

Экологическая оценка качества подземных вод Куйбышевского района Ростовской области и способов ее очистки

Т.И. Дровозова, В.В. Дядюра, С.А. Марьяш, Е.С. Кулакова, Т.Д. Картузова

*Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт
ФГБОУ ВО ДГАУ*

Аннотация: Приводятся данные по обследованию физико-химического состава подземных и грунтовых вод из колодцев общественного пользования и скважин, используемых в питьевом водоснабжении населения Куйбышевского района Ростовской области. Анализ показал, что Куйбышевский район относится к районам практического отсутствия пресных подземных вод, где распространены подземные воды повышенной минерализации с высоким содержанием сульфатов, солей жесткости. В работе проведена экологическая оценка применения такого метода опреснения вод, как обратный осмос. В районах с отсутствующей системой централизованного водоотведения и очистными сооружениями канализации, к каковым относится Куйбышевский район, использование вышеуказанного метода нецелесообразно.

Ключевые слова: сельское поселение, подземная вода, питьевая вода, минерализация, жесткость, очистка, обратный осмос, засоление почв.

В последнее время чистая питьевая вода превратилась в геоэкологический лимитирующий фактор развития человечества, обостряющийся в результате антропогенного загрязнения окружающей среды, а также глобального экономического кризиса [1-3]. Как следствие снижается качество жизни человека, ослабляется иммунитет к различным инфекционным заболеваниям, особенно передаваемым водным путем.

Проблемы обеспечения питьевой водой сельского населения России, где уровень жизнеобеспечения ниже, чем городского, не просто обостряются, а становятся в ряде регионов депопуляционным фактором. При этом следует подчеркнуть, что особенностью водоснабжения сельских поселений, в отличие от городских, является то, что, наряду с централизованными системами, функционирующими в крупных поселках, имеются и локальные, использующие поверхностные и подземные водоисточники, а в ряде мест

используется и привозная вода, часто не соответствующая санитарно-эпидемиологическим требованиям [4].

В связи с этим повышение эффективности использования пресной воды и, в частности, рационализация водопотребления, требующей дифференцированного подхода к очистке и последующему потреблению воды, служит важной предпосылкой при разработке новых технологий водоподготовки или модернизации существующих [5]. Использование современных водоочистных технологий в целях водоснабжения сельского населения может и должно стать эффективным и экономически приемлемым инструментом, способным улучшить социально-экологическую обстановку на селе, где проживает около трети населения России, приостановить социально-экономическую деградацию поселений, положительно повлиять на решение продовольственной проблемы, которая, как известно, имеет тенденцию к обострению.

При разработке и рекомендации той или иной технологии очистки воды необходимо, прежде всего, руководствоваться химическим составом исходной воды. Во многих сельских поселениях единственным источником питьевого водоснабжения становятся подземные воды, так как уровень загрязнения поверхностных вод и их гидрометрические характеристики делают их непригодными для использования [6-8].

Объектом наших исследований являлся Куйбышевский район, расположенный в юго-западной части Ростовской области и граничащий: на севере с Луганской и Донецкой областями Украины, на юго-западе с Матвеево - Курганским, а на юго-востоке с Родионово-Несветайским районами Ростовской области. Площадь Куйбышевского района составляет 872,15 км². В состав Куйбышевского района входят 3 сельских поселения: Куйбышевское, Кринично-Лугское, Лысогорское, расположено 34 населенных пункта, в которых проживает 14,8 тысяч человек, плотность населения составляет 0,02 чел./км².

Гидрографическая сеть района представлена реками Миус и Тузлов с притоками Левый, Правый и Средний Тузлов. В районе 35 прудов и водохранилищ, общая площадь водного зеркала – 759,2 га.

По данным Ростовского центра гидрометеослужбы величина УКИЗВ р. Миус на участке село Куйбышево в 2014 г. составила 4,9 (2013 г – 4,92). Соответственно, вода по своему качеству относится к 4 «А» классу и оценивается как «грязная». Водность р. Миус у села Куйбышево в 2014 г. по сравнению с 2013 годом, по величине среднего расхода уменьшилась с 4,33 до 2,68 м³/с, значение ее составило 35% от нормы. Анализ состояния рек Куйбышевского района в целом позволяет сделать вывод о том, что поверхностные воды по физико-химическим показателям и водности не пригодны для использования их в качестве источников питьевого водоснабжения сельского населения района. Поэтому практически единственным источником водоснабжения являются грунтовые и подземные воды. Руководствуясь данными МУП водоканала Куйбышевского района, очевидно, что централизованное водоснабжение имеется только в относительно крупных населенных пунктах, являющихся административными центрами сельских поселений. В остальных хуторах и селах центральный водопровод отсутствует и для питьевых целей используется вода либо из коллективных колодцев, либо из частных колодцев граждан.

В связи с вышеизложенным, целью наших исследований являлось проведение анализа грунтовых и подземных вод из скважин и колодцев, используемых в качестве источников питьевого водоснабжения населения Куйбышевского района Ростовской области по основным физико-химическим параметрам; основываясь на эколого-гигиенической оценке подземных и грунтовых вод, сделать вывод о составе и качестве изучаемых вод, об их пригодности для использования в питьевых целях; разработать рекомендации по выбору оптимальной с экологической и экономической

точек зрения технологии очистки вод с целью улучшения медико-социальных условий проживания местного населения.

Куйбышевское сельское поселение состоит из четырнадцати населенных пунктов, (административный центр – село Куйбышево; хутор Берестовский; хутор Заречный; хутор Ленинский; хутор Новоалександровский; хутор Новобахмутский; хутор Новоивановский; хутор Новоольховский; хутор Ольховский; хутор Примиусский; хутор Репяховатый; село Русское; хутор Свободный; хутор Скелянский), общая численность населения которых составляет 7874 человека. В соответствии с данными МУП водоканала Куйбышевского района, источниками питьевого водоснабжения Куйбышевского поселения являются шахтный колодец «Дедово», насосная станция «Загорная», а также скважина, находящаяся в 0,4 км к западу - юго-западу от х.Свободный. Необходимо отметить, что качество подземных вод, используемых для водоснабжения сел, пользующихся центральным водопроводом, периодически контролируется (табл.1), тогда как качество грунтовых вод из колодцев в небольших хуторах не контролируется вообще.

Анализ данных табл.1 показывает, что вода во всех источниках в разные годы не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 к питьевой воде по общей минерализации, общей жесткости, содержанию сульфатов и магния. Кроме того, имеется тенденция ухудшения ее качества в шахтном колодце «Дедово» и в скважинах станции «Загорная», являющиеся источниками питьевого водоснабжения с. Куйбышево, которая объясняется отсутствием строгого контроля над техническим состоянием водозаборных скважин, за интенсивностью водоотбора, что и привело в последние 10-20 лет к изменению по отдельным компонентам химического состава подземных вод эксплуатируемых водоносных горизонтов.

Таблица №1

Химический анализ проб от источников водоснабжения Куйбышевского поселения (по данным МУП водоканала района)

Источник водоснабжения	Дата отбора пробы	Сухой остаток, мг/дм ³	Жесткость общая, моль/дм ³	Основные химические компоненты, мг/дм ³					
				Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ +K ⁺
шахтный колодец «Дедово»	1995г.	1368	15	50	700	425	208	101	182
	2003г.	1976	18	53	981	384	236	95	210
насосная станция «Загорная», скважина № 3739	1995	1368	15	50	700	366	180	73	163
	2003	1976	18,7	53	981	402	232	86	231
насосная станция «Загорная», скважина № 4143	1995г.	1764	18	64	909	427	224	90	210
	2003г.	1976	18,7	53	981	402	232	86	231
х. Свободный, Скважина № 54340	1981г.	4200	42	106	2467	464	448	235	460
	2007	4000	39,6	80	2016	500	409	-	384

В качестве основных физико-химических показателей при оценке качества воды нами взяты следующие: рН, общая минерализация, общая жесткость, щелочность, перманганатная окисляемость, кальций, магний, хлориды, сульфаты, гидрокарбонаты, нитриты, фосфор общ., азот аммонийный, железо общ. Обследование проб воды проводилось в тех хуторах, в которых имеется коллективных колодец. Отбор проб проводился в соответствии с ГОСТ 31862-2012 «Вода питьевая. Отбор проб». Лабораторные исследования и их оценка проводились в соответствии с нормативными документами СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем

питьевого водоснабжения. Контроль качества»; ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно-допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого водопользования»; ГН 2.1.5.2280-07 «Дополнения и изменение № 1 к ГН 2.1.5.1315-03». Результаты исследований представлены в табл. 2.

Данные лабораторных исследований показали, что уровень минерализации вод коллективных колодцев во всех хуторах превышает нормативный в 2-3 раза, общая жесткость – в 2-3 раза. Содержание магния в колодце х. Берестовский не превышает ПДК, тогда как в х. Новобахмутский и с. Русское составляет соответственно 1,4ПДК и 2,76ПДК. Необходимо обратить внимание на низкое содержание хлоридов во всех пробах. Содержание сульфатов во всех пробах превышает ПДК в 2-2,8 раза. Для водоисточников характерны небольшие значения перманганатной окисляемости (2,24-6,08 мгО₂/л), что свидетельствует о низком содержании легкоокисляемых органических загрязнений. Исключением является вода в колодце х. Берестовского, где значение ПО превышает норматив почти в 4 раза, что свидетельствует о высоком содержании легкоокисляемых органических загрязнений. Главным достоинством подземных вод для питьевого водоснабжения является более высокая степень их защищенности по сравнению с поверхностными водами, что подтверждается низким содержанием биогенов.

Таблица № 2

Результаты физико-химического анализа исследуемых проб в Куйбышевском сельском поселении

Наименование населенного пункта	Минерализация мг/дм ³	Жесткость общая, ммоль/дм ³	Щелочность, ммоль/дм ³	Основные химические компоненты, мг/дм ³											pH
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	Fe _{общ}	ПО	
Шахтный колодец «Дедово» (глубина – 8,6 м)	2815	20,9	6,0	224	116,4	366	107,2	1401	0,007	6,0	Отс.	0,34	1,18	6,08	7,51
насосная станция «Загорная», скважина № 3739 (глубина 20 м)	2353	23,2	6,1	290	104,4	372,1	81,65	1052	0,016	5,2	отс.	0,11	1,28	4,96	7,00
Х. Берестовский (кол. колодец)	2637	16,2	4,8	276	28,8	292,8	65,32	1281,8	0,021	5,2	0,37	0,48	0,98	19,68	6,43
Х. Новобахмутский (кол. колодец)	2161	26	5,1	290	138	311,1	24,14	1297,7	0,007	6,2	0,05	0,14	0,86	4,16	7,12
Х. Свободный, Скважина № 54340	4070	39,6	7	442	210	427	79,52	371,8	0,005	11	отс.	0,07	0,89	4,32	7,00
Норматив	1000	7	-	-	50	-	350	500	3,0	45	3,5	1,5	0,3	5	6-9

Необходимо отметить о повсеместном превышении содержания железа - 2,8-4,2ПДК, что указывает на необходимость обезжелезивания подземных и грунтовых вод [9-10].

Кринично-Лугское сельское поселение (хутор Кринично-Лугский; хутор Власово-Буртовка; село Денисово-Алексеевка; хутор Денисово-Николаевка; хутор Зайцево; село Каменно-Тузловка; хутор Карташево; хутор Крутой Яр; село Кумшатское; село Миллерово; хутор Новая Надежда; хутор Обийко; хутор Русско-Лютино; хутор Ясиновский), общая численность населения сельского поселения составляет 4065 человек. Наиболее населенными являются х. Новая Надежда (1157 человек), село Миллерово (1069 человек), х. Кринично-Лугский (639 человек).

В обследованном сельском поселении имеется две скважины: в хуторах Новая Надежда и Русско-Лютино с централизованным водопроводом, в остальных хуторах и селах источником питьевого водоснабжения являются коллективные и частные колодцы граждан. В трех населенных пунктах из четырнадцати население составляет менее 10 человек, поэтому нами не обследовались.

Анализ воды из скважин выявил ее несоответствие по минерализации (превышение в 2,6-3,2 раза), по общей жесткости (превышение в 2,8-4 раза), по содержанию магния (примерно 3ПДК), сульфатов (2-2,5ПДК).

Наиболее неблагоприятная ситуация с качеством воды складывается в селе Миллерово и в хуторе Денисово-Алексеевка (численность населения 1117 человек, 27% от численности населения района), в которых минерализация составляет, соответственно, 3199 и 5363 мг/дм³, общая жесткость воды превышает нормативную в 4 и 6 раз, а содержание сульфатов составляет 2,5 и 5ПДК, соответственно. В целом необходимо отметить, что

Таблица № 3

Результаты физико-химического анализа исследуемых проб в Кринично-Лугском сельском поселении

Наименование населенного пункта	Минерализация мг/дм ³	Жесткость общая ммоль/дм ³	Щелочность, ммоль/дм ³	Основные химические компоненты, мг/дм ³									pH
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	Fe _{общ.}	
Х.Кринично-Лугский (кол. колодец)	929	12,8	4,5	108	88,8	549	41,1	99,5	0,017	0,055	0,09	0,16	7,35
Х.Новая надежда Скважина №5068 (глубина - 22м)	2601	19,7	7	376	10,8	427	36,87	1185,2	0,018	0,155	0,36	0,3	7,4
С.Миллерово (кол. колодец)	3199	26,7	11,8	424	66	719,8	323,3	1682,8	0,2	1,36	0,07	0,63	7,45
Х.Зайцево (кол. колодец)	2625	17	8,2	168	103,2	1000,4	287,9	692,6	0,19	0,09	0,5	0,31	6,8
Х.Русско-Лютино Скважина №10356 (глубина – 50м)	3231	28,2	2,9	288	165,6	353,8	460,85	1275,8	0,017	0,26	0,07	0,06	7,1
Х.Денисово-Николаевка (кол. колодец)	1780	25,4	5,65	176	199,2	689,3	100,7	430,36	0,032	0,125	0,46	0,15	7,5
Х.Власово-Буртовка (общ. колодец)	1230	14,9	3,7	188	66	451,4	137,5	269,1	0,017	0,25	0,47	0,05	7,07
С.Денисово-Алексеевка (общ. колодец)	5363	43,3	4,4	516	210	536,8	221,2	2521,3	0,03	0,28	0,42	0,24	6,95
С.Кумшатское (общ. колодец)	1380	17,8	2,15	196	96	262,3	370,1	273,4	0,027	-	0,74	1,02	6,65
Х.Ясиновский (кол. колодец)	2500	33,7	3,05	280	236,4	372,1	28,36	949,8	0,028	0,09	0,87	0,39	6,85
Х.Обийко (кол. колодец)	2350	17,1	4,8	180	97,2	585,6	248,2	743,4	0,12	0,155	0,85	0,15	6,91
Норматив	1000	7			50		350	500	3	3,5	1,5	0,3	6÷9

ни в одном населенном пункте Кринично-Лугского поселения, вода из подземных источников не соответствует санитарно-гигиеническим требованиям (табл. 3).

Лысогорское сельское поселение (село Лысогорка; хутор Крюково; село Новиковка; село Новоспасовка; хутор Решетовка; хутор Русско-Сидоровка), общая численность населения составляет 2995 человек. Административным центром поселения является село Лысогорка, в котором находится скважина и централизованный водопровод, а также в 2 км от села Лысогорка, в х. Крюково находится вторая скважина, обеспечивающая питьевой водой и х. Крюково и частично село Лысогорка. В остальных селах и хуторах используются коллективные колодцы и личные колодцы граждан.

Физико-химический анализ вод из обследуемых скважин и колодцев показал, что за исключением коллективного колодца, расположенного в х. Решетовка, вода не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 к питьевой воде по общей минерализации, жесткости, содержанию железа (табл. 4).

Наихудшими показателями характеризуются воды из коллективного колодца села Новоспасовка (численность населения 273 человека, 9 % от численности населения района). Уровень минерализации превышает нормативный более, чем в 3 раза, общая жесткость – в 4,6 раз. Содержание магния превышает ПДК в 3 раза, за счет чего воды имеет горьковатый привкус. Содержание сульфатов составляет 2,5 ПДК, железа примерно 2ПДК. В связи с критическим состоянием качества воды, население села для питьевых целей использует бутилированную воду.

Таким образом, с точки зрения использования подземных вод для питьевого водоснабжения, Куйбышевский район относится к районам практического отсутствия пресных подземных вод, где распространены

Результаты физико-химического анализа исследуемых проб в Лысогорском сельском поселении

Наименование населенного пункта	Минерализация мг/дм ³	Общая жесткость ммоль/дм ³	Щелочность, ммоль/дм ³	Основные химические компоненты, мг/дм ³									pH
				Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻	NH ₄ ⁺	Fe _{общ.}	
С. Лысогорка Скважина №1723 (глубина – 110м)	2799	25,4	2,9	336	103,2	353,8	582,8	994,14	0,082	0,215	0,071	2,05	6,94
Х.Крюково Скважина №2763 (глубина - 42)	2330	19,6	4	264	76,8	488	548,8	571,44	0,038	0,215	0,16	0,7	7,2
С. Новоспасовка (кол. колодец)	3179	32,2	3,7	392	151,2	451,4	263,7	1248,45	0,065	0,5	0,1	0,57	7
Х. Решетовка (кол. колодец)	726	11,6	3,1	168	38,4	378,2	31,2	71,63	0,062	0,375	0,16	0,39	7,2
Норматив	1000	7			50		350	500	3	3,5	1,5	0,3	6÷9

подземные воды повышенной минерализации с высоким содержанием сульфатов, солей жесткости. Использование таких вод возможно только после соответствующей водоподготовки с включением опреснения. Кроме того, наряду с обессоливанием воды необходимо проводить обезжелезивание.

Среди существующих промышленных способов обессоливания воды (дистилляция, электродиализ, ионный обмен, обратный осмос и нанофильтрация) наиболее часто рекомендуемым является обратный осмос. Он обладает рядом преимуществ, обусловленных конструктивной несложностью установок, меньшими их габаритными размерами и металлоемкостью, простотой эксплуатации и более низкими энергозатратами [11]. Однако в районах с отсутствующей централизованной системой водоотведения и очистными сооружениями канализации (ОСК), к которым относится Куйбышевский район, применение установок обратного осмоса (УОО) может усугубить ситуацию с качеством грунтовых вод и крайне негативно сказаться на химическом составе почв.

Расчеты показали, что в случае использования УОО со степенью очистки 90-95 % для опреснения подземных вод с исходной минерализацией воды примерно 3200 г/дм^3 , минерализация воды, оставшейся после получения пермеата, увеличится на 55,5 %. Это так называемая техническая вода, которую также нужно будет использовать, причем при прохождении воды через УОО, объем технической воды превышает объем очищенной воды в 2 раза. Использование такой воды для полива приусадебных участков, огородов приведет к засолению почв, а также к засолению грунтовых вод и в перспективе сделает воду из колодцев полностью непригодной для питья.

Подбирая УОО с производительностью достаточной для удовлетворения только питьевых нужд населения, а именно из расчета 8-10 л/сут на человека, для населенного пункта с численностью населения 1000 человек, объем так называемой технической воды составит 16-20 м³/сут с минерализацией,

повышенной примерно на 55,5 %,соответственно минерализация подземных вод до прохождения через УОО 3200 мг/дм³, минерализация технической воды после прохождения установки составит 5760 мг/дм³, тогда удельное количество солей, содержащихся в технической воде составит 92,2-75,2 кг/сут.

Следовательно, в сельских поселениях с отсутствующей системой централизованного водоотведения и ОСК использовать установки обратного осмоса нельзя, так как сиюминутное решение проблемы обеспечения населения чистой питьевой водой приведет к катастрофическим последствиям в ближайшей перспективе. В сложившейся ситуации одним из возможных решений проблемы может стать применение фильтрации воды с использованием экологически чистых природных фильтрующих загрузок.

В целом вопрос выбора схемы очистки и обессоливания подземных вод и состава оборудования решается исходя из качественных показателей воды в конкретных условиях, а также по результатам проведенных технологических изысканий.

Литература

1. Ганичева Л.З. Современное состояние подземных вод в районе промышленных городов Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2013, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1703.

2. Ганичева Л.З. Оценка состояния поверхностных вод в промышленных городах Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2013, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1702.

3. Parihar S.S., Kumar Ajit, Kumar Ajay1, Gupta R.N., Pathak Manoj, Shrivastav Archana, and Pandey A.C. Physico-Chemical and Microbiological Analysis of Underground Water in and Around Gwalior City, MP, India Research Journal of Recent Sciences Vol. 1(6), June (2012) ISSN 2277-2502, pp. 62-65.

4. Дрововозова Т.И. Научные основы повышения качества воды и экологической безопасности систем водоснабжения сельских поселений: автореф. дис. докт. техн. наук: 25.00.36. – Санкт-Петербург, 2009. - с. 3-4
5. Marc Barbier Bottling water, greening farmers: the socio-technical and managerial construction of a 'dispositif' for underground water quality protection International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology Volume 7, Number 1-2/2008. Monday, February 04, 2008. pp. 174-197.
6. Николадзе Г. И. Улучшение качества подземных вод. // М.: Стройиздат, 1987. 239с.
7. Артеменок Н. Д. Разработка технологии очистки подземных вод для целей питьевого водоснабжения в Западной Сибири // Вестник Сиб. гос. ун-та путей сообщения. 1999. - № 1.- с. 54-58.
8. Крайнов С.Р., Швец В.М. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения // М.: Недра, 1987. 237 с.
9. Эколого-гигиеническое обследование качества подземных вод, используемых в питьевом водоснабжении Куйбышевского района Ростовской области / Т.И. Дрововозова, В.В. Дядюра, Л.И. Ефремова. – Материалы XXIII Международной научно-практической конференции: «Научное обозрение физико-математических и технических наук в XXI веке». – Москва. – №11(23), 2015. – с. 37-41
10. Экологическая оценка качества подземных вод, используемых в питьевом водоснабжении малых сельских поселений Ростовской области / Т.И. Дрововозова, В.В. Алилуйкина, Е.С. Кулакова – Материалы XV Международной научно-практической конференции: «Современные концепции научных исследований». – Москва. – №6, 2015. – с. 76-78
11. Сводный отчет о научно-исследовательской работе «Разработка технологий глубокой очистки и доочистки природных и хозяйственно-бытовых сточных вод с использованием методов озонирования,

биоокисления, сорбции, ионного обмена и обратного осмоса» - М., ГОССТРОЙ России. 2002. – 142 с.

References

1. Ganicheva L.Z. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1703.
2. Ganicheva L.Z. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013, № 2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1702.
3. Parihar S.S., Kumar Ajit, Kumar Ajay1, Gupta R.N., Pathak Manoj, Shrivastav Archana, and Pandey A.C. Physico-Chemical and Microbiological Analysis of Underground Water in and Around Gwalior City, MP, India Research Journal of Recent Sciences Vol. 1(6), June (2012) ISSN 2277-2502. - pp. 62-65
4. Drovovozova T.I. Nauchnye osnovy povysheniya kachestva vody i ekologicheskoy bezopasnosti sistem vodosnabzheniya sel'skikh poseleniy: avtoref. dis. dokt. tekhn. nauk: 25.00.36. Sankt-Peterburg, 2009. pp. 3-4
5. Marc Barbier Bottling water, greening farmers: the socio-technical and managerial construction of a 'dispositif' for underground water quality protection International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology Volume 7, Number 1-2/2008. Monday, February 04, 2008. pp. 174-197.
6. Nikoladze G. I. Uluchshenie kachestva podzemnykh vod. [Improvement of groundwater quality]. M.: Stroyizdat, 1987. 239 p.
7. Artemenok N. D. Vestnik Sib. gos. un-ta putey soobshcheniya. 1999. № 1. pp. 54-58.
8. Kraynov S.R., Shvets V.M. Geokhimiya podzemnykh vod khozyaystvenno-pit'evogo naznacheniya [Geochemistry of underground waters of household and drinking purposes]. M.: Nedra, 1987. 237 p.
9. Drovovozova T.I., Dyadyura V.V., Efremova L.I. Materialy XXIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: "Nauchnoe obozrenie fiziko-matematicheskikh i tekhnicheskikh nauk v XXI veke": [Materials of the XXIII International scientific-practical conference "Scientific review of physical-

mathematical and technical science in XXI century"]. Moskva, №11 (23), 2015, pp. 37-41.

10. Drovovozova T.I., Aliluykina V.V., Kulakova E.S. Materialy XV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii: "Sovremennye kontseptsii nauchnykh issledovaniy" [Materials of the XV International scientific and practical conference "Modern scientific research concept."]. Moskva, №6, 2015, pp. 76-78.

11. Svodnyy otchet o nauchno-issledovatel'skoy rabote "Razrabotka tekhnologiy glubokoy ochildki i doochistki prirodnykh i khozyaystvenno-bytovykh stochnykh vod s ispol'zovaniem metodov ozonirovaniya, biookisleniya, sorbtsii, ionnogo obmena i obratnogo osmosa" [Summary report on research work "Development of technologies for deep cleaning and purification of natural and domestic wastewater by using methods of ozone treatment, bio-oxidation, sorption, ion exchange and reverse osmosis"] - M.,GOSSTROY Rossii. 2002. 142 p.