>.
16. Petrov, K. M., Bananova, V. A., Lazareva, V. G., Unagaev, A. S. *Concept of creating "Maps of modern desertification of the Republic of Kalmykia" Atlas mapping: traditions and innovations: materials of the X scientific conference on thematic cartography*. Irkutsk, SB RAS, V. B. Sochava Institute, 2015, pp. 41–44.
17. Titkova, T. B. *Izmeneniya klimata polupustyn Prikaspiya i Turgaya v XX v.* [Climate change semidesert'n` Caspian Sea and Turgay in the XX century]. *Izvestiya RAN, Ser geogr.* [Izvestiya RAS, Ser geogr.], 2003, no. 1, pp. 106–11.
18. Czacenkin, I. A. *Opyt kompleksnogo geobotanicheskogo i pochvennogo kartirovaniya pastbishh i senokosov v rajonax Prikaspiya s ispolzovaniem aerofotosnimkov* [Experience of integrated geobotanical and soil mapping of pastures and hayfields in the Caspian region using aerial photographs]. *Botanicheskij zhurnal* [Botanical Magazine], 1952, no. 37, pp. 366–72.
19. Shilova, S. A., Chabovskij, A. V., Neronov, V. V. *Zakonomernosti dinamiki polupustynnyx ekosistem Kalmykii pri snyatii antropogennogo pressa* [Regularities of the dynamics of the semi-empty ecosystem of Kalmyki when removing the anthropogenic press]. *Chteniya pamyati V. N. Sukacheva. XIX.* [Readings in memory of V. N. Sukachev. XIX.], 2001, pp. 9–55.