

К вопросу организации мониторинга эксплуатационной надежности сооружений рисовых оросительных систем на юге России

Солодунов А.А.¹, Бандурин М.А.¹, Волосухин В.А.²

¹Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар

²Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ)
имени М.И. Платова, Новочеркасск

Аннотация: Сформулирована необходимость нового подхода выполнения мониторинга на различных сооружениях внутрихозяйственной сети мелиоративного комплекса на юге России. Рассмотрены основные задачи организации мониторинга на различных стадиях жизненного цикла конструктивных элементов внутрихозяйственной сети. Одной из проблем эксплуатации внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем является ирригационная эрозия, которая вызывает заиление и загрязнение сооружений. Значительную долю в ущерб, причиняемый ирригационной эрозией, вносят последствия размыва внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем. Применение методов неразрушающего контроля позволяет научно обосновать затраты на текущий и капитальный ремонт, уточнить правила эксплуатации сооружений внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем юга России.

Ключевые слова: мониторинг, оросительная система, остаточный ресурс, рациональное водопользование, водные ресурсы, внутрихозяйственная сеть, технические состояние.

На современном этапе развития экономики России, состояние водного бассейна реки Кубань - характеризуется высоким уровнем хозяйственного и комплексного освоения, так например, в настоящее время, величина безвозвратного изъятия водных ресурсов в Нижней Кубани превышает предельно допустимый лимит изъятия в 3,5 раза [1] и практически не имеет свободных водных ресурсов в нижнем течении после Краснодарского водохранилища.

Одной из проблем эксплуатации внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем является ирригационная эрозия [2], которая вызывает заиление и загрязнение сооружений. Значительную долю в ущерб, причиняемый ирригационной эрозией, вносят последствия размыва внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем [3].

Орошаемые земли юга России подвержены разрушительному действию ирригационной эрозии, так более 20 % территории, например Ростовской области непригодны для сельскохозяйственного пользования по причине

смытости почв и образования оврагов и балок. Происходит снижение плодородия орошаемых участков, оврагообразование [4], а в ряде случаев выход орошаемых массивов из сельскохозяйственного севооборота.

Аварийное состояние сооружений внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем, вызванное размывом русел, задерживает сроки поливов, что приводит к увеличению дополнительных затрат на эксплуатацию русла и уменьшению урожайности [5], так при выращивании риса в Краснодарском крае и Республике Адыгея используемые рисовые оросительные системы уже отработали эксплуатационную надежность и нуждаются в реконструкции (рисунок 1) [6].

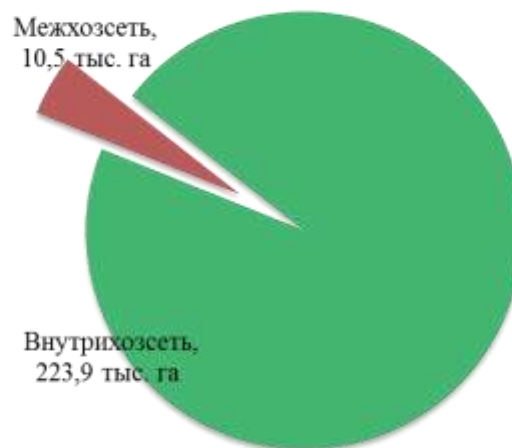


Рисунок 1 - Состав и характеристика оросительной сети в Краснодарском крае и Республике Адыгея

В настоящее время все большее внимание уделяется исследованиям разных вариантов технологических этапов [7] выполнения мониторинга эксплуатируемых земель рисовых оросительных систем. Результаты мониторинга наиболее крупных орошаемых хозяйств, на пример, Ростовской области показали повсеместную распространенность эрозионных процессов во внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем [8]. Этому способствует широкое применение высокопроизводительных агрегатов с

расходом воды более 100 л/с, а также почвенно-рельефные и климатические условия Ростовской области [9].

В ходе проведения мониторинга на сооружениях внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем Ростовской области было установлено, что 45 % внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем затрагивает эрозия опасных размеров [10], а на остальных - 55 % наблюдались косвенные признаки скрытой эрозии.

Для внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем эрозия опасных размеров проявляется в проблеме недостачи грунта для засыпки временного оросителя в конце сезона. До засыпка явно выраженной ложбины ведется в основном, за счет грунта прилегающих участков, уменьшая тем самым величину гумусного горизонта. Так величина гумусного горизонта преимущественно составляет около 0,2 - 0,4 м [12]. Ежегодный смыв с одного погонного метра внутрихозяйственной сети превышает 0,5 - 1,0 м³. Естественный процесс почвообразования слоя толщиной 1 - 2 см составляет 200 - 300 лет [13], следовательно, на орошаемых полях в результате только эрозионных процессов во временной оросительной сети через 20 - 40 лет будет смыт весь гумусный горизонт. Учитывая также, что уменьшение величины гумусного горизонта происходит вследствие ветровой эрозии и ирригационного смыва, происходящего непосредственно на орошаемом участке при поливе, фактический срок полной потери плодородия орошаемых участков значительно меньше указанного срока [14]. Недозасыпка оросителей приводит к образованию ложбин шириной 2 - 3 м и глубиной 0,2 - 0,3 м [15]. Нарезка оросителей в этих условиях каждый год на новом месте приводит к образованию на спланированном участке ложбинчатого рельефа. Сохранение месторасположения оросителей приводит к оврагообразованию и отчуждению пахотной зоны [16].

Размеры временных оросителей на территории Краснодарского края достигают по глубине 1,5 - 2 м [17], по ширине 2,4 - 3,7 м, на современном этапе эксплуатации наблюдались катастрофические размывы временных оросителей, приводящие к преждевременному выходу их из строя внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем (рисунок 2) [18].

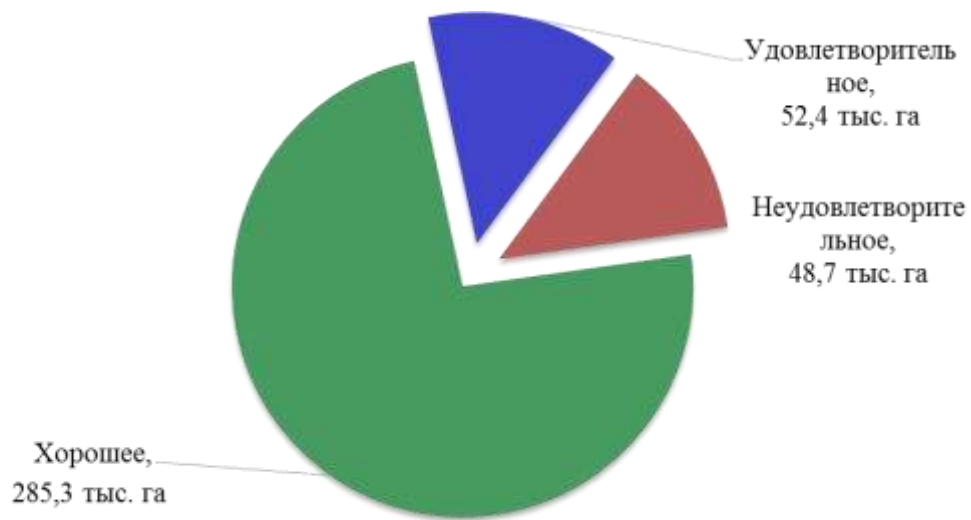


Рисунок 2 - Мелиоративное состояние сооружений водохозяйственного комплекса Нижней Кубани

В наибольшей степени эрозия опасных и катастрофических размеров проявляется на сооружениях внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем с большими уклонами (до 0,02) [19] орошаемых участков, низкой эрозионной устойчивостью грунтов (эквивалентное сцепление 10-18 кПа) [20] и сухим ветреным климатом при высокой дневной температуре.

Скрытая эрозия характерна для хорошо спланированных участков с уклонами 0,0001 - 0,001 и высокой эрозионной устойчивостью грунтов (эквивалентное сцепление более 30 кПа) [21]. При этом наблюдается размыв

верхней части сооружения внутрихозяйственной сети, и отложение продуктов эрозии в его донной части.

Заиление сооружений внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем вызывает необходимость их периодической чистки, что способствует увеличению расходов на производство поливов. Чистка приводит к интенсивному сползанию откосов и образования различных дефектов ведущих к аварийной ситуации (рисунок 3) [22].



а

б

Рисунок 3 - Процессы эрозии на сооружениях внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем: а) образование ложбин на рисовом чеке; б) образование оползня на низконапорной дамбе.

В сооружениях внутрихозяйственной сети с уклонами 0,001 - 0,003 наблюдается интенсивно перемещение продуктов эрозии, где часть продуктов эрозии, откладываясь в нижней части, вызывает неравномерное распределение грунта на орошаемом участке.

Другая часть продуктов эрозии, составляющая около 40 % от общего количества смываемого грунта, выносится за пределы орошаемого участка, вызывая уменьшение грунта на участке [24]. Несмотря на недопустимость

технического сброса оросительной воды, подобное явление наблюдается практически при каждом поливе. При этом минимальная величина сброса составляет 15 - 20 % от объема воды, подаваемой на орошаемый участок. Технический сброс вод вызывает загрязнение и заиление прудов и рек. Ресурсы земель, не предрасположенных к проявлению эрозии опасных размеров и пригодных для выращивания сельскохозяйственных культур, на юге России практически исчерпаны.

Исследования выполнялись на сооружениях внутривозвратной сети Кубанской рисовой оросительной системе в Красноармейском районе, экспериментальный участок расположен в Прикубанской низменности (рисунок 4).

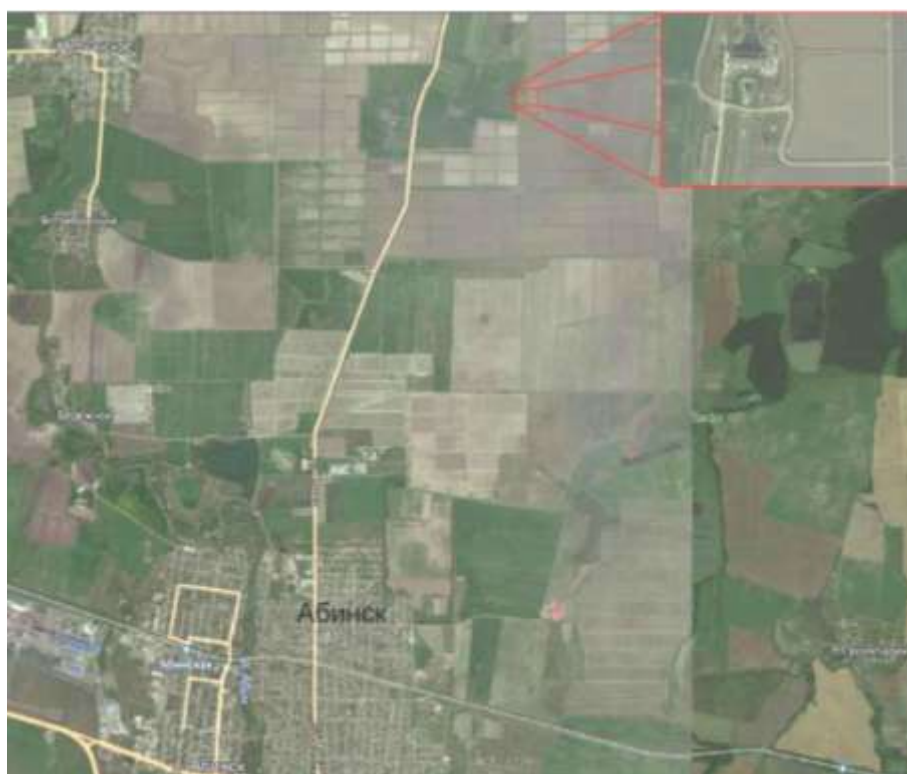


Рисунок 4 – Экспериментальный участок, расположенный в Красноармейском районе на Кубанской рисовой оросительной системе

Почвенный покров представлен лугово-болотными и лугово-черноземными почвами. Грунтовые воды находятся на глубине 0,4...0,6 м, в основном пресные и среднеминерализованные. Объектом исследования являлся рисовый чек Кубанского типа, площадь 5,27 га, водообеспеченность участка удовлетворительная.

Методика исследования определялась после визуального обследования рисового чека, было выполнено геодезическое обеспечение комплекса инженерных изысканий для дальнейшего применения приборов неразрушающего контроля. При определении прочности бетона конструкций неразрушающими методами должны применяться ультразвуковой метод при сквозном прозвучивании или тахеометрическая съемка (рисунок 5) [25].



а



б

Рисунок 5 – Выполнение мониторинга сооружений внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем: а) георадиолокационное зондирование; б) тахеометрическая съемка.

В результате рекогносцировочного обследования были уточнены методы выполнения топографической съемки и определена граница экспериментального участка подлежащего топографической съемке.

Для определения координат пунктов спутниковой геодезической сети в МСК-23 и высот в БСВ-77 [26], были использованы пункты государственной геодезической сети. На рисунке 6 показан участок подверженный вымыванию грунта.

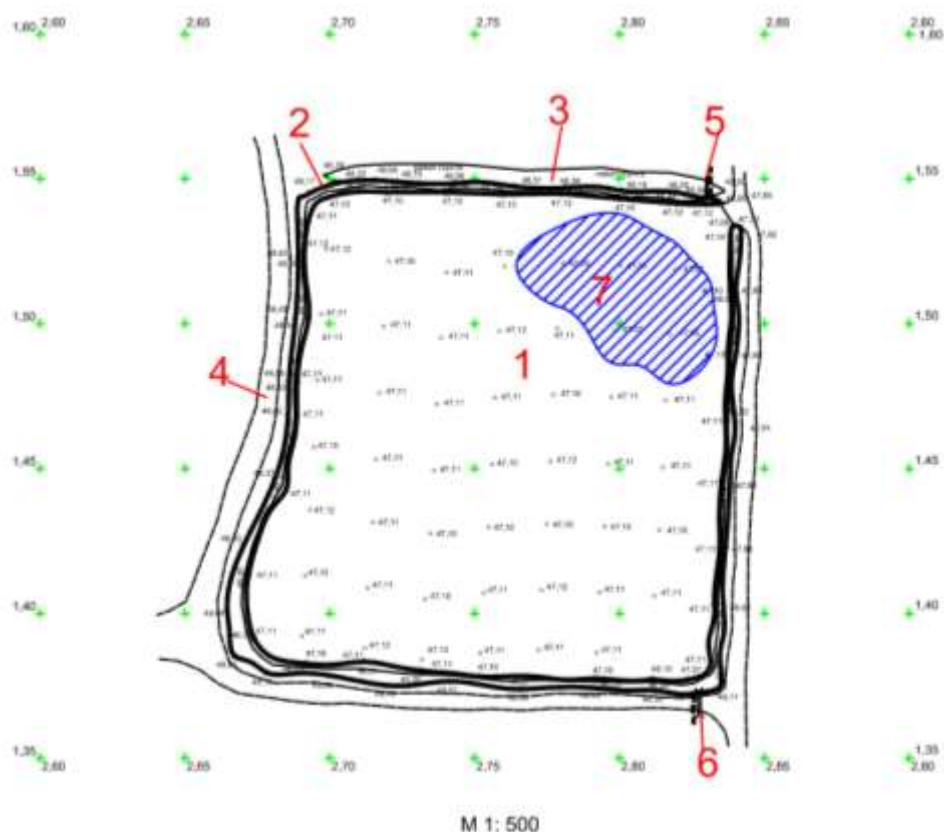


Рисунок 6 – Результаты проведения тахеометрической съемки:

- 1) рисовый чек; 2) чековая канавка; 3) низконапорная дамба обвалования;
- 4) инспекторская дорога; 5) водоотводящее сооружение; 6) водоподойщее сооружение; 7) участок подверженный вымыванию грунта.

В ходе проведенной тахеометрической съемки были определены границы участка подверженному вымыванию грунта и места проведения георадиолокационного зондирования сооружений.

К основным последствиям эрозии внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем, характерным для юга России, следует отнести

заилиение продуктами эрозии сооружений внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем с уклонами до 0,0005 - 0,0019, что вызывает необходимость их периодической чистки. Уменьшение величин гумусного горизонта и образование ложбинчатого рельефа орошаемого участка. Загрязнение и заилиение рек, прудов и озер, наблюдаем повсеместно. Оврагообразование и аварийное состояние внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем.

В результате проведенных натурных исследований получены данные георадиолокационного зондирования сооружений внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем. Применение методики экспериментальных исследований сооружений внутрихозяйственной сети рисовых оросительных систем неразрушающими приборами контроля позволило получить прочностные характеристики, описывающие состояние железобетона со спутниковой привязкой расположения дефектов и повреждений.

Литература

1. Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф. Роль мелиорации земель в решении проблемы продовольственной безопасности России // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2015. № 2. С. 13-15.
2. 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.
3. Yurchenko I.F. Automatization of water distribution control for irrigation // International Journal of Advanced and Applied Sciences. 2017. 4(2): pp. 72-77.



4. Кузнецов Е.В., Гумбаров А.Д., Хаджиди А.Е., Пашков Ю.Ю., Килиди Х.И. Управление агресурсным потенциалом рисовых оросительных систем // Сельский механизатор. 2018. № 11. С. 22-23.
 5. Olgarenko V.I., Olgarenko G.V., Olgarenko I.V. A method of integral efficiency evaluation of water use on irrigation systems // International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM. 2018. V. 18. № 3.1. pp. 3-9.
 6. Kireycheva L.V. Evaluation of efficiency of land reclamation in Russia // Journal of Agriculture and Environment. 2018. № 3 (7). 1 p.
 7. 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.
 8. Ольгаренко В.И., Ольгаренко И.В., Ольгаренко В.Иг. Методология организации экологического мониторинга мелиоративных систем // Модели и технологии природообустройства (региональный аспект). 2015. Т. 01. С. 15-19.
 9. Kuznetsov E.V., Safronova T.I., Sokolova I.V., Khadzhide A.E., Gumbarov A.D. Development of a land resources protection model // Journal of Environmental Management and Tourism. 2017. V. 8. № 1 (17). pp. 78-83.
 10. Yurchenko I.F. Information support for decision making on dispatching control of water distribution in irrigation. // Journal of Physics: Conference Series. 2018. Т. 1015. С. 042063.
 11. Косиченко Ю.М., Гарбуз А.Ю. Расчетная оценка водопроницаемости трещин бетонных облицовок каналов на основе гидравлических методов // Природообустройство. 2017. № 5. С. 34-42.
 12. Дегтярев Г.В., Сафронова Т.И., Гольдман Р.Б., Дегтярева О.Г. Численное моделирование состояния мостового переезда на внутрихозяйственном звене мелиоративной системы // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 2 (34). С. 85-103.
-

13. Khanov N.V., Martynov D.Yu., Novichenko A.I., Lagutina N.V., Rodionova S.M. Outlook and special properties of earth anchors and screw piles in burial of modular protection dikes in nonrocky ground // Power Technology and Engineering. 2018. V. 52. № 4. pp. 405-412.
 14. Страданченко С.Г., Плешко М.С., Армейсков В.Н. О необходимости проведения комплексного мониторинга подземных объектов на различных стадиях жизненного цикла // Инженерный вестник Дона, 2013, № 4, URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/1994/.
 15. Волков В.И., Снежко В.Л., Козлов Д.В. Прогноз уровня безопасности низконапорных и бесхозяйных гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. 2018. № 11. С. 35-41.
 16. Черных О.Н., Ханов Н.В., Бурлаченко А.В. Заиливание трубчатых водопропускных сооружений из гофрированного металла // Природообустройство. 2018. № 1. С. 38-45.
 17. Абдразаков Ф.К., Рукавишников А.А. Интенсификация мелиоративного производства путем совершенствования технологий реконструкции и строительства оросительных каналов // Мелиорация и водное хозяйство. 2019. № 1. С. 6-9.
 18. Ольгаренко В.И., Ольгаренко Г.В., Ольгаренко И.В. Комплексная оценка технического уровня гидромелиоративных систем // Мелиорация и водное хозяйство. 2013. № 6. С. 8-11.
 19. 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.
 20. Пчелкин В.И. Безопасность зданий и сооружений в зоне гидродинамических аварий на гидротехнических сооружениях // Технологии гражданской безопасности. 2004. № 2. С. 66-69.
-

21. Стасева Е.В., Федина Е.В. Системный подход к мониторингу технического состояния зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2013, № 4, URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2172/.

22. 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.

23. Абдразаков Ф.К., Сметанин А.Ю. Проблемы управления мелиоративным под комплексом на региональном уровне // Аграрный научный журнал. 2011. № 3. С. 47-50.

24. Щедрин В.Н., Косиченко Ю.М., Шкуланов Е.И., Лобанов Г.Л., Савенкова Е.А., Кореновский А.М. Правила эксплуатации отдельно расположенных гидротехнических сооружений // депонированная рукопись № 221-B2013 01.08.2013

25. Яшин В.М. Экологические опасности при эксплуатации оросительных систем и мероприятия по их предупреждению и ликвидации // Мелиорация и водное хозяйство. 2018. № 6. С. 24-28.

26. Коженко Н.В., Дегтярев В.Г., Дегтярев Г.В., Табаев И.А. Комплексный метод обследования зданий и сооружений при совместной работе с вышками связи // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. № 89. С. 581-606.

References

1. Kireycheva L.V., Yurchenko I.F. Vestnik rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki. 2015. № 2. pp. 13-15.



2. 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.
 3. Yurchenko I.F. *International Journal of Advanced and Applied Sciences*. 2017. 4(2): pp. 72-77.
 4. Kuznetsov E.V., Gumbarov A.D., Khadzhidi A.E., Pashkov Yu.Yu., Kilidi Kh.I. *Sel'skiy mekhanizator*. 2018. № 11. pp. 22-23.
 5. Olgarenko V.I., Olgarenko G.V., Olgarenko I.V. / *International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM*. 2018. V. 18. № 3.1. pp. 3-9.
 6. Kireycheva L.V. *Journal of Agriculture and Environment*. 2018. № 3 (7). 1 p.
 7. Yurchenko I.F. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2018. V. 96. № 5. pp. 1253-1265.
 8. Ol'garenko V.I., Ol'garenko I.V., Ol'garenko V.Ig. *Modeli i tekhnologii prirodoobustroystva (regional'nyy aspekt)*. 2015. T. 01. pp. 15-19.
 9. Kuznetsov E.V., Safronova T.I., Sokolova I.V., Khadzhidi A.E., Gumbarov A.D. *Journal of Environmental Management and Tourism*. 2017. V. 8. № 1 (17). pp. 78-83.
 10. Yurchenko I.F. *Journal of Physics: Conference Series*. 2018. T. 1015. S. 042063.
 11. Kosichenko Yu.M., Garbuz A.Yu. *Prirodoobustroystvo*. 2017. № 5. pp. 34-42.
 12. Degtyarev G.V., Safronova T.I., Gol'dman R.B., Degtyareva O.G. *Nauchnyy zhurnal Rossiyskogo NII problem melioratsii*. 2019. № 2 (34). pp. 85-103.
 13. Khanov N.V., Martynov D.Yu., Novichenko A.I., Lagutina N.V., Rodionova S.M. *Power Technology and Engineering*. 2018. V. 52. № 4. pp. 405-412.
-



14. Stradanchenko S.G., Pleshko M.S., Armeyskov V.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/1994/.
15. Volkov V.I., Snezhko V.L., Kozlov D.V. Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo. 2018. № 11. pp. 35-41.
16. Chernykh O.N., Khanov N.V., Burlachenko A.V. Prirodoobustroystvo. 2018. № 1. pp. 38-45.
17. Abdrazakov F.K., Rukavishnikov A.A. Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. 2019. № 1. pp. 6-9.
18. Ol'garenko V.I., Ol'garenko G.V., Ol'garenko I.V. Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. 2013. № 6. pp. 8-11.
19. Bandurin M.A., Yurchenko I.F., Volosukhin V.A. Materials Science Forum. 2018. V. 931, pp. 209-213.
20. Pchelkin V.I. Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti. 2004. № 2. pp. 66-69.
21. Staseva E.V., Fedina E.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, № 4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4y2013/2172/.
22. Volosukhin V.A., Bandurin M.A. Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2013. № 1. pp. 57-68.
23. Abdrazakov F.K., Smetanin A.Yu. Agrarnyy nauchnyy zhurnal. 2011. № 3. pp. 47-50.
24. Shchedrin V.N., Kosichenko Yu.M., Shkulanov E.I., Lobanov G.L., Savenkova E.A., Korenovskiy A.M. deponirovannaya rukopis' № 221-V2013 01.08.2013
25. Yashin V.M. Melioratsiya i vodnoe khozyaystvo. 2018. № 6. pp. 24-28.



26. Kozhenko N.V., Degtyarev V.G., Degtyarev G.V., Tabaev I.A. Politematicheskiy setevoy elektronnyy nauchnyy zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 89. pp. 581-606.