

Пути решения проблемы заиления Краснодарского водохранилища для рационального использования водных ресурсов пойменных территорий

Ф.С. Литовка, М.А.Бандурин, В.В. Ванжа

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар

Аннотация: В данной статье представлены полученные результаты решения проблемы заиления Краснодарского водохранилища для рационального использования водных ресурсов пойменных территорий. Прогноз изменения наносов на перспективу определен с учетом увеличения зарастаемости водохранилища, дальнейшей переработки береговой линии, а также уменьшения лесонасаждений и увеличения распахиваемых площадей в бассейне р. Кубани. С учетом этих факторов увеличения объемов наносов в створе водохранилища ежегодно будет увеличиваться на 0,13 % и к 2036 г. составит 18,01 млн м³ в год. Рассмотрены основные мероприятия по улучшению транспортировки наносов в чашу мертвого объема, и обоснованы пути решения проблемы заиления через расчистку затопленных русел рек предлагается выполнять методом взмучивания, так как данный метод используется на водоемах, имеющих проточность, т.к. суть его состоит в том, что илистые отложения взмучиваются с помощью плавучего земснаряда струями воды и пульпа не всасывается в земснаряд, а взвешенные наносы транспортируются течением воды в чашу "мертвого" объема водохранилища. Использование данного метода рекомендуется по причинам экономического характера, т. к. он в 2,4 раза дешевле расчистки с изъятием пульпы.

Ключевые слова: заиление, водохранилище, водные ресурсы, пойменные территории, рациональное водопользование, водные ресурсы.

Краснодарское водохранилище было введено в эксплуатацию в 1973 г., гидротехнические сооружения расположены в пределах Азово-Кубанской равнины, преимущественно на пойменных террасах р. Кубани и ее притоков, частично на первой и второй надпойменных террасах [1]. В пределах сооружений водосброса, судоходного шлюза и водозабора-водовыпуска на ПК 23+50 до глубины около 30 м на глинах верхнего плиоцена залегают голоценовые аллювиальные отложения представленные, преимущественно, песками разной крупности и гравийно-галечниковым грунтом с песчаным заполнителем, перекрытыми слоем глины и суглинков мощностью 3-6 м [2].

В районе земляной плотины Краснодарского водохранилища на глинах верхнего плиоцена до глубины 13-30 м залегают голоценовые и верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения, представленные, преимущественно, песками разной крупности с гравийно-галечниковым

слоем в основании; повсеместно пески перекрыты слоем глин и суглинков мощностью от 3 до 7 м [3].

Правобережье Краснодарского водохранилища представлено второй надпойменной террасой. Здесь с поверхности повсеместно залегают голоцен-верхнеплейстоценовые золово-делювиальные отложения, представленные суглинками лессовидными, макропористыми мощностью от 6 до 12 м. Ниже до глубины от 27 до 45 м на глинах нижнего плейстоцена [4] залегают среднеплейстоценовые аллювиальные отложения, представленные в нижней части песками и гравийно-галечниками, общей мощностью от 10 до 32 м, а в верхней слоем глин [5] мощностью от 5 до 15 м.

На левобережье Краснодарского водохранилища, сооружения располагаются в пределах пойменных и частично первой надпойменной террас р. Кубани и ее левобережных притоков. Геологическое строение здесь относительно однородное [6]. Повсеместно распространены голоцен-верхнеплейстоценовые аллювиальные отложения, залегающие на глинах верхнего плиоцена. Представлены отложения в верхней части слоем глин и суглинков мощностью от 4 до 11 м, а в нижней – песками преимущественно крупными и гравелистыми и гравийно-галечниками с линзовидными прослоями супесей общей мощностью от 4 до 12 м [7].

Гидрогеологические условия в районе Краснодарского водохранилища обусловлены расположением его в центральной части Азово-Кубанского артезианского бассейна платформенного типа. В верхней части бассейна содержится большое количество водоносных горизонтов, приуроченных к прослоям песков и гравийно-галечников в толще глин. До глубины 300-350 м водоносные горизонты гидравлически взаимосвязаны (зона активного водообмена) [8]. Водупором для них служит толща лиманно-морских глин мощностью около 100 м. На подтопление прилегающих к Краснодарскому водохранилищу территорий [9] оказывает влияние строение первого от

поверхности водоносного горизонта, приуроченного к четвертичным отложениям, залегающим на глубинах от 13 до 45 м [10].

Левобережная часть прилегающих к Краснодарскому водохранилищу территорий находится ниже его НПУ и защищена от затопления оградительными дамбами. Для защиты прилегающих территорий вдоль земляной плотины Краснодарского водохранилища [11] и оградительных низконапорных дамб построены и действуют в постоянном режиме дренажные сооружения различного типа (горизонтальные, вертикальные и комбинированные) [12]. Уровенный режим подземных вод на этих территориях обеспечивается, в основном, работой дренажных сооружений. В меньшей степени он зависит от строения безнапорного водоносного горизонта, колебания уровня воды в Краснодарском водохранилище и инфильтрации атмосферных осадков [13].

Безнапорный водоносный горизонт в районе земляной плотины, водосброса, шлюза и на левобережье приурочен к толще аллювиальных отложений голоцена и верхнего плейстоцена и имеет двухслойное строение со слабопроницаемым слоем сверху и хорошо водопроницаемым внизу. Коэффициент суммарной водопроницаемости водоносного горизонта изменяется от 100 м²/сутки до 500 м²/сутки.

На правобережье безнапорный водоносный горизонт приурочен к эолово-делювиальным и аллювиальным отложениям верхнего и среднего плейстоцена и имеет трехслойное строение: хорошо водопроницаемый слой макропористых суглинков сверху [14], слабопроницаемый слой глин в центре и хорошо водопроницаемый слой песков и гравийно-галечников в основании. Коэффициент суммарной водопроницаемости водоносного горизонта изменяется от 150 м²/сутки до 400 м²/сутки.

Вместе с тем, по результатам изучения материалов инженерно-геологических и гидрогеологических исследований [15], выполненных как на

стадии проектирования, так и после завершения строительства Краснодарского водохранилища, установлено, что естественные основания бетонных сооружений: судоходного шлюза, водозабора - водовыпуска на ПК 23+50 земляной плотины, водосбросного сооружения с рыбоподъемником и земляной плотины представлены [16], в основном, разнородными водонасыщенными песчаными грунтами от рыхлого до плотного сложения, и частично, пластичными глинистыми грунтами, а земляные сооружения сложены намывными и насыпными, преимущественно, водонасыщенными песчано-глинистыми грунтами [17], т.е. грунтами III категории по сейсмическим свойствам.

За годы эксплуатации Краснодарского водохранилища резко изменились гидрогеологические условия, как площадок гидротехнических сооружений, так и прилегающих территорий: уровни грунтовых вод повысились вследствие подпора и дополнительного питания, режим их в настоящее время зависит от уровня режима в водохранилище и в нижнем бьефе, в р. Кубани [18].

Все эти не решенные проблемы актуальны и указывают, на необходимость обоснования путей решения проблемы заиления Краснодарского водохранилища для рационального использования водных ресурсов пойменных территорий в современном водохозяйственном комплексе Юга России [19].

Материалы и методы. Фактическое использование Краснодарского водохранилища в настоящее время соответствует проектному назначению. Сток наносов в бассейне р. Кубани определяется водной эрозией. Водная эрозия особенно сильно проявляется в горной и предгорной частях чему способствует горно-долинный рельеф и большие уклоны речных русел. Выпадающие на подстилающую поверхность осадки, в особенности интенсивные ливни, бурное снеготаяние, смывают с водосборной площади в

реку обломочный материал, формируя сток наносов. Немаловажную роль здесь играет состав пород слагающих водосбор, его залесенность, агротехнические и водохозяйственные мероприятия, проводимые на водосборной площади и в русле реки [20]. Объем годового стока наносов основных рек, впадающих в Краснодарское водохранилище, в среднем составляет около 12 млн м³ (рис. 1.).

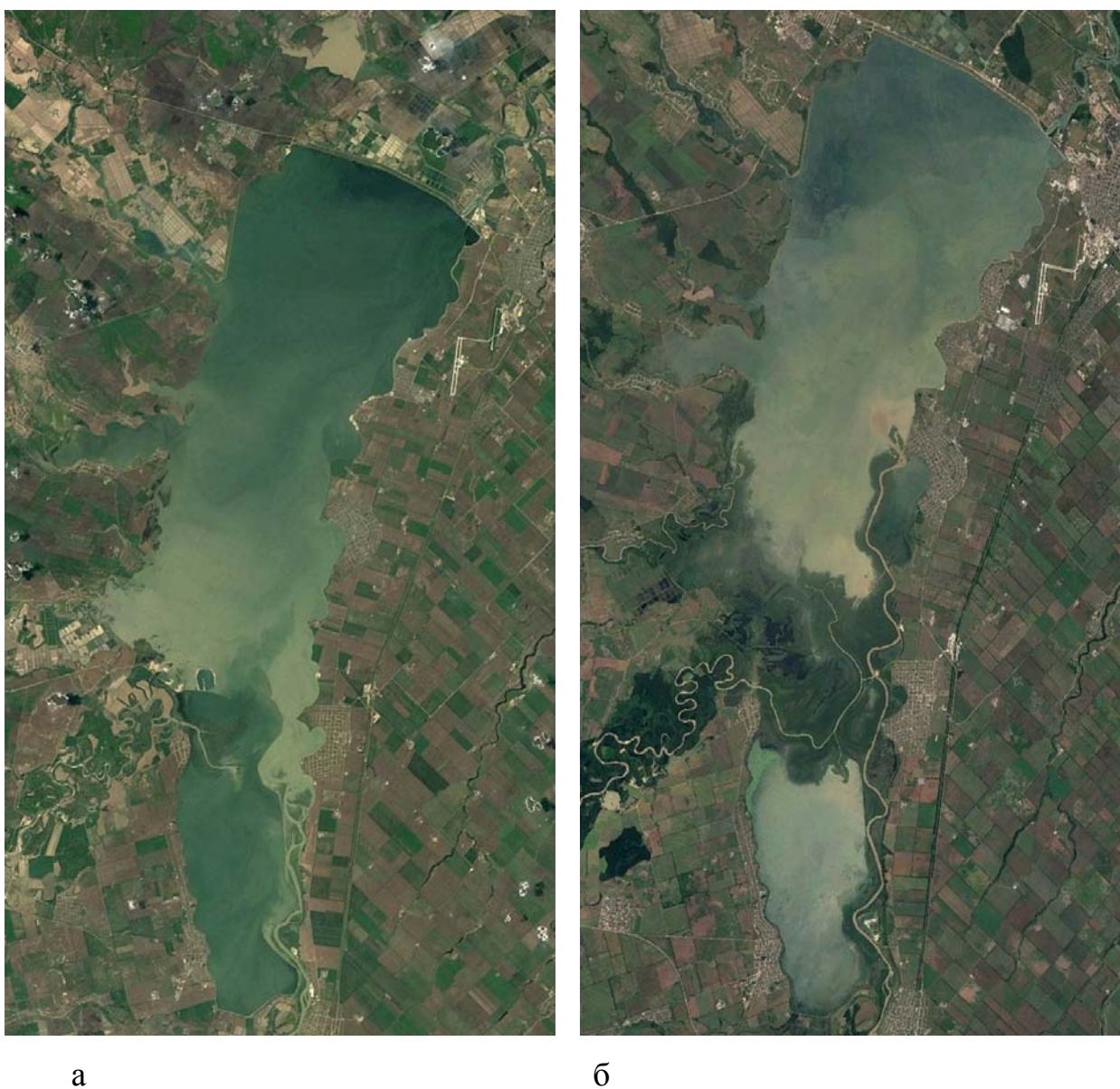


Рис. 1. - Процессы заиления Краснодарского водохранилища:
а) аэрофотоснимок 1985 г.; б) аэрофотоснимок 2016 г.

Наблюдения за стоком влекомых наносов в бассейне р. Кубань не проводились. Модуль стока влекомых наносов определяется аналитически балансовым методом, принимая модуль стока донных отложений р. Кубань у Краснодара - 20 т/км^2 [21].

В таблице №1 приводятся данные о взвешенных и влекомых наносах по каждой из нанософормирующих рек в бассейне р. Кубань.

Таблица №1

Твердый сток наносов основных рек, впадающих в Краснодарское водохранилище по данным 2016 г.

| Река – населенный пункт | Сток взвешенных наносов, млн м ³ | Сток влекомых наносов, млн м ³ | Суммарный сток наносов, млн м ³ |
|---------------------------|---|---|--|
| Кубань – ст. Ладожская | 2,94 | 0,45 | 3,39 |
| Лаба – х. Догужиев | 1,89 | 0,21 | 2,10 |
| Белая – х. Северный | 1,77 | 0,20 | 1,97 |
| Пшиш – х. Теучежхабль | 2,01 | 0,28 | 2,29 |
| Псекупс – г. Горячий Ключ | 0,76 | 0,09 | 0,85 |
| Прочие реки | 1,34 | 0,14 | 1,44 |
| Всего: | | | 12,04 |

Кроме того, часть наносов формируется в чаше Краснодарского водохранилища. За счет переработки берегов, по данным 2017 г., формируется около $1,57 \text{ млн м}^3$. За счет перегноя растительных остатков на участках акватории заросшей водной растительностью ежегодно объем наносов увеличивается на $0,76 \text{ млн. м}^3$.

Итого с учетом всех наносов, поступающих из-за пределов водохранилища и формирующихся в чаше ежегодный прирост наносов, составляет 14,37 млн. м³.

Прогноз изменения наносов на перспективу определен с учетом увеличения зарастаемости Краснодарского водохранилища, дальнейшей переработки береговой линии, а также уменьшения лесонасаждений и увеличения распахиваемых площадей в бассейне р. Кубани. С учетом этих факторов увеличения объемов наносов в створе водохранилища ежегодно будет увеличиваться на 0,13 % и к 2036 г. составит 18,01 млн м³ в год.

Результаты исследований и их анализ. Проектирование Краснодарского водохранилища велось с учетом фиксированных уровней воды в водохранилище это:

- нормальный подпорный уровень (НПУ) с отметкой 33,65 мБс, основной эксплуатационный горизонт;
- форсированный подпорный уровень (ФПУ) с отметкой 35,23 мБс, предельно допустимый уровень воды в водохранилище;
- уровень "мертвого" объема, с отметкой 25,85 мБс, минимально допустимый уровень воды в Краснодарском водохранилище.

С учетом этих горизонтов и определялась транспортирующая способность водотока взвешенных и влекомых наносов. В начале эксплуатации Краснодарского водохранилища объем наносов, ежегодно поступающих в чашу, составлял 6,5 млн. м³, из которых 2,5 млн. м³ приходилось на влекомые наносы и 4,0 млн. м³ – взвешенные.

Всего объем наносов, отложившихся в чаше за период эксплуатации составил за 10 лет 61,0 млн м³; ожидаемый объем наносов составляет 0,4 млн м³/год, а отношение фактического объема наносов к ожидаемому составляет из 100 % взвешенных и влекомых наносов в чаше водохранилища 93,8 % (по проекту до 95 %).

В 1992 г. между правительством Краснодарского края и Республикой Адыгея было подписано соглашение о снижении основного рабочего горизонта (НПУ) на 90 см, т.е. отметка НПУ стала 32,75 мБс. Это решение помимо изменения технических показателей, вызванных вводом новых нормативных документов, носило, в первую очередь, политическую окраску. Поэтому негативные последствия от снижения НПУ детально просчитаны не были. Это решение привело к снижению глубин и образованию к 2004 г. 92,0 км² мелководных участков, что составляет около 24 % от площади всего водохранилища при НПУ, а в настоящее время площадь мелководья равна 100,0 км², что составляет около 26 %. Это привело к тому, что к 2004 г. в чаше Краснодарского водохранилища стало аккумулироваться ежегодно 9,1 млн м³ наносов, т.е. к 2004 г. объем наносов составил 255 млн. м³, а к 2016 г. – 347 млн. м³, рис. 2.

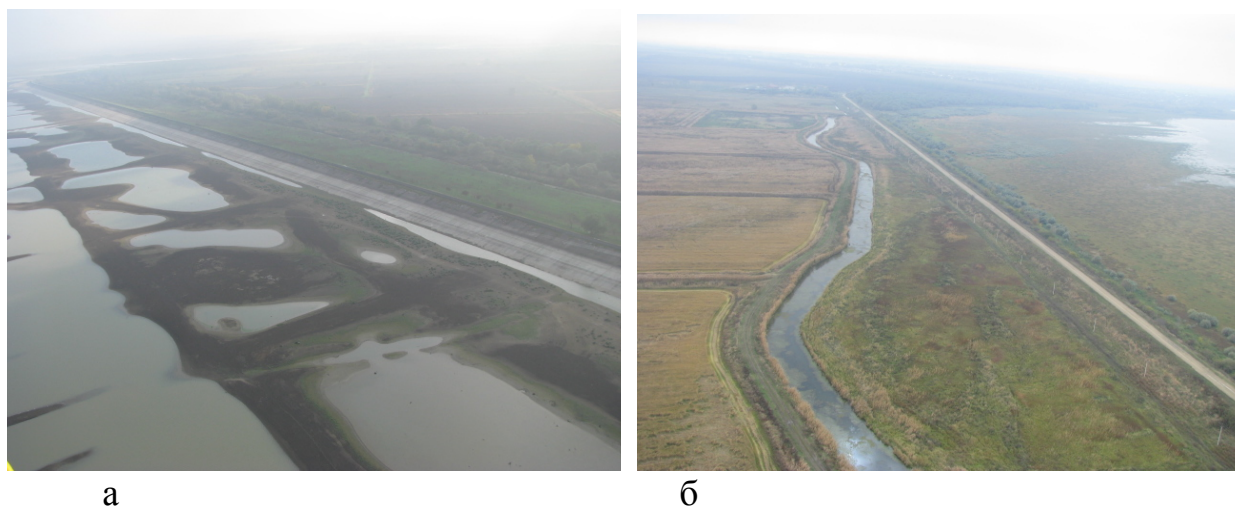


Рис. 2. - Заиление чаши Краснодарского водохранилища:

- а) вдоль оградительной плотины инженерной защиты долины реки Псекупс;
- б) вдоль Восточной дамбы.

Постоянное ежегодное увеличение наносов из-за дальнейшего заиления Краснодарского водохранилища в случае непринятия радикальных

мер, приведет к тому, что в период с 2016 по 2035 г. в чашу водохранилища по прогнозам осядет 333 млн м³ взвешенных частиц. А средняя глубина водохранилища по отношению к 1975 г. равная 6,0 метрам уменьшится до 3,5 м к 2035 г., рис. 3.

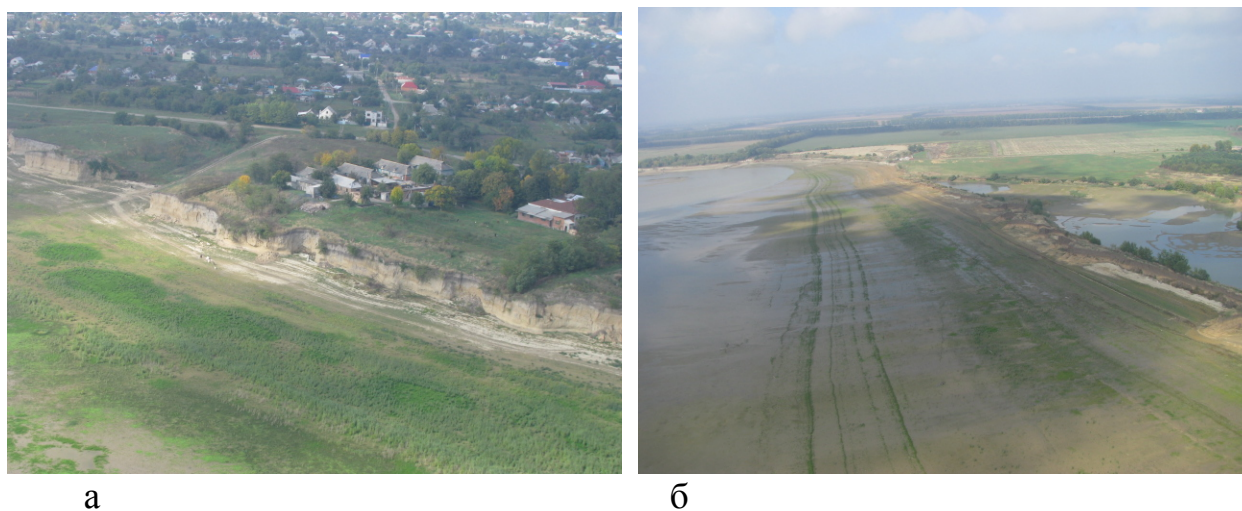


Рис. 3. - Заиление чаши Краснодарского водохранилища:

- а) вследствие переработки берегов в районе ст. Старокорсунской;
- б) вследствие переработки берегов на участке от ст. Старокорсунской до х. Ленина.

Изменение глубин водохранилища связанное со снижением НПУ и, как следствие, увеличением объемов наносов. Современное состояние Краснодарского водохранилища и его ретроспективный анализ показывают, что большинство проблем негативного характера связано со снижением НПУ на 90 см.

Данную ситуацию можно сравнить с заилением на эту величину, что при площади водохранилища равной 382 км² аналогично объему заиления в размере 343,8 млн м³. При нормальной эксплуатации (до 1992 г.) ежегодный объем наносов составлял в среднем 6,1 млн м³. Сопоставив полученные

результаты можно сказать, что заиление на 90 см при нормальном НПУ равном 33,65 мБс произошло бы через 56 лет.

Основной объем влекомых и взвешенных наносов поступает в чашу по затопленным руслам рек, впадающих в Краснодарское водохранилище.

С целью транспортирования наносов до чаши "мертвого" объема предлагается выполнить расчистку затопленных русел рек в чаше Краснодарского водохранилища заиление которых составляет около 1,0 м. (рисунок 4), в том числе:

- р. Пшиш на длине 33,5 км, глубиной 1,0 м, шириной 50 м;
- р. Псекупс на длине 19,2 км, глубиной 1,0 м, шириной 50 м;
- р. Марта на длине 13,16 км, глубиной 1,0 м, шириной 20 м;
- р. Кубань на длине 33,3 км, глубиной 1,0 м, шириной 80 м.



Рис. 3. - Заиление чаши Краснодарского водохранилища вдоль левого берега, район с. Красногвардейское

Соответственно и варианты по улучшению эксплуатационных и экологических характеристик направлены на восстановление глубин до проектных показателей.

Технико-экономические показатели расчистки русел рек приведены в таблице №2.

Таблица №2

Технико-экономические показатели расчистки русел рек

| № № п/п | Расчистка русел рек в чаше водохранилища методом взмучивания | Количество | Ширина/ глубина, м | Стоимость, млн руб. |
|---------------|--|------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | Кубань | 33,3 км | 80/1 | 106,560 |
| 2 | Псекупс | 19,2 км | 50/1 | 38,400 |
| 3 | Пшиш | 33,5 км | 50/1 | 67,000 |
| 4 | Марта | 13,16 км | 20/1 | 10,520 |
| 5 | Белая | - | - | - |
| | Итого по расчистке русел рек | 99,16 км | - | 222,480 |

Расчистку затопленных русел рек предлагается выполнить методом взмучивания.

Данный метод используется на водоемах, имеющих проточность, т.к. суть его состоит в том, что илистые отложения взмучиваются с помощью плавучего земснаряда струями воды и пульпа не всасывается в земснаряд, а взвешенные наносы транспортируются течением воды в чашу "мертвого" объема Краснодарского водохранилища. Использование данного метода рекомендуется по причинам экономического характера, т.к. он в 2,4 раза дешевле расчистки с изъятием пульпы.

Выводы:

1. Катализатором всех негативных процессов является заиление Краснодарского водохранилища, так как доля глубин менее 2-х метров очень большая, а это приводит к ухудшению качества водных ресурсов, отсюда как следствие увеличение скорости заиления и зарастания.

2. Необходимо ликвидировать мелководные участки на площади 100 км² Краснодарского водохранилища.

3. Разработать мероприятия по улучшению транспортировки наносов в чашу мертвого объема Краснодарского водохранилища.

Литература

1. Курбанов С.О., Созаев А.А., Жемгуразов С.М. Оценка влияния низконапорных водохранилищных гидроузлов на окружающую среду // Инженерный вестник Дона, 2019, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2019/5900/.

2. Kuznetsov E.V., Khadzhide A.E., Kilidi K.I., Kurtnezirov A.N. Management of agro-resource potential for agricultural landscape stability increase // Plant Archives. 2018. Т. 18. № 2. pp. 2151-2158.

3. Ольгаренко В.И., Ольгаренко Г.В., Ольгаренко И.В. Комплексная оценка технического уровня гидромелиоративных систем // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. № 6. С. 8-11.

4. Бандурин М.А. Юрченко И.Ф., Волосухин В.А., Ванжа В.В., Волосухин Я.В. Эколого-экономическая эффективность диагностики технического состояния водопроводящих сооружений оросительных систем // Экология и промышленность. 2018. Т. 22. № 7. С. 66-71.

5. Алёшин В.С., Онищенко А.А. Математическое моделирование процессов в водохранилище на реке Эшкакон и ее практическая значимость // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1064/.



6. Yurchenko I.F. Automatization of water distribution control for irrigation // International Journal of Advanced and Applied Sciences. 2017. 4(2): pp. 72-77.
 7. Ольгаренко В.И., Ольгаренко И.В., Ольгаренко В.И. К вопросу о модели определения эвапотранспирации с учётом изменчивости гидрометеорологических факторов // Модели и технологии природообустройства. 2017. № 4. С. 9-14.
 8. Kireycheva L.V. Evaluation of efficiency of land reclamation in Russia // Journal of Agriculture and Environment. 2018. № 3 (7). 1 p.
 9. Degtyarev G.V., Belokur K.A., Sokolova I.V. Modeling of the building by numerical methods at assessment of the technical condition of structures // Materials Science Forum. 2018. T. 931 MSF. pp. 141-147.
 10. Yurchenko I.F. Information support system designed for technical operation planning and reclamative facilities // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2018. V. 96. № 5. pp. 1253-1265.
 11. Косиченко Ю.М., Михайлов Е.Д., Баев О.А. Экспериментальные исследования водослива с широким порогом резервного водосброса // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 3 (20). С. 73-81.
 12. Yurchenko I.F. Information support for decision making on dispatching control of water distribution in irrigation. // Journal of Physics: Conference Series. 2018. T. 1015. p. 042063.
 13. Degtyarev G.V., Belokur K.A., Sokolova I.V. Modeling of the building by numerical methods at assessment of the technical condition of structures // International Conference on Construction and Architecture: theory and practice of industry development. 2018. 2018. pp. 141-147.
-

14. Абдразаков Ф.К., Панкова Т.А., Орлова С.С., Сирота В.Т. Прогноз параметров прорывной волны при гидродинамической аварии на плотине // Аграрный научный журнал. 2017. № 1. С. 35-39.
15. Гавриловский Д.В., Гапонов В.Л., Гапонов С.В., Гапонова Е.Ю. Оценка гидро-экологических характеристик Цимлянского водохранилища // Инженерный вестник Дона, 2017, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4009/.
16. Ghebrehiwot A.A., Kozlov D.V. Hydrological modelling for ungauged basins of arid and semi-arid regions: review // Вестник МГСУ. 2019. Т. 14. № 8. pp. 1023-1036.
17. Гурьев А.П., Козлов Д.В., Ханов Н.В., Верхоглядова А.С. Результаты исследования местных размывов грунта основания в нижнем бьефе за водосбросом № 2 Богучанской ГЭС // Приволжский научный журнал. 2014. № 1 (29). С. 31-36.
18. Bandurin M.A., Yurchenko I.F., Volosukhin V.A. Remote Monitoring of Reliability for Water Conveyance Hydraulic Structures // Materials Science Forum. 2018. V. 931, pp. 209-213.
19. Бакаев А.В., Бакаева Е.Н., Игнатова Н.А. "Цветение" сине-зеленых микроводорослей (Cyanophyta) – разновидность чрезвычайных ситуаций в водохранилищах // Инженерный вестник Дона, 2012, № 4-2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1289/.
20. Волосухин В.А., Бандурин М.А. Программно-технический комплекс для проведения мониторинга и определения остаточного ресурса длительно эксплуатируемых водопроводящих сооружений // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. 2013. № 1. С. 57-68.



21. Абдразаков Ф.К., Панкова Т.А., Щербаков В.А. Факторы, влияющие на эксплуатационное состояние гидротехнических сооружений // Аграрный научный журнал. 2016. № 10. С. 56-61.

References

1. Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Zhemgurazov S.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2019/5900/.
2. Kuznetsov E.V., Khadzhidi A.E., Kilidi K.I., Kurtnezirov A.N. Plant Archives. 2018. T. 18. № 2. pp. 2151-2158.
3. Ol'garenko V.I., Ol'garenko G.V., Ol'garenko I.V. Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. 2013. № 6. pp. 8-11.
4. Bandurin M.A. Yurchenko I.F., Volosukhin V.A., Vanzha V.V., Volosukhin Ya.V. Ekologiya i promyshlennost'. 2018. T. 22. № 7. pp. 66-71.
5. Aleshin V.S., Onishchenko A.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, № 4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1064/.
6. Yurchenko I.F. International Journal of Advanced and Applied Sciences. 2017. 4(2): pp. 72-77.
7. Ol'garenko V.I., Ol'garenko I.V., Ol'garenko V.I. Modeli i tekhnologii prirodoobustroystva. 2017. № 4. pp. 9-14.
8. Kireycheva L.V. Journal of Agriculture and Environment. 2018. № 3 (7). 1 p.
9. Degtyarev G.V., Belokur K.A., Sokolova I.V. Materials Science Forum. 2018. T. 931. MSF. pp. 141-147.
10. Yurchenko I.F. Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2018. V. 96. № 5. pp. 1253-1265.
11. Kosichenko Yu.M., Mikhaylov E.D., Baev O.A. Vestnik SGASU. Gradostroitel'stvo i arkhitektura. 2015. № 3 (20). pp. 73-81.



12. Yurchenko I.F. Journal of Physics: Conference Series. 2018. T. 1015. S. 042063.
13. Degtyarev G.V., Belokur K.A., Sokolova I.V. International Conference on Construction and Architecture: theory and practice of industry development. 2018. pp. 141-147.
14. Abdrazakov F.K., Pankova T.A., Orlova S.S., Sirota V.T. Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2017. № 1. pp. 35-39.
15. Gavrilovskiy D.V., Gaponov V.L., Gaponov S.V., Gaponova E.Yu. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2017/4009/.
16. Ghebrehiwot A.A., Kozlov D.V. Vestnik MGSU. 2019. T. 14. № 8. pp. 1023-1036.
17. Gur'ev A.P., Kozlov D.V., Khanov N.V., Privolzhskiy nauchnyy zhurnal. 2014. № 1 (29). pp. 31-36.
18. Bandurin M.A., Yurchenko I.F., Volosukhin V.A. Materials Science Forum. 2018. V. 931, pp. 209-213.
19. Bakaev A.V., Bakaeva E.N., Ignatova N.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, № 4-2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2012/1289/.
20. Volosukhin V.A., Bandurin M.A. Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2013. № 1. pp. 57-68.
21. Abdrazakov F.K., Pankova T.A., Shcherbakov V.A. Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2016. № 10. pp. 56-61.