

Оценка пригодности водных ресурсов водозаборных скважин для водообеспечения рисовых систем пойменных территорий

А.А. Сидakov, М.А. Бандурин, В.В. Ванжа

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

Аннотация: В данной статье рассмотрены вопросы возможности использования водозаборных скважин для водообеспечения рисовых оросительных систем. Целью исследования данной работы является изучение перспектив возможного использования водозаборных скважин для орошения заливных полей Краснодарского края. Данный вопрос изучен на примере водозаборной скважины, которая расположена в поселке Черноморском Северского района Краснодарского края. Актуальность исследования выражается в том, что из всех видов аграрного природопользования в Краснодарском крае одним из важнейших видов является рисоводство. Естественно, что в сфере производства риса большую роль играют именно источники орошения, к которым, на наш взгляд, можно отнести и водозаборные скважины. Значение источников орошения состоит в том, что благоприятную среду для выращивания рисовой крупы создают водные ресурсы, которые в больших количествах используются для ирригации рисовых полей. Водные ресурсы, используемые для орошения заливных полей, имеют прямое влияние на качество рисовой крупы, которая выращивается на орошаемых полях. В связи с этим существует необходимость проведения исследования водных ресурсов, добываемых из водозаборных скважин, на предмет их соответствия санитарным нормам и правилам, результаты которых будут рассмотрены в данной работе.

Ключевые слова: рисовые системы, водообеспечение, водозаборные скважины, водные ресурсы, зоны санитарной охраны.

Выращивание культуры риса на юге России осуществляется на рисовых оросительных системах, представляющих собой комплекс инженерных гидротехнических сооружений [1]. Рисовые оросительные системы используются для производства рисовой крупы, благодаря осуществлению бесперебойной водоподачи водных ресурсов, а также выполнению технических мероприятий для удержания воды на рисовых чеках в течение времени выращивания рисовой крупы и последующего удаления водных ресурсов [2].

Актуальность данного исследования связана со значимостью производства рисовой крупы, как одного из важнейших видов аграрного природопользования, в Краснодарском крае и Республике Адыгея [3]. Источники орошения имеют важнейшее значение в сфере рисоводства,

поскольку для ирригации заливных полей требуется большое количество воды [4], обеспечивающей благоприятную среду для роста риса. При этом качество возвращаемого риса напрямую зависит от качественных характеристик водных ресурсов [5], используемых для рисовых систем [6].

Материалы и методы. Целью данного исследования является рассмотрение возможности использования водозаборных скважин для водообеспечения рисовых систем пойменных территорий Краснодарского края и Республики Адыгея. Данный вопрос исследован на примере водозаборной скважины №5, которая расположена в поселке Черноморском Северского района Краснодарского края. Геологическая изученность территории месторасположения водозабора, являющегося предметом данного исследования, достаточно высокая [7]. В гидрогеологическом отношении водоносные комплексы, выделяемые в средне-верхнеплиоценовых и четвертичных отложениях, изучены неравномерно. Наиболее полно охарактеризованы водоносные комплексы нижне-верхнечетвертичных отложений [8], которые интенсивно эксплуатируются по всей юго-западной части Азово-Кубанского бассейна [9].

Конструкция водозаборной скважины № 5 телескопическая, состоящая из трех колонн различного диаметра. Скважиной эксплуатируется водоносный комплекс киммерийских отложений. Она была пробурена в декабре 2018 года. В настоящее время эксплуатационный ресурс водозаборной скважины не выработан.

Для добычи подземных вод скважина №5 оборудована погружным электронасосом ЭЦВ 8-40-120. Эксплуатация скважины производится круглогодично. Учет добываемой воды производится по водомеру СТВ-80, установленному на скважине. Скважина работает в автоматическом режиме. Водоотбор по скважине составляет 960 м³/сутки (рис. 1.).



Рис. 1. - Водозаборная скважина № 5

Геолого-технические данные по водозаборной скважине №5 приведены в таблице 1.

Таблица №1

Геолого-технические данные по водозаборной скважине №5

Глубина, м. Возраст	Интервалы установки фильтров, м	Конструкция скважины диаметр, мм. Глубина, м	Q, м ³ /час	S, м	H, м
700 N ₂ ¹ km	584,4-588,4	426	20	34	22
	598,8-602,8	+0,3-20			
	619,5-623,5	273			
	624,9-628,9	+0,5-220	45	16	
	632,2-658,6	146			
42,4 м	210-700				

Вода из скважины по подземным водоводам поступает на станцию водоподготовки (обезжелезивание), затем в накопительные резервуары.

Результаты исследований и их анализ. Четвертичный водоносный комплекс имеет повсеместное распространение и залегает до глубины 50-60 м, представлен в верхней части разреза до глубины 35-40 м существенно глинистыми отложениями, в толще которых прослеживаются редкие (1-2), маломощные (до 4 м) прослойки мелкозернистых песков [10]. В нижней части разреза отмечается увеличение количества песчаных горизонтов, их мощности, зернистости песков, уменьшение их глинистости. Связано это с влиянием р. Кубани [11].

Питание подземных вод осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка идет путем естественного оттока воды в русла р. Кубани и ее притоков, а также дренирования подземных вод в пониженные участки рельефа и транспирации их растениями [12].

Водообильность отложений невысокая, особенно в сухой период года, она характеризуется дебитами скважин до 5 м³/час [13].

Небольшая водообильность четвертичных водоносных горизонтов и низкое качество подземных вод, содержащихся в них, не позволяет использовать их для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Как правило, они эксплуатируются колодцами и мелкими скважинами для различных технических нужд [14].

Водоносный комплекс краснодарских верхнеплиоценовых отложений (N2²kr) распространен в Краснодарском крае и Республика Адыгея повсеместно и делится на две части по вертикальному разрезу. Верхняя часть комплекса залегает (с юга на север) в интервале от 60-80 м до 230-300 м. Она представлена частым переслаиванием песка и глины.

Основной особенностью водоносного комплекса Северского района Краснодарского края, является наличие в нем зоны подпора, связанной с существенно глинистыми отложениями и практическим отсутствием прослоев водоносных песков [15]. Она простирается в широтном

направлении и приурочена к приосевой части Адагумо-Афипской впадины, проходя в 0,5-2,5 км севернее станицы Северской и поселка Черноморского. Ширина этой зоны составляет от 0,1 до 1 км. Наличие зоны подпора сказалось на условиях осадконакопления и формировании гидрогеологических условий южнее и севернее этой зоны [16].

В южной части Северского района Краснодарского края разрез комплекса представлен чередованием пластов глин с редкими прослоями мелко-тонкозернистых, часто глинистых песков, залегающих среди глин. Мощность отдельных водоносных горизонтов колеблется от 4 до 5 м, общая мощность песков этой части комплекса составляет не более 35,0 м. Воды описываемых горизонтов напорные [17]. В зависимости от глубины залегания водосодержащих прослоев песка, а также характера рельефа, пьезометрические уровни воды устанавливаются на глубине от 8,0 до 12,0 м ниже поверхности земли.

По водообильности и фильтрационным свойствам водоносные горизонты в вертикальном разрезе не равнозначны. В верхней части водообильность и их проницаемость несколько выше, чем в нижележащих горизонтах. Из-за глинистости водосодержащих песков дебиты скважин составляют 8-10 м³/час при понижениях уровня воды на 12,0-37,0 м. Коэффициент фильтрации равен 2-3 м/сут, величина водопродимости – до 100 м²/сут., коэффициент пьезопроводности – 3×10^{-5} м²/сут, водоотдача – 0,11.

В характеризуемой части верхнеплиоценового водоносного комплекса поток подземных вод направлен в основном на северо-запад, с общим гидравлическим уклоном 0,002. Но, доходя до зоны подпора, он разделяется на два направления – западное и восточное, вдоль этой зоны. На границе подпора отмечается скачок естественных уровней подземных вод на 35-40 м.

По химическому составу воды верхней толщи комплекса гидрокарбонатные, кальциево-натриевые с минерализацией 0,3-0,6 г/ дм³. Общая жесткость водных ресурсов колеблется в пределах 3,2-6,0 ммоль/ дм³. По своим качественным показателям вода соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1110-02, СанПиН 2.1.4.1074-01 [18, 19]. Восполнение запасов подземных вод преимущественно осуществляется в периферийных зонах артезианского бассейна (в зонах выхода отложений на дневную поверхность). Область питания данных отложений находится в предгорной части Большого Кавказского хребта, а основная разгрузка происходит в Азовское море и р. Кубань.

Из-за малой водообильности отложений комплекса в южной части региона (дебиты скважин не превышают 10 м³/час) эксплуатация подземных вод в них осуществляется редкими одиночными скважинами с незначительным общим водоотбором. Для нижней части комплекса (интервал 230-475 м) южнее зоны подпора характерен существенно глинистый состав отложений, в разрезе только изредка прослеживаются маломощные прослои глинистых песков или песчаных глин. Поэтому эта пачка с малой водообильностью также не представляет практического интереса для целей водоснабжения.

Водоносный комплекс отложений Куяльницкого яруса N2¹kl имеет повсеместное распространение. На рассматриваемой территории он вскрыт многочисленными скважинами, но ни в одной из них не опробован, так как скважины были ориентированы на эксплуатацию водоносных горизонтов в киммерийских отложениях. При проходке Куяльницкого яруса по этим скважинам встречены плотные глины с редкими линзами и линзовидными прослоями мелко-тонкозернистых, часто глинистых кварцевых песков. Южная граница распространения комплекса проходит по линии севернее окраин поселков Холмского, Черноморского, Ильского и станицы Северной,

где отложения куяльского яруса выклиниваются под краснодарские слои на глубине 230-300 м. Мощность отдельных песчаных прослоев редко достигает 10 м, чаще составляет 2-5 м. Низкие фильтрационные свойства водоносных отложений, их линзовидный характер залегания формируют застойный режим фильтрации подземных вод, что является причиной повышенной минерализации подземных вод, которая подтверждается результатами геофизических исследований в стволах пробуренных скважин [20].

Сегодня воды Куяльницкого яруса на характеризуемой территории представляют практический интерес для орошения рисовых систем.

Водоносный комплекс верхнекиммерийских отложений ($N2^1 km_3$) в характеризуемом регионе залегает в интервале от 475 м до 700 м. Толща отложений представлена прослоями песков мощностью от 4-7 м до 8-17 м. Спрессованная мощность песков составляет 40-45 м, количество песчаных прослоев 5-6.

В южном направлении отложения комплекса распространены до предгорий Кавказа, где они выклиниваются под четвертичные осадконакопления, или выходят на поверхность. В других направлениях они распространены на значительные расстояния за пределами рассматриваемого региона. Практический интерес подземные воды этого комплекса представляют в южной части данного региона, где они эксплуатируются для целей коммунального водоснабжения [21]. В северной части, за зоной подпора, эксплуатация верхнекиммерийских водоносных горизонтов не рентабельна из-за большой (свыше 700 м) глубины их залегания. Кроме того, здесь имеется альтернативный источник водоснабжения – подземные воды верхнеплиоценовых (краснодарских) отложений, которые залегают в интервале 150-300 м.

Водовмещающие породы комплекса представлены светло-серыми и голубовато-серыми кварцево-полевошпатовыми песками, тонко- и

мелкозернистыми. Повсеместно в нижней части комплекса прослеживается пачка песков мощностью 40-50 м с линзами и прослоями глин.

Водообильность отложений характеризуется дебитами скважин от 20 до 30 м³/час при понижениях уровня воды на 35-40 м. Коэффициент фильтрации водовмещающих пород равен 5,0 м/сутки, коэффициент водопроницаемости до 200 м²/сутки, пьезопроводность отложений составляет 5×10⁵ м²/сутки, водоотдача равна 0,11. Пьезометрические уровни воды при сдаче скважин в эксплуатацию устанавливались на глубинах 25-30 м. Гидравлический уклон потока равен 0,0025, направление его северо-западное.

По химическому составу воды гидрокарбонатные сульфатно-натриевые, сухой остаток 0,4-0,6 г/дм³, общая жесткость изменяется от 3,5 до 5,5 ммоль/дм³. Однако водам из киммерийского комплекса присуще повышенное содержание железа (до 6 ПДК), что вызывает необходимость в его удалении до нормативного уровня [22].

Район расположен в юго-западной части Азово-Кубанского артезианского бассейна, который на юге переходит в предгорья Главного Кавказского хребта, являющегося основной областью питания артезианского бассейна, в том числе и киммерийского водоносного комплекса.

Разгрузка его естественного подземного потока происходит в Азовское море, в вышележащие менее напорные водоносные горизонты и путем интенсивной эксплуатации этого комплекса в регионе.

Мониторинг подземных вод проводится в соответствии с графиком отбора проб. Анализы проводятся в аттестованной испытательной лаборатории ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Краснодарском крае». Результаты исследований питьевой воды согласно протоколам № 9285 от 05.11.2019 г., 619 от 23.01.2019 г., проведенные в аккредитованной испытательной лаборатории Северского филиала ФБУЗ «Центр гигиены и

эпидемиологии в Краснодарском крае» (аттестат аккредитации РОСС RU.0001.512230 от 25.07.13 г.) и проведенные ГУП Краснодарского края «Кубаньводкомплекс» Краевой базовый испытательный центр контроля качества воды (аттестат аккредитации RA.RU.21ВП03 от 15.12.2015 г.) (протокол измерений 249 П от 28.12.2018 г.), на соответствие СанПиН 2.1.4.1074-01, представлены в таблице №2.

Таблица №2

Результаты испытаний качества питьевой воды в водозаборной скважине № 5

№ п.п.	Наименование	Единицы измерений	сква № 5	
1	Глубина скважины	м	700	
2	Интервал опробования водоносного комплекса	м	584-659	
3	Дата опробования	2	28.12.2018	05.11.2019
Органолептические показатели				
4	Запах (2 балла)	балл	0	0
5	Привкус (2 балла)	балл	0	0
6	Цветность (20 (35) град.)	град.	41	66
7	Мутность (2,6 ЕМФ)	ЕМФ	3,6	< 1
Обобщенные показатели				
8	Реакция рН (6-9 ед. рН)	ед. рН	8,09	
9	Сухой остаток (1000 мг/дм ³)	мг/дм ³	494	472
10	Жесткость общая (7 ммоль/дм ³)	ммоль/дм ³	4,0	4,7
11	Окисляемость перманганатная (5,0 мг/дм ³)	мг/дм ³		0,72
12	Нефтепродукты (0,1 мг/дм ³)	мг/дм ³		<0,005
Неорганические вещества				
13	Железо Fe ²⁺³ (0,3 мг/дм ³)	-//-	1,22	1,28
14	Марганец (0,1 мг/дм ³)	-//-	0,019	0,16
15	Кальций	-//-	64,1	
16	Магний	-//-	9,7	
17	Натрий+Калий	-//-	117	
18	Кремний (10 мг/дм ³)	-//-	13,8	
19	Аммоний (2 мг/дм ³)	-//-	1,75	
20	Аммиак (1,5 мг/дм ³)	-//-	1,3	0,49
21	Нитраты NO ₃ ⁻ (45 мг/дм ³)	-//-	<0,1	<0,2

№ п.п.	Наименование	Единицы измерений	сква № 5	
22	Нитриты (3 мг/дм ³)	-//-	0,063	<0,2
23	Сульфаты SO ₄ ²⁻ (500 мг/дм ³)	-//-	<10	<0,5
24	Хлориды Cl ⁻ (350 мг/дм ³)	-//-	24	16,06
25	Медь (1 мг/дм ³)	-//-		<0,001
26	Фториды (1,2 мг/дм ³)	-//-		0,16
27	Мышьяк (0,01 мг/дм ³)	-//-		<0,005
28	Свинец (0,03 мг/дм ³)	-//-		0,0011
29	Кадмий (0,001 мг/дм ³)	-//-		<0,0001
30	Полифосфаты (3,5 мг/дм ³)	-//-	0,123	< 0,05
31	Гидрокарбонаты	-//-	500	
32	Алюминий (0,2 мг/дм ³)	-//-		< 0,01
33	Цинк (1 мг/дм ³)			0,036
Органические вещества				
34	ГХЦГ (гамма-изомер) (0,004 мг/дм ³)	-//-		0,0015
35	2,4-Д (0,03 мг/дм ³)	-//-		< 0,04
36	ДДТ (сумма изомеров) (0,1 мг/дм ³)	-//-		0,0015
Радиологические показатели				
37	Уд. альфа-активность (0,2 Бк/л)	Бк/л		0,0517
38	Уд. бета-активность (1,0 Бк/л)	-//-		0,32
Микробиологические показатели				
39	Общие колиформные бактерии	в 100 мл	не обн.	не обн.
40	Термотолерантные колиформные бактерии	в 100 мл	не обн.	не обн.
41	ОМЧ (50 ед в 1,0 см ³)	КОЕ в 1 см ³	1	0

В химическом отношении воды киммерийских отложений, каптируемые скважиной, соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. Подземные воды без привкуса и запаха. По химическому составу воды гидрокарбонатные кальциевые, с сухим остатком 0,472-0,494 г/дм³ и общей жесткостью до 4,7 ммоль/дм³. Для подземных вод киммерийских отложений в районе поселка Черноморский Северского района характерна повышенная цветность до 66 градусов, железа до 1,28 мг/дм³ и марганца до 0,16 мг/дм³.

Содержание микрокомпонентов не превышает предельно-допустимых концентраций (ПДК) для вод питьевого качества. В бактериологическом отношении водные ресурсы «здоровые». Радиологические показатели водных ресурсов в пределах нормы.

Анализируя данные таблицы №2, можно сделать вывод о том, что качество подземных вод из скважины по исследуемым показателям соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 по органолептическим, химическим, микробиологическим и радиологическим показателям.

Прямым показателем надежности водозаборных сооружений и защищенности эксплуатируемого водоносного комплекса является микробиологический и химический состав подземных вод, особенно при многолетней и интенсивной эксплуатации водозаборов Северского района Краснодарского края.

Выводы

Подводя итог проведенному исследованию, считаем возможным использование водозаборных скважин не только в хозяйственно-питьевых и технологических целях, но и в качестве источника орошения в сфере производства рисовой крупы. При этом необходимо соответствие качества водных ресурсов, добываемых из приведенных выше источников требованиям действующего законодательства. На рассмотренном примере водозаборной скважины, расположенной в поселке Черноморском Северского района Краснодарского края мы убедились в целесообразности расширения способов использования водозаборных скважин, в том числе путем дополнения их применением таких скважин в качестве источника орошения рисовых систем.

Литература

1. Шумаков Б.Б., Кирейчева Л.В. Экологические аспекты мелиорации // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 1994. № 4. С. 46-51.
 2. Kireycheva L.V. Evaluation of efficiency of land reclamation in Russia // Journal of Agriculture and Environment. 2018. № 3 (7). 1 p.
 3. 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. Т. 931 MSF. pp. 141-147.
 4. 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.
 5. Косиченко Ю.М., Баев О.А., Ищенко А.В. Современные методы борьбы с фильтрацией на оросительных системах // Инженерный вестник Дона. 2014. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2593/.
 6. Кирейчева Л.В., Лентяева Е.А. Восстановление антропогенно деградированных почв земель сельскохозяйственного назначения // Агрохимический вестник. 2016. № 5. С. 2-6.
 7. Михайлин А.А. Анализ устойчивости обрабатываемых влагонасыщенных склоновых почв // Инженерный вестник Дона. 2012. № 4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1182/.
 8. Кирейчева, Л.В., Решеткина Н.М. Концепция создания устойчивых мелиорированных агроландшафтов. - М.: ВНИИГиМ, 1997. - 86 с.
 9. Ляпота Т.Л. Определение основных параметров эрлифтной установки, используемой в составе рыбозащитного сооружения // Охрана и возобновление гидрофлоры и ихтиофауны Труды Академии водохозяйственных наук. Новочеркасск, 2003. С. 60-63.
-

10. Волошков В.М., Ивонин В.М., Косиченко Ю.М., Ольгаренко В.И., Поляков Ю.П., Сенчуков Г.А., Турулев В.В., Шилер Г.Г., Щедрин В.Н. Мелиорации земель России / Под ред. Г.А. Сенчукова. - Новочеркасск, 1997. - 113 с.

11. Бандурина И.П. Социальный капитал и социальный контроль в экономике России: роль экологических организаций // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2011. № 3. С. 293-299.

12. Ольгаренко В.И., Ольгаренко И.В., Ольгаренко В.Иг. Методология организации экологического мониторинга мелиоративных систем // Модели и технологии природообустройства. 2015. Т. 01. С. 15-19.

13. Михайлин А.А., Филонов С.В. Сравнительный анализ математических моделей устойчивости глубоководных склонов // Инженерный вестник Дона. 2015. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2942/.

14. Абдразаков Ф.К., Поваров А.В., Лазарева А.А. Организационные мероприятия по устранению неблагоприятных факторов воздействия оросительных систем на орошаемые земли // Научное обозрение. 2012. № 2. С. 281-288.

15. Бандурина И.П. Социология рынков: концептуальные подходы к решению экологических проблем // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (НПИ). Серия: Социально-экономические науки. 2010. № 3. С. 97-102.

16. Четвериков М.А., Солодунов А.А. Развитие оросительных систем в Краснодарском крае // Colloquium-journal. 2020. № 6-1 (58). С. 66-67.

17. 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.

18. Бесфамильная Е.В., Бандурина И.П. Совершенствование методов развития рециклинговых технологий утилизации промышленных и бытовых отходов // Инженерный вестник Дона. 2015. № 2-2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2977/.

19. Бесфамильная Е.В., Бандурина И.П. Социально-экономические и экологические предпосылки совершенствования системы обращения с отходами производства и потребления // Инженерный вестник Дона. 2015. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3298/.

20. 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.

21. Ковшарь В.С., Солодунов А.А. Подтопление и переувлажнение территории // Научное обеспечение агропромышленного комплекса Сборник статей по материалам 74-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2018 год. Ответственный за выпуск А.Г. Коцаев. 2019. С. 416-419.

22. Ляпота Т.Л. Лабораторные исследования эрлифтного рыбоотвода // Тезисы Российской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения доктора географических наук, профессора И.А. Кузника (1898-1980) 1998. С. 176-177.

References

1. Shumakov B.B., Kireycheva L.V. Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. 1994. № 4. pp. 46-51.

2. Kireycheva L.V. Journal of Agriculture and Environment. 2018. № 3 (7). 1 p.

3. Degtyarev G.V., Belokur K.A., Sokolova I.V. Materials Science Forum. 2018. T. 931 MSF. pp. 141-147.
 4. Kuznetsov E.V., Khadzhidi A.E., Kilidi K.I., Kurtnezirov A.N. Plant Archives. 2018. T. 18. № 2. pp. 2151-2158.
 5. Kosichenko Yu.M., Baev O.A., Ishchenko A.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2014. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2014/2593/.
 6. Kireycheva L.V., Lentyaeva E.A. Agrokhimicheskiy vestnik. 2016. № 5. pp. 2-6.
 7. Mikhaylin A.A. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012. № 4, p.1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1182/.
 8. Kireycheva, L.V., Reshetkina N.M. M.: VNIIGiM, 1997. 86 p.
 9. Ljapota T.L. Trudy Akademii vodohozjajstvennyh nauk. Novochoerkassk, 2003. pp. 60-63.
 10. Voloshkov V.M., Ivonin V.M., Kosichenko Yu.M., Ol'garenko V.I., Polyakov Yu.P., Senchukov G.A., Turulev V.V., Shiler G.G., Shchedrin V.N. Melioracii zemel' Rossii [Land Reclamation of Russia]. Novochoerkassk, 1997. 113 p.
 11. Bandurina I.P. Vestnik Yuzhno-Rossiyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (NPI). Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki. 2011. № 3. pp. 293-299.
 12. Ol'garenko V.I., Ol'garenko I.V., Ol'garenko V.Ig. Modeli i tekhnologii prirodoobustroystva. 2015. T. 01. pp. 15-19.
 13. Mikhaylin A.A., Filonov S.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015. № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2015/2942/.
 14. Abdrazakov F.K., Povarov A.V., Lazareva A.A. Nauchnoe obozrenie. 2012. № 2. pp. 281-288.
-



15. Bandurina I.P. Vestnik Yuzhno-Rossiyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta (NPI). Seriya: Sotsial'no-ekonomicheskie nauki. 2010. № 3. pp. 97-102.
16. Chetverikov M.A., Solodunov A.A. Colloquium-journal. 2020. № 6-1 (58). pp. 66-67.
17. Bandurin M.A., Yurchenko I.F., Volosukhin V.A. Materials Science Forum. 2018. V. 931, pp. 209-213.
18. Besfamil'naya E.V., Bandurina I.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015. № 2-2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2p2y2015/2977/.
19. Besfamil'naya E.V., Bandurina I.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3298/.
20. Gur'ev A.P., Kozlov D.V., Khanov N.V., Verkhoglyadova A.S. Privolzhskiy nauchnyy zhurnal. 2014. № 1 (29). pp. 31-36.
21. Kovshar' V.S., Solodunov A.A. Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa Sbornik statey po materialam 74-y nauchno-prakticheskoy konferentsii studentov po itogam NIR za 2018 god. Otvetstvennyy za vypusk A.G. Koshchaev. 2019. pp. 416-419.
22. Lyapota T.L. Tezisy Rossiyskoy nauchnoy konferentsii, posvyashchennoy 100-letiyu so dnya rozhdeniya doktora geograficheskikh nauk, professora I.A. Kuznika (1898-1980) 1998. pp. 176-177.