

УДК 504.455:504.4.054

СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ СОЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОЛЕТАРСКОГО И ВЕСЕЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ

© 2015 г. Е.В. Коханистая, Т.А. Хоружая

Коханистая Екатерина Валерьевна – аспирант, институт наук о Земле Южного федерального университета, ул. Зорге, 40, г. Ростов н/Д, 344090, e-mail: koxanistaya@bk.ru

Kokhanistaya Ekaterina Valer'evna – Post-Graduate Student, Sciences Institute about the Earth of the Southern Federal University, Zorge St., 40, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: koxanistaya@bk.ru

Хоружая Татьяна Алексеевна – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник, Гидрохимический институт, институт водных проблем РАН, южный отдел, пр. Стачки 98, г. Ростов- н/Д, 344090, e-mail: khorugajat@mail.ru

Khoruzhaya Tatiana Alekseevna – Doctor of Biological Science, Professor, Main Researcher, Hydrochemical Institute, Institute of Water Problems of the RAS, Southern Department, Stachki Ave., 198, Rostov-on-Don, 344090, Russia, e-mail: khorugajat@mail.ru

В результате анализа многолетней информации Росгидромета, включая современный период (2001–2013 гг.), установлено, что в Пролетарском и Веселовском водохранилищах в число характерных загрязняющих веществ входят соединения магния, сульфаты и хлориды, которые ежегодно встречаются в 50 % и более проб воды. При этом концентрации их значительно превышают рыбохозяйственные ПДК, достигая уровня высокого и экстремально высокого загрязнения, и обуславливают повышенную минерализацию. Наибольшие величины содержания солей и минерализации в настоящее время наблюдаются в восточном отсеке Пролетарского водохранилища, что связано с природными особенностями территории его расположения. По общему уровню загрязнения, куда солевое загрязнение вносит существенный вклад, воды оценены как грязные и даже очень грязные с преобладающей тенденцией роста загрязнения в большинстве створов водохранилищ.

Ключевые слова: Пролетарское и Веселовское водохранилища, солевой состав вод, минерализация, загрязненность.

Characteristic pollutants of water in Proletarian and Veselovski Reservoirs are magnesium, sulfates and chlorides which annually meet in 50% and more water samples due to analysis of long-term information of Roshydromet, including the modern period (2001-2013). Thus their concentrations considerably exceed maximum permissible concentration, reach the level of high and extremely high pollution, and cause high level of mineralization. The highest quantity of salts and level of mineralization are observed in the Proletarsk reservoir now. It can be explained by natural particularities of the territory. Total water pollution is estimated as dirty and even very dirty with tendency of growth of pollution in the majority of sections of reservoirs. Salt pollution predominates in total water pollution.

Keywords: Proletarian and Veselovski Reservoirs, salt composition of waters, mineralization, pollution.

Пролетарское и Весёловское водохранилища построены на реке Западный Маныч в 1932–1936 гг. [1, 2]. На базе этих антропогенно-трансформированных водоёмов был в той или иной мере решен целый ряд проблем гидроэнергетики и водного транспорта, питьевого, коммунального и промышленного водоснабжения, сельскохозяйственной и рыбохозяйственной отраслей, рекреации Ставропольского и Краснодарского краев, Калмыкии и Ростовской области.

Одной из главных задач этих водохранилищ является удовлетворение нужд водопользователей в воде надлежащего качества, в том числе соответствующей требованиям по загрязненности, химическому составу и минерализации. Повышенная минерализация воды является актуальной проблемой для этих водохранилищ с момента создания [3–5], однако публикаций об уровне их солевого загрязнения и изменениях минерализации за многолетний период, включая последние десятилетия, мы не встретили в доступной литературе. В этой связи в

настоящей работе представлены результаты анализа солевого загрязнения Пролетарского и Веселовского водохранилищ, влияние его на качество воды в современный период и тенденции многолетних изменений.

Общий уровень загрязненности водохранилищ в значительной степени обусловлен соевым загрязнением. При этом следует отметить, что некоторые главные ионы отнесены к характерным загрязняющим веществам Пролетарского и Веселовского водохранилищ. В мониторинге Росгидромета термин «характерные загрязняющие вещества» используется для обозначения веществ, у которых повторяемость концентраций, превышающих ПДК, составляет более 50 % в год [6]. Как показывает анализ, к характерным загрязняющим веществам Пролетарского водохранилища в последнее десятилетие относят соединения магния, хлориды и сульфаты [7]. Содержание таких загрязняющих веществ, как соединения магния и хлориды, в створах превышает ПДК в 11–48 раз, достигая уровня высокого загрязнения (ВЗ) (4-го класса опасности). Содержание сульфатов в створе п. Правый Остров (рис. 1а) также достигало уровня ВЗ, а иногда и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) с превышением концентраций более чем в 50 раз; в створе с. Маныч-Грузское (рис. 1б) содержание сульфатов в каждом году наблюдений соответствовало уровню ЭВЗ [8]. Исключением был створ Пролетарский гидроузел, где хлориды не относились к характерным загрязняющим веществам, а содержание других веществ было гораздо ниже. Содержание сульфатов было высоким, но не достигало уровня ВЗ (8,1–10,3 ПДК). Содержание магния не превышало ПДК более чем в 3 раза.

В створах Веселовского водохранилища, как и в створе Пролетарский гидроузел, характерными загрязняющими веществами были соединения магния и сульфаты. Содержание сульфатов в некоторые годы достигало уровня ВЗ, например, с 2006 по 2008 г. и в 2011 г. в створе х. Валуийский (рис. 2). Содержание магния не превышало ПДК более чем в 4 раза.

Следствием солевого загрязнения является повышенный уровень минерализации. В настоящее время общий уровень минерализации воды в водохранилищах остается различным. В 2013 г. в двух створах Пролетарского водохранилища минерализация была очень высока: в створе п. Правый Остров – 19,2 г/дм³ и в створе с. Маныч-Грузское – 16,9 г/дм³. В многолетнем плане в этих створах не прослеживалось четкой закономерности в изменении минерализации. Однако можно сказать, что по годам изменения её уровней происходили однообразно, только менялись в разных диапазонах: от 13,6 до 22,2 г/дм³ в створе п. Правый Остров и от 16,9 до 37,5 г/дм³ в створе с. Маныч-Грузское.

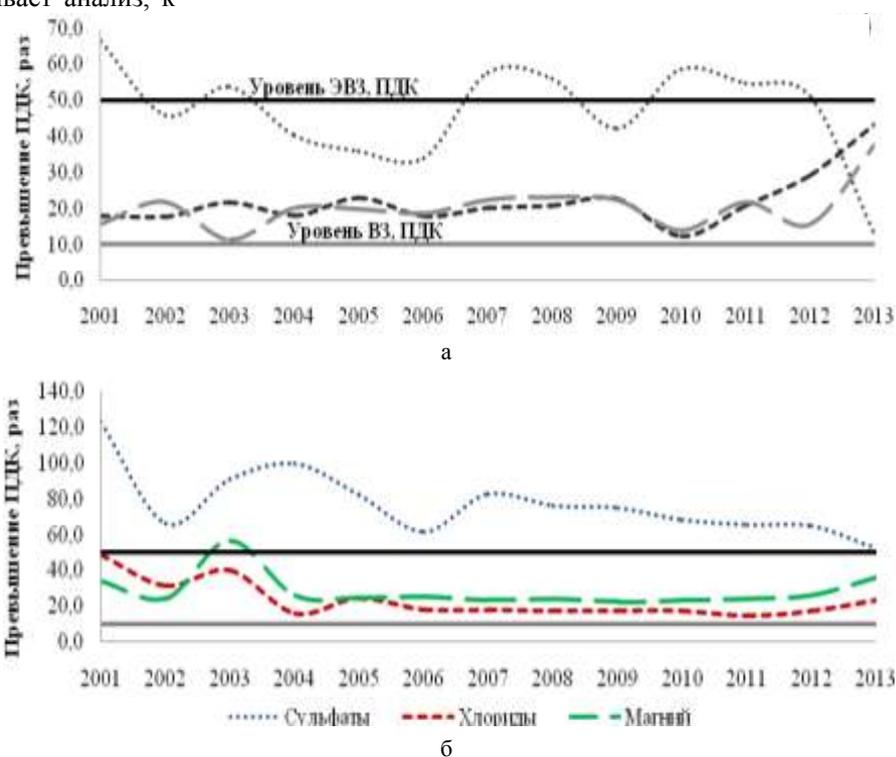


Рис. 1. Динамика изменений содержания характерных загрязняющих веществ в створах восточного отсека Пролетарского водохранилища: а – п. Правый Остров; б – с. Маныч-Грузское (2001–2013 гг.)

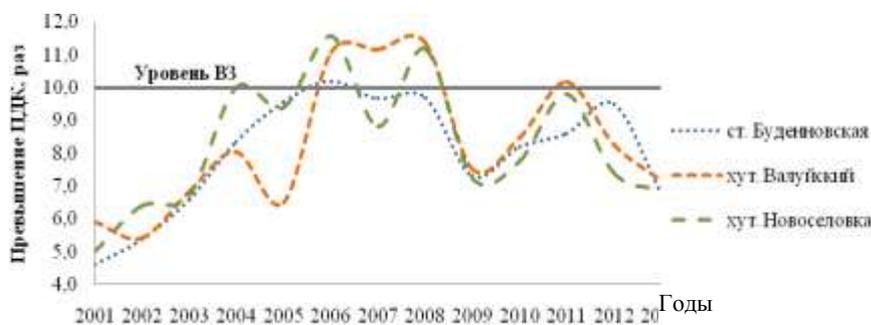


Рис. 2. Содержание сульфатов в воде створов Веселовского водохранилища в 2001–2013 гг.

В створе Пролетарский гидроузел уровень минерализации был значительно ниже и в 2013 г. составлял $1,7 \text{ г/дм}^3$. Определенной закономерности во временных изменениях минерализации также невозможно выявить, так как она изменялась скачкообразно в небольшом диапазоне ($1,2 - 2,4 \text{ г/дм}^3$).

В Веселовском водохранилище в 2013 г. её общий уровень по створам колебался в пределах $1,6-1,7 \text{ г/дм}^3$. В течение периода исследования во всех створах хорошо прослеживается следующая тенденция: с 2001 г. происходит постепенное увеличение минерализации. Далее в 2006–2008 гг. уровень последней достигает пика; самое большое значение отмечено в створе х. Валуийский ($2,2 \text{ г/дм}^3$), затем наблюдается уменьшение до уровня 2013 г.

По уровню минерализации оба водохранилища относятся к солоноватым [7]), что в значительной степени объясняется природными особенностями данной территории. Источником накопления солей в обоих водохранилищах являются засоленные донные отложения р. Западный Маныч. Соли солончаков и солончаковых почв смываются дождями и талыми водами в водохранилища.

Наибольшая минерализация наблюдается в Пролетарском водохранилище, которое создано на р. Западный Маныч: от верховья реки до Пролетарской плотины и включает в себя Большой Лиман с оз. Маныч-Гудило в центре [2]. До возникновения водохранилища вода лиманов и озер, расположенных на берегах р. Западный Маныч и вдоль его русла (оз. Маныч-Гудило), под действием испарения в маловодные годы постепенно превращалась в рапу, а затем высохла. Дно водоемов, образованное синей глиной, покрывалось кристаллами соли, в результате чего вода реки даже в большие паводки отличалась высоким содержанием солей, увеличи-

вающемся с продвижением на восток, а затем вновь несколько распресняющемся под воздействием весенних вод р. Калаус [4].

Пролетарское водохранилище разделено Ново-Манычской дамбой на два отсека: западный (включающий створ Пролетарский гидроузел) и восточный (включающий створы п. Правый Остров и с. Маныч-Грузское) (рис. 3), которые имеют разный гидрохимический режим. Восточный отсек является наиболее минерализованным потому, что опресненные воды реки Большого Егорлыка растворяются в воде оз. Маныч-Гудило, а небольшие по объему воды р. Калаус, по мнению [4], не достигают этого участка вследствие сильного испарения в восточной части водоема. Западный отсек водохранилища сформировался как самостоятельный район после постройки дамбы в 1933 г. Он является проточным вследствие поступления в него воды из р. Большой Егорлык и последующего сброса в Веселовское водохранилище [1], которое находится ниже по течению р. Западный Маныч и охватывает участок от Пролетарской плотины до плотины в районе п. Веселого, включая прилегающую озёрную систему. При наполнении водохранилища поступающая масса пресной воды в первую очередь заливала пониженные участки, смывая с поверхности большое количество солей. Этот процесс определил высокие значения минерализации в первые годы [5].

Мелководность и сглаженность рельефа дна водохранилищ, многолетние изменения водности и погодных условий определяют особенности гидрологической ситуации, играющей важную роль в формировании химического состава вод. Требования водопользователей к химическому составу и минерализации Пролетарского и Веселовского водохранилищ привели к необходимости их опреснения.

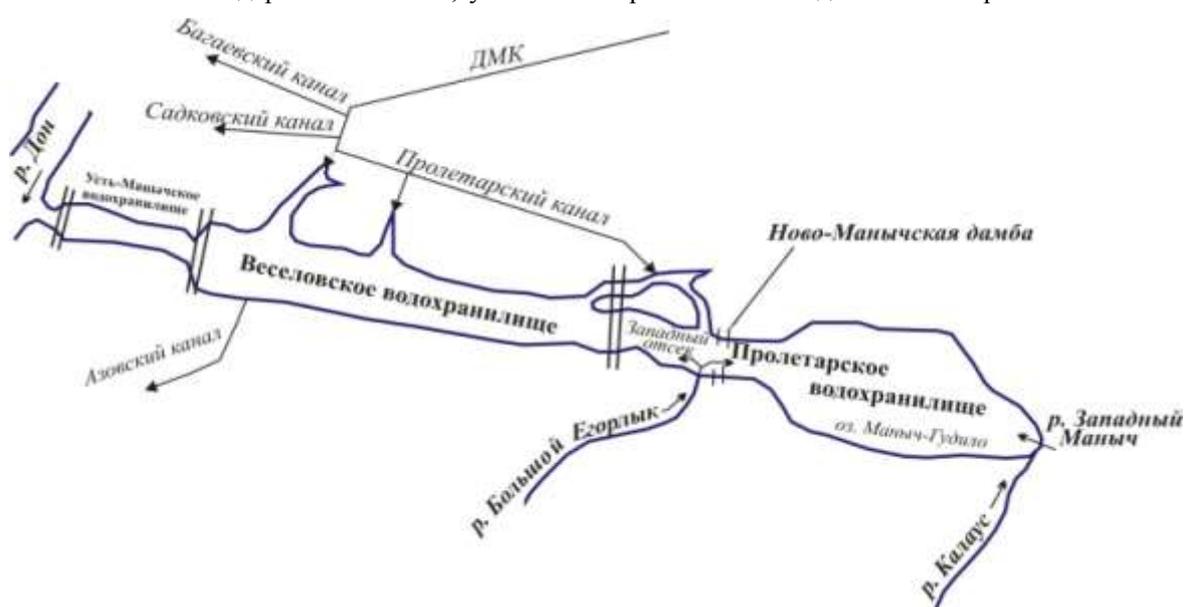


Рис. 3. Карта-схема Пролетарского и Веселовского водохранилищ и основных источников поступления воды для опреснения [3]

Опреснение Пролетарского водохранилища происходит преимущественно за счет притока кубанской воды. Однако наблюдается большая разница уровней минерализации в отсеках Пролетарского водохранилища в связи с тем, что в западный отсек постоянно поступают для опреснения довольно большие массы менее минерализованной кубанской воды, когда восточный, напротив, характеризуется бессточностью, что в сочетании с большим испарением создает благоприятные условия для накопления солей [8].

Местный сток не имеет большого значения для состава вод Пролетарского водохранилища. Кроме подачи кубанской воды по руслу р. Большой Егорлык, в западный отсек поступает и донская вода из Донского магистрального канала (ДМК) (рис. 3), а восточный отсек подпитывается притоками рек Калаус и Большой Егорлык.

Питание Веселовского водохранилища происходит за счет стока донской воды через ДМК, через пропуски Пролетарского гидроузла и в небольшом объеме за счет возвратных вод с рисовых полей Пролетарской оросительной системы. Местный сток формируется маловодными реками и балками, большинство из них пересыхает и наблюдается только во время половодья, которое происходит преимущественно в марте. Следует отметить, что в этом водохранилище, кроме поступления вод, происходит и забор их на орошение Азовской, Веселовской и Маньчской ирригационных систем.

Итак, чтобы оценить вклад солевого загрязнения в состоянии водных экосистем водохранилищ, необходимо дать оценку качества воды. Для оценки качества воды использован удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ), принятый в мониторинге Росгидромета. Он представляет собой комплексный относительный показатель уровня загрязненности поверхностных вод, условно оценивающий в виде безразмерного числа долю загрязняющего эффекта, вносимого в общий уровень, обусловленный одновременным присутствием комплекса загрязняющих веществ [5].

Как показал анализ, наиболее загрязнена вода в Пролетарском водохранилище. В 2013 г. в створе п. Правый Остров вода оценена как грязная (4 «б» класс; УКИЗВ 4,62), а в створе с. Маньч-Грузкое – как очень грязная (4 «в» класс; УКИЗВ 6,19). Менее загрязненной она была в створе Пролетарский гидроузел и оценивалась как грязная (4 «а» класс; УКИЗВ 3,63).

В многолетней динамике в большинстве створов Пролетарского водохранилища качество воды со временем улучшалось. В начале периода исследования (2001 г.) вода створов п. Правый Остров и с. Маньч-Грузкое была экстремально грязной (5-й

класс; УКИЗВ 7,37–7,42). Исключением был створ Пролетарский гидроузел, где качество воды ухудшалось с 2001 по 2013 г. Здесь вода оценивалась, как очень загрязненная (3 «б» класс; УКИЗВ 3,23) в начале периода исследования и как грязная (4 «а» класс; УКИЗВ 3,63) – в конце.

В Веселовском водохранилище во всех створах в 2013 г. вода была грязной (4 «а» класс; УКИЗВ 4,05–4,32). Следует отметить, что в Веселовском водохранилище так же, как и в створе Пролетарский гидроузел, качество воды со временем ухудшилось: перешло в более высокий класс, так как в начале периода вода была менее загрязненной (3 «б» класс; УКИЗВ 2,93–3,00). Таким образом, описанная ранее общая тенденция роста минерализации вод Пролетарского и Веселовского водохранилищ за многолетний период с 1971 по 1991 г. [1, 2] в общих чертах сохранилась, хотя и наблюдались отдельные периоды улучшения качества воды по комплексу показателей.

Выводы

Характерными загрязняющими веществами вод Пролетарского и Веселовского водохранилищ во всех створах являются сульфаты и соединения магния. Количество превышений ПДК по сульфатам в отдельные годы соответствовало уровню ВЗ в большинстве створов рассматриваемых водохранилищ. Исключением были створы восточного отсека Пролетарского водохранилища (п. Правый Остров и с. Маньч-Грузкое), где содержание сульфатов во все годы соответствовало уровню ВЗ, а иногда и ЭВЗ. Превышение ПДК по соединениям магния достигало уровня ВЗ только в створах восточного отсека. Следует отметить, что к характерным загрязняющим веществам восточного отсека добавляются хлориды, которые также во все годы достигали уровня ВЗ.

Химический состав воды Пролетарского и Веселовского водохранилищ существенно зависит от природных особенностей территории, в частности, от засоленных отложений второй террасы и поймы р. Маньч, влияния талых и дождевых вод, вымывающих соли солончаков и солончаковых почв. Эти особенности обуславливают высокий уровень минерализации вод, которая наблюдается с момента их создания и до настоящего времени, несмотря на мероприятия по опреснению. Наиболее высокоминерализованной остается восточный отсек Пролетарского водохранилища, созданного на месте соленого озера Маньч-Гудило.

В восточном отсеке Пролетарского водохранилища в современный период (2013 г.) уровень минерализации колебался в пределах 16,9–19,2 г/дм³, что в 10–11 раз превышает минерализацию в за-

падном отсеке (1,7 г/дм³). Опреснение восточного отсека Пролетарского водохранилища не принесло больших изменений вследствие малого объема поступления опресняющих вод и сильного испарения в этой части водохранилища.

В Веселовском водохранилище уровень минерализации вод в 2013 г. был относительно низким и практически не отличался от уровня в западном отсеке Пролетарского водохранилища.

Тенденции многолетних изменений наиболее четко прослеживаются по общему уровню минерализации воды Веселовского водохранилища, где выявлено увеличение до 2006–2008 гг. и последующее незначительное уменьшение.

Солевое загрязнение Пролетарского и Веселовского водохранилищ играет важную роль в общей оценке качества воды. В 2013 г. последнее в створах восточного отсека Пролетарского водохранилища, отличающегося максимальным уровнем минерализации, соответствовало водам грязным и очень грязным (4 «б» и «в» классы), тогда как в остальных створах водохранилищ – было несколько лучше (вода грязная, 4 «а» класс).

В многолетнем плане качество воды в большинстве створов водохранилищ ухудшалось. В западном отсеке Пролетарского водохранилища и Веселовском водохранилище качество воды перешло из воды очень загрязненной (3 «б» класс) в грязную (4 «а» класс). Иная тенденция прослеживается в восточном отсеке Пролетарского водохранилища, где оно улучшилось и перешло из экстремально грязной (5-й класс) в воду грязную – очень грязную (4 «б» и «в» классы).

Литература

1. Жукова С.В. Гидролого-экологические аспекты использования водных ресурсов Пролетарского и Веселовского водохранилищ : автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Ростов н/Д., 2000. 19 с.

2. Жукова С.В. Оценка влияния на водные биоресурсы и среду их обитания при эксплуатации Цимлянского и Манычских водохранилищ // Рыбохозяйственные проблемы строительства и эксплуатации плотин и пути их решения : материалы заседания тематич. сообщества по проблемам больших плотин и науч. консульт. совета межведом. ихтиол. комиссии. Москва, 25 февраля 2010 г. / А.С. Мартынов, А.Ю. Книжников. М., 2010. С. 47–66.

3. Кривенцов М.И. Гидрохимический режим Пролетарского водохранилища // Гидрохим. материалы. 1957. Т. 26. С. 97–115.

4. Круглова В.М. Веселовское водохранилище. Ростов н/Д., 1962. 115 с.

5. Круглова В.М. Пролетарское водохранилище. Ростов н/Д., 1972. 180 с.

6. Никаноров А.М., Иваник В.М. Словарь-справочник по гидрохимии и качеству вод суши. Ростов н/Д., 2014. 548 с.

7. Качество поверхностных вод Российской Федерации 2011 : ежегодник. Ростов н/Д., 2012. 552 с.

8. О введении в действие порядка подготовки и представления информации общего назначения о загрязнении окружающей природной среды : приказ Росгидромета № 156 от 31 октября 2000 г. URL: <http://www.base.consultatn.ru> (дата обращения: 10.04.2013).

References

1. Zhukova S.V. *Gidrologo-ekologicheskie aspekty ispol'zovaniya vodnykh resursov Proletarskogo i Veselovskogo vodokhranilishch* [Hydrological and environmental aspects of water resources of the Proletarian and Veselovsk Reservoirs]: avtoref. dis. ... kand. geogr. nauk. Rostov-on-Don, 2000, 19 p.

2. Zhukova S.V. [Assessment of impacts on aquatic resources and their habitats during operation Tsimlyansk and Manych Reservoirs]. *Rybokhozyaistvennye problemy stroitel'stva i ekspluatatsii plotin i puti ikh resheniya* [Fisheries issues the construction and operation of dams and their solutions]. Materials thematic community meeting on large dams and the scientific advisory board of the interdepartmental ichthyological commission. Moscow, February 25, 2010 / comp. A.S. Martynov, A.Yu. Knizhnikov. Moscow, 2010, pp. 47-66.

3. Kriventsov M.I. *Gidrokhimicheskiy rezhim Proletarskogo vodokhranilishcha* [Hydrochemical regime of Proletarian Reservoir]. *Gidrokhimicheskie materialy*, 1957, vol. 26, pp. 97-115.

4. Kruglova V.M. *Veselovskoe vodokhranilishche* [Veselovsk Reservoir]. Rostov-on-Don, 1962, 115 p.

5. Kruglova V.M. *Proletarskoe vodokhranilishche* [Proletarian Reservoir]. Rostov-on-Don, 1972, 180 p.

6. Nikanorov A.M., Ivanik V.M. *Slovar'-spravochnik po gidrokhimii i kachestvu vod суши* [Dictionary of hydrochemistry and water quality of land]. Rostov-on-Don, 2014, 548 p.

7. *Kachestvo poverkhnostnykh vod Rossiiskoi Federatsii. 2011: ezhegodnik* [The quality of surface waters of the Russian Federation. 2011: Yearbook]. Rostov-on-Don, 2012, 553 p.

8. *O vvedenii v deistvie Poryadka podgotovki i predstavleniya informatsii obshchego naznacheniya o zagryaznenii okruzhayushchei prirodnoi sredy* [On introduction of the procedure of preparation and presentation of general purpose of environmental pollution]: Prikaz Rosgidrometa ot 31.10.2000 N 156. Available at: <http://www.base.consultant.ru> (accessed 10.04.2013).