

- Research Institute of Land Reclamation Problems. 2011. No. 4(4). P. 12. EDN OKJFBP.
3. Gritsan V.V. The technical condition of the surveyed waterworks of the Moscow region and the classification features of their reservoirs // Environmental management. 2021 No. 3. Pp. 69–79. <https://doi.org/10.26897/1997-6011-2021-3-69-79>
4. Volkov V.I., Kaganov G.M., Belousov P.V. Analysis of the state of hydraulic structures in the Chekhov district of the Moscow region // Environmental management. 2010. No. 5. Pp. 30–36.
5. Chernykh O.N., Volkov V.I. Problems of security of the territories of the lower reaches of the capital ponds // Environmental management. 2017. No. 1. Pp. 47–54. EDN: YRBSRH
6. Kaganov G.M., Volkov V.I. The state of ownerless hydraulic structures in the Moscow region // Environmental management. 2008. No. 2. Pp. 67–74. EDN: JBBGVF
7. Kaganov G.M., Chernykh O.N., Volkov V.I. The state of individual cascade waterworks on the rivers of Moscow. 2009. No. 5. Pp. 54–60. EDN: KZTJOR
8. Cherdintseva T.M. Soils Of The Common Syrt // Current issues of modern science : A collection of articles based on the materials of the scientific I International Scientific and Practical Conference, Ufa,

February 07, 2023. Ufa: Scientific Publishing Center «Bulletin of Science», 2023. Pp. 296–300. EDN JBHNUZ.

9. The State Water Registry: [arch. October 15, 2013] / Ministry of Natural Resources of Russia. 2009. March 29.

10. Choice of Melioration Facies Regimes Using Catenary-facies Models of Watersheds of the Forest-steppe Zone of the Republic of Bashkortostan / A. Khazipova, A. Chafizov, A. Komissarov, R. Mustafin, R. Zubairov // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. 2020. Vol. 17, no. 1. Pp. 19–26.

**Хафизов Айрат Райсович**, доктор техн. наук, профессор, [chafizov@mail.ru](mailto:chafizov@mail.ru); **Комиссаров Александр Владиславович**, доктор с.-х. наук, профессор, [alek-komissaro@yandex.ru](mailto:alek-komissaro@yandex.ru); **Хазипова Айгуль Фаргатовна**, канд. техн. наук, доцент, [aidul.hazipova@mail.ru](mailto:aidul.hazipova@mail.ru) (Башкирский государственный аграрный университет, г. Уфа, Россия); **Жигулев Михаил Анатольевич**, канд. экон. наук, директор, [fgbu02@mail.ru](mailto:fgbu02@mail.ru) (Управление Башмелиоводхоз», г. Уфа, Россия); **Камалетдинова Лилия Айратовна**, вед. инженер, [lili-ha@yandex.ru](mailto:lili-ha@yandex.ru) (Башкирский филиал РосНИИВХ, г. Уфа, Россия); **Бобков Олег Владимирович**, канд. техн. наук, доцент, [bobkoleg@list.ru](mailto:bobkoleg@list.ru) (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия).

УДК 556.5;631.6.02

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-6-11-15

## АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РЕКИ ШАРИ В РЕСПУБЛИКЕ ЧАД

И.В. ГЛАЗУНОВА, Б. БУРКУ, С.А. СОКОЛОВА, А.А. КАДЫСЕВА

**Ключевые слова:** водопользование, бассейн реки, управление водными ресурсами, водохозяйственный баланс, сельское хозяйство, оценка водных ресурсов.

**Keywords:** water use, river basin, water resources management, water balance, agriculture, assessment of water resources.

**Аннотация.** Цель исследований – оценить и понять текущую динамику, связанную с управлением и использованием водных ресурсов реки Шари, чтобы предложить оптимальные стратегии устойчивого использования этого важнейшего ресурса. Одна из первых задач – провести комплексную диагностику водосбора реки Шари, проанализировав ее гидрологический режим, климатические характеристики и его экологическое функционирование. В то же время исследование направлено на изучение социально-экономических условий жизни прибрежного населения, чтобы лучше понять зависимость местных жителей от водных ресурсов, особенно для сельского хозяйства, орошения, рыболовства, бытового водоснабжения и коммерческой деятельности, проанализировать, как речная вода в настоящее время используется, управляется и регулируется. Это включает в себя изучение существующей инфраструктуры (плотины, ирригационные системы, насосные станции), способов ведения сельского хозяйства (орошение, выращивание сельскохозяйственных культур), а также домашнего и промышленного использования, изучить воздействие на окружающую среду интенсивного водопользования реки Шари, включая деградацию водных и прибрежных экосистем, снижение качества воды.

**Abstract.** The general objective of this thesis is to evaluate and understand the current dynamics related to the management and use of the water of the Chari River, in order to propose optimal strategies for a sustainable use of this essential resource. One of the first objectives is to carry out a complete diagnosis of the hydrographic basin of the Chari River, by analyzing its hydrological regime, its climatic characteristics, and its ecological functioning. At the same time, it is a question of studying the socio-economic conditions of the riparian populations in order to better understand the local dependence on water resources, in particular for agriculture, fishing, domestic supply and commercial activities. analyze how the river's water is currently used, managed and regulated. This includes the examination of existing infrastructures (dams, irrigation systems, pumping stations), agricultural exploitation methods (irrigation, crops), as well as domestic and industrial uses. The objective is also to identify failures or limitations in the management of water resources, such as water losses, the lack of modern infrastructure or the lack of coordination between the actors. explore the environmental impacts generated by the intensive use of water from the Chari River, in particular the degradation of aquatic and riparian ecosystems, the decrease in water quality.

**Введение.** Чтобы выявить недостатки или ограничения в управлении водными ресурсами, такие как потери воды, отсутствие современной инфраструктуры или отсутствие координации между заинтересованными сторонами, важен анализ этих проблем, который очень важен для содействия комплексному и устойчивому управлению ресурсами в Чаде для бассейна реки Шари. Это включает изучение обязанностей различных местных, региональных и национальных властей, а также координацию действий с международными субъектами, учитывая, что река Шари протекает через несколько стран. Необходимо выявить сильные и слабые стороны, возможности и угрозы, связанные с управлением ресурсом. Основываясь на собранных данных в предыдущие периоды времени, сформулировать конкретные рекомендации по улучшению планирования, использования и сохранения водных ресурсов реки Шари. Это включает применение водосберегающих методов ведения сельского хозяйства, развитие соответствующей инфраструктуры, укрепление трансграничного сотрудничества, а также вовлечение местного населения в процессы принятия решений.

Для достижения вышеуказанных целей применяются инструменты комплексного анализа, сочетающих гидрологические методы, географические информационные системы (ГИС), моделирование и подходы, основанные на широком участии и местных знаниях. Эти инструменты помогут лучше понять сложные взаимодействия между использованием человеком, окружающей средой и климатом. Статья также направлена на обогащение научной литературы по вопросам управления водными ресурсами в полусухих районах, особенно в странах Африки к югу от Сахары.

Проблема реки Шари, которая является стратегическим ресурсом для всего региона озера Чад, может служить примером для других речных бассейнов, сталкивающихся с аналогичными проблемами.

Река Шари – главный водоток, протекающий через Республику Чад, представляет собой жизненно важный водный ресурс для страны и ее населения. Он не только питает озеро Чад, но и поддерживает многие социально-экономические виды деятельности, такие как орошаемое земледелие, рыболовство, снабжение питьевой водой, а также развитие гидроэнергетики. Однако устойчивое управление и использование его вод сегодня сталкиваются с многочисленными проблемами, усугубляемыми быстрым ростом населения, изменением климата, деградацией водных экосистем, а также недостатками в политике и инфраструктуре.

Таким образом, анализ условий управления водными ресурсами в бассейне реки Шари является стратегической задачей для обеспечения баланса между человеческими, экономическими потребностями и сохранением окружающей среды. Эта статья посвящена комплексному изучению условий водопользования, рассматривая как гидрологические и экологические, так и социально-экономические и институциональные аспекты. Цель состоит в том, чтобы наметить пути улучшения для более эффективного, справедливого и устойчивого управления водными ресурсами в этом сложном контексте. Посредством этого исследования мы также стремимся внести свой вклад в научные знания и методы управления, адаптированные к конкретным реалиям бассейна реки Шари в Республике Чад [1–3]. С ГИС-картой бассейна реки Шари можно ознакомиться по ссылке: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/11/Charirivermap.png>.

**Материалы и методы исследований.** Первичные данные включают измерения стока реки Шари, данные о количестве осадков, данные о качестве воды, температуре и испарении для 30 лет. Эта информация собирается с национальных и региональных гидрометрических станций, а также с международных организаций, участвующих в управлении рекой Шари [1–4]. Статистические данные о населении прибрежных районов, экономической деятельности (сельское хозяйство, рыболовство, промышленность), а также о бытовом и коммерческом использовании водных ресурсов собираются с помощью переписей, полевых обследований, и административных баз данных.

Полевые исследования позволили осмотреть существующую водную инфраструктуру (плотины, каналы, насосы), состояние ирригационных систем, а также реальные практики населения в области водопользования. Применены системные интегрированные методы для анализа взаимодействий между различными элементами водно-территориальной системы, дополненных гидрологическим и социально-экономическим моделированием для прогнозирования последствий предполагаемых изменений и мер. ГИС используются для картирования бассейна реки, определения местоположения инфраструктуры, визуализации использования ресурсов и нагрузки на них, и проводить точный про-

странственный анализ. Исследование также включает в себя семинары и консультации с местными заинтересованными сторонами для подтверждения результатов и разработки рекомендаций, адаптированных к социально-политическому контексту [1, 2].

**Результаты и их обсуждение.** Рассчитаны общие потребности в воде каждого субрегиона по месяцам и общему объему воды, используемой во всем бассейне. По данным на 2020 г. общая потребность в воде в бассейне реки Шари составляла примерно 3200 млн м<sup>3</sup>. Сельское хозяйство является главным водопользователем, на долю которого приходится около 55 % общего спроса на воду. За ним следуют рыболовство и охрана окружающей среды, составляющие около 30 %. Потребность в воде для бытовых нужд составляет приблизительно 8 % от общего водопотребления. Торговля, туризм и городская деятельность занимают наименьшую долю – около 7 %.

Составлены прогнозы развития, которые предполагают, что в будущем ожидается значительный рост этих потребностей в связи с ростом численности населения, расширением городов и экономическим развитием региона, что потребует улучшенного планирования и управления водными ресурсами бассейна реки Шари.

Выполнены гидрологические расчеты при продолжительности наблюдений более 30 лет [5]. Среднегодовой расход воды в устье около 1,063 тыс. м<sup>3</sup>/с. Средний объем стока  $W_{cp} = 33428$  млн м<sup>3</sup>.

Коэффициент вариации  $C_v$  определен методом моментов:

$$C_v = (a_1 + a_2 / n) + (a_3 + a_4 / n)\bar{C}_v + (a_5 + a_6 / n)\bar{C}_v^2,$$

где  $a_1, \dots, a_6$  – коэффициенты для распределения Пирсона III типа;  $\bar{C}_v$  – смещенные оценки коэффициента вариации:

$$\bar{C}_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (k_i - 1)^2}{n - 1}},$$

где  $k_i$  – модульный коэффициент рассматриваемой гидрологической характеристики:

$$k_i = \frac{Q_i}{\bar{Q}},$$

где  $Q_i$  – значения расходов воды по годам;  $\bar{Q}$  – среднеарифметическое значение расходов воды, определяемое в зависимости от числа лет ( $n = 30$ ) гидрометрических наблюдений [5, 6]:

$$\bar{Q} = \sum_{i=1}^n Q_i / n.$$

Несмещенная оценка коэффициента автокорреляции между смежными членами ряда  $r(1)$  определяется:

$$r(1) = -0,01 + 0,98\bar{r}(1) - 0,06\bar{r}(1)^2 + (1,66 + 6,46\bar{r}(1) + 5,69\bar{r}(1)^2) \frac{1}{n},$$

Смещенная оценка

$$\bar{r}(1) = \frac{\sum_{i=2}^n (Q_i - \bar{Q}_1)(Q_{i-1} - \bar{Q}_2)}{\sqrt{\sum_{i=2}^n (Q_i - \bar{Q}_1)^2 \sum_{i=1}^{n-1} (Q_i - \bar{Q}_2)^2}},$$

Кривая обеспеченности речного стока приведена на рис. 1. Построены гидрографы речного стока для разной обеспеченности (рис. 2).

Составлен баланс земельных ресурсов для учета влияния диффузных стоков с сельскохозяйственных угодий при управлении водными ресурсами.

В настоящее время площадь лесов на территории речного бассейна реки Шари составляет менее 9,1 %, что ниже экологически допустимого значения для речного бассейна (30 %), то есть далее нельзя сводить леса для увеличения площади сельскохозяйственных угодий при экстенсивном ведении растениеводства. Еще одной проблемой является перевыпас скота. Современные темпы механического сноса растительности при пастбищной нагрузке колеблются от 0,5 до 1,4 т/га в год. Из-за перевыпаса поверхностный смыл со склонов увеличивается и колеблется от 20 до 180 т/га в год.

Для интегрированных оценок условий водопользования и управления водными ресурсами применены водохозяйственные расчеты с учетом доступных для использования водных ресурсов в границах речных бассейнов, подбассейнов, водохозяйственных участков при различных условиях водности, предназначенные для оценки количества и степени освоения доступных для использования водных ресурсов водных объектов [5–7]. На основании выполненных водохозяйственных расчетов проведены оценки влияния наиболее активных видов водопользования на количество и качество водных ресурсов реки Шари с учетом методов управления для года 75 %-й обеспеченности по стоку реки (таблица).

По результатам выполненных оценок выявлено, что наибольшее влияние на количество и качество водных ресурсов реки Шари оказывает водопотребление орошения, а также диффузные стоки и дренажный сток с орошаемых земель [8–10].

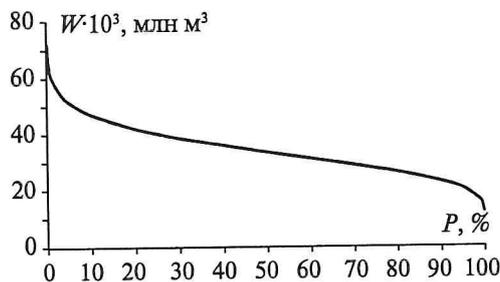


Рис. 1. Обеспеченность речного стока

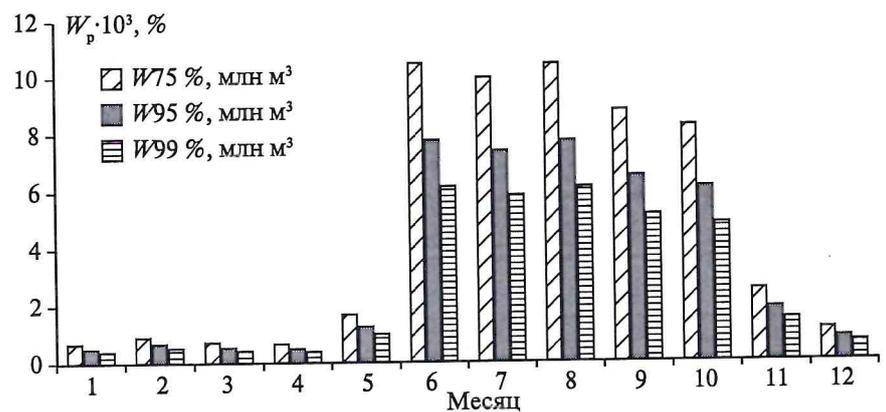


Рис. 2. Гидрографы речного стока различной обеспеченности

Оценки влияния наиболее активных видов водопользования на количество и качество водных ресурсов, млн м³

| Статьи водохозяйственного баланса (ВХБ)                        | Управление водными ресурсами |           |              |           |
|--|------------------------------|-----------|--------------|-----------|
|  | Без учета управления         | 1-й метод | 2-й метод    | 3-й метод |
| Сток реки  | 20658,5                      | 20658,5   | 20658,5      | 20658,5   |
| Объем диффузных и дренажных стоков с орошаемых земель          | 4131,7                       | 4131,7    | 4131,7       | 4131,7    |
| Водопотребление орошения                                       | 110,48                       | 104,956   | 96,336       | 96,336    |
| Профицит водных ресурсов                                       | 5805,368                     | 5805,368  | 5805,368     | 5805,37   |
| Управление качеством дренажного стока с орошаемых земель       | 5,524                        | 0         | 0            | 0         |
| Управление качеством диффузных стоков с орошаемых земель       | 57843,8                      | 57843,8   | 57843,8      | 0         |
| ВХБ с учетом качества вод                                      | -54987,83                    | -54904,96 | -52038,43    | 5805,37   |
| Коэффициент предельной загрязненности реки (КПЗ <sub>р</sub> ) | 5,31                         | 3,2       | 1,1          | -0,71     |
| Класс качества речной воды                                     | Очень грязная                | Грязная   | Загрязненная | Чистая    |

Эффективность рекомендуемых мероприятий оценена КПЗ<sub>р</sub>, который показывает класс качества речной воды [8–11]. Как показали расчеты, при рекомендованной стратегии управления водными ресурсами класс качества воды в реке Шари будет меняться со статуса «очень грязная» до статуса «чистая».

**Выводы.** Анализ условий водопользования реки Шари в Республике Чад подчеркивает решающее значение этого ресурса для социально-экономического развития и сохранения местных экосистем. Как главный приток озера Чад, река Шари играет центральную роль в обеспечении водой миллионов людей, поддерживая жизненно важные виды деятельности, такие как сельское хозяйство, и снабжение питьевой водой. Однако этот ресурс сталкивается с серьезными проблемами, загрязнением окружающей среды связанными с изменчивостью климата и антропогенным давлением, что требует комплексного и устойчивого управления.

Река Шари, на которую приходится 82 % притока воды озера Чад, подвержена значительным колебаниям стока под влиянием режима осадков. Исторические данные свидетельствуют о тревожном сокращении стока с 39,1 км³ в период с 1950 по 1971 г. до всего лишь 21,8 км³ во время продолжительной засухи с 1972 по 2000 г. Эта гидрологическая изменчивость, усугубляемая изменением климата, подчеркивает уязвимость реки перед лицом экстремальных явлений, таких как засухи и наводнения.

Использование воды Шари разнообразно. В сельском хозяйстве река орошает от 5000 до 10000 га пахотных земель, в основном для выращивания риса, сорго и овощных культур. Однако существующие методы веде-

ния сельского хозяйства и мелиорации, часто водоемкие, сталкиваются с такими проблемами, как управление водными ресурсами и устойчивость урожайности. Большая часть населения речного бассейна напрямую использует речную воду для питьевых целей, но загрязнение в результате сброса неочищенных сточных вод представляет серьезную опасность для здоровья населения и окружающей среды.

Снижение расхода в сочетании с интенсивным испарением угрожает водоснабжению, особенно в периоды засухи. С другой стороны, качество воды ухудшается из-за высоких концентраций органических загрязнителей, нитратов, фосфатов и тяжелых металлов, в основном в результате сельскохозяйственной деятельности. Эти проблемы загрязнения требуют неотложного внимания для защиты здоровья населения и водного биоразнообразия.

Выявлено, что наибольшее влияние на количество и качество водных ресурсов реки Шари оказывает водопотребление орошения, а также диффузные стоки и дренажный сток с орошаемых земель. Рекомендованы следующие методы управления:

- внедрение наилучших доступных технологий во всех отраслях водопользования;
- внедрение локальной внутрисистемной очистки и деминерализации дренажного стока на орошаемых землях;
- снижение загрязнений от диффузных стоков с мелиорируемых земель.

Конфликты из-за использования между фермерами и владельцами ранчо, а также трансграничное управление водными ресурсами усложняют ситуацию. Бассейн реки Шари, который охватывает несколько стран, требует усиления координации между прибрежными государствами для обеспечения справедливого и устойчивого управления этим общим ресурсом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Abderamane H. 2012. Étude du fonctionnement hydrogéochimique du système aquifère du Chari Baguirmi. République du Tchad. PhD Thesis. Poitiers. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/40120338.pdf>.
2. Billon B., Guiscafré J., Herbaud J. & Oberlin G. 1968. Monographie hydrologique du Chari. multigr. Paris: ORSTOM. Retrieved from <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:16679> Black R. 1992. Mission géologique au Tchad du 14. 1. au 8. 2. 1992. In: Rapport inédit, 15. PNUD/DRGM N'Djaména. 151 BIBLIOGRAPHIE Bouchaou L., Michelot J. L., Vengosh A., Hsissou Y., Qurtobi M., Gaye C.
3. Burke K. 1976. The chad basin: An active intra-continental basin. Tectonophysics 36(1–3), 197 206. DOI:10.1016/0040–1951(76)90016–0 Cabot J. 1965. Le bassin du moyen Logone .Monographie du Logone, 355. Document de ORSTOM, P.355, Paris. [https://www.persee.fr/doc/ingeo\\_0020\\_0093\\_1965\\_num\\_29\\_5\\_5777](https://www.persee.fr/doc/ingeo_0020_0093_1965_num_29_5_5777)
4. Citeseer. Chenevey R. 2011. Programme de Gestion Intégrée des Ressources des Bassins Transfrontaliers en Afrique – Composante du Lac Tchad FED/2009/219–259. PGIRE/CBLT/EU : Rapport d'activité final 2009–2011, 55. CBLT-BRL.
5. СП 33–101–2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. М.: Госстрой России, 2004. 70 с.
6. Раткович Л.Д., Маркин В.Н., Глазунова И.В. Вопросы рационального использования водных ресурсов и проектного обоснования водохозяйственных систем. М.: Московский государственный университет природообустройства, 2013. 256 с.
7. Jalali M., 2007: Hydrochemical identification of groundwater resources and their changes under the impacts of human activity in the Chah basin in Western Iran. Environ. Monitor. Assess.

8. Маркин В.Н., Раткович Л.Д., Соколова С.А. Обоснование водохозяйственных мероприятий в бассейне реки: учебное пособие. М.: Московский государственный университет природообустройства, 2014. 71 с. ISBN 5–89231–111–2.

9. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2025621366 Российской Федерация. «Мониторинг качества воды в реках с применением ГИС карт»: заявл. 14.03.2025; опубли. 26.03.2025 / И.В. Глазунова, С.А. Соколова; заявитель ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева».

10. Глазунова И.В., Нгуен Т.То.Т. Анализ качества поверхностных вод реки Да во Вьетнаме // Современные проблемы развития мелиорации и пути их решения. Костяковские чтения: материалы Международной научно-практической конференции, Москва, 25–26 марта 2020 г. Т. II. М.: Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, 2020. С. 23–27. DOI 10.37738/VNPIGiM.2020.21.96.005.

11. Карпенко Н.П., Глазунова И.В., Барсукова М.В. Повышение экологической безопасности при проведении работ по эксплуатации природоохранных сооружений на водосборах рек // Природообустройство. 2020. № 1. С. 129–136. DOI 10.34677/1997–6011/2020–1–129–136.

#### REFERENCES

1. Abderamane H. 2012. Étude du fonctionnement hydrogéochimique du système aquifère du Chari Baguirmi. République du Tchad. PhD Thesis. Poitiers. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/40120338.pdf>.
2. Billon B., Guiscafré J., Herbaud J. & Oberlin G. 1968. Monographie hydrologique du Chari. multigr. Paris: ORSTOM. Retrieved from <http://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:16679> Black R. 1992. Mission géologique au Tchad du 14. 1. au 8. 2. 1992. In: Rapport inédit, 15. PNUD/DRGM N'Djaména. 151 BIBLIOGRAPHIE Bouchaou L., Michelot J. L., Vengosh A., Hsissou Y., Qurtobi M., Gaye C.
3. Burke K. 1976. The chad basin: An active intra-continental basin. Tectonophysics 36(1–3), 197 206. DOI:10.1016/0040–1951(76)90016–0 Cabot J. 1965. Le bassin du moyen Logone .Monographie du Logone, 355. Document de ORSTOM, P.355, Paris. [https://www.persee.fr/doc/ingeo\\_0020\\_0093\\_1965\\_num\\_29\\_5\\_5777](https://www.persee.fr/doc/ingeo_0020_0093_1965_num_29_5_5777)
4. Citeseer. Chenevey R. 2011. Programme de Gestion Intégrée des Ressources des Bassins Transfrontaliers en Afrique – Composante du Lac Tchad FED/2009/219–259. PGIRE/CBLT/EU : Rapport d'activité final 2009–2011, 55. CBLT-BRL.
5. SP 33–101–2003. Determination of the main hydrological characteristics. Moscow: Gosstroy of Russia, 2004. 70 p.
6. Ratkovich L.D., Markin V.N., Glazunova I.V. Issues of rational use of water resources and design justification of water management systems. Moscow: Moscow State University of Environmental Engineering, 2013. 256 p.
7. Jalali M., 2007: Hydrochemical identification of groundwater resources and their changes under the impacts of human activity in the Chah basin in Western Iran. Environ. Monitor. Assess.
8. Markin V.N., Ratkovich L.D., Sokolova S.A. Justification of water management measures in the river basin: Textbook. Moscow: Moscow State University of Environmental Engineering, 2014. 71 p. ISBN 5–89231–111–2.
9. Certificate of state registration of the database No. 2025621366 Russian Federation. «Monitoring of Water Quality in Rivers Using GIS Maps»: Application No. 14.03.2025, Publication No. 26.03.2025 / I.V. Glazunova, S.A. Sokolova; Applicant: Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev.
10. Glazunova I.V., Nguyen T.To.T. Analysis of the Surface Water Quality of the Da River in Vietnam // Modern Problems of Land Reclamation Development and Their Solutions. Kostyakov Readings: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, Moscow, March 25–26, 2020. Vol. II. Moscow: A.N. Kostyakov All-Russian Scientific Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation, 2020. Pp. 23–27. DOI 10.37738/VNPIGiM.2020.21.96.005.
11. Karpenko N.P., Glazunova I.V., Barsukova M.V. Improving environmental safety during the operation of environmental protection facilities in river catchments // Environmental management. 2020. No. 1. Pp. 129–136. DOI 10.34677/1997–6011/2020–1–129–136.

**Глазунова Ирина Викторовна**, канд. техн. наук, доцент кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами, <https://orcid.org/0000-0003-4931-2008>; SPIN-код: 7508-2272,

AuthorID: 127917; Scopus: 6507565730; ivglazunova@mail.ru; **Бурку Блама**, студент-исследователь 1-го курса аспирантуры в области окружающей среды и управления водными ресурсами, blama93@mail.ru; **Соколова Светлана Анатольевна**, канд. техн. наук, доцент кафедры гидравлики, гидрологии и управления водными ресурсами; <https://orcid.org/0000-0003-3997-6994>;

SPIN-код: 3004-0140, AuthorID: 939094; Scopus: 57218659380; sokolovasvetlana@mail.ru; **Кадысева Анастасия Александровна**, д-р биол. наук, доцент, ORCID: 0000-0001-8703-5684, SPIN-код: 4485-7332, AuthorID: 698088, kadyseva@mail.ru (Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия).

УДК 631.01.020.05

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-6-15-17

## ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ РУСЛА РЕКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОРОСИТЕЛЬНЫХ МЕЛИОРАЦИЙ

Н.Б. МАРТЫНОВА, А.А. КАДЫСЕВА, В.И. БАЛАБАНОВ, Н.В. ХАНОВ, А.О. ЩЕРБАКОВ, В.Б. ЖЕЗМЕР

**Ключевые слова:** очистка русла, придонные наносы, окашивание растительности, дноуглубительные работы, навесной мульчер, профильный ковш.

**Keywords:** riverbed cleaning, bottom sediments, vegetation mowing, dredging, mounted mulcher, profile bucket.

**Аннотация.** Для осуществления водозабора и использования речной воды в орошении требуется периодически проводить очистку русла от кустарниковой и грубостебельчатой травяной растительности, а также дноуглубительные работы. Длительное время эти работы не проводились, что привело к зарастанию берегов и заилению русла, и вода стала непригодна для осуществления хозяйственной деятельности. Для исправления ситуации требуется проведение работ по очистке русла от кустарниковой и грубостебельчатой травяной растительности, а также от придонных и взвешенных наносов. Для этой цели требуется определить комплекс машин для проведения работ по очистке берегов и русла. По результатам исследований предложены мульчер для окашивания берега и экскаваторное оборудование с профильным перфорированным ковшом. Результаты исследований показали, что энергозатраты на осуществления очистки берегов и русла не превысили 40 кВт. Следовательно, в качестве базовой машины может быть использован мобильный колесный трактор тягового класса 1,4–2. Исследования показали, что за один проход можно мульчером очистить берег и часть дна, экскаваторное оборудование может с одной стоянки очистить такую же часть русла реки. Следовательно, предложенный комплекс машин на базе мобильных колесных тракторов будет очищать берег и русло реки с высокой производительностью, так как у мульчера высокая рабочая скорость, а экскаватор с профильным ковшом осуществляет переезды на рабочую позицию с высокой скоростью. Качество очистных работ позволит использовать речную воду для оросительных мелиораций.

**Abstract.** For water intake and the use of river water in irrigation, it is required to periodically clean the riverbed from shrubby and coarse-stalked grass vegetation, as well as dredging. For a long time, these works were not carried out, which led to overgrowth of the banks and siltation of the riverbed, and the water became unsuitable for economic activity. To remedy the situation, work is required to clean the riverbed from shrubby and coarse-stalked grass vegetation, as well as from bottom and suspended sediments. For this purpose, it is necessary to determine a complex of machines for cleaning the banks and riverbed. According to the research results, a mulcher for mowing the shore and excavator equipment with a profile perforated bucket are proposed. The research results showed that the energy consumption for cleaning the banks and riverbed did not exceed 40 kW. Therefore, a mobile wheeled tractor of traction class 1,4–2 can be used as the base machine. Studies have shown that in one pass it is possible to clean the shore and part of the bottom with a mulcher, excavator equipment can clean the same part of the riverbed from one parking lot. Therefore, the proposed complex of machines based on mobile wheeled tractors will clean the riverbank and riverbed with high productivity, since the mulcher has a high working speed, and the excavator with a profile bucket moves to the working position at high speed. The quality of the treatment works will allow the use of river water for irrigation land reclamation.

**Введение.** В последние годы особо остро встает проблема обмеления рек. Причинами считаются годами не проводящиеся работы по очистке русла от мусора, от излишней растительности, частично подгнившей [1]. Не проводятся работы по борьбе с заилением русла [2].

Дноуглубительные работы проводятся редко и бессистемно, поэтому малоэффективны. Малоснежные зимы последних лет привели к значительному обмелению русла [3]. Имеющиеся гидротехнические сооружения: дамбы, трубчатые переезды в течение долгого времени не поддерживались в рабочем состоянии, поэтому имеет место зарастание откосов кустарниковой и грубостебельчатой растительностью, а также заиливание труб [4].

Все вышеперечисленное привело к невозможности использования речной воды для полива сельскохозяйственных культур ввиду низкого ее качества и сложности водозабора [5]. Так, в ЮФО до последнего времени использовалась для орошения территорий р. Бейсуг с притоками [6]. Сейчас значительная часть реки и притоков заболочена, заилена, гидротехнические сооружения на русле неработоспособны либо требуют проведения ремонтных работ, то есть большая часть реки для вовлечения в хозяйственную деятельность непригодна [7]. Выходом из данной ситуации будет очистка русла от кустарниковой и грубостебельчатой растительности, а также удаление придонных наносов [8]. После очистки русла воду можно будет использовать для полива.

**Материалы и методы.** Для очистки берега от кустарника и грубостебельчатой растительности следует использовать боковую косилку с мульчерной головкой на базе мобильного трактора (табл. 1).

Для определения затрат мощности на работу мульчера воспользуемся формулой [9]:

$$N_m = N_d + N_p + N_t = \frac{h_k v_k b_p (K_{др} e_{др} + (1 - K_{пн} - K_{др}) e_t + 3,6 \cdot 10^{-3} \rho_d v_{окр}^2 + \chi)}{3,6 \cdot 10^3},$$

где  $N_d$  – мощность на перемалывание древесины, кВт;  $N_p$  – мощность на разгон, кВт;  $N_t$  – мощность на трение, кВт;  $h_k$  – глубина копания, м;  $v_k$  – поступательная скорость машины,

Таблица 1

Технические характеристики отечественных навесных мульчеров

| Показатели                          | Навесной мульчер |      |
|-------------------------------------|------------------|------|
|                                     | Намма            | Зубр |
| Максимальный диаметр ствола, мм     | 200              | 35   |
| Максимальная рабочая скорость, км/ч | 5                | 8    |
| Число молотков, шт.                 | 36...56          | 32   |
| Ширина захвата, м                   | 1...1,5          | 1,2  |