

ГЕОЭКОЛОГИЯ

УДК 591.9

DOI: [10.46698/VNC.2022.95.62.011](https://doi.org/10.46698/VNC.2022.95.62.011)

Оригинальная статья

Оценка состояния водоохраных зон Центрального Предкавказья, на примере водных объектов Красногвардейского муниципального округа Ставропольского края при помощи методов дистанционного зондирования Земли

Р. С. Губанов 

Северо-Кавказский федеральный университет, Россия, 355017,
г. Ставрополь, ул. Пушкина, д. 1, e-mail: guevara78@mail

Статья поступила: 13.07.2022, доработана: 17.08.2022, одобрена в печать: 25.08.2022

Резюме: Увеличение сельскохозяйственного производства зачастую связано с вовлечением большим земель в производственный оборот и это обстоятельство однозначно вызывает изменения в естественных природных процессах. Как следствие – формируются искусственные биоценозы, особенность которых, состоит в том, что они не могут существовать без антропогенного вмешательства. К сожалению, нерациональное природопользование приводит к нарушению экологического состояния и негативным последствиям. Такой отрицательный эффект имеет распашка пойменных территорий водных объектов и их водоохраных зон. Животноводство на пойменных территориях, также влечет за собой деградацию растительного покрова водоохраных зон, что может привести к эрозии береговой линии, заилению и изменению морфометрических характеристик береговой линии. Мониторингу водных систем, в связи с увеличивающейся антропогенной нагрузкой в последнее десятилетие уделяется достаточно обширное научное внимание, как в российской научной литературе, так и за рубежом, что подчеркивает **актуальность исследования**. **Целью исследования** является оценка современного экологического состояния прибрежных и водоохраных зон водных объектов на основе данных дистанционного зондирования. **Методы исследования.** Проанализирована модельная территория Ставропольского края (Красногвардейский муниципальный округ). Применение геоинформационных технологий позволило с помощью картографического метода и ретроспективного анализа оценить состояние прибрежных территорий за последние 10 лет. Всего в ходе проведения исследования было выделено 112 нарушений водоохранного законодательства, выраженных в распашке пойм и прибрежных зон водных объектов. Установлена площадь нарушений, которая составляет 96,9 га. **Результаты работы.** Предложенную методику исследования и оценки экологического состояния прибрежных защитных и водоохраных зон можно использовать для других территорий Ставропольского края для более полного исследования состояния прибрежных территорий, а также включения ее в работу контрольно-надзорных органов.

Ключевые слова: данные дистанционного зондирования, геоинформационные системы, водоохранная зона, прибрежная защитная полоса, биотоп.

Для цитирования: Губанов Р. С. Оценка состояния водоохраных зон Центрального Предкавказья, на примере водных объектов Красногвардейского муниципального округа Ставропольского края при помощи методов дистанционного зондирования Земли. *Геология и геофизика Юга России*. 2022. 12 (3): 157-169. DOI: [10.46698/VNC.2022.95.62.011](https://doi.org/10.46698/VNC.2022.95.62.011).

[DOI: 10.46698/VNC.2022.95.62.011](https://doi.org/10.46698/VNC.2022.95.62.011)

Original paper

Assessment of the state of water protection zones of the Central Caucasus, on the example of water bodies of the Krasnogvardeysky Municipal District of the Stavropol Territory using remote sensing methods of the Earth

R. S. Gubanov 

North Caucasian Federal University, 1Pushkin str., Stavropol 355017,
Russian Federation, e-mail: guevara78@mail

Received: 13.07.2022, revised: 17.08.2022, accepted: 25.08.2022

Abstract: The increase in agricultural production is often associated with the involvement of large amounts of land in the production turnover and such factors clearly cause changes in natural processes. This entails the creation of artificial biocenoses, the peculiarity of which is that they cannot exist without anthropogenic intervention. Unfortunately, irrational use of natural resources leads to a violation of the ecological state and negative consequences. Such a negative effect is the plowing of floodplain territories of water bodies and their water protection zones. Animal husbandry in floodplain areas also entails degradation of vegetation cover of water protection zones, which can lead to erosion of the coastline, siltation and changes in morphometric characteristics of the coastline. Monitoring of water systems, due to the increasing anthropogenic load in the last decade, has received quite extensive scientific attention, both in the Russian scientific literature and abroad, which emphasizes **the relevance** of the study. **The aim** of the study is to assess the current ecological state of coastal and water protection zones of water bodies based on remote sensing data. **Methods.** The model territory of the Stavropol Territory (Krasnogvardeysky municipal district) is analyzed. The use of geoinformation technologies made it possible to assess the state of coastal territories over the past 10 years using the cartographic method and retrospective analysis. In total, 112 violations of water protection legislation were identified during the study, expressed in the plowing of floodplains and coastal zones of water bodies. The area of violations, which is 96.9 hectares, has been established. **Results.** The proposed methodology for the study and assessment of the ecological state of coastal protection and water protection zones can be used for other territories of the Stavropol Territory for a more complete study of the state of coastal territories, as well as its inclusion in the work of control and supervisory authorities.

Keywords: remote sensing, geoinformation systems, water protection zone, coastal protective strip, biotope.

For citation: Gubanov R. S. Assessment of the state of water protection zones of the Central Caucasus, on the example of water bodies of the Krasnogvardeysky Municipal District of the Stavropol Territory using remote sensing methods of the Earth. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii = Geology and Geophysics of Russian South*. (in Russ.). 2022. 12 (3): 157-169. DOI: 10.46698/VNC.2022.95.62.011.

Введение

Ставропольский край, является ключевой сельскохозяйственной территорией Российской Федерации. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения в Ставропольском крае составляет 6001,5 тыс. га или 90,7% территории,

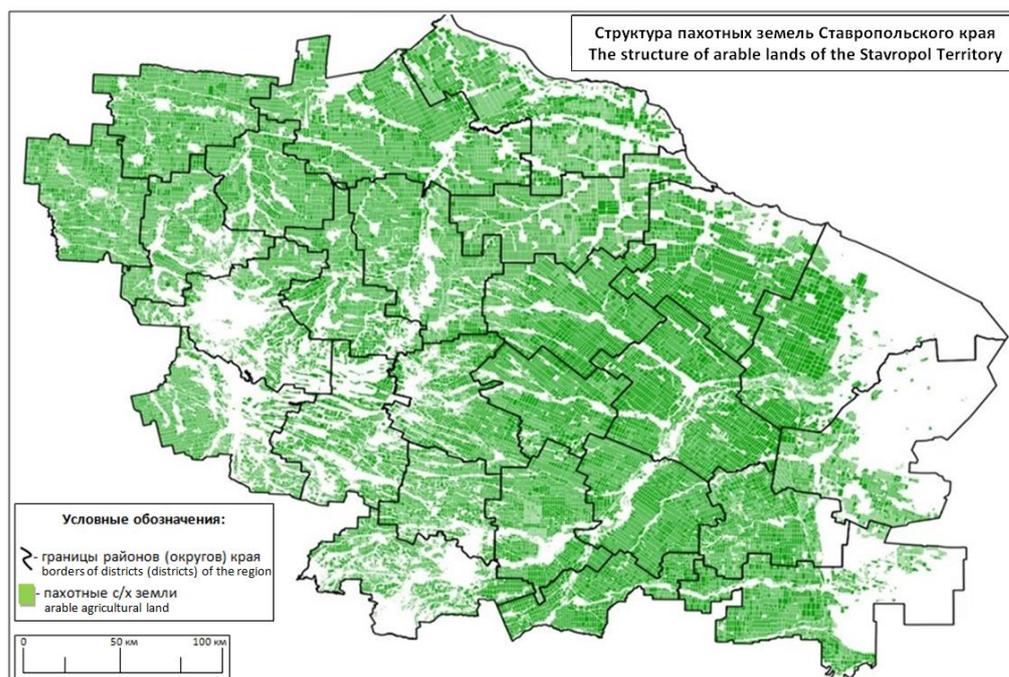


Рис. 1. Структура пахотных земель Ставропольского края /
Fig. 1. The structure of arable lands of the Stavropol Territory

из них сельхозугодья занимают 5791,6 тыс. га или 87,5%, площадь пахотных земель составляет 4002,4 тыс. га или 60,5% территории края [Антонов и др., 2020] (рис. 1).

Ежегодно происходит все большее вовлечение земель в сельскохозяйственный оборот, а именно пастбищные земли переводятся в пахотные, в том числе происходит и распашка прибрежных территорий. Распашка в прибрежных зонах сокращает естественные места обитания позвоночных. Кроме того, учитывая активное применение ядохимикатов, удобрений и пестицидов увеличивается отрицательное влияние хозяйственной деятельности на природную среду водоемов. Сбросы с полей в водные объекты способствуют гибели наземных позвоночных и ихтиофауны. Особое внимание здесь стоит уделить минеральным удобрениям, даже самый незначительный смыв с полей губительно влияет на фаунистические комплексы. В 2018 году, на прибрежных территориях рек Большой и Малый Гок наблюдалась массовая гибель прибрежных наземных позвоночных и рыб. Это было вызвано сбросами с полей ядохимикатов, применяемых сельскохозяйственными производителями. Подобные случаи на территории Ставропольского края фиксируются не редко. Иногда они становятся широко известны и получают широкую огласку через СМИ. Так на Новотроицком водохранилище в 2008 г. погибло около 1000 крякв и около десятка лебедей-шипунув, а в 2018 г. вдоль берега Соленого озера в Александровском районе было обнаружено более 200 мертвых серых журавлей и т.д. [Хохлов и др., 2008].

Таким образом, вовлечение пойменных территорий в сельхозоборот снижает роль пойм, как ландшафтно-геохимического барьера, приводит к загрязнению рек, способствует эрозии почв и ухудшает санитарное состояние прибрежных территорий.

Материалы и методы исследования

Одним из важнейших вопросов современного сельского хозяйства является сохранение качественного состояния земель, дело в том, что 82% сельскохозяйственных угодий, в том числе 55% пашни, подвержено деградационным процессам. Общая площадь эродированных земель в крае составляет 1671 тыс. га, что составляет 31,7% от площади сельскохозяйственных земель. Во многом, ответственность за состояние земель лежит на сельскохозяйственных производителях, чьи действия влекут за собой негативные последствия. К подобным действиям относится и распашка пойменных территорий [Государственный доклад о состоянии окружающей среды].

Данное исследование проведено на региональном уровне, где рассматриваемой территорией представлен Красногвардейский муниципальный округ. Необходимо отметить, что региональный мониторинг является важным элементом геоэкологических, географических, ботанических, зоологических и др. исследований. [Белюченко, 2006; Sedell, Judith, 1984].

В качестве ключевых участков исследования были выделены прибрежные территории водных объектов (общая площадь составляет 1813,60 га), на территории Красногвардейского муниципального округа.

Красногвардейский муниципальный округ (ранее Красногвардейский район) расположен в северо-западной части Ставропольского края и имеет площадь 2236 км². Основу экономики района составляет сельское хозяйство, общая площадь сельскохозяйственных угодий составляет 246,53 тыс. га, из которых 209,6 тыс. га занимает пашня, степень распаханности составляет 92,6% от всей территории [Управление сельского хозяйства].

Речная сеть в Красногвардейском муниципальном округе развита слабо. Наиболее крупная река Егорлык протекает по территории района с юго-востока на северо-запад и впадает в Манычское (Пролетарское) водохранилище, созданное в долине Западного Маныча уже за пределами района.

Егорлык принимает ряд притоков: слева, южнее села Привольного, в него впадает р. Калалы с левым притоком р. Татаркой, в Горькую Балку впадает р. Ладовская Балка, которая является левым притоком Егорлыка. Справа Егорлык принимает притоки Бол. Кугульта, Малый Гок, Большой Гок (рис. 2).

Водный режим Красногвардейского района определяется климатическими, гидрогеологическими, орографическими и гидрографическими особенностями территории.

Водоохранные зоны – это территории, примыкающие к береговой линии, в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиления водных объектов и истощения их вод, а также сохранения среды обитания животных. В их границах устанавливается специальный режим осуществления хозяйственной и иной деятельности. Кроме того, в границах водоохраных зон устанавливаются прибрежные защитные полосы, на территориях которых вводятся дополнительные ограничения хозяйственной и иной деятельности.

Ширина водоохранной зоны устанавливается, в зависимости от протяженности реки, так на реках протяженностью менее 10 километров она будет равняться пятидесяти метрам, у рек длиной более десяти и до пятидесяти километров – ста метрам, а на водотоках рек протяженностью более пятидесяти километров она будет равняться двумстам метрам. Размер такой зоны у озер, устанавливается в размере

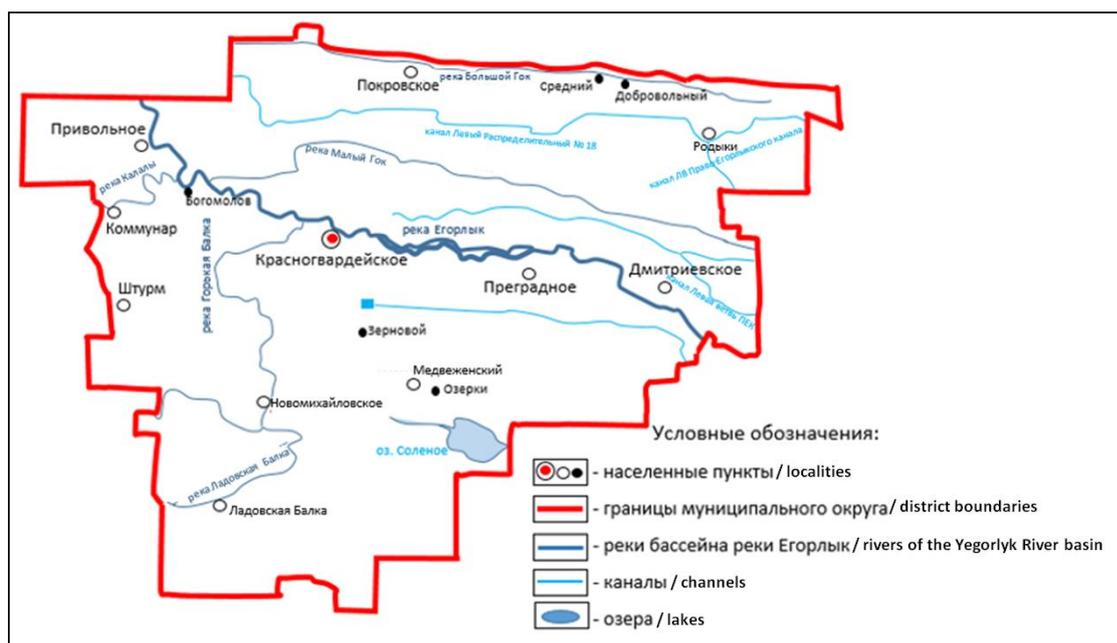


Рис. 2. Водные объекты на территории Красногвардейского муниципального округа /
 Fig. 2. Water bodies on the territory of Krasnogvardeysky municipal District

пятидесяти метров, а у водохранилищ, расположенных на водотоках рек, равняется ширине водоохранной зоны водотока.

Ширина прибрежной защитной полосы будет зависеть от уклона берега водного объекта и составляет: тридцать метров для обратного или нулевого уклона, сорок метров для уклона до трех градусов и пятьдесят метров для уклона три и более градуса (Водный кодекс РФ).

Водоохранные зоны рек Красногвардейского района будут составлять: для рек Егорлык, Большой Гок, Малый Гок, Калалы, Горькая Балка двести метров, а для рек Ладовская Балка и Ташла – сто метров. Особая зона у Соленого озера будет равна пятидесяти метрам, однако, данная территория включена в перечень особо охраняемых территорий Ставропольского края, здесь образован государственный природный заказник «Соленое озеро».

Состояние прибрежных защитных и водоохранных зон оценивалось визуально при исследовании территории и с использованием данных дистанционного зондирования [Скрипчинский, 2013; Январев, 2020].

Метод дистанционного зондирования позволяет получить широкий охват территории исследования, без непосредственного физического контакта с объектом исследования. Данный вид исследования зарекомендовал себя, как в отечественных, так и в зарубежных исследованиях [Ерошенко и др., 2018; Ключко, 2010; Лупян и др., 2009; Родоманская, 2018; Скрипчинский, Антонов, 2019; Труфанова, Сердюкова, 2018; Aiello et al., 2013; Barducci et al., 2009; McFadden et al., 2007].

Для мониторинга береговой линии нами были использованы космические снимки спутника landsat 8, на котором функционирует сервис Google Maps, а также были использованы снимки спутников сверхвысокого разрешения World View Quick Bird. Нами были использованы снимки за 2021, 2014, 2010 годы.

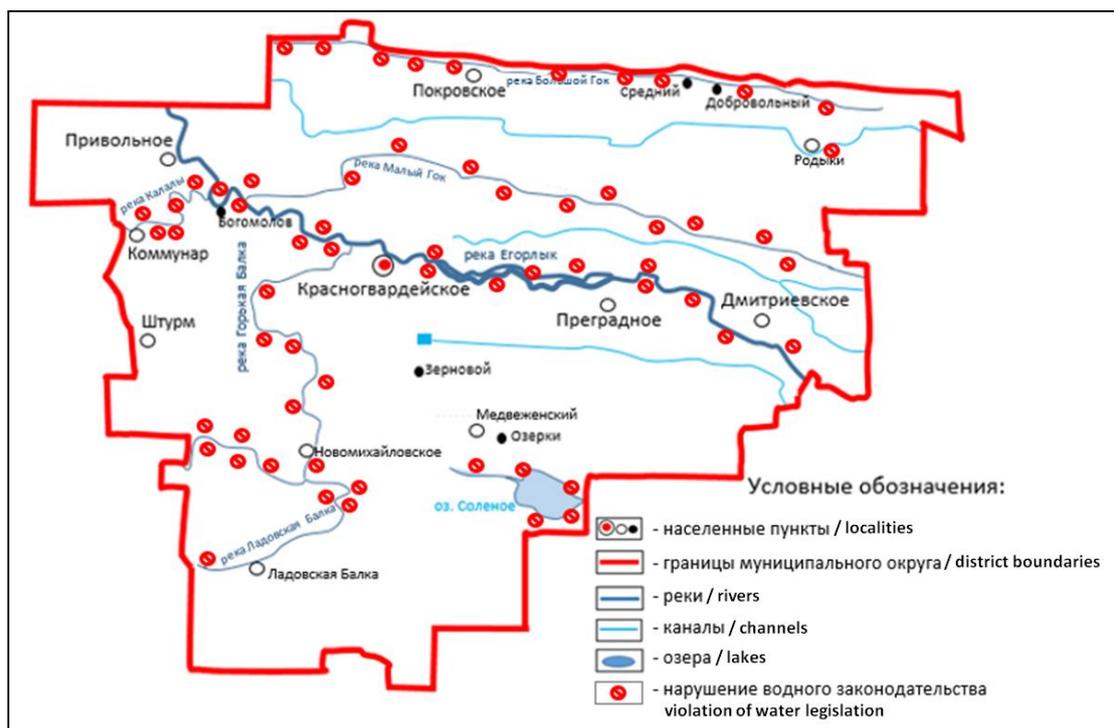


Рис. 3. Схематическая карта нарушений режима водоохранных зон Красногвардейского муниципального округа /

Fig. 3. Schematic map of violations of the regime of water protection zones of the Krasnogvardeysky municipal District

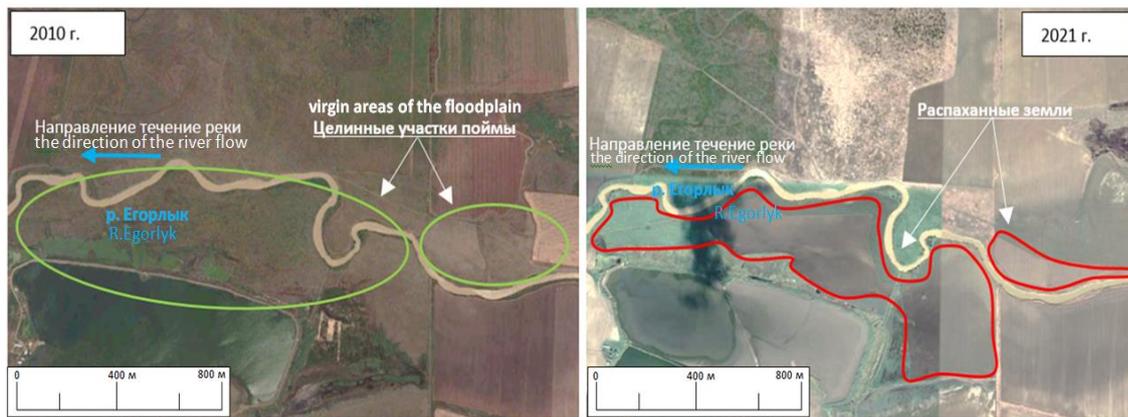
Результаты работы и их обсуждение

При проведении исследований на ключевых участках, было установлено увеличение площадей пашни, на отдельных территориях пахотные угодья граничили с берегами водных объектов на расстоянии не более чем в 7-10 метров. Всего в ходе проведения исследования было выделено 112 нарушений водоохранного законодательства, выраженных в распашке пойм и прибрежных зон водных объектов. Установлена площадь нарушений, которая составляет 96,9 га (рис. 3).

Так, в долине реки Егорлык ретроспективный анализ территории позволяет установить увеличение пашни в водоохранных зонах, за последние десять лет, площадью 61 тыс. м² (рис. 4-5).

Аналогичная ситуация, связанная с нарушением режима водоохранных зон наблюдается на других реках. Так, в долине реки Малый Гок установлено несоблюдение особых условий поймы на площади 121 тыс. м², на реке Большой Гок 226 тыс. м², на реке Горькая Балка 48 тыс. м², в пойме Ладовской Балки 189 тыс. м², Калалы около 170 тыс. м² (рис. 6-8).

Важно отметить, что распашка пойм наносит ущерб плодородию почв, ее поверхностный плодородный слой вымывается и попадает в реку, образуя наносы. Содержание осажденных веществ, образованных вследствие наносов в реках постоянно и зависит от осадков. Наибольшая мутность наблюдается в межсезонный период весной и осенью, когда количество осадков максимально. За исключением реки Егорлык осаджения остаются на дне, и мощность гумусированных отложений рек составляет 30-40 см.



Источник: SAS-planet

Рис. 4. Увеличение площади нарушения режима водоохранной зоны реки Егорлык /
 Fig. 4. Increase in the area of violation of the regime of the water protection zone of the Yegorlyk River



Источник: SAS-planet

Рис. 5. Распашка земель в пойме реки Егорлык /
 Fig. 5. Plowing of lands in the floodplain of the Yegorlyk river



Источник: SAS-planet

Рис. 6. Несоблюдение режима водоохранной зоны реки Большой Гок /
 Fig. 6. Non-compliance with the regime of the water protection zone of the Bolshoy Gok River

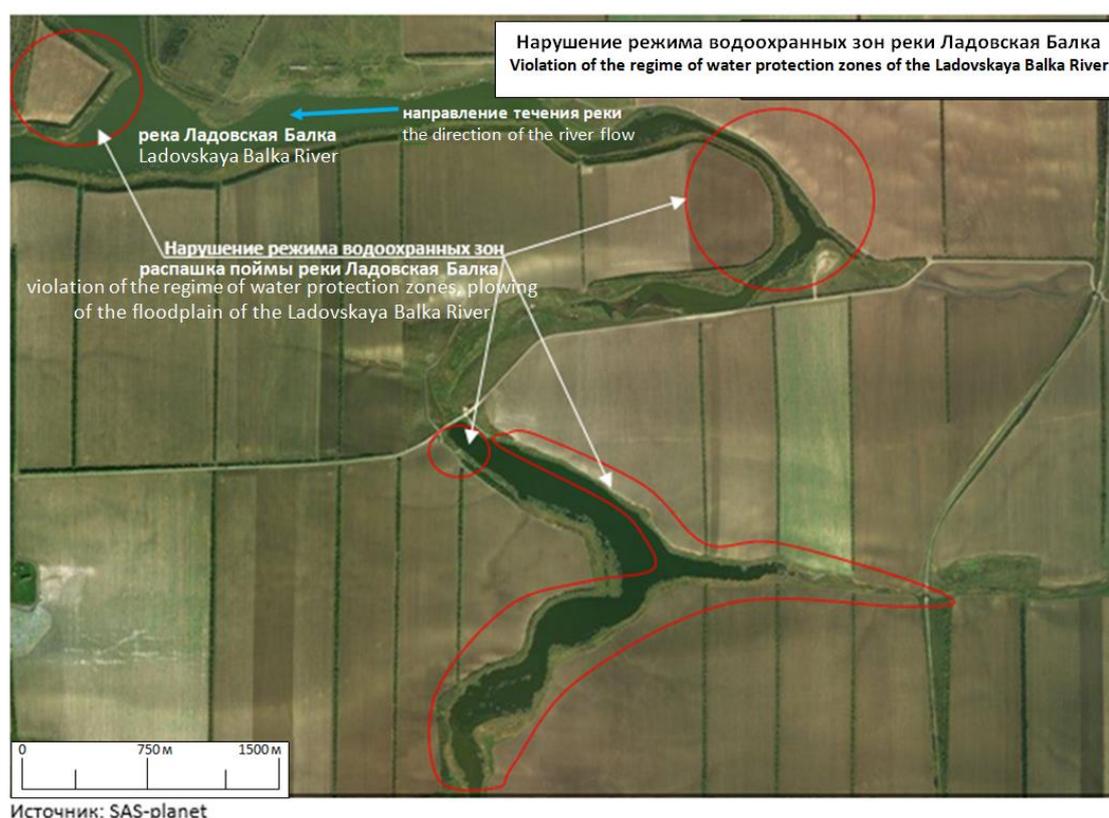


Рис. 7. Несоблюдение режима водоохранной зоны реки Ладовская балка /
Fig. 7. Non-compliance with the regime of the water protection zone of the Ladovskaya Balka river

Мутность реки Егорлык значительно высокая (около 200 г/м^3) и связана она со скоростью течения реки (1,2 м/сек).

Важно отметить, что снижение плодородия компенсируется увеличением объема внесения удобрений, которые также в период дождей попадают в водотоки рек, оказывая негативное влияние на экологическое состояние реки. Более того, период внесения удобрений в почву совпадает с сезоном наибольшего количества атмосферных осадков.

Вопросы качества дренажных вод при сбросе сточных вод и их влияние на микроэлементный состав и общую экологическую составляющую поверхностных водных объектов имеют отражения в научной литературе [Реутова и др., 2021; Сазонова и др., 2022; Shamsollah, 2021, Montgomery, 2007].

Сокращение площадей пойменных лугов влечет за собой трансформацию фаунистического комплекса. Биотоп пойменных лугов сменяется биотопом агроландшафтов. Потеря местообитаний вынуждает животных мигрировать в более доступные места.

Подобное можно наблюдать даже в особо охраняемых зонах, так к примеру, на территории государственного заказника «Соленое озеро» имеется нарушение поймы на площади около 54 тыс. м^2 . Заказник образован с целью сохранения естественного травяного покрова побережья, а также минерального состава воды и грязи озера, однако это не мешает хозяйствующим субъектам производить распашку прибрежной территории озера (рис. 9).

Стоит отметить и то, что специфичность природных условий озера складывает и особый состав орнитофауны. Здесь гнездится шилоклювка (*Recurvirostra avosetta*)

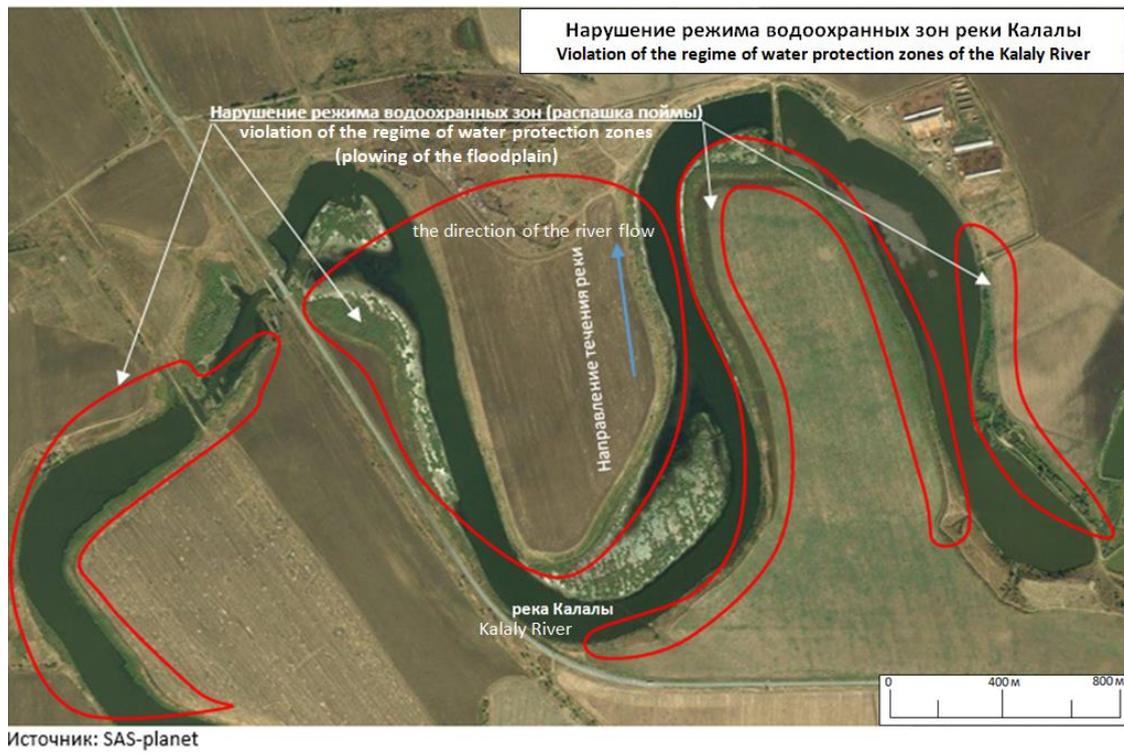


Рис. 8. Несоблюдение режима водоохранной зоны реки Калалы /
Fig. 8. Non-compliance with the regime of the water protection zone of the Kalala River



Рис. 9. Нарушение режима водоохранной зоны в государственном природном заказнике краевого значения «Соленое озеро» /
Fig. 9. Violation of the regime of the water protection zone in the state nature reserve of regional significance "Salt Lake"

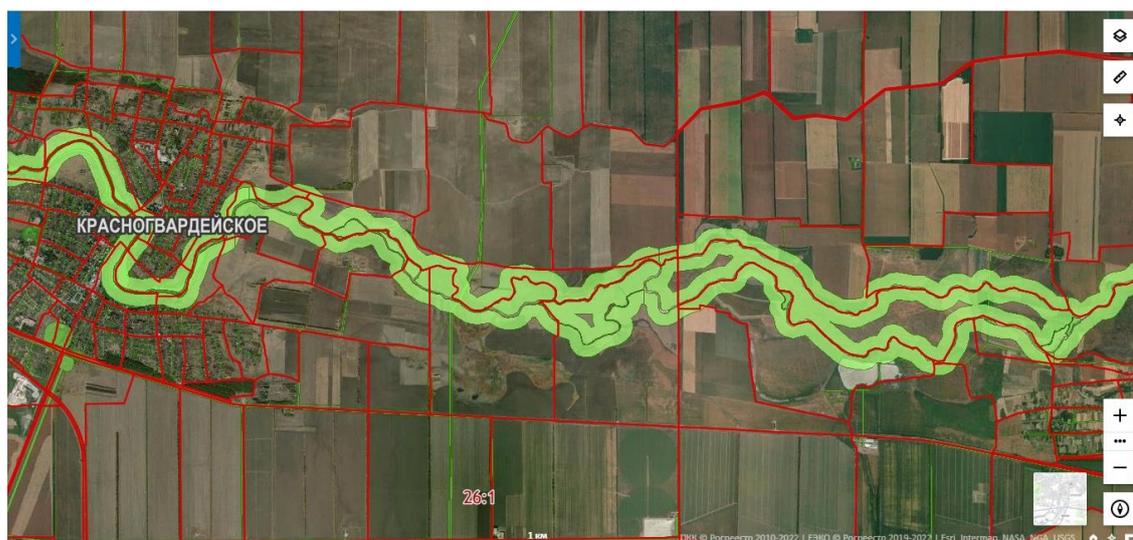


Рис. 10. Отображение водоохранных зон (зеленый цвет) на общедоступном ресурсе «Публичная кадастровая карта» /

Fig. 10. Display of water protection zones on the public resource “Public cadastral map”

и ходулочник (*Himantopus himantopus*), занесенный в Красную книгу Ставропольского края и Красную книгу Российской Федерации.

Основной причиной такого положения дел является несогласованность законодательных актов, в частности Водного и Земельного кодексов, что влечет за собой несоблюдение особого режима при межевании земель. Но, безусловно, самым важным фактором является стремление сельскохозяйственных предприятий к увеличению производства и вовлечению в оборот больших площадей земель.

При таком антропогенном воздействии, единственным способом улучшения экологического состояния водоемов и водотоков является создание лесных защитных полос в прибрежных полосах.

На сегодняшний день, зоны с особыми условиями, к которым относятся и водоохранные, и прибрежные зоны можно установить при помощи общедоступного ресурса «Публичная кадастровая карта» (рис. 10) (<https://pkk.rosreestr.ru>).

Еще одним способом регулирования хозяйственной деятельности в водоохранных зонах является включение в категорию риска водоохранных зон при ведении государственного земельного надзора и надзора за состоянием окружающей среды [Бондарь и др., 2018].

Мониторинг соблюдения режима водоохранных зон с помощью ГИС-технологий и методов дистанционного зондирования Земли может стать наиболее эффективным способом регулирования земельных и водных отношений.

Выводы

Во время исследования, на примере модельной территории Ставропольского края – Красногвардейского муниципального округа было выявлено 112 нарушений режима водоохранных зон. На основе данных дистанционного зондирования, была установлена площадь таких нарушений, в размере 96,9 га. Модельная территория, выбрана, в связи с максимальной вовлеченностью земель в сельскохозяйственное производство. Однако, данная проблематика стоит остро и в ряде других муници-

пальных образований Ставропольского края, и в других субъектах Российской Федерации.

Интенсификация сельского хозяйства влечет за собой вовлечение в оборот все больших площадей земель, в том числе и территорий водоохраных зон. Последствия такого использования земель негативно сказываются на экологическом состоянии водных объектов. Проблема водных ресурсов на юге России стоит достаточно остро, даже, несмотря на масштабное гидротехническое строительство обводнительно-оросительных систем. Особенно остро стоит проблема качества водных ресурсов. Важно отметить негативное влияние сточных вод, сбрасываемых с полей в процессе гидромелиорации земель на прибрежный фаунистический комплекс и ихтиофауну территории. Следовательно, охране водных ресурсов должно быть уделено должное внимание. В данном случае, рассмотрена причина негативного влияния на водные объекты – несоблюдение режима водоохраных зон.

Основной причиной данной проблемы является несогласованность основополагающих нормативно-правовых актов, регулирующих земельные и водные отношения. Такая несогласованность приводит к некорректному межеванию земель, в том числе и в водоохраных зонах.

Выход из подобной ситуации можно найти только на федеральном уровне, путем исправления несоответствий в области регулирования земельных и водных отношений. Кроме того, важно применить рекультивационные мероприятия на землях пойм, используемых в сельскохозяйственном производстве, заключающиеся в приведении данных земель к состоянию, максимально приближенному к естественным фитоценозам пойменных лугов.

Для выявления пойменных территорий и оценки масштаба нарушений, эффективно будет применять технологии дистанционного зондирования Земли. Также данные методы помогут предугадать последствия нарушений водного законодательства. Кроме того, можно отметить, что мониторинг соблюдения режима водоохраных зон с помощью ГИС-технологий и методов дистанционного зондирования Земли, даже при использовании общедоступных сервисов, таких как «Публичная кадастровая карта» может стать наиболее эффективным способом проведения контрольно-надзорных мероприятий исполнительных органов власти.

Литература

1. Антонов С.А., Шестакова Е.О. Пространственный анализ пашни Ставропольского края за период 2015–2019 гг. // Сельскохозяйственный журнал. – 2020. – №3. – С. 6–12.
2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае в 2021 году. – Ставрополь: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Ставропольского края. – 2021. – С. 75–77.
3. Белюченко И.С. Региональный мониторинг – научная основа сохранения природы. // Экологический вестник Северного Кавказа. – 2006. – Т. 2. №1. – С. 25–40.
4. Бондарь Е.В., Скрипчинский А.В., Седых Р.Ю. Разработка методических приемов оценки земельных участков сельскохозяйственного назначения с применением риск-ориентированного подхода на основе геоинформационных систем. // Наука. Инновации. Технологии. – 2018. – №3. – С. 181–194.
5. Ерошенко Ф.В., Лапенко Н.Г., Сторчак И.Г. Использование данных дистанционного зондирования земли для оценки состояния и степени деградации естественных пастбищных угодий. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – №5(73). – С. 14–17.

6. Ключко Т.А. Исследование современного состояния проблем выявления засоленных почв по данным космических съемок. // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. – 2010. – Т. 23. №2. – С. 156–166.
7. Лупян Е.А., Барталев С.А., Савин И.Ю. Технологии спутникового мониторинга в сельском хозяйстве России. // *Аэрокосмический курьер*. – 2009. – №6. – С. 47–49.
8. Реутова Н.В., Реутова Т.В., Дреева Ф.Р., Хутуев А.М. Микроэлементный состав поверхностных вод бассейна реки Малка и геохимические особенности региона. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2019. – Т. 9. №4. – С. 6–12. DOI: 10.44698/VNC.2021.20.60.014
9. Родоманская С.А. Агроэкологическая оценка деградационных трансформаций сельскохозяйственных земель в контексте обеспечения продовольственной безопасности. // *Международный сельскохозяйственный журнал*. – 2018. – №6. – С. 71–75.
10. Сазонова А.Д., Закруткин В.Е., Решетняк О.С. Временная изменчивость поверхностного гидрохимического стока в бассейне реки Большой Егорлык в условиях антропогенного воздействия и климатических изменений. // *Геология и геофизика Юга России*. – 2022. – Т. 12. №2. – С. 117–130. DOI: 10.44698/VNC.2022.37.47.009.
11. Скрипчинский А.В. Исторический мониторинг водных объектов на основе дистанционного зондирования Земли. // Ученые записки Ставропольского краевого отделения Русского географического общества. – 2013. – Т. 1. – С. 123–129.
12. Скрипчинский А.В., Антонов С.А. Космический мониторинг пастбищ восточных районов Ставропольского края. // *Наука. Инновации. Технологии*. – 2019. – №2. – С. 125–133.
13. Труфанова С.А., Сердюкова А.В. Геоэкологическая оценка состояния пойм малых рек. // *Наука на благо человечества*. – 2018. – С. 95–97.
14. Хохлов А.Н., Фрезе В.В., Ильях М.П., Друп А.И., Друп В.Д. Применение ядохимикатов в сельском хозяйстве как причина массовой гибели птиц на Ставрополье. // *Кавказ. орнитол. вестн.* – 2008. – №20. – С. 205–207.
15. Январев Г. С. Новейшая структура и геодинамика Западного Предкавказья (на основе дешифрирования космоснимков). // *Геология и геофизика Юга России*. – 2020. – Т. 10. №4. – С. 30–40. DOI: 10.46698/VNC.2020.55.16.002.
16. Aiello A., Canora F., Pasquariello G., Spilotro G. Shoreline variations and coastal dynamics: A space–time data analysis of the Jonian littoral, Italy. // *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. – 2013. – Vol. 129. – pp. 124–135.
17. Barducci A., Guzzi D., Marcoiommi P., Pippi I. Aerospace wetland monitoring by hyperspectral imaging sensors: A case study in the coastal zone of San Rossore Natural Park. // *Journal of Environmental Management*. – 2009. – Vol. 9. – pp. 2278–2286.
18. McFadden L., Nicholls R.J., Vafeidis A., Tol R.S.J. A Methodology for Modeling Coastal Space for Global Assessment. // *Journal of Coastal Research*. – 2007. – No.23. – pp. 911–920.
19. Montgomery D.R. Soil erosion and agricultural sustainability. // *PNAS*. August 14. – 2007. – Vol. 104(33). – pp. 13268–13272.
20. Sedell J., Judith L. Froggatt Importance of streamside forests to large rivers: The isolation of the Willamette River, Oregon, U.S.A., from its floodplain by snagging and streamside forest removal. // *Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Verhandlungen*. – 1984. – Vol. 22. Issue 3. – pp. 1828–1834.
21. Shamsollah A. Impacts of oak deforestation and rainfed cultivation on soil redistribution processes across hillslopes using 137 Cs techniques. // *Forest Ecosystems*. – 2021. – No. 32. – pp. 1–14.

References

1. Antonov S.A., Shestakova E.O. Spatial analysis of arable land in Stavropol territory during the period from 2015 to 2019. *Agricultural Journal*. 2020. No. 3. pp. 6–12. (In Russ.)

2. National report on the state of the environment and natural management in the Stavropol Territory in 2021. Stavropol. Ministry of Natural Resources and Environmental Protection of the Stavropol Territory. 2021. pp. 75-77. (In Russ.)
3. Belyuchenko I.S. Regional monitoring as the scientific basis for nature conservation. The North Caucasus Ecological Herald. 2006. Vol. 2. No. 1. pp. 25-40. (In Russ.)
4. Bondar E.V., Skripchinsky A.V., Sedykh R.Yu. Development of methodological methods for assessing agricultural land plots using a risk-based approach on the basis of geographic information systems. Science. Innovation. Technologies. 2018. No. 3. pp. 181–194. (In Russ.)
5. Eroshenko F.V., Lapenko N.G., Storchak I.G. Use of the data of earth remote sensing for the assessment of the state and degree of degradation of natural pasture lands. Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. 2018. No. 5(73). pp. 14-17. (In Russ.)
6. Klochko T.A. Investigation of the current state of the problems of identifying saline soils according to satellite imagery data. Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Geography. Geology. 2010. Vol. 23. No. 2. pp. 156–166. (In Russ.)
7. Lupyan E.A., Bartalev S.A., Savin I.Yu. Satellite monitoring technologies in Russian agriculture. Aerospace courier. 2009. No. 6. pp. 47-49. (In Russ.)
8. Reutova N.V., Reutova T.V., Dreeva F.R., Khutuev A.M. Microelements in the surface waters of the Malka River basin and geochemical features of the region. Geology and Geophysics of Russian South. 2021. Vol. 11(3). pp. 6–12. DOI: 10.44698/VNC.2021.20.60.014 (In Russ.)
9. Rodomanskaya S.A. Agroecological assessment of degradation transformations of agricultural lands in the context of food security governance. International Agricultural Journal. 2018. No. 6. pp. 71-75. (In Russ.)
10. Sazonov A.D., Zakrutkin V.E., Reshetnyak O.S. Time variability of surface hydrochemical runoff in the Bolshoi Yegoryk River basin under anthropogenic influence and climate change. Geology and Geophysics of Russian South. 2022. Vol. 12(1). pp. 117–130. DOI: 10.44698/VNC.2022.37.47.009. (In Russ.)
11. Skripchinskiy A.V. Historical monitoring of water bodies based on remote sensing of the Earth. Scientific notes of the Stavropol regional branch of the Russian Geographical Society. 2013. Vol. 1. pp. 123-129. (In Russ.)
12. Skripchinskiy A.V., Antonov S.A. Space monitoring of pastures of the eastern regions of the Stavropol Territory. Science. Innovations. Technologies. 2019. No.2. pp. 125-133. (In Russ.)
13. Trufanova S.A., Serdyukova A.V. Geoecological assessment of the state of floodplains of small rivers. Science, for the Benefit of Mankind. 2018. pp. 95-97. (In Russ.)
14. Khokhlov A.N., Freze V.V., Ilyukh M.P., Drup A.I., Drup V.D. The use of pesticides in agriculture as a cause of mass death of birds in the Stavropol Territory. Caucasian Ornithological Bulletin. 2008. No. 20. pp. 205–207. (In Russ.)
15. Aiello A., Canora F., Pasquariello G., Spilotro G. Shoreline variations and coastal dynamics: A space–time data analysis of the Jonian littoral, Italy. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2013. Vol. 129. pp. 124–135.
16. Barducci A., Guzzi D., Marciommi P., Pippi I. Aerospace wetland monitoring by hyperspectral imaging sensors: A case study in the coastal zone of San Rossore Natural Park. Journal of Environmental Management. 2009. Vol. 9. pp. 2278–2286.
17. McFadden L., Nicholls R.J., Vafeidis A., Tol R.S.J. A Methodology for Modeling Coastal Space for Global Assessment. Journal of Coastal Research. 2007. No.23. pp. 911–920.
18. Montgomery D.R. Soil erosion and agricultural sustainability. PNAS. August 14. 2007. Vol. 104(33). pp. 13268–13272.
19. Sedell J., Judith L. Froggatt Importance of streamside forests to large rivers: The isolation of the Willamette River, Oregon, U.S.A., from its floodplain by snagging and streamside forest removal. Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie: Verhandlungen. 1984. Vol. 22. Issue 3. pp. 1828–1834.
20. Shamsollah A. Impacts of oak deforestation and rainfed cultivation on soil redistribution processes across hillslopes using ¹³⁷Cs techniques. Forest Ecosystems. 2021. No.32. pp. 1–14.