

Оригинальная статья / Original article

УДК 991.2+551.4

DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-153-173

Гидролого-морфологические особенности и геоэкологическое состояние территорий долины равнинной части реки Кумы и их значение в системе цивилизационного развития Центрального Предкавказья периода XVIII–XXI веков

Евгений Г. Мишвелов¹, Загир В. Атаев^{2,3,4}, Артем И. Корниенко¹¹Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия²Дагестанский государственный педагогический университет, Махачкала, Россия³Дагестанский федеральный исследовательский центр Российской академии наук, Махачкала, Россия⁴Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук, Нальчик, Россия

Контактное лицо

Евгений Г. Мишвелов, доктор биологических наук, профессор, кафедра экологии и природопользования, Северо-Кавказский федеральный университет; 355000 Россия, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1.
Тел. +79614973994

Email mishvelov@mail.ruORCID <https://orcid.org/0000-0003-2004-9429>

Формат цитирования

Мишвелов Е.Г., Атаев З.В., Корниенко А.И. Гидролого-морфологические особенности и геоэкологическое состояние территорий долины равнинной части реки Кумы и их значение в системе цивилизационного развития Центрального Предкавказья периода XVIII–XXI веков // Юг России: экология, развитие. 2022. Т. 17, N 4. С. 153–173. DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-153-173

Получена 14 сентября 2022 г.

Прошла рецензирование 5 октября 2022 г.

Принята 25 октября 2022 г.

Резюме

Цель. В настоящей работе основной целью ставился ретроспективный анализ геоэкологического состояния и проблем природно-территориальных комплексов (ПТК) долины равнинной части р. Кумы в контексте гидролого-морфологической динамики для периода с XVIII века по настоящее время.

Материалы и методы. В работе проведен анализ состояния природных компонентов ландшафтов региона, для чего применены топографические, отраслевые и кадастровые карты, цифровая модель рельефа, космоснимки. Использованы открытые данные министерств, ведомств, архивные и фондовые материалы. Степень антропогенной трансформации природно-территориальных комплексов вычислялась на основании коэффициента экологической стабильности ландшафтов.

Результаты. На примере равнинной части реки Кумы для периода XVIII – XXI вв. проанализированы геоэкологические особенности долинных ПТК. Исследования показали, что на современном этапе меандрирование остается важным условием землепользования в долине р. Кумы в части сельскохозяйственных земель и селитебных территорий. Построены картосхемы землепользования модельного участка в долине р. Кумы, позволяющие оценить эффективность хозяйственного использования полей стариц.

Заключение. Последние двести лет долинные ПТК остаются значимыми для поселенческих целей и сопутствующей им хозяйственной деятельности. Современный пояс меандрирования в совокупности с полями стариц создают особые средоформирующие условия функционирования стабилизирующих компонентов ландшафта, в первую очередь пойменного леса как интегрального базового фактора сохранения регионального биоразнообразия. Рекомендовано при организации устойчивого использования земельного фонда речных долин для целей территориального планирования учитывать региональные особенности размещения меандр и стариц.

Ключевые слова

Река, долина, пойма, меандр, старица, гидролого-морфологические факторы, хозяйственная деятельность, геоэкологическое состояние.

Hydrological and morphological features and geoecological condition of the territories of the plains area of the Kuma River valley and their significance in the system of civilizational development of the Central Pre-Caucasus in the 18th–21st centuries

Evgeny G. Mishvelov¹, Zagir V. Ataev^{2,3,4} and Artem I. Kornienko¹

¹North Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

²Dagestan State Pedagogical University, Makhachkala, Russia

³Dagestan Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

⁴Kabardino-Balkar Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Nalchik, Russia

Principal contact

Evgeny G. Mishvelov, Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Ecology and Nature Management, North Caucasus Federal University; 1 Pushkin St, Stavropol, Russia 355000.

Tel. +79614973994

Email mishvelov@mail.ru

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2004-9429>

How to cite this article

Mishvelov E.G., Ataev Z.V., Kornienko A.I. Hydrological and morphological features and geoecological condition of the territories of the plains area of the Kuma River valley and their significance in the system of civilizational development of the Central Pre-Caucasus in the 18th–21st centuries. *South of Russia: ecology, development*. 2022, vol. 17, no. 4, pp. 153–173. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2022-4-153-173

Received 14 September 2022

Revised 5 October 2022

Accepted 25 October 2022

Abstract

Aim. In this work, the main aim was a retrospective analysis of the geo-ecological state and problems of natural territorial complexes (NTC) of the valley of the plains area of the Kuma River in the context of hydrological and morphological dynamics for the period from the 18th century to the present.

Material and Methods. The paper analyses the state of the landscape's natural components in the region, for which topographic, sectoral and cadastral maps, digital relief model, satellite images were used. Openly available data of ministries, departments, archival and stock materials were used. The degree of anthropogenic transformation of the natural-territorial complexes was calculated based on the coefficient of ecological stability of landscapes.

Result. Using the example of the plains area of the Kuma River for the period of the 18th–21st centuries, the geo-ecological features of valley NTC were analysed. Studies have shown that at the present stage meandering remains an important condition for land use in the Kuma River valley in terms of both agricultural land and residential areas. Cartographic schemes of land use of a modelled plot in the valley of the Kuma River were constructed, allowing the assessment of the efficiency of the economic use of the fields of oxbow lakes.


Conclusion. For the last two hundred years, valley NTC have remained significant for settlement purposes and related economic activities. The modern meandering belt together with the fields of the older such features create special environment forming conditions for the functioning of the stabilising components of the landscape, floodplain forest being a basic integral factor in the preservation of regional biodiversity. It is recommended that when organising the sustainable use of the land resources of river valleys for the purposes of territorial planning, the regional features of placement of meanders and oxbow lakes be taken into account.

Key Words

River, valley, floodplain, meander, oxbow lake, hydrological and morphological factors, economic activity, geo-ecological condition.

ВВЕДЕНИЕ

Современное цивилизационное развитие своими корнями связано с долинами равнинных рек, в каком-то смысле, все великие древние цивилизации – это «речные цивилизации», благополучие которых и проблемы зависели от возможности развивать сельское хозяйство на территориях плодородных пойм. Такие составляющие гидрологического цикла как половодье, паводок тысячелетиями участвовали в формировании почвенного плодородия, но могли приносить и беду человеку при наводнениях. Не случайно в древнекитайском письме слово «несчастье» долгое время записывалось в виде

иероглифа – , изображавшего вышедшую из берегов реку [1]. Отмеченные обстоятельства обусловили на определенном этапе развитие научного интереса к проблемам гидрографии, гидрологии, геоморфологии и геоэкологии, связанных с функционированием водотоков.

Вопросы морфологии русла реки как особого фактора рельефообразования в отечественной научной литературе разрабатывались два последних столетия, начиная с работы А.Н. Краснова [2], описавшего свободные и врезанные излучины, отметив, что первые формируются, «если река течет по рыхлой породе». В последующие периоды гидрологи и географы развивали представления о факторах и механизмах руслообразования в темпорально-хорологическом аспекте [3–21].

Изучению вопросов геоморфологии речных долин с позиций геоэкологии также посвящено немало работ. Маккавеев Н.И. в своей монографии [12] отмечал, что долинные геосистемы во все времена относились к территориям с наивысшей концентрацией населения Земли. Например, в ряде публикаций по вопросам освоения Удмуртии и его влиянию на гидрологию бассейнов рек отмечалось, что при антропогенном сведении 50–60% леса и активизации хозяйственной деятельности на территории речных бассейнов ряда южных районов Удмуртии в 60–90-х гг. XIX в. происходило резкое увеличение поступления продуктов бассейновой эрозии в русла и как результат – увеличение речного стока наносов, переформатирование высокой и низкой пойм [22–24]. Вопросам ретроспективы геоэкологической трансформации р. Ташла и ее поймы посвящены работы Новосельцевой А.П. [25], Дорониной М.А. [26], Каторгина И.Ю. и др. [27]. Вопросы оценки и моделирования процессов речного бассейна в условиях антропогенного воздействия обсуждаются в работах Smith [28]; Szilagyi, Parlange [29]; Чернова А.В. [30]; Tucker, Hancock [31]; Кашавцевой А.Ю. [32]; Лисецкого Ф.Н. и др. [33]; Василевского П.Ю. [34]; Чалова С.Р. [35].

Современный инструментарий географии, геологии, гидрологии и экологии позволяет под определенным углом осветить проблемы развития долинных ПТК равнинных рек в процессе освоения их человеком, что и анализируется в настоящей работе на примере р. Кумы, расположенной преимущественно в Центральном Предкавказье (рис. 1). Данная территория активно осваивалась Россией только последние два – три века, при этом, и в настоящее время совокупность природно-климатических факторов обеспечивала благоприятные предпосылки для сельскохозяйственной деятельности, что и сегодня выводит регион на флагманские позиции системы социально-экономического развития страны.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе представлены данные о гидролого-морфологических особенностях и геоэкологическом состоянии территорий равнинной части долины р. Кумы региона Центрального Предкавказья. Основное внимание уделено долине р. Кумы между с. Отказным до г. Буденновска и модельному участку долины р. Кумы между с. Отказным и с. Нины (рис. 1).

Использовались снимки с сайта Геологической службы США, а также топографические карты различного масштабного ряда. Обработка снимков осуществлялась в программном комплексе MapInfo Professional 12.0 и QGIS 3.24.1.

Обработка цифровой модели рельефа (ЦМР) осуществлялась средствами QGIS 3.24.1 и Global Mapper v22.1, числовые характеристики гив были получены с помощью инструментария QGIS 3.24.1. Профили рельефа местности построены с помощью Global Mapper v22.1. Русло реки и старицы были выделены с использованием спутниковых снимков сверхвысокого разрешения GeoEye-1, данные ЦМР – ALOS PALSAR, SRTM, предоставляемые USGS и NASA.

Идентификация отдельных категорий земель осуществлялась с использованием таких ресурсов как Федеральная государственная информационная система территориального планирования (<https://fgistp.economy.gov.ru/>), Публичная кадастровая карта (<https://pkk.rosreestr.ru/>), а также вышеупомянутые карты и космоснимки.

Источниковой базой исследования служили официальные данные и отчеты региональных министерств и ведомств Ставропольского края, фондовые и архивные материалы, в т.ч. Фонды ГБУК «Ставропольский государственный историко-культурный и природно-ландшафтный музей-заповедник имени Г.Н. Прозрителева и Г.К. Праве», Государственного архива Ставропольского края.

Уровень антропогенной трансформации территорий оценивался на основании коэффициента экологической стабильности ландшафта по методике Б.И. Кочурова [36]. Особенности определения вероятностного пояса меандрирования и методика построения полей стариц даны в тексте раздела «Полученные результаты и их обсуждение».

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для бассейна р. Кумы, расположенного на территории Предкавказья, характерны следующие общие особенности эволюции, отраженные в работе В.А. Шальнева [37]. Исследователь отмечает, что ряд трансгрессий и регрессий Каспийского бассейна на фоне тектонических процессов Большого Кавказа в четвертичный и более ранние периоды существенно повлиял на особенности рельефа юго-восточной части Ставропольского свода, а это в т.ч. территории среднего течения Кумы и ее притоков. К Терско-Кумскому прогибу были приурочены наиболее интенсивные погружения впадин Предкавказья. В период регрессионных стадий хвалынского бассейна, сопровождавшихся существенной трансформацией осушившейся территории под воздействием эрозионных процессов, закладывались песчаные массивы – дельтовые отложения рек, наряду с равнинными супесчаными участками и суглинистыми впадинами. Таким образом, Ачикулакско-Бажиганский массив – древняя дельта р. Кумы и р. Горькой балки, а

Кумский представляет собой результат изменения течения р. Кумы после сокращения хвалынского бассейна. Для этого периода характерно установление умеренного, но сухого климата. При этом в рельефе шло формирование лессовых и аллювиально-лессовых равнин.

Состояние территорий Центрального Предкавказья в период нашей эры по данным Л.И. Лаврова [38] определенным образом связано с антропогенным воздействием разного уровня. От преобладания охоты и собирательства в начале неолита, до пастушеского скотоводства начала I тысячелетия до н.э., ставшего главным занятием населения, существенных воздействий на природные экосистемы не происходило.

Давление на природную среду стало усиливаться в VII в. до н.э. с началом развития кочевого скотоводства в скифско-сарматский период и развитием пахотного земледелия по берегам рек. Ситуация с экологическим состоянием природно-территориальных комплексов (ПТК) и в первую очередь для лесопокрываемых и степных территорий усугубляется и совпадает по времени с началом цивилизационного присутствия России в этом регионе.

Территориальный вектор цивилизационного развития и заселения Центрального Предкавказья в XVIII – XIX вв. для России был исторически связан с речными долинами, главным образом рр. Кубань, Терек и Кумы. Помимо приоритетных военно-политических и торговых целей, это обуславливалось благоприятными природно-климатическими условиями таких территорий для ведения традиционного зернового хозяйства. Важнейшим фактором при этом являлась круглогодичная доступность пресной воды.

На примере р. Кумы показано, что на территории ее долины уже к концу XIX в. сформировалась развитая сеть поселений с населением около 130 000 человек. Расстояние между населенными пунктами составляло в среднем 15 км, обуславливая транспортную коммуникационную доступность и относительно высокую плотность населения – 500 человек на 1 км реки. Для сравнения, на современном этапе население исследуемой территории составляет порядка 180 000, при плотности 681 человек на 1 км реки.

Главными занятиями первопоселенцев долины р. Кумы в основном из Воронежской, Курской, Орловской, Черниговской и Харьковской губерний России являлись растениеводство и скотоводство, что было обусловлено как высоким спросом на сельскохозяйственную продукцию, являвшимся результатом дислокации в регионе большого количества войск, так и комфортностью природно-климатических условий, в т.ч. продолжительным вегетационным периодом, наличием плодородных разновидностей каштановых почв, нелимитированным доступом к пресной воде, достаточным для нужд населения количеством пойменных лесов.

В то же время расселение значительно ограничивалось негативным действием засух, вредителей, болезней, набегов горцев и разбойников, разливами реки, нередко причинявшими колоссальный ущерб.

Современное состояние ПТК обследованных территорий р. Кумы уместно рассмотреть на примере характеристики Левокумского природно-культурного ландшафта [37; 39]. Анализируемые в настоящей работе

территории относятся преимущественно к Левокумскому природно-культурному ландшафту, занимающему юго-восточные склоны Ставропольской возвышенности в среднем течении левобережной части р. Кумы. В данный ландшафт включены значительные территории Арзгирского и Буденновского районов, а также, в меньшей степени, Левокумского и Советского. Коэффициент антропогенных нарушений достаточно высок – 0,8. Распаханность территории анализируемого ландшафта колеблется от 60% на северо-востоке до 80% на юго-западе.

Климат ландшафта сухой, континентальный с жарким летом (июль 24,3–24,7°C) и прохладной зимой (январь – 4,5°C). Среднегодовое количество осадков 350–365 мм, испаряемость – 800–950 мм, при этом максимум испаряемости приходится на июль–август (150–220 мм).

Важнейшей ландшафтной особенностью является замена природных растительных компонентов культурными и изменения круговорота воды в летне-весенний период. В строении территории преобладают мощные толщи делювиальных верхнечетвертичных суглинков, а водоразделы заняты золово-делювиальными суглинками. К долинам рек приурочены аллювиальные отложения. Рельеф представлен в основном низкими равнинами с долинно-балочным расчленением. Суффозионные формы рельефа преобладают на водораздельных пространствах. Днища речных долин хорошо разработаны со слабо расчлененными верхнечетвертичными террасами. Пойма р. Кумы в среднем и нижнем течении занимает восточные районы ландшафта. Абсолютные высоты изменяются от 250 м на западе до 100 м на востоке.

Густая речная сеть территории представлена р. Кумой с ее левыми притоками: Сухой Карамык, Мокрый Карамык, Томузловка, Мокрая Буйвола. Наиболее полноводным является среднее течение р. Кумы. Средний расход воды у г. Зеленокумска составляет 19,8 м³/с, у г. Буденновска – 15,5 м³/с, а у с. Владимировки – 9,8 м³/с. Годовой сток в районе г. Буденновска составляет 0,3 км³. В период с марта по июнь отмечается максимальный сток. Минимальный приходится на осенне-зимний период. Модуль стока незначителен и составляет от 0,5 до 1 л/с. Река Кума пополняется водами Большого Ставропольского канала. Созданы два водохранилища – Отказненское на р. Куме и Буйвола на р. Мокрой Буйволе. Запасы водоносных горизонтов, приуроченных к толщам акчагыльского и апшеронского ярусов, небольшие. Минерализация воды слабая (0,5–2,0 г/л).

С позиций оценки бассейновой формирующей деятельности основных водотоков следует отметить, что как на Азово-Кубанской равнине, так и на Терско-Кумском междуречье глубина местных базисов эрозии колеблется от 10 до 50 м и уменьшается в западном и восточном направлениях от Ставропольского сводового поднятия, современные тектонические движения здесь имеют характер медленных опусканий, поэтому развития эрозионной сети не происходит, а преобладают процессы аккумуляции [40]. Данное обстоятельство представляется достаточно важным для понимания генезиса региональной руслообразовательной деятельности.

Значительные площади в пойме р. Кумы заняты пойменными лесами. В настоящее время, как растительность сухих степей, так и поймы р. Кумы заменена культурной. На юге преобладают темно-

каштановые почвы, сменяясь к северу на каштановые солонцеватые и светло-каштановые. На днищах долин распространены аллювиальные почвы пойм.

Анализируя по данным официальных Докладов о состоянии окружающей среды и природопользовании в Ставропольском крае гидрохимические особенности изученной части бассейна р. Кумы, можно отметить, что вода реки характеризуется присутствием в повышенных количествах меди, нитритов, БПК₅. Так, для периода с 2000 по 2019 гг. в створе 2–5 (Отказненское водохранилище) концентрации этих веществ превышали ПДК до 6,5, нитритам – до 5,5, БПК₅ – до 3,4, по марганцу загрязнение, например, в 2020 г. достигало 16,9 ПДК, при этом по РД 52.24.643-2002 вода в створе 2–5 характеризовалась как «очень грязная», УКИЗВ = 4,72. Ниже по течению в створе 2–18 (сброс из озера Буйвола в р. Куму) в том же 2020 г. допустимый норматив по марганцу был превышен в 4–7 раз. Согласно РД

52.24.643-2002 вода в озере в створе 2–18 относилась к «3б» классу, «загрязненная», УКИЗВ = 3,12.

Гидролого-морфологическая характеристика равнинной части долины р. Кумы

Река Кума является второй по величине рекой Северного Кавказа. Площадь бассейна 33,5 тысячи квадратного километра, длина реки 802 километра (рис. 1). Кума берет начало ниже зоны оледенения на северных склонах Скалистого хребта, на горе Кумбаши (2100 м над уровнем моря). До станицы Суворовской р. Кума является предгорной рекой с подвижным галечно-песчаным ложем. Далее на территории Минераловодского, Георгиевского, Советского, Буденновского и др. районов она приобретает черты степной равнинной реки.

Ледовые явления на р. Куме начинаются во второй половине декабря, ледостав – в середине января. Максимальная толщина льда зафиксирована у ст. Александрийской 20 января 1950 г. – 0,8 м.

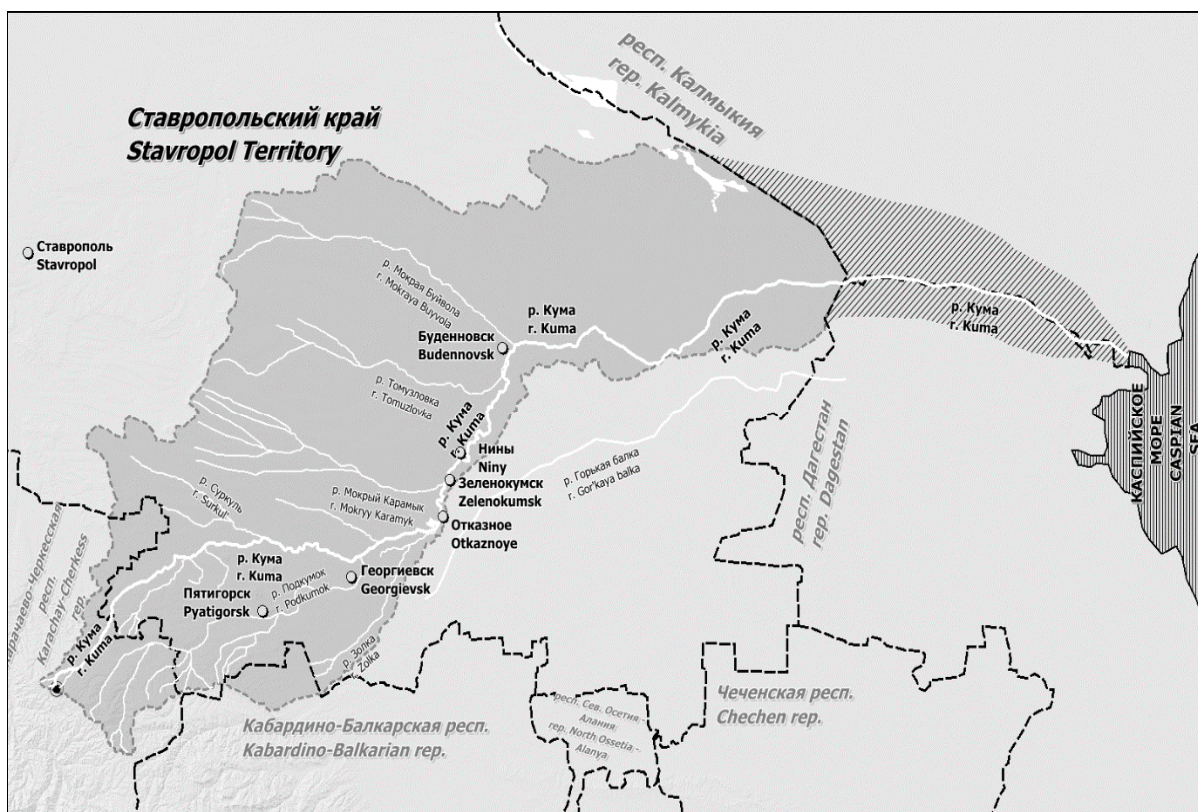


Рисунок 1. Бассейн р. Кумы

Figure 1. Kuma River basin

Река имеет в основном снеговое и дождевое питание. Отсюда происходят особенности водного режима. Снеготаяние в степях приводит к весеннему половодью с продолжительностью в 3–4 месяца. В 1967 году оно длилось 221 день, а в 1971 году – 51 сутки. В это время рекой переносится до 56% годового стока, в некоторые годы эти значения могут повышаться до 85%. Наибольший расход – 192 м³/с был отмечен в 1970 году у ст-цы Бекешевской [41].

Летнее половодье вызывается обильными дождями предгорий и длится от 5 до 8 месяцев. Наиболее продолжительный паводок зарегистрирован у с. Новозаведенного в 1980 году. Он продолжался с 27 июля по 15 августа. За это время объем стока составил

19,2 млн м³. Рекорд по объему стока отмечен в 1974 году, когда рекой были пронесены 33,7 млн м³. Наибольший расход, составивший 132 м³, отмечался в 1962 году у ст-цы Александрийской.

Воды р. Кумы имеют высокую мутность и несут много взвешенного материала (у с. Новозаведенного в среднем около 670 тысяч тонн в год, у г. Зеленокумска – 100 тысяч тонн, у г. Буденновска – 590 тысяч тонн, у с. Владимировки – 380 тысяч тонн) [41]. Частые разливы и перемещение такого количества взвешенных веществ, несомненно, весьма значимо в формировании высокоплодородных пойменных почв долины реки.

Отмеченный гидрологический режим зачастую сопровождался бедственными паводками и значите-

льными разливами, много раз зафиксированных в различные периоды последних двухсот лет. Историк А.П. Семилюцкий освещает в своей работе для территорий поймы р. Кумы района с. Прасковее и с. Покойного наводнение 1845 г., автор повествует о том, что в 1851 г. затоплено «...до 80 мельниц, виноградные сады и огороды», а в 1887 г. «...в селе Прасковее разрушила (ред. вода) до 200 домов... Каждое наводнение приносит крестьянам убытки на сотни тысяч рублей» [42]. О разливах Кумы в 1881 и в 1882 годах повествовал на страницах «Ставропольских губернских ведомостей» известный статист и историк Кавказа И.В. Бентковский, отмечая, что вода не сходила с последних чисел апреля до половины июня.

Исследователь писал о громадном ущербе для населения долины р. Кумы: «Многие жители вынуждены были в каюках или в больших корытах переплывать из двора в двор, и покидать свои дома. Виноградники, очевидно, погибли, а затопленные саманные дома развалятся. Словом, картины разливов поразительные, опустошения и убытки громадные, положение жителей бедственное...» (цит. по [41]). Существенным фактором регулирования гидрологического режима могло стать Отказненское водохранилище, построенное в 1965 г., при этом проектные и строительные недочеты, а также короткий запланированный период эксплуатации (50 лет) уже к началу двухтысячных в значительной степени уменьшили противопаводковое значение водоема.

Периодические паводки, катастрофические наводнения наблюдались и в последующие периоды, например, в 1978 г. (затоплено 30% площади города Зеленокумска, нанесен значительный экономический ущерб) и в меньшей степени – 2002 г., что подвигло властные структуры на принятие и выполнение специализированных противопаводковых программ [43–45]. На сегодняшний день выполнены существенные объемы работ по спрямлению русла и укреплению берегов.

Регулирование русла р. Кумы не всегда успешно предпринималось и ранее, еще в XIX веке [42; 46]. Искусственная изоляция речных меандр и спрямление русла эффективно проводились уже в шестидесятых годах прошлого века, затем в 2012–2017 и 2020 гг. для целей предотвращения ЧС гидрологического характера и благоустройства города Зеленокумска.

В чем же гидролого-морфологические особенности р. Кумы, во многом обуславливающие геоэкологическое состояние ПТК ее долины, а также успешность и сложность их освоения человеком? Рисунок 2 иллюстрирует изученный равнинный участок территории долины р. Кумы от с. Отказное до г. Будённовска, который представлен вытянутым лентообразным полигоном шириной от 3 до 9 км, имеющим на поперечных профилях ящикообразную форму с небольшими перепадами высот (до 5–15 м) по отношению к нулю дна.

Продольный профиль, представленный на вышеуказанном рисунке, дает представление о характере перепадов уклона реки на различных участках. Для его построения были использованы данные SRTM с пространственным разрешением 30 метров. Линия профиля проведена по руслу реки на участке с. Отказное до г. Будённовск с учетом 2477 точек, из которых с помощью выборки с интервалом в 10 значений, были определены 247 точек. По этим точкам с использованием

скользящей средней был построен продольный профиль. Средний уклон составляет 0,4°, перепад высот 80 м (от 168 до 88 м). При этом оказалось, что колебания уклона по профилю незначительны и составляют 0,06–0,11°, что со значительной долей вероятности свидетельствует о сходимости русловых процессов на участке с. Отказное до г. Будённовск.

Следует отметить, что при построении поперечных профилей долины реки на графике высот могут быть выделены достаточно крупные вытянутые параллельно границам долины возвышенные образования рельефа дна – гривы или старые прирусловые валы [47], которые могут затруднить выделение границ долины.

Высота таких образований-грив часто равна или меньше высоты, на которой находится бровка коренного склона долины. В отдельных случаях подобные гривы могут даже превышать высоту бровки коренного склона долины. На рисунке 3 показан один из таких случаев (грива А в районе южной окраины г. Зеленокумска).

Наиболее крупное образование из целого ряда фрагментов гривы А имеет площадь 108,3 га, периметр составляет 9796 м, длина – 3180 м, наибольшая ширина – 490 м, наименьшая – 90 м. Общая площадь гривы №1 120,2 га, периметр – 12161 м, длина – 3920 м. При этом наивысшая точка гривы имеет значение 166 м, что почти на метр превышает значение высоты бровки коренного склона долины (165 м) на той же линии профиля (профиль на рис. 3). Дополнительную сложность для исследователя создает современное положение русла реки, которое находится значительно правее гривы. С учетом всех вышеперечисленных факторов подобное образование выглядит на профиле как возможный коренной склон. Именно правый склон гривы при этом может быть неверно идентифицирован исследователем как соответствующий коренной склон долины, а его верхняя точка как элемент бровки коренного склона границы долины.

Верной идентификации подобных образований способствует использование различных ЦМР, которые позволяют с достаточной точностью определить границы гривы. На основе данных ALOS PALSAR, имеющих пространственное разрешение 12,5 м, с помощью инструментария QGIS 3.24.1 и Global Mapper v22.1 нами были построены 3д-модель рельефа и карта высот (грива А на рис. 3), на которых отчетливо видна дискретность гривы, в то время как истинные коренные склоны долины непрерывны. Определять подобные образования можно и с помощью данных SRTM, ASTER GDEM и др., однако следует учитывать, что при меньшем пространственном разрешении точность определения, особенно мелких фрагментов грив будет значительно ниже.

Идентифицировать гриву позволяет и установление местоположения стариц. Русло реки не статично и может перемещаться с течением времени, но только в пределах, ограниченных коренными склонами долины. Обнаружение стариц слева от гривы уже говорит о ее дискретности и изолированности от склона долины. Спутниковые снимки сверхвысокого разрешения позволяют определить местоположение стариц с высокой точностью, на рисунке 3 отчетливо видно, что русло некогда проходило левее гривы (красная стрелка на профиле рис. 3), а значит, грива самостоятельна и не примыкает к склону долины.

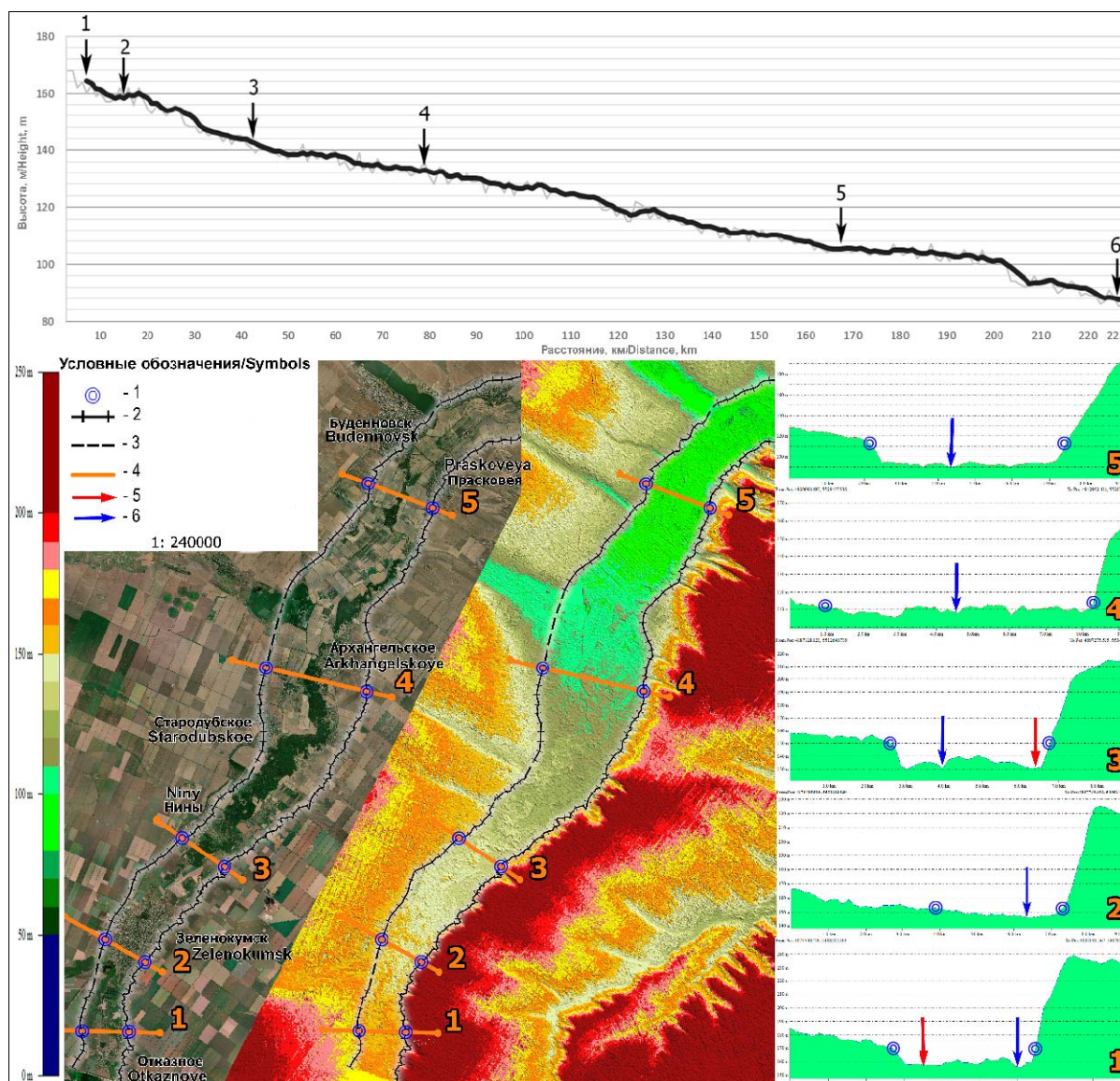


Рисунок 2. Сверху – продольный профиль долины на участке с. Отказное – г. Будёновск: 1 – Отказненское вдхр., 2 – с. Отказное, 3 – г. Зеленокумск, 4 – с. Нины, 5 – с. Архангельское, 6 – г. Буденновск. Снизу – равнинная часть долины р. Кумы от с. Отказное (1) до г. Буденновск (5). Левая часть – долина на подложке из космоснимка, средняя часть – цифровая модель рельефа той же территории по данным SRTM, правая часть – поперечные профили долины. Условные обозначения: 1 – бровка склона долины, 2 – граница долины, 3 – граница долины в районах впадения других водотоков, 4 – линия поперечного профиля, 5 – палеоруло, 6 – современное русло

Figure 2. Above – longitudinal profile of the valley on the site of the Otkaznoye village – Budennovsk:

1 – Otkaznenskoye reservoir, 2 – Otkaznoye village, 3 – Zelenokumsk city, 4 – Niny village, 5 – Arkhangelskoye village, 6 – Budennovsk city. Below – the flat part of the Kuma River valley from Otkaznoye village (1) to Budennovsk city. The left part is a valley on a satellite image substrate, the middle part is a digital relief model of the same territory according to SRTM data, the right part has transverse valley profiles

Symbols: 1 – edge of the valley slope, 2 – border of the valley, 3 – border of the valley in the areas of confluence with other watercourses, 4 – line of the transverse profile, 5 – ancient riverbed, 6 – modern riverbed

Подобные образования не единичны и с некоторой периодичностью встречаются на протяжении всей долины. На рисунке 4 представлен еще один подобный объект в районе с. Нины (грива В в районе с. Нины).

Все фрагменты гривы В образуют некий «архипелаг» (рис. 5). Наибольший из фрагментов гривы В имеет площадь 222,1 га, периметр – 12220 м, длину – 3740 м, наибольшая ширина составляет 1120 м, наименьшая – 40 м. При этом наибольшая высота гривы достигает значений в 154 метра, а низшая точка

расположена на высоте порядка 141 метра. Общая площадь всех фрагментов гривы В – 340 га, длина – 9900 м, периметр составляет 20961 м. Высоты, по крайней мере, трех фрагментов гривы в районе с. Нины могут иметь отметки сопоставимые с уровнем высоты бровки долины в этом месте, т.е. 150 м, но дискретность и изолированность фрагментов гривы исключает ее позиционирование как истинного склона и бровки долины. В целом, данная грива В имеет сходные признаки с гривой А.

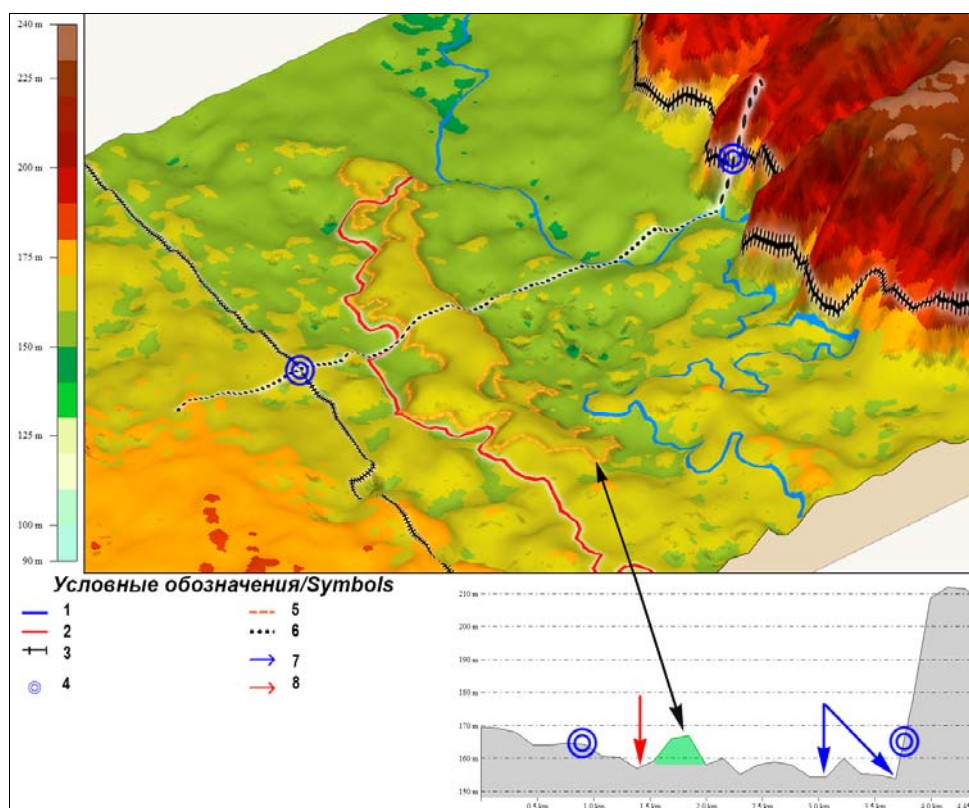


Рисунок 3. Грива А в районе южной окраины г. Зеленокумск для долины р. Кумы

1 – современное русло, 2 – древнее русло, 3 – граница долины, 4 – точка пересечения бровки коренного склона долины с линией профиля, 5 – граница гривы А, 6 – линия профиля, 7 – современное русло на профиле, 8 – древнее русло на профиле

Figure 3. Ridge A in the area of the southern outskirts of Zelenokumsk for the valley of the Kuma River.

1 – modern riverbed, 2 – ancient riverbed, 3 – valley border, 4 – the point of intersection of the edge of the basic slope of the valley with the profile line, 5 – the border of the mane A, 6 – profile line, 7 – modern riverbed on the profile, 8 – ancient riverbed on the profile

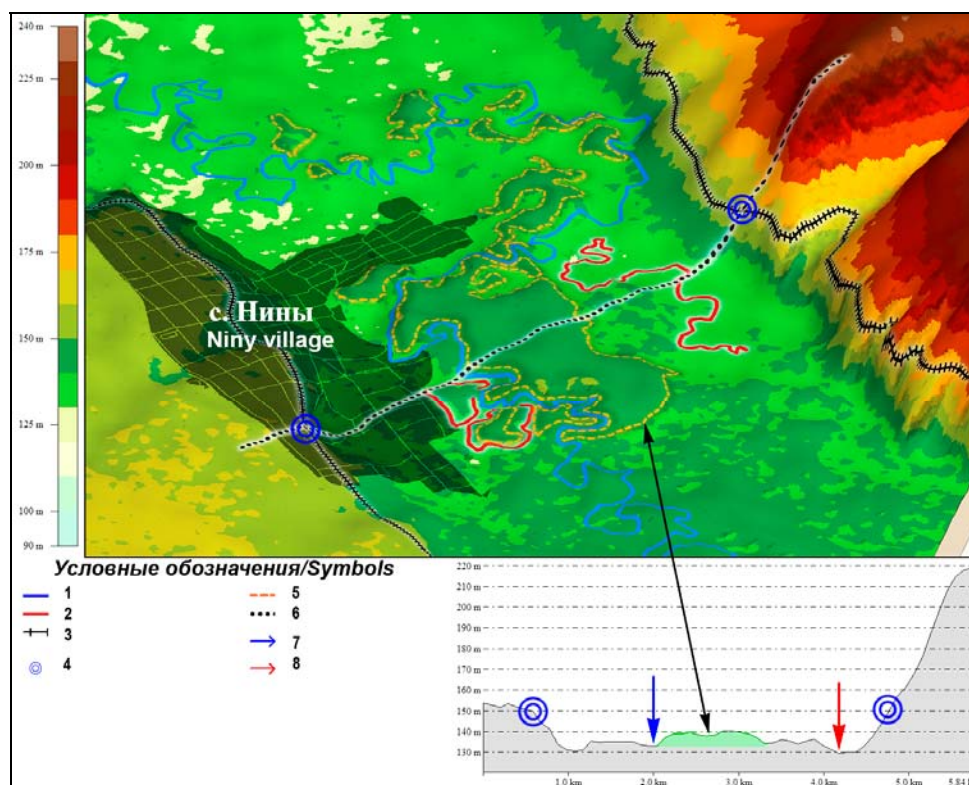


Рисунок 4. Грива В в районе с. Нины для долины р. Кумы

1 – современное русло, 2 – древнее русло, 3 – граница долины, 4 – точка пересечения бровки коренного склона долины с линией профиля, 5 – граница гривы А, 6 – линия профиля, 7 – современное русло на профиле, 8 – древнее русло на профиле

Figure 4. Ridge B in the area of Niny village for the Kuma River valley

1 – modern riverbed, 2 – ancient riverbed, 3 – valley border, 4 – intersection point of the edge of the basic slope of the valley with the profile line, 5 – the border

Ниже приведены обобщенные схемы и характеристики исследуемой гривы А в районе южной окраины г. Зеленокумска и гривы Б в районе с. Нины (рис. 5; табл. 1).

Стоит отметить ту особенность, что в двух представленных случаях гривы заняты древесной растительностью, в то время как прилегающая

территория, на которой в прошлом осуществлялась работа русла, лишена таковой. По-видимому, условия возвышенности, лучше подходят для произрастания древесных форм, в то время как в низинах почвенно-грунтовые условия менее благоприятны, что обуславливает здесь наличие в основном травянистой растительности.

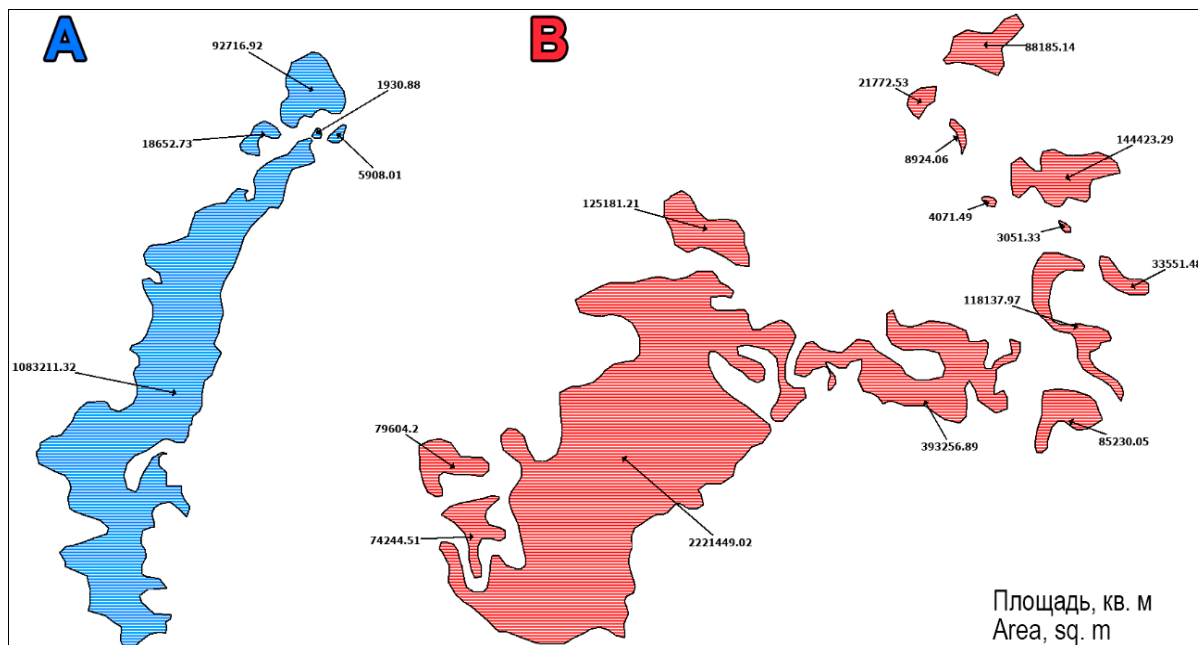


Рисунок 5. Схема грив долины р. Кумы: А – южная окраины г. Зеленокумска; В – с. Нины

Figure 5. Diagram of the ridges of the Kuma river valley: A – southern outskirts of Zelenokumsk; B – Niny village

Таблица 1. Характеристики грив долины р. Кумы (А – южной окраины г. Зеленокумска; В – с. Нины)

Table 1. Characteristics of the ridges of the Kuma River valley (A – southern outskirts of Zelenokumsk; B – Niny village)

| Параметры / Parameters | | | | | | | | |
|------------------------|--|--|--|-------------------------------------|---|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| № | Площадь самого крупного фрагмента, га Area of the largest section, ha | Периметр самого крупного фрагмента, м Perimeter of the largest section, m | Длина самого крупного фрагмента, м Length of the largest section, m | Площадь всего, га Total area, ha | Периметр всего, м Total perimeter, m | Длина всего, м Total length, m | Высота макс., м Height max., m | Высота мин., м Height min., m |
| А | 108,3 | 9796 | 3180 | 120,2 | 12161 | 3920 | 166 | 162 |
| Б | 222,1 | 12220 | 3740 | 340 | 20961 | 9900 | 154 | 141 |

Меандры и старицы, их значение в функционировании ПТК

Русло, меандры и старицы реки занимают видное место в функционировании долинных ПТК. По данным Н.Е. Шевченко и В.Н. Белоуса [48] растительность пойменного леса равнинной части р. Кумы представлена в основном видами *Carpinus caucasica*, *Quercus robur*, *Quercus petraea*, *Acer campestre*, *Ulmus suberosa*, *Ulmus glabra* и *Fraxinus excelsior*, а также нанофанерофитами родов *Populus* и *Salix*. Лесные ресурсы по берегам р. Кумы в XVIII – XIX вв. с успехом использовались первопоселенцами для нужд строительства и обеспечения топливным материалом, способствовали развитию лозоплетения и торговли

плетеными изделиями. Современная лесистость модельного участка долины р. Кумы между с. Отказным и с. Нины составляет 21% (для сравнения, лесистость Ставропольского края не достигает и 2%). Сегодня население использует пойменный лес в основном для рекреации, сбора ягод кизила, боярышника, шиповника, ряда лекарственных трав и грибов.

Современный этап существования пойменного леса р. Кумы связан не столько с утилитарным его значением, сколько со средоформирующими и охранными функциями. В этой связи в министерстве природных ресурсов и экологии Ставропольского края участок пойменного леса по р. Куме между с. Отказное

и г. Зеленокумск в 2008 г. рекомендован к формированию на нем государственного природного заказника «Зеленокумский» площадью 360 га.

В долине р. Кумы расположены старицы (рис. 6), затопляемые в периоды паводков и половодий, они создают значительное число стаций, пригодных для воспроизводства рыб и нагула их молоди, данное обстоятельство предопределяет важное значение неизолированных или частично изолированных стариц в сохранении биоразнообразия как позвоночных, так и беспозвоночных животных, в т.ч. гидробионтов. Пойменные нерестилища в связи с сезонным заполнением стариц с успехом используют полтора десятка видов рыб-филофилов, в первую очередь, сазан – *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759, плотва – *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) и серебряный карась – *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758). Основное русло реки, в особенности участки дна с хрящеватым грунтом используют как русловые нерестилища такие виды рыб-литофилов как голавль – *Leuciscus cephalus* (Linnaeus, 1758), терский усач – *Barbus ciscaucasicus* Kessler, 1877, терский подуст – *Chondrostoma oxyrhynchum* Kessler, 1877. Полностью изолированные старицы палеорусла р. Кумы исследованного района явились своеобразным рефугиумом для золотого карася – *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758), который к середине прошлого века, не выдерживая конкуренцию с серебряным карасем, практически полностью исчез из водных объектов бассейна р. Кумы, конечно, требуются дополнительные исследования о состоянии данного вида.

В целом характер и особенности меандрирования и старичных образований модельного участка реки от с. Отказного до с. Нины могут быть охарактеризованы следующим образом (табл. 2, рис. 6).

Общая протяженность русла составила 73 км, кратчайшее расстояние между населенными пунктами – 19 км, коэффициент меандрирования для Советского района – 2,66, а для модельного участка – 2,94. Общая протяженность стариц составила 191 км, а их площадь – 361,5 га. Примерно 10% стариц полностью или частично заполнены водой. Территории стариц без воды находятся в различной степени выполаживания и могут зарастать в основном травянистой растительностью, либо использоваться для обустройства селитебных зон, либо как сельскохозяйственные угодья, о чем будет сказано ниже.

Современный этап руслообразовательной деятельности и естественной трансформации меандр в старицы может быть прослежен на примере анализа топографических карт и космических снимков р. Кумы в окрестностях с. Нины (рис. 7).

На фрагменте топографической карты РККА – юг СССР 1:200К (1941 г.) отчетливо выделены два простых меандра (красная стрелка) на юго-восточной окраине с. Нины, их превращение в старицы еще не произошло, карта Генштаба СССР 1:100К L-38-124 (1985 г.) подтверждает, что до 1985 г. оба меандра еще сохраняются. По доступным снимкам Landsat-5 данная территория может быть отслежена с 1984 г. Для удобства восприятия натуральные цвета заменены на комбинацию NIR, SWIR1, Red (B4, B5, B3).

Эта комбинация ближнего, среднего ИК-каналов и красного видимого канала позволила четко различить границу между водой и сушей и подчеркнуть скрытые детали, плохо видимые при использовании только каналов видимого диапазона. Анализ снимков позволил идентифицировать, по крайней мере, с 1985 г. (между апрелем 1984-го и маем 1985 гг.), ближайший к селу меандр уже трансформировался в первую старицу, при этом шейка второго меандра сузилась, а с 1997 г. образовался прорыв, который увеличился к 1998 г., и, наконец, в 1999 г. вторая старица также изолировалась.

Современный космоснимок (рис. 8) дополнительно позволяет на качественном уровне определить содержание взвесей в реке анализируемого участка – оно максимально, тогда как в старице, образованной первой, вода практически не содержит нерастворимых примесей, при этом в старице, образованной последней, содержание взвесей носит промежуточный характер. Следует отметить, что в течение примерно полутора десятка лет произошло не только образование двух изолированных стариц, но и спрямление русла. Длина русла реки на отмеченной территории без учета этих двух стариц при этом сократилась примерно с 4000 м до 500 м, т.е. в 8 раз.

Для изученных территорий отмечается и искусственное формирование стариц, которое может быть прослежено на примере простых меандр в г. Зеленокумске (рис. 9).

Старица, отраженная на фигуре 2 представляет собой искусственно изолированный в начале шестидесятых годов меандр. В настоящее время территория не используется, русло старицы переувлажняется сезонно за счет поднятия уровня грунтовых вод и осадков, на территории внутренней части петли старицы за прошедший период сформировалась древесно-кустарниковая растительность (порядка 50% площади), что в связи с расположением в центральной густонаселенной части города открывает хорошие возможности благоустройства и перспективы использования для рекреационных целей. Старица, отраженная на фигуре 1, искусственно сформирована в период 2010–2020 гг. и в настоящее время все еще заполнена водой. На территории внутренней части петли старицы по-прежнему находится спортивный стадион, построенный в шестидесятые года XX века, что также делает эту территорию перспективной для дополнительного благоустройства и использования для рекреационных целей.

Вопросы датировки образования и существования различных форм палеорусел обсуждаются в работе Р.С. Чалова [20], исследователь обращал внимание на проблему точности определения и указывал, что в связи с несовершенством методов ошибка в датировке может составлять 300–500 лет. Применительно к вопросу рассмотрения геоэкологического состояния рассматриваемой нами территории участка долины р. Кумы периода XVIII – XXI вв. определение точных временных интервалов изменения состояний палеорусла представляется маловероятным.

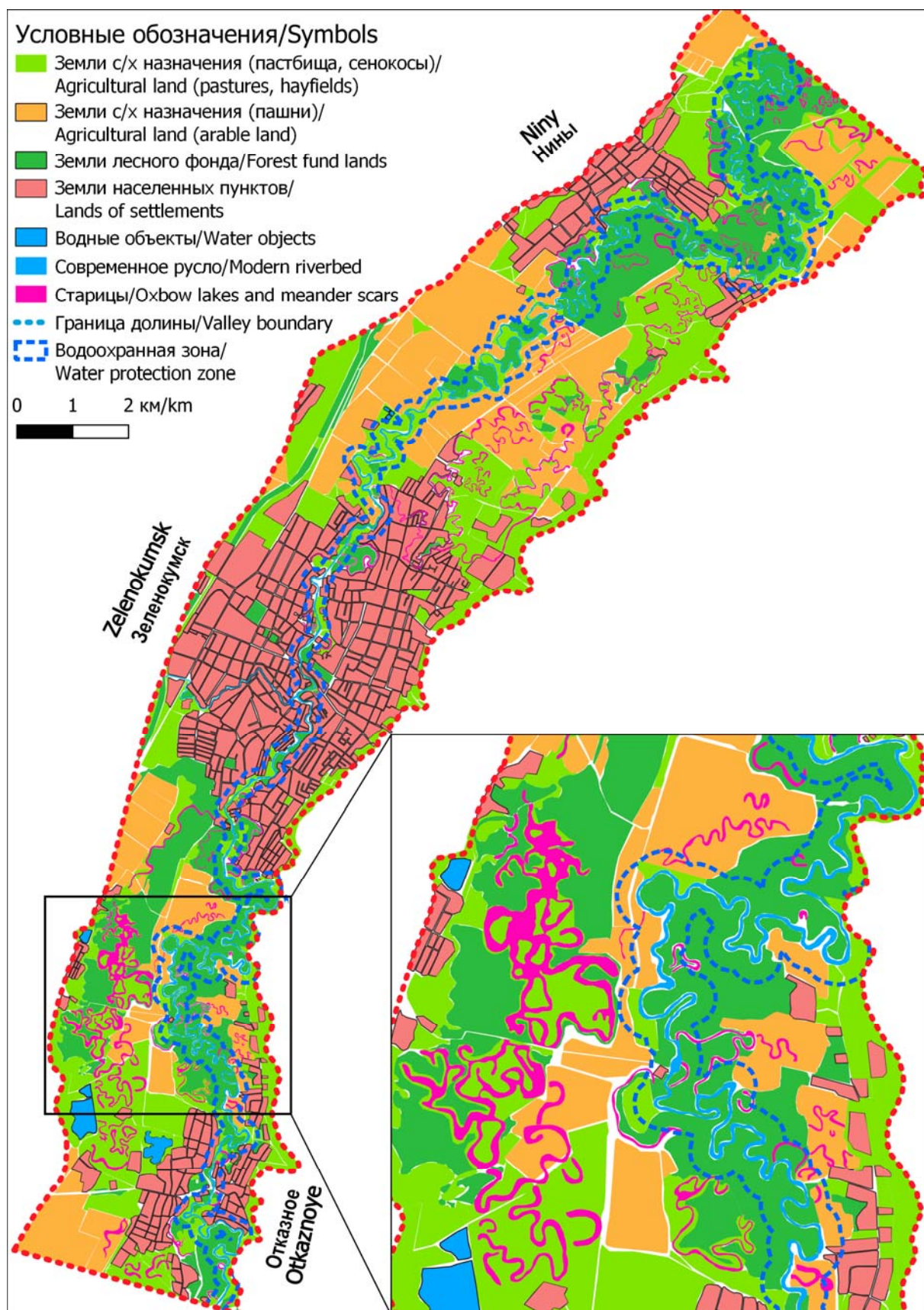


Рисунок 6. Особенности современного землепользования модельного участка долины р. Кумы между с. Отказное и с. Нины

Figure 6. Features of modern land use of the model plot of the Kuma River valley between Otkaznoye village and Niny village

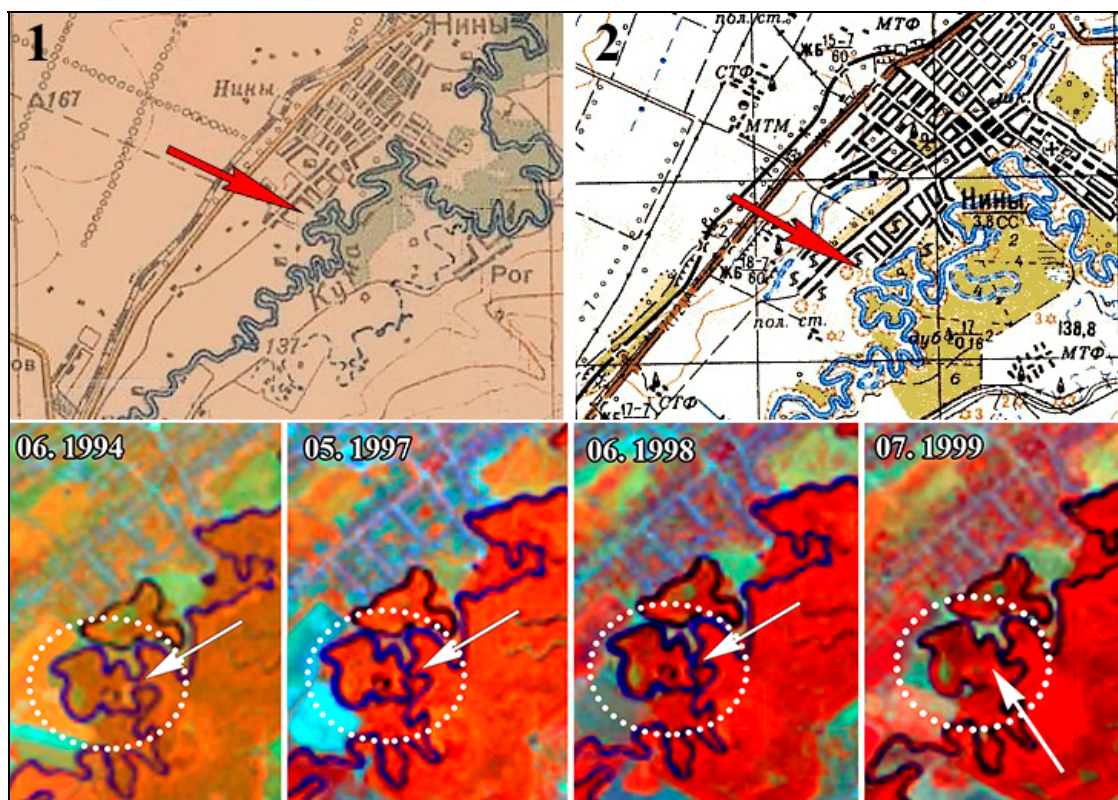


Рисунок 7. Фрагмент топографической карты РККА – юг СССР 1:200К (1941 г.) и карты Генштаба СССР 1:100К L-38-124 (1985 г.), простые меандры до трансформации в старицы обозначены красными стрелками. Снизу участок русла на снимках Landsat 5 с комбинацией каналов NIR, SWIR1, Red, белой стрелкой выделена шейка второго меандра при его трансформации в изолированную старицу

Figure 7. A fragment of the topographic map of the Red Army – South of the USSR 1:200K (1941) and the maps of the General Staff of the USSR 1:100K L-38-124 (1985), simple meanders before transformation into oxbow lakes are indicated by red arrows. From below, a section of the riverbed in Landsat 5 images with a combination of channels NIR and SWIR1. In red, a white arrow highlights the neck of the second meander during its transformation into an isolated oxbow lake



Рисунок 8. Фрагмент современного космического снимка (2022 г.) с изолированными старицами на юго-восточной окраине с. Нины

Figure 8. Section of a modern satellite image (2022) with an isolated oxbow lake on the southeastern outskirts of Niny village



Рисунок 9. Современные и исторически изолированные меандры (старицы) и спрямление русла р. Кумы в г. Зеленокумске и его окрестностях (в левом нижнем углу рисунка примеры искусственно изолированных меандр (1, 2), показаны стрелками). Фигуры 1 и 2 увеличены и наложены на космический снимок для примера

Figure 9. Modern and historically isolated meanders (oxbow lakes and meanders remnants) and straightening of the riverbed of the Kuma River in Zelenokumsk and its surroundings (in the lower left corner of the figure, examples of artificially isolated meanders (1, 2) are shown by arrows). Figures 1 and 2 are enlarged and superimposed on the satellite image as examples

Характеризуя морфологические элементы русла р. Кумы для обследованных территорий, можно выделить наличие простых и сложных меандр, осередков, островов, небольших кос, большое число изолированных полностью или частично стариц. Анализ космоснимков и разномасштабных карт различных периодов позволяет выявить как правило совершенно высохшие и выположенные в различной степени старицы или фрагменты палеорусла, расположенные на удалении до 2–3 км от современного русла р. Кумы как по лево-, так и по правобережью. Изучение крупномасштабных карт и космоснимков фрагментов палеорусла выявило их определенную векторную направленность (рис. 10), что дало нам возможность по выстраиванию структуры и предполагаемого маршрута русла палеоводотока в пределах вероятностного пояса меандрирования (см. ниже по тексту) от с. Отказное до г. Зеленокумска и затем до хутора Рог, далее – до с. Добровольного (расстояние по прямой – 17 км).

Общая протяженность гипотетически «восстановленного» участка палеорусла составила 44,7 км, при этом территория изобилует разновозрастными выположенными старицами, которые включены населением в состав сельскохозяйственных угодий, главным образом пашни под зерновые и пастбища (рис. 6, 10).

Землепользование равнинной части долины р. Кумы и экологические проблемы сельскохозяйственной деятельности

Особенности современной структуры землепользования изученных территорий долины р. Кумы как важная характеристика геоэкологического состояния рассмотрены на примере модельного участка долины р. Кумы между с. Отказное и с. Нины (табл. 2; рис. 6, 10–14).

Земли сельскохозяйственного назначения для анализируемого модельного участка в структуре землепользования долины достигают самой значительной величины – 49%, при этом доли пашни и пастбищ (сенокосов) распределены примерно поровну, велика доля земель лесного фонда – 21% и селитебных территорий – 27%. В водоохранной зоне р. Кумы изученного модельного участка также высока доля земель сельскохозяйственного назначения – 41% и почти половина приходится на земли лесного фонда (45%). Площадь стариц всего модельного участка составила 362 га, при этом они наблюдаются на территории всех категорий земель, являясь неким фактором динамичного ландшафтного расчленения, что с позиций землеустройства, безусловно, усложняет организацию всех видов хозяйственной и иной деятельности. Тем не менее, значительное число выположенных стариц успешно осваиваются и под пашню, и под сенокосы (пастбища) (рис. 11–12).

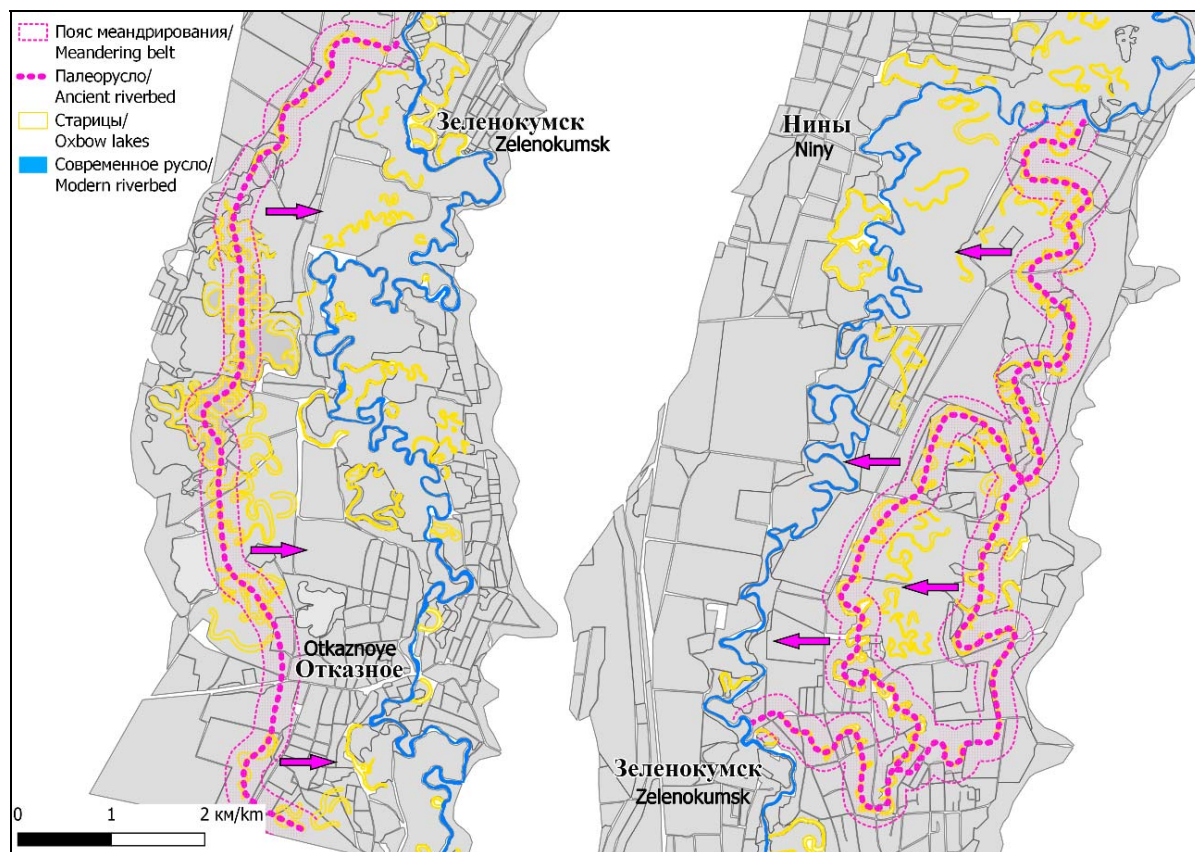


Рисунок 10. Фрагменты долины с предполагаемым маршрутом палеорусла

Figure 10. Section of a valley with the route of a proposed old meander

На рис. 11 (1 и 2) отчетливо видно, что засеянное и обрабатываемое поле подходит на расстояние 10 м к береговой линии, т.е. находится в прибрежной полосе. Данный факт указывает на нарушение ст. 65 ВК РФ и усугубляется тем обстоятельством, что четко различимы на снимке следы технологических проходов сельскохозяйственной техники косвенно свидетельствуют об использовании на данной территории туков и пестицидов.

Фрагмент водоохранной зоны р. Кумы окрестностей с. Нины (рис. 12) иллюстрирует пример высокоинтенсивного сельскохозяйственного использования территории.

На фрагменте сенокос примыкает к опушке леса (правая часть снимка), видны валки недавно скошенной луговой растительности похожие на «паутину». В сухой старице (выделено желтым цветом) наблюдаются валки скошенного тростника (*Phragmites communis*), произрастающего в русле. Левую часть снимка занимает пашня, выходящая вплотную к руслу р. Кумы.

С нашей точки зрения, особое место в структуре проанализированного землепользования модельного участка долины р. Кумы между с. Оtkазное и с. Нины занимают территории с наивысшей плотностью размещения стариц, далее именуемые как поля стариц. Для характеристики землепользования территорий преимущественного размещения стариц для модельного участка долины был применен следующий инструментарий. На первом этапе выделение полей стариц проводилось с помощью инструментария QGIS 3.16. Полигон каждой старицы был преобразован в точечные объекты, представляющие собой вершины этого полигона. В результате каждая из вершин полигона старицы стала представлять собой точку, от которой,

возможно ожидать гипотетического отклонения старицы или палеорусла на величину, равную радиусу пояса меандрирования в понимании Р.С. Чалова [20]. Таким образом, поля стариц можно охарактеризовать как полигоны, куда входят сами старицы, а также прилегающие территории, ограниченные радиусом пояса меандрирования. Несомненно, поля стариц будут иметь особый режим состояния почво-грунтов и растительности, связанный с уровнем стояния грунтовых вод и возможными подтоплениями при паводках и половодьях. Данные обстоятельства могут существенно ограничивать возможность хозяйственного использования территорий полей стариц, например, для целей капитального строительства.

Одним из основных параметров стариц, позволяющих судить об объемах стока и, в целом, режиме реки в прошлом, является ширина, на что указывал в своих работах Р. С. Чалов [20]. По мнению исследователя палеорусла-старицы представляют богатую информацию для изучения трансформации русел в геологических масштабах времени, происходившей в связи с изменениями гидрологического режима реки. Следовательно, если в конкретном примере старицы имеют значительно большую ширину, чем современное русло, можно говорить о том, что и ширина пояса меандрирования также существенно изменилась. Однако в нашем случае ширина стариц и современного русла в большей степени совпадают, а значит можно предполагать, что и характер меандрирования значительно не изменился. Стоит также отметить и возможную «цикличность» в развитии речных меандр, отмеченную М.М. Гендельманом и И.В. Поповым: – «Через некоторое время в новом русле возможно восстановление русловых деформаций, свойственных

данному участку реки, – оно снова начинает формироваться излучины может, как совпадать, так и меандрировать. При этом направление развития быть противоположным старому руслу» [49].

Таблица 2. Особенности землепользования модельного участка долины р. Кумы между с. Отказное и с. Нины
Table 2. Features of land use of the modelled section of the Kuma River valley between the village of Otkaznoye and the village of Niny

| Категория Category | Площадь, га / Area, ha | | | |
|--|--|---|--|--|
| | Долина (10380 га) Valley (10380 ha) | Доля от площади долины, % Share of valley area, % | Водоохранная зона (2108 га) Water protection zone (2108 ha) | Доля от площади водоохранной зоны, % Share of area of the water protection zone, % |
| Земли с/х назначения Agricultural lands | 4643,09 | 48,8 | 863,05 | 41 |
| В т.ч. пашни Including arable land | 2190,88 | 23,1 | 234,9 | 11,1 |
| Пастбища и сенокосы Pastures and haymaking | 2452,21 | 25,8 | 628,15 | 29,8 |
| Земли лесного фонда Forest resource lands | 2021,28 | 21,3 | 948,16 | 45 |
| Земли населенных пунктов Lands of settlements | 2615,74 | 27,4 | 296,36 | 14 |
| Земли водного фонда Water resource lands | 238,64 | 2,5 | | |
| В т.ч. водоемы Including reservoirs | 55,64 | 0,59 | | |
| Старицы* Oxbow lakes* | 361,5 | | | |
| В т.ч. площадь водной поверхности Including area of the water surface | 34,7 | | | |
| Итого учтено** Total accounted for** | 9518,75 | | 2107,57 | |

*Суммарная длина стариц – 191,1 км, из них с выраженными границами – 149 км и 42,1 км с невыраженными границами. Длина современного русла реки модельного участка – 72,8 км

*The total length of oxbow lakes is 191.1 km, of which 149 km have pronounced borders and 42.1 km do not have pronounced borders. The length of the modern riverbed of the modeled section is 72.8 km.

**Не учтена дорожная сеть и территории, занятые некоторыми трудно идентифицируемыми старицами, классифицированы 91% площади долины

**The road network is not taken into account and the territories occupied by some hard-to-identify oxbow lakes are classified as occupying 91% of the valley area.



Рисунок 11. Пример выположенных и включенных в сельскохозяйственную деятельность стариц (показано стрелками) (рис. 1). Следы технологических проходов сельскохозяйственной техники (обозначены стрелками) в прибрежной полосе р. Кумы (рис. 2 – увеличенный фрагмент р. Кумы рис. 1)

Figure 11. An example of meander remnants included in agricultural activities (shown by arrows) (Fig. 1). Traces of passages of agricultural machinery (indicated by arrows) in the coastal strip of the Kuma River (Fig. 2 – an enlarged sector of the Kuma River Fig. 1)

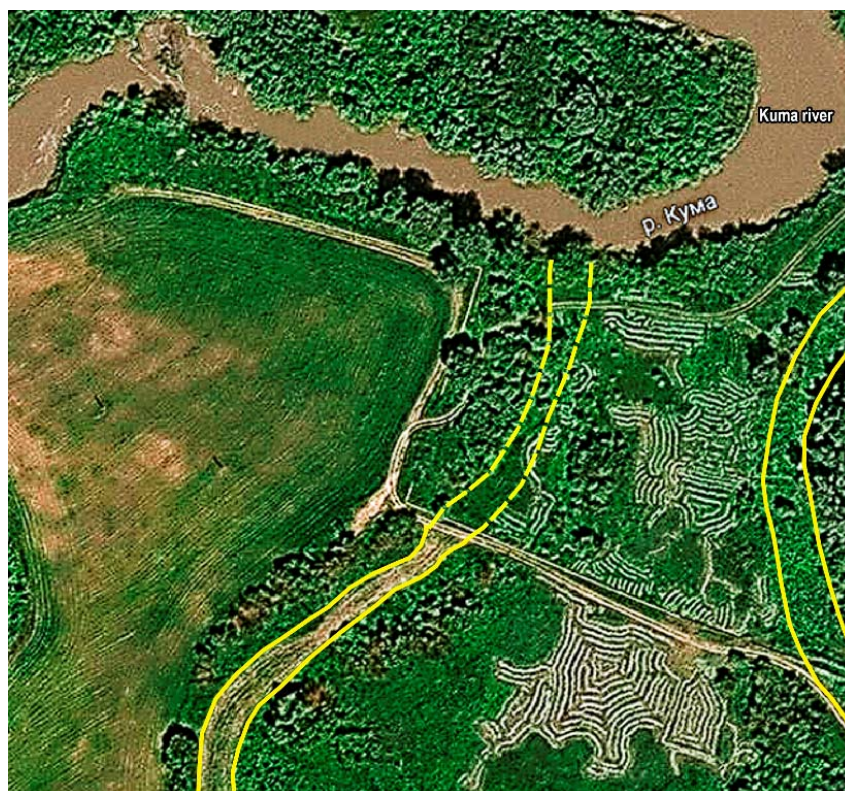


Рисунок 12. Фрагмент водоохранной зоны р. Кумы окрестностей с. Нины (1 км южнее окраины села) (русло старицы выделено желтым)

Figure 12. Section of the water-protected zone of the Kuma River in the vicinity of Niny village (1 km south of the outskirts of the village) – the bed of the meander scar is highlighted in yellow

Все это дает основания считать возможным использование среднего радиуса пояса меандрирования современного русла нашего модельного участка в дальнейших расчетах по анализу гидрологических особенностей.

Средний радиус пояса меандрирования для модельного участка равен 195 метров, при этом не учитывался участок в г. Зеленокумске, так как русло здесь значительно спрямлено и может исказить общую картину. В наших расчетах ширина измерялась через каждые 500 метров по оси пояса.

На втором этапе методом оценки плотности ядер точечных объектов (метод тепловых карт в QGIS) были определены области с различной плотностью вершин стариц, однако сама плотность не представляла здесь основного интереса. Инструмент плотность ядер позволил вычислить плотность точечных объектов вокруг каждой ячейки выходного раstra.

Концептуально, для каждой точки подбиралась (строилась) сглаженная изогнутая поверхность. Значение поверхности максимально в местоположении точки и уменьшается с увеличением расстояния от точки, достигая нуля на расстоянии, равном заданному радиусу поиска от точки. В нашем случае интерес представляло только использование окрестности в форме круга. В основе функции ядра лежит функция квартетного ядра, описанная B.W. Silverman (стр. 76, уравнение 4.5) [50].

В нашем исследовании важной являлась информация о расстоянии, на котором достигаются значения 0, в нашем случае оно равно радиусу пояса меандрирования (195 м).

Следует также отметить и слабые стороны метода выделения полей стариц с использованием оценки плотностей ядер. Помимо оговоренных проблем с определением ширины пояса меандрирования, существуют также трудности, связанные с выделением самих стариц, так как определение границ полей происходит при участии точек только непосредственно обнаруженных и обозначенных стариц. Еще одним спорным моментом, требующим «ручной» правки, является игнорирование при построении интерполированного слоя особенностей рельефа.

На основе использованного приема были проведены границы полей стариц, внутри которых определена структура землепользования (рис. 14, табл. 3).

В первую очередь следует отметить значительную суммарную долю полей стариц для модельного участка долины р. Кумы между с. Отказное и с. Нины, она составила 39% общей площади. Давая характеристику собственно полей стариц, остановимся подробнее на структуре землепользования занимаемых ими территорий (табл. 3). Оказалось, что на долю земель, используемых как сельскохозяйственные угодья, приходится 50%, второй по значимости категорией являются земли лесного фонда – 29%, третьей – земли населенных пунктов (12%). В этом случае коэффициент экологической стабильности ландшафта (КЭСЛ) полей стариц составил 1,7 [36], что соответствует условно стабильному состоянию и заметно превышает рассчитанный показатель КЭСЛ для всей территории модельного участка (0,8 – состояние нестабильное)

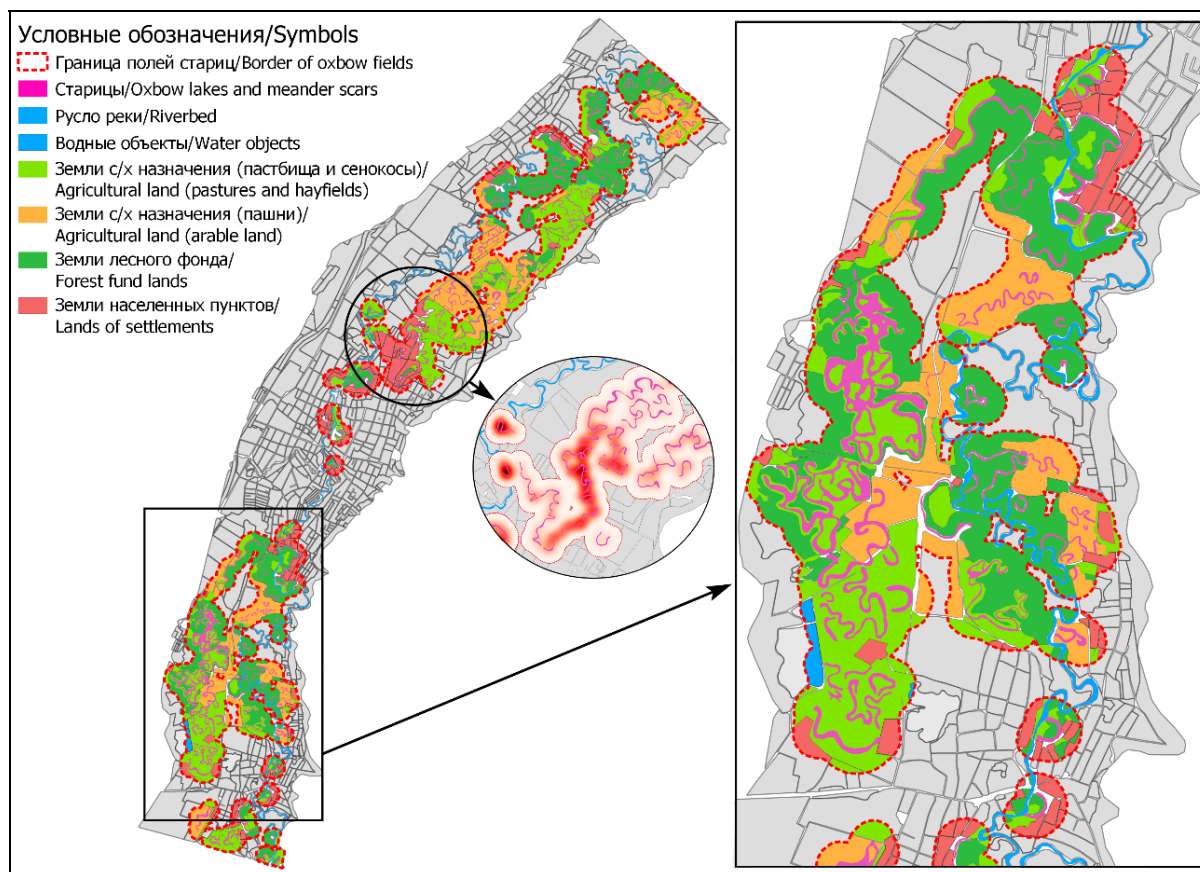


Рисунок 14. Картограмма структуры землепользования в границах полей стариц модельного участка долины р. Кумы между с. Отказным и с. Нины

Figure 14. Cartography of the land use structure within the boundaries of the fields of oxbow lakes of the modelled section of the Kuma River valley between Otkaznoye village and Niny village

Таблица 3. Структура землепользования для полей стариц модельного участка долины р. Кумы между с. Отказным и с. Нины

Table 3. The structure of land use for the fields of oxbow lakes of the modelled section of the Kuma River valley between Otkaznoye village and Niny village

| Структура землепользования для полей стариц, га The structure of land use for fields of oxbow lakes, ha | | |
|--|--|--------------|
| Площадь полей стариц, всего (доля от площади всего модельного участка, %) The area of oxbow lakes fields, total (percentage of the area of the entire modelled plot, %) | 4016 (39% от 10380 га) 4016 (39% of 10380 ha) | 100% 100% |
| Земли населенных пунктов / Lands of settlements | 472 | 12% |
| Земли лесного фонда / Forest resource lands | 1173 | 29% |
| Пашни / Arable land | 768 | 19% |
| Пастбища и сенокосы / Pastures and haymaking | 1256 | 31% |
| Водоемы / Reservoirs | 88 | 2% |
| Иное / Other | 264 | 7% |
| Всего учтено / Total accounted for | 3758 | 93% |

Таким образом, земельный фонд полей стариц весьма высокоэффективно используется в хозяйственных и селитебных целях, при этом значимым средорегулирующим фактором выступает пойменный лес. При организации использования земельного фонда полей стариц, составляющих весомую часть речной долины, могут возникать некоторые сложности и проблемы, например, сельскохозяйственная деятельность в водоохранных зонах и прибрежных полосах, режимы ограничения и запретов для планируемых ООПТ, ограничения капитального

строительства и т.д., которые обязательно следует учитывать.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В работе на примере равнинной части реки Кумы для периода XVIII – XXI вв. проанализированы геоэкологические особенности долинных ПТК, развитие которых во многом детерминировано меандровой и старичной компонентами. На протяжении последних двухсот лет показано значение подобных территорий для поселенческих целей, охарактеризованы сопутствующие факторы природного и антропогенного

генезиса, влияющие на хозяйственную деятельность. Установлено, что на современном этапе меандрирование продолжает оставаться одним из важных условий реализации землепользования, в первую очередь, в части сельскохозяйственных земель и селитебных территорий. Выявлено, что пояс меандрирования и поля стариц, доля площади которых для долинных ПТК изученных модельных территорий р. Кумы достигает 46%, создают особые средоформирующие условия функционирования стабилизирующих компонентов ландшафта, в первую очередь пойменного леса как интегрального базового фактора сохранения регионального биоразнообразия. Рекомендовано при организации устойчивого использования земельного фонда речных долин для целей территориального планирования учитывать региональные особенности размещения меандра и стариц при капитальном строительстве, рекреационном благоустройстве, регламентации сельскохозяйственной и иной деятельности в водоохранных зонах, прибрежных полосах и прочих зонах с особыми условиями использования территорий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Вигасин А.А., Дандамаев М.А., Крюков М.В. и др. История Древнего Востока: Учеб. для студ. вузов, обучающихся по спец. «История». 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2003. 462 с.
- Краснов А.Н. 1895-1899. Основы землеведения. Вып. 3. Формы поверхности суши и деятельности, их создаваемые. Харьков: типография А. Дарре, 1897. 232 с.
- Алтуниин С.Т. Регулирование русел. М.: Сельхозиздат, 1962. 352 с.
- Андреев О.В., Ярославцев И.А. Русловые деформации на участках рек с мостовыми переходами // Русловые процессы. Сб. статей. М.: Изд-во АН СССР. 1958. С. 352–372.
- Белый Б.В., Иванов В.В., Никитина Л.Н., Чалов Р.С., Чернов А.В. Морфология и динамика русла нижнего течения Вычегды в период активных дноуглубительных работ и после их прекращения // Эрозия почв и русловые процессы. Вып. 13. М.: МГУ, 2001. С. 146–183.
- Гринберг З.И. О морфометрических характеристиках рек // Метеорология и гидрология. 1950. N 4. С. 43–48.
- Ермолаев О.П., Мальцев К.А., Мухарамова С.С., Харченко С.В., Веденеева Е.А. Картографическая модель речных бассейнов Европейской России // География и природные ресурсы. 2017. N 2. С. 27–36.
- Караушев А.В. Речная гидравлика. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 416 с.
- Кондратьев Н.Е., Ляпин А.М., Попов И.В., Пиньковский С.И., Федоров Н.Н., Якунин И.И. Русловой процесс. Л.: Гидрометеиздат, 1959. 371 с.
- Кондратьев Н.Е., Попов И.В., Снисченко Б.Ф. Основы гидро-морфологической теории руслового процесса. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 272 с.
- Матвеев Б.В. Морфология и геолого-геоморфологические факторы развития врезанных и свободных излучин. Автореф. дисс... канд. геогр. наук. М.: МГУ, 1985. 21 с.
- Маккавеев Н.И. Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2003. 355 с.
- Маккавеев Н.И., Чалов Р.С. Русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 1986. 264 с.
- Матвеев Б.В. Процесс меандрирования и развитие речных долин // Геоморфология. 1988. N 1. С. 48–64.
- Попов И.В. О формах перемещения речных излучин // Труды ГГИ. 1956. Вып. 56 (110). С. 36–57.
- Россинский К.И., Кузьмин И.А. Некоторые вопросы прикладной теории формирования речных русел // Проблемы регулирования речного стока. Вып. 1. М.-Л.: АН СССР, 1947. С. 88–130.
- Талмаза В.Ф., Крошкин А.Н. Гидроморфометрическая характеристика горных рек. Фрунзе: Кыргызстан, 1968. 204 с.
- Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т. 1. Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. М.: Изд-во ЛКИ, 2008. 608 с.
- Чалов Р.С. Историческое и палеорусловедение: предмет, методы исследований и роль в изучении рельефа // Геоморфология. 1996. N 4. С. 13–18.
- Чалов Р.С., Завадский А.С., Панин А.В. Речные излучины. Научный редактор Р.С. Чалов. М.: Изд-во МГУ, 2004. 371 с.
- Чалов Р.С., Лю Шугуан, Алексеевский Н.И. Сток наносов и русловые процессы на больших реках России и Китая. М.: МГУ, 2000. 214 с.
- Дедков А.П., Мозжерин В.И. Основные подходы к изучению изменений режима стока и их геоморфологических следствий // Причины и механизм пересыхания малых рек. Казань: ГранДан, 1996. С. 9–28.
- Перевошиков А.А., Петухова Л.Н. История освоения территории Удмуртии и его влияние на динамику русловых процессов // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2003. Вып. 5. С. 61–70.
- Перевошиков А.А. Изменения в морфологии речных долин Удмуртии за период активной хозяйственной деятельности // Вестн. Удм. ун-та. Сер. Науки о Земле. 2010. Вып. 1. С. 97–99.
- Новосельцева А.П. Эколого-гидрохимическая оценка состояния малых рек Ставропольского плато. Автореферат дисс. на соискание уч. степ. к.г.н. Ставрополь, 2002. 24 с.
- Доронина М.А. История изучения и освоения долины реки Ташлы (г. Ставрополь). // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2012. Т. 21. N 3. С. 5–16.
- Каторгин И.Ю., Шкарлет К.Ю., Седых Р.Ю. Геоинформационный анализ экологической стабильности бассейна реки Ташла // Наука. Инновации. Технологии. 2015. N 3. С. 97–108.
- Smith L.C., Isacks B.L., Bloom A.L., Murray B.A. Estimation of discharge from three braided rivers using synthetic aperture radar satellite imagery: potential application to ungauged basins // Water Res. Res. 1996. V. 32. N 7. P. 2021–2034.
- Szilagyi J., Parlange M.B. A geomorphology-based semi-distributed watershed model // Adv. Water Resour. 1999. V. 23. N 2. P. 177–187.
- Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. М.: ООО «Крона», 2009. 684 с.
- Tucker G.E., Hancock G.R. Modelling landscape evolution. Earth Surf. Processes Landforms. 2010. V. 35. N 1. P. 28–50.
- Кашаццева А.Ю., Шипулин В.Д. Моделирование речных бассейнов средствами ArcGIS 9.3. // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «География». 2011. Т. 24 (63). N 3. С. 85–92.
- Лисецкий Ф.Н., Буряк Ж.А., Маринина О.А. Геоморфологическая асимметрия разнопорядковых речных бассейнов (на примере Белгородской области) // Ученые записки Казанского университета. Серия естественные науки. 2018. Т. 160. Кн. 3. С. 500–513.
- Василевский П.Ю. Взаимосвязь подземных и поверхностных вод в аридных условиях при антропогенном изменении поверхностного стока (на примере нижнего течения реки Хэйхэ). Автореферат дисс. на соискание уч. степ. кандидата геолого-минералогических наук. М., 2021. 23 с.

35. Чалов С. Р. Речные наносы в эрозионно-русловых системах. Автореферат дисс. на соискание уч. степ. докт. геогр. наук. (25.00.27). М., 2021. 50 с.
36. Кочуров Б.И. Экодиагностика и сбалансированное развитие. М.–Смоленск: Маджента, 2003. 381 с.
37. Шальнев В.А. Ландшафты Северного Кавказа: эволюция и современность. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2004. 265 с.
38. Лавров Л.И. Развитие земледелия на северо-западном Кавказе с древнейших времен до середины XVIII в.: Материалы по истории земледелия. М.: Изд. АН СССР, 1952. С. 179–225.
39. Шальнев В.А., Лиховид А.А., Фоминов А.А. и др. Современные ландшафты Ставропольского края. Науч. ред. Ю.П. Хрусталева. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2002. 227 с.
40. Маслов Н.Н. Инженерная геология. М.: Стройиздат. Ленинградское отделение, 1971. 346 с.
41. Блохин Н.Ф., Блохина Т.И. Водные ресурсы Ставрополя. Ставрополь: Департамент «Ставрополькрайводхоз», 2001. 288 с.
42. Семилуцкий А.П. Село Покойное Ставропольской губернии, Новогригорьевского уезда // Сборник материалов для описания местностей и племен Кавказа. Вып. 23. Тифлис: Типография К.П. Козловского, 1897. Отд. II. С. 253–356.
43. Концепция развития и Генеральный план города Зеленокумска Ставропольского края (пояснительная записка). ОАО «Научно-исследовательский и проектный институт по разработке генеральных планов и проектов застройки городов» ОАО «НИИПГрадостроительства», 2007.
44. Программа «Берегоукрепительные и регуляционные работы по руслу реки Кумы в пределах г. Зеленокумска на 2010–2012 годы». URL: https://base.garant.ru/26111831/#block_1000 (дата обращения: 23.06.2022)
45. Программа «Берегоукрепление р. Кумы в районе ул. Площадь Ленина в г. Зеленокумске Ставропольского края». 2017 г. URL: <http://skssp.ru/story> (дата обращения: 23.06.2022)
46. Твалчрелидзе А. Ставропольская губерния в статистическом, географическом, историческом и сельскохозяйственном отношениях. Ставрополь: типография М.Н. Корицкого, 1897. 743 с.
47. Рычагов Г.И. Общая геоморфология: учебник. 3-е изд., перераб. и доп. М.: МГУ, 2006. 416 с.
48. Шевченко Н.Е., Белоус В.Н. Биоморфологический анализ флоры пойменных лесов среднего течения реки Кумы (Ставропольский край) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Материалы 7 международной научно-практической конференции. Барнаул, 2008. С. 17–18.
49. Гендельман М.М., Попов И.В. О развитии спрямлений речных русел // Труды ГТИ. 1987. Вып. 307. С. 3–16.
50. Silverman B.W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. CRC Press, 1986. V. 26.
- Processes]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1958, pp. 352–372. (In Russian)
5. Bely B.V., Ivanov V.V., Nikitina L.N., Chalov R.S., Chernov A.V. Morphology and dynamics of the channel of the Vychegda lower course during active dredging and after their termination. *Eroziya pochv i ruslovye processy* [Soil Erosion and Riverbed Processes]. Moscow, MSU Publ., 2001, vol. 13, pp. 146–183. (In Russian)
6. Grinberg Z.I. On morphometric characteristics of rivers. *Meteorologiya i gidrologiya* [Meteorology and Hydrology]. 1950, no. 4, pp. 43–48. (In Russian)
7. Ermolaev O.P., Maltsev K.A., Mukharamova S.S., Kharchenko S.V., Vedeneva E.A. Cartographic model of river basins in European Russia. *Geografiya i prirodnye resursy* [Geography and Natural Resources]. 2017, no. 2, pp. 27–36. (In Russian)
8. Karaushev A.V. *Rechnaya gidravlika* [River Hydraulics]. Leningrad, Gydrometeoizdat Publ., 1975, 416 p. (In Russian)
9. Kondratiev N.E., Lyapin A.M., Popov I.V., Pinkovsky S.I., Fedorov N.N., Yakunin I.I. *Ruslovoi protsess* [Riverbed Process]. Leningrad, Gydrometeoizdat Publ., 1959, 371 p. (In Russian)
10. Kondratiev N.E., Popov I.V., Snishchenko B.F. *Osnovy gidromorfologicheskoi teorii ruslovogo protsessa* [Fundamentals of the Hydro-Morphological Theory of the Channel Process]. Leningrad, Gydrometeoizdat Publ., 1982, 272 p. (In Russian)
11. Matveev B.V. *Morfologiya i geologo-geomorfologicheskie faktory razvitiya vrezannykh i svobodnykh izluchin. Avtoref. dis. kand. geogr. nauk* [Morphology and geological and geomorphological factors of the development of embedded and free bends. Abstract dis. cand. geogr. sciences]. Moscow, MSU Publ., 1985, 21 p. (In Russian)
12. Makkaveev N.I. *Ruslo reki i eroziya v ee basseine* [Riverbed and Erosion in its Basin]. Moscow, Moscow University Publ., 2003, 355 p. (In Russian)
13. Makkaveev N.I., Chalov R.S. *Ruslovy protsessy* [Riverbed Processes]. Moscow, Moscow State University Publ., 1986, 264 p. (In Russian)
14. Matveev B.V. The process of meandering and the development of river valleys. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. 1988, no. 1, pp. 48–64. (In Russian)
15. Popov I.V. On the forms of river bends movement. In: *Trudy GGI* [Proceedings of State Hydrological Institute]. 1956, iss. 56 (110), pp. 36–57. (In Russian)
16. Rossinsky K.I., Kuzmin I.A. Some issues of the applied theory of riverbed formation. *Problemy regulirovaniya rechnogo stoka* [Issues of River Flow Regulation]. Moscow-Leningrad, USSR Academy of Sciences Publ., 1947, iss. 1, pp. 88–130. (In Russian)
17. Talmaz V.F., Kroshkin A.N. *Gidromorfometricheskaya harakteristika gornyykh rek* [Hydromorphometric Characteristics of Mountain Rivers]. Frunze, Kyrgyzstan, 1968, 204 p. (In Russian)
18. Chalov R.S. *Ruslovedenie: teoriya, geografiya, praktika. Ruslovye processy: faktory, mekhanizmy, formy proyavleniya i usloviya formirovaniya rechnyykh rusel* [Russian Studies: Theory, Geography, Practice. Channel Processes: Factors, Mechanisms, Forms of Manifestation and Conditions of Riverbeds Formation]. Moscow, LKI Publ., 2008, vol. 1, 608 p. (In Russian)
19. Chalov R.S. Historical and paleogeology: subject, research methods and role in the study of relief. *Geomorfologiya* [Geomorphology]. 1996, no. 4, pp. 13–18. (In Russian)
20. Chalov R.S., Zavadsky A.S., Panin A.V. *Rechnye izluchiny* [River bends]. Moscow, MSU Publ., 2004, 371 p. (In Russian)
21. Chalov R.S., Liu Shuguang, Alekseevsky N.I. *Stok nanosov i ruslovye processy na bol'shih rekah Rossii i Kitaya* [Sediment Runoff and Channel Processes on Large Rivers of Russia and China]. Moscow, MSU Publ., 2000, 214 p. (In Russian)
22. Dedkov A.P., Mozzherin V.I. Basic approaches to the study of changes in the flow regime and their geomorphological consequences. *Prichiny i mekhanizm peresyhaniya malyykh rek* [Causes and mechanism of drying up of small rivers]. Kazan, GranDan Publ., 1996, pp. 9–28. (In Russian)

REFERENCES

1. Vigasin A.A., Dandamaev M.A., Kryukov M.V. et al. *Istoriya Drevnego Vostoka: Ucheb. dlya stud. vuzov, obuchayushchihsya po spec. «Istoriya»* [The History of the Ancient East: Manual for university students studying in History specialty]. Moscow, Vysshaya shkola Publ., 3rd ed., revised and enlarged. 2003, 462 p. (In Russian)
2. Krasnov A.N., *Osnovy zemlevedeniya. Formy poverhnosti sushy i deystvuyemye* [Fundamentals of Earth Science. Land surface forms and figures created by them]. Kharkiv, A. Darre Publ., 1897, iss. 3, 232 p. (In Russian)
3. Altunin S.T. *Regulirovanie rusel* [Regulation of the Riverbed]. Moscow, Selkhozizdat Publ., 1962, 352 p. (In Russian)
4. Andreev O.V., Yaroslavtsev I.A. Channel deformations on river sections with bridge crossings. In: *Ruslovye processy* [Channel

23. Perevoshchikov A.A., Petukhova L.N. History of the development of Udmurtia territory and its influence on the dynamics of riverbed processes. Vestn. Udm. un-ta. Ser. Nauki o Zemle [Bulletin of the Udmurt University. Earth Science Series]. 2003, iss. S, pp. 61–70. (In Russian)
24. Perevoshchikov A.A. Changes in the morphology of Udmurtia river valleys during the period of active economic activity. Vestn. Udm. un-ta. Ser. Nauki o Zemle [Bulletin of the Udmurt University. Earth Science Series]. 2010, iss. 1, pp. 97–99. (In Russian)
25. Novoseltseva A.P. *Ekologo-gidrokhimicheskaya otsenka sostoyaniya malykh rek Stavropol'skogo plato. Avtoref. dis. kand. geogr. nauk* [Ecological and hydrochemical assessment of the state of small rivers in Stavropol plateau. Abstract dis. cand. geogr. sciences]. Stavropol, 2002, 24 p. (In Russian)
26. Doronina M.A. History of the study and development of the Tashly River valley (Stavropol). Samarskaya Luka: problemy regional'noi i global'noi ekologii [Samara Luka: issues of regional and global ecology]. 2012, vol. 21, no. 3, pp. 5–16. (In Russian)
27. Katorgin I.Y., Shkarlet K.Yu., Sedykh R.Yu. Geoinformation analysis of ecological stability in the Tashla River basin. Nauka. Innovacii. Tekhnologii [Nauka. Innovation. Technologies]. 2015, no. 3, pp. 97–108. (In Russian)
28. Smith L.S., Isaks B.L., Bloom A.L., Murray B.A. Assessment of runoff from three braided rivers using synthetic aperture radar satellite images: potential application to uncontaminated basins. Water resources. 1996, vol. 32, no. 7, pp. 2021–2034.
29. Silagi J., Parlange M.B. Semi-distributed watershed model based on geomorphology. Adv. Water resources. 1999, vol. 23, no. 2, pp. 177–187.
30. Chernov A.V. *Geografiya i geoekologicheskoe sostoyanie rusel i poim rek Severnoi Evrazii* [Geography and Geoecological State of the Riverbeds and Floodplains of the Rivers in Northern Eurasia]. Moscow, OOO Krona Publ., 2009, 684 p. (In Russian)
31. Tucker G.E., Hancock G.R. Modeling of landscape evolution. Earth surf. Processes Terrain Shapes. 2010, vol. 35, no. 1, pp. 28–50.
32. Kashchavtseva A.Yu., Shipulin V.D. River basin modeling using ArcGIS 9.3. Uchenye zapiski Tavricheskogo natsional'nogo universiteta im. V.I. Vernadskogo. Seriya «Geografiya» [Scientific notes of V.I. Vernadsky Tauride National University. Geography Series]. 2011, vol. 24 (63), no. 3, pp. 85–92. (In Russian)
33. Lisetsky F.N., Buryak Zh.A., Marinina O.A. Geomorphological asymmetry of different-order river basins (on the example of the Belgorod region). Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya estestvennye nauki [Scientific notes of Kazan University. Natural Sciences series]. 2018, vol. 160, book 3, pp. 500–513. (In Russian)
34. Vasilevsky P.Yu. *Vzaimosvyaz' podzemnykh i poverkhnostnykh vod v aridnykh usloviyakh pri antropogennom izmenenii poverkhnostnogo stoka (na primere nizhnego techeniya reki Kheikhe). Avtoref. dis. kand. geol.-min. nauk* [The relationship of underground and surface waters in arid conditions under anthropogenic changes in surface runoff (on the example of the Heihe River lower reaches). Abstract dis. cand. geol. and mineral. sciences]. Moscow, 2021, 23 p.
35. Chalov S.R. *Rechnye nanosy v erozionno-ruslovnykh sistemakh. Avtoreferat diss. dokt. geogr. nauk* [River sediments in erosion-channel systems. Abstract dis. doc. geogr. sciences]. Moscow, 2021. 50 p.
36. Kochurov B.I. *Ekodiagnostika i sbalansirovannoe razvitie* [Ecodiagnosics and balanced development]. Moscow-Smolensk, Magenta Publ., 2003, 381 p. (In Russian)
37. Shalnev V.A. *Landschafty Severnogo Kavkaza: evolyuciya i sovremennost'* [Landscapes of the North Caucasus: evolution and modernity]. Stavropol, SSU Publ., 2004, 265 p. (In Russian)
38. Lavrov L.I. Development of agriculture in the North-Western Caucasus from ancient times to the middle of the 18th century. In: *Materialy po istorii zemledeliya* [Proceedings on the agriculture history]. Moscow, USSR Academy of Sciences Publ., 1952, pp. 179–225. (In Russian)
39. Shalnev V.A., Likhovid A.A., Fominov A.A. *Sovremennyye landschafty Stavropol'skogo kraya* [Modern landscapes of the Stavropol Territory]. Stavropol, SSU Publ., 2002, 227 p. (In Russian)
40. Maslov N.N. *Inzhenernaya geologiya* [Engineering geology]. Moscow, Stroyizdat Leningrad Branch Publ., 1971, 346 p. (In Russian)
41. Blokhin N.F., Blokhina T.I. *Vodnye resursy Stavropol'ya* [Water resources of Stavropol]. Stavropol, Department of Stavropolkrayvodkhoz Publ., 2001, 288 p. (In Russian)
42. Semilutsky A.P. The village of the Deceased of Stavropol province, Novogrigoryevsky uyezd. *Sbornik materialov dlya opisaniya mestnostei i plemen Kavkaza* [Collection of materials for describing the localities and tribes of the Caucasus]. Tiflis, K.P. Kozlovsky Publ., 1897, vol. 23, pp. 253–356. (In Russian)
43. *Kontseptsiya razvitiya i General'nyi plan goroda Zelenokumska Stavropol'skogo kraya (poyasnitel'naya zapiska)* [The concept of development and the General Plan of Zelenokumsk city, Stavropol Territory (explanatory note)]. 2007. (In Russian)
44. *Programma «Beregoukrepite'nye i regulatsionnye raboty po ruslu reki Kумы v predelakh g. Zelenokumska na 2010–2012 gody»* [Program "Bank protection and regulatory work on the Kuma riverbed within Zelenokumsk city for 2010–2012"]. Available at: https://base.garant.ru/26111831/#block_1000 (accessed 23.06.2022)
45. *Programma «Beregoukreplenie r. Kумы v rajone ul. Ploshchad' Lenina v g. Zelenokumske Stavropol'skogo kraya»* [The program "Coastal protection of the Kuma River in the area of Lenin Square in Zelenokumsk, Stavropol Territory"]. 2017. Available at: <http://skssp.ru/story> (accessed 23.06.2022)
46. Tvalchrelidze A. *Stavropol'skaya guberniya v statisticheskom, geograficheskom, istoricheskom i sel'skokhozyaistvennom otnosheniyakh* [Stavropol province in statistical, geographical, historical and agricultural relations]. Stavropol, M.N. Koritsky Publ., 1897, 743 p. (In Russian)
47. Rychagov G.I. *Obshchaya geomorfologiya* [General geomorphology]. Moscow, MSU Publ., 2006, 3rd ed., revised and enlarged, 416 p. (In Russian)
48. Shevchenko N.E., Belous V.N. Biomorphological analysis of the flora in floodplain forests of the Kuma River middle reaches (Stavropol Territory). *Problemy botaniki Yuzhnoi Sibiri i Mongolii. Materialy 7 mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Issues of botany in Southern Siberia and Mongolia. Proceedings of the 7th International scientific and practical conference]. Barnaul, 2008, pp. 17–18. (In Russian)
49. Gendelman M.M., Popov I.V. On the development of riverbeds straightening. *Trudy GGI* [Proceedings of State Hydrological Institute]. 1987, iss. 307, pp. 3–16. (In Russian)
50. Silverman B. V. Density estimation for statistics and data analysis. CRC Press, 1986, vol. 26.

КРИТЕРИИ АВТОРСТВА

Евгений Г. Мишвелов определил идею исследования, выстроил логику исследования, участвовал в полевых исследованиях, составил картографический материал, структурировал результаты исследования. Загир В. Атаев

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Evgeny G. Mishvelov defined the idea of the study, built its logic, participated in field research, compiled cartographic material and structured the results of the study. Zagir V. Ataev defined research methods,

определил методы исследования, участвовал в полевых исследованиях, структурировал текст статьи в логике исследования, подбирал библиографические источники. Артем И. Корниенко участвовал в полевых исследованиях, структурировал текст статьи в логике исследования, участвовал в изготовлении графического материала, сформулировал выводы исследования. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи, и несут ответственность при обнаружении плагиата, самоплагиата или других неэтических проблем.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

participated in field research, structured the text of the article within the logic of the research and selected bibliographic sources. Artem I. Kornienko participated in field research, structured the text of the article within the logic of the research, participated in the production of graphic material and formulated the conclusions of the study. All authors are equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism, self-plagiarism and other ethical transgressions.

NO CONFLICT OF INTEREST DECLARATION

The authors declare no conflict of interest.

ORCID

Евгений Г. Мишвелов / Evgeny G. Mishvelov <https://orcid.org/0000-0003-2004-9429>

Загир В. Атаев / Zagir V. Ataev <https://orcid.org/0000-0001-7731-5594>

Артем И. Корниенко / Artem I. Kornienko <https://orcid.org/0000-0001-9670-7219>