

// Vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki. – 1991. – № 6 (417). – S. 63-71.

4. Gamzikova O.I. Deistvie udobrenii na mikrobiologicheskie protsessy v pochve, rost i urozhai kukuruzy // avtoref. dis. ... kand. biol. nauk. – Tomsk, 1966. – 17 s.

5. Khamova O.F., Yushkevich L.V., Kholmov V.G., Kochegarova N.F. Biologicheskaya aktivnost' chernozema vyshchelochennogo pri dlitel'nom primenenii mineral'nykh udobrenii i pestitsidov v yuzhnoi lesostepi Zapadnoi Sibiri // Sbornik nauchnykh работ, posvyashchenykh 170-letiyu Sibirskoi agrarnoi nauki. Tom 1. – Omsk, 1998. – S. 83-89.

6. Raps v Omskoi oblasti / pod obshch. red. N.Z. Milashchenko. – Omsk: Omskoe knizhnoe izdatel'stvo, 1983. – 80 s.

7. Khamova O.F., Svyatskaya L.N. Mikroorganizmy rizosfery i pochvy v smeshannykh posevakh rapsa i gorokha // Nauch.-tekhn. byul. / VASKhNIL. Sib. otd-nie. – Novosibirsk, 1987. – Vyp. 13. – S. 22-26.

8. Danilova A.A. Sochetanie estestvennykh i antropogennykh faktorov v formirovaniі svoisty vyshchelochennogo chernozema pri pochvozashchitnoi obrabotke // Agrokimiya. – 2013. – № 8. – S. 45-53.

9. Aitmukhambetov A.A., Ashirov R.R., Sagalbekov U.M., Mansurov K.Zh. Kolichestvo osadkov za vegetatsiyu rastenii v Akmolinskoi oblasti v 23-m tsikle solnechnoi aktivnosti // Molodye uchenye – agrarnoi nauke: mater. medunar. konf. molodykh uchenykh SO RASKhN (g. Omsk, 4-5 iyulya 2007 g.) / RASKhN. Sib. otd-nie. SibNIISKh. – Omsk, 2007. – Vyp. 6. – S. 264-266.

10. Aitmukhambetov A.A., Ashirov R.R., Sagalbekov U.M., Mansurov K.Zh. Urozhainost' zernovykh kul'tur v Akmolinskoi oblasti v 23-m tsikle solnechnoi aktivnosti // Molodye uchenye – agrarnoi nauke: mater. medunar. konf. molodykh uchenykh SO RASKhN (g. Omsk, 4-5 iyulya 2007 g.) / RASKhN. Sib. otd-nie. SibNIISKh. – Omsk, 2007. – Vyp. 6. – S. 266-270.

11. Mirovoi tsentr dannykh po proizvodstvu, sokhraneniyu i rasprostraneniyu mezhdunarodnogo chisla solnechnykh pyaten // Korolevskaya observatoriya Bel'gii, Bryussel' [Elektronnyi resurs]. – 2014. – Rezhim dopuska: <http://www.sidc.be/silso/sunspotbulletin>.

12. Internet-entsiklopediya [Elektronnyi resurs]. – 2013. – Rezhim dopuska: <http://www.wikipedia.ru>.



УДК 631.67(571.150)

В.И. Заносова, И.С. Постнова, Д.М. Гребенкина
V.I. Zanosova, I.S. Postnova, D.M. Grebenkina

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ГИДРОГЕОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ

GIS APPLICATION FOR THE LOCAL MONITORING OF HYDROGEOLOGICAL AND RECLAMATIVE CONDITION OF IRRIGATED LANDS

Ключевые слова: орошаемые земли, грунтовые воды, минерализация, химический состав, экологический локальный мониторинг.

Целью исследований является оптимизация информационного обеспечения при формировании системы мониторинга староорошаемых земель. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: изучение пространственной и временной изменчивости показателей гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель; разработка и создание на единой картографической основе серии электронных те-

матических картосхем; разработка структуры локального мониторинга с помощью ГИС-технологий. Объектом исследований является Павловская оросительная система, которая расположена в южной части Павловского района Алтайского края. Площадь массива орошения составляет 560,9 га. Павловская ОС была построена в 1991 г. и эксплуатировалась на протяжении 20 лет до 2012 г. В 2014 г. сотрудниками лаборатории комплексного использования и охраны водных ресурсов АГАУ проведены рекогносцировочное обследование орошаемого участка и отбор проб грунтовых вод с целью разработки про-

граммы локального мониторинга. По результатам полевых исследований были созданы картографический материал и банк данных. Сравнивая результаты исследований 2012 и 2014 гг., можно отметить, что минерализация грунтовых вод не сколько снизилась при отсутствии поливов. Направление грунтового потока изменилось. Если в 2012 г. наблюдалась фильтрация из водохранилища в сторону орошаемого участка, то при прекращении поливов и опорожнении водоема восстановилась его дренажная роль. Достижение грунтовыми водами критической глубины (менее 1,5 м) свидетельствует о недостаточной естественной дренажности территории. Многолетний опыт использования орошаемых земель в Алтайском крае свидетельствует о том, что развитие негативных почвенных процессов, связанных с глубиной залегания и солевым составом грунтовых вод, хотя и доказано, но интенсивность их не настолько велика, чтобы говорить о повсеместных глубоких изменениях почв под влиянием орошения. Выполненные исследования показывают необходимость ведения локального мониторинга грунтовых вод на орошаемых землях с использованием геоинформационных технологий.

Keywords: irrigated lands, groundwater, salt content, chemical composition, ecological local monitoring.

The research goal is to optimize the information support when forming the monitoring system of old-irrigated lands. The following objectives were

involved: to study the spatial and temporal variability of the indices of hydrogeological and reclamative condition of irrigated lands; to develop the series of electronic thematic map-schemes on single cartographic basis; and to develop the structure of local monitoring by means of GIS technologies. The research target was the Pavlovskaya Irrigation System situated in the southern part of the Pavlovskiy District of the Altai Region. The irrigated area makes 560.9 ha. The system was built in 1991 and was in operation for 20 years up to 2012. In 2014 the field reconnaissance of the irrigated lands and groundwater sampling was conducted to develop local monitoring program. Based on the field studies, cartographic documents and data pool were created. The comparison of the test results of 2012 and 2014 revealed that the salt content of ground waters had slightly decreased without irrigation. The direction of the underflow had changed. In 2012 there was filtration from the reservoir towards the irrigation area; when irrigation was stopped and the reservoir was emptied, its drainage role was restored. The critical groundwater depth (less than 1.5 m) is indicative of insufficient natural drainage condition of the area. The long-term experience of irrigated land use in the Altai Region shows that the development of negative soil processes connected with the depth and salt content of ground waters is proved, but their intensity is not so great to talk about widespread changes of soil under the impact of irrigation. However, the studies show the necessity of local monitoring of ground waters in irrigated lands with the use of geoinformational technologies.

Заносова Валентина Ивановна, д.с.-х.н, доцент, проф. каф. гидравлики, с.-х. водоснабжения и водоотведения, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-82. E-mail: valzan@bk.ru.

Постнова Ирина Святославовна, к.т.н., нач. отдела ГИС и математического моделирования, ООО «Центр инженерных технологий», г. Барнаул. Тел.: (3852) 68-19-48. E-mail: postnova_iwep@mail.ru.

Гребенкина Дарья Михайловна, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: madbee91@mail.ru.

Zanosova Valentina Ivanovna, Dr. Agr. Sci., Assoc. Prof., Prof., Chair of Hydraulics, Farm Water Supply and Water Disposal, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-82. E-mail: valzan@bk.ru.

Postnova Irina Svyatoslavovna, Head, Division of GIS and Mathematical Modeling, ООО "Tsentr inzhenernykh tekhnologiy", Barnaul. Ph.: (3852) 68-19-48. E-mail: postnova_iwep@mail.ru.

Grebenkina Darya Mikhaylovna, Post-Graduate Student, Altai State Agricultural University. E-mail: madbee91@mail.ru.

Введение

Многолетний опыт использования орошаемых земель в Алтайском крае показал, что в результате длительных поливов (20-40 лет) складывается неоднозначная почвенно-гидрогеологическая обстановка. В одних случаях режим и баланс грунтовых вод практически не меняются, а изменчивость состава и свойств почв незначительна, в других случаях происходит ежегодное пополнение запасов грунтовых вод, что приводит к ежегодному приросту их уровня. Изменения гидрогеологических и почвенных условий во многих случаях сопровождается развитием негативных процессов и явлений. Несмотря на указанные изменения природных условий под влиянием орошения, интенсивность их пока не настоль-

ко велика, чтобы говорить о глубоких изменениях природной среды [1]. Тем не менее существенная тенденция к их дальнейшему ухудшению указывает на необходимость систематического контроля и оценки гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель с целью своевременной разработки природоохранных мероприятий.

Это может быть достигнуто только с помощью экологического мониторинга. На орошаемых землях Алтайского края гидрогеолого-мелиоративный мониторинг ведется более 25 лет, однако надо отметить, что методика мониторинга уже не удовлетворяет современным требованиям.

Целью исследований является оптимизация информационного обеспечения при форми-

ровании системы мониторинга староорошаемых земель. Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи**:

- изучение пространственной и временной изменчивости показателей гидрогеолого-мелиоративного состояния орошаемых земель;
- разработка и создание на единой картографической основе серии электронных тематических картосхем;
- разработка структуры локального мониторинга с помощью ГИС-технологий.

Объекты и методы

Объектом исследований является Павловская оросительная система, которая расположена в южной части Павловского района Алтайского края на землях ЗАО «Колыванское» в 3 км на северо-запад от с. Колыванское. Площадь массива орошения составляет 560,9 га.

В геоморфологическом отношении Павловская оросительная система (ОС) расположена в пределах Касмалинско-Барнаульского увала Приобского плато. Поверхность массива орошения слабоволнистая, наклонная с северо-востока на юго-запад. Общая величина уклона не превышает 0,011. Участок вытянут в длину на 2,5 км, ширина составляет около 2,0 км. Абсолютные отметки поверхности рельефа в пределах массива изменяются от 220,0 до 245,1 м. На юге и юго-западе массив ограничен долиной р. Бутун. Абсолютные отметки долины в тальвеге снижаются от 229,4 до 215,6 м.

Павловская ОС была построена в 1991 г. с целью создания надежной кормовой базы для развития животноводческого сектора Павловского района и эксплуатировалась на протяжении 20 лет до 2012 г. В 2012 г. из-за неудовлетворительного технического состояния объектов системы орошение на массиве было приостановлено. С целью реконструкции ОС в 2012 г. специалистами института «Алтайводпроект» было проведено ее комплексное обследование с целью разработки проектной документации [2].

В 2014 г. сотрудниками лаборатории комплексного использования и охраны водных ресурсов АГАУ проведены рекогносцировочное обследование орошаемого участка и отбор проб грунтовых вод с целью оценки современного гидрогеолого-мелиоративного состояния.

Для установления уровня грунтовых вод и изучения их химического состава на оросительной системе было пробурено 12 наблюдательных скважин, но на период обследования (июнь 2014 г.) только пять скважин находились в удовлетворительном состоянии.

Замер уровня грунтовых вод производился хлопущкой, отбор проб воды на химический анализ – прибором Е.В. Симонова. Лабораторно-аналитические исследования выполнены в почвенно-грунтовой лаборатории ЗАО ПИИ «Алтайводпроект» стандартными методами.

Для составления карт использовался метод интерполяции данных. Итоги полевых исследований, на основании которых был создан картографический материал, и остальные результаты исследований были введены в банк данных.

Результаты и их обсуждение

В основу гидрогеолого-мелиоративной оценки орошаемых земель положены следующие показатели:

- глубина залегания грунтовых вод;
- степень естественной дренированности территории;
- минерализация и химический состав.

В гидрогеологическом отношении участок орошения находится в пределах Кулундинско-Барнаульского артезианского бассейна пластово-поровых вод. Первый водоносный горизонт грунтовых вод приурочен к верхне-четвертичным современным субаэральным отложениям (saQ III-IV) и нижне-, среднетвертичным отложениям красnodубровской свиты (Q1-II krd) [3].

Водоносный горизонт безнапорный, уровень воды устанавливается на глубине от 1,27 до 10,8 м на абсолютных отметках 221,3-237,2 м. Питание грунтовых вод происходит в основном за счет инфильтрации атмосферных осадков. Залегают воды в виде замедленного грунтового потока, направленного с севера, северо-востока на юг и юго-запад к долине р. Бутун.

Достижение грунтовыми водами критической глубины (менее 1,5 м) свидетельствует о недостаточной естественной дренированности территории. Пополнение запасов грунтовых вод (ГВ) в результате поливов ведет к подъему их уровня. Начиная с глубин 4-5 м ГВ расходуются на суммарное испарение, причем этот расход довольно значительный. Так, при изменении глубины залегания ГВ от 5 до 1 м его среднегодовое значение изменяется от 20 до 340 мм, в т.ч. за теплый период (апрель – октябрь) от 14 до 310 мм. Безусловно, такое участие ГВ в суммарном испарении способно компенсировать практически любое количество приходных статей баланса ГВ, которое формируется при орошении. Вопрос заключается только в том, когда наступает эта компенсация и происходит при ней накопление солей или нет. С экологической точки зрения учет ГВ в суммарном испарении и умение управлять этим процессом имеют принципиально значение.

Поскольку от положения грунтовых вод и его изменения в будущем зависит мелиоративное состояние земель, прогноз УГВ является составной частью эксплуатации оросительной системы.

При систематическом мониторинге за состоянием грунтовых вод в оперативном режиме возможно построение карты уровней грунтовых вод (УГВ). Процедура построения такого поля высот может быть проведена с использованием стандартных операций растровой алгебры (Map Algebra) при наличии рельефа рассматриваемой территории и наблюдений за глубиной грунтовых вод в скважинах [4]. По результатам исследований были построены цифровые карты, отражающие изменение глубины залегания грунтовых вод на изучаемом участке (рис. 1).

Направление грунтового потока изменилось, если в 2012 г. наблюдалась фильтрация из водохранилища в сторону орошаемого участка, то при прекращении поливов и опорожнении водоема восстановилась его дренажная роль.

Кроме того, важной информационной характеристикой при ведении локального мониторинга является химический состав грунтовых вод, так как накопление солей в грунтовых водах приводит к вторичному засолению орошаемых земель [5].

Анализ химического состава и минерализации грунтовых вод показал, что содержание солей в грунтовых водах в количественном выражении колебалось от 0,5 до 2,1 г/дм³ (2012 г.) и 0,26 до 1,8 г/дм³ (2014 г.) (табл. 1, 2).

Повышенная минерализация воды отмечена в наблюдательных скважинах, расположенных в 250-300 м от водоема, где

наблюдается высокий уровень грунтовых вод (1,27-1,15 м) за счет фильтрации поверхностных вод.

Тип засоления грунтовых вод по анионному составу не изменился и является преимущественно сульфатно-гидрокарбонатным. По катионному распределению химизм менялся от магниево-кальциевого (2012 г.) до натриевого состава (2014 г.). Худшим качеством обладала грунтовая вода натриево-магниевого типа засоления, так как Растворы карбоната магния обладают высокой щелочностью, что угнетающе действует на растения.

Сравнивая результаты исследований 2012 и 2014 гг., можно отметить, что минерализация грунтовых вод несколько снизилась при отсутствии поливов. По результатам исследований были построены цифровые карты, отражающие гидрогеохимическую ситуацию на изучаемом участке 2012 и 2014 гг. (рис. 2).

В настоящее время повышенная минерализация воды отмечена только в наблюдательных скважинах, расположенных в 250-300 м от водоема, где наблюдается высокий уровень грунтовых вод (1,27-1,15 м).

Заключение

Многолетний опыт использования орошаемых земель в Алтайском крае свидетельствует о том, что развитие негативных почвенных процессов, связанных с глубиной залегания и солевым составом грунтовых вод, хотя и доказано, но интенсивность их не настолько велика, чтобы говорить о повсеместных глубоких изменениях почв под влиянием орошения. Тем не менее выполненные исследования показывают необходимость ведения локального мониторинга грунтовых вод на орошаемых землях.

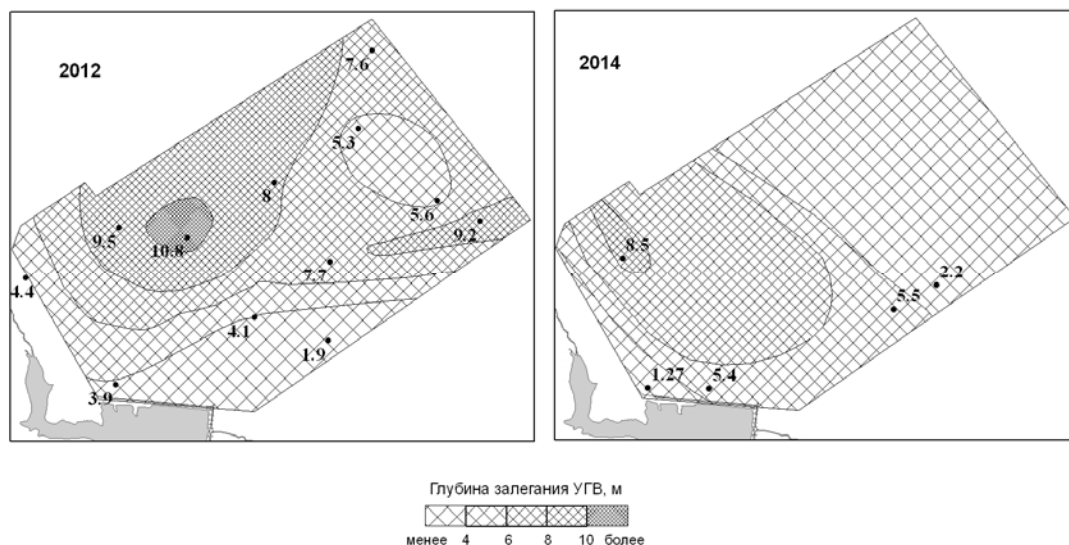


Рис. 1. Цифровые карты глубины залегания уровня грунтовых вод

Таблица 1

Химический анализ грунтовых вод (дата отбора проб 30.10.2012 г.)

Место отбора пробы	рН	Форма выражения анализа	Ионная часть														Жесткость общая, мг-экв/дм ³								
			КАТИОНЫ							АНИОНЫ															
			Na ⁺ K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	NH ₄ ⁺	Σ	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Σ										
Скв. 1	7,69	мг/дм ³	83,03	60,12	46,21	0,27	0,39					35,46	86,41		463,74				2,63				778,26	6,80	
		мг-экв/дм ³	3,61	3,00	3,80	0,01	0,02	10,44				1,00	1,80		7,60				0,04				10,44		
		% мг-экв	34,60	28,70	36,40	0,10	0,20	100				9,60	17,20		72,8				0,40				100		
Скв. 3	7,58	мг/дм ³	9,89	52,10	53,50	0,86	1,94					35,46	180,24		170,85				1,69				506,93	7,0	
		мг-экв/дм ³	0,43	2,60	4,40	0,05	0,11	7,59				1,00	3,75		2,80				0,03				7,59		
		% мг-экв	5,70	34,20	58,00	0,70	1,40	100				13,20	49,40		36,90				0,40				100		
Скв. 4	7,51	мг/дм ³	243,11	224,45	99,71	0,20	0,49					35,46	969,49		536,97				1,73				2111,69	19,40	
		мг-экв/дм ³	10,57	11,20	8,20	0,01	0,03	30,01				1,00	20,18		8,80				0,03				30,01		
		% мг-экв	35,20	37,30	27,30	0,10	0,10	100				3,30	67,30		29,30				0,10				100		
Скв. 8	7,49	мг/дм ³	33,58	92,18	43,78	0,11	0,97					35,46	53,49		463,74				0,66						
		мг-экв/дм ³	1,46	4,60	3,60	0,01	0,05	9,72				1,00	1,11		7,60				0,01				9,72		
		% мг-экв	15,00	47,30	37,10	0,10	0,50	100				10,30	11,40		78,20				0,10				100		
Скв. 10	7,51	мг/дм ³	159,85	88,18	36,48	0,18	1,07					21,27	62,55		756,64				7,53						
		мг-экв/дм ³	6,95	4,40	3,00	0,01	0,06	14,42				0,60	1,30		12,48				0,12				14,42		
		% мг-экв	48,20	30,50	20,80	0,10	0,40	100				4,2	9,00		86,00				0,8				100		
Скв. 11	7,39	мг/дм ³	143,98	192,38	145,92	0,23	0,05					21,27	790,90		659,60				0,19						
		мг-экв/дм ³	6,26	9,60	12,00	0,01	0,003	27,82				0,60	16,47		10,80				0,003				27,87		
		% мг-экв	22,50	34,40	43,10	0,00	-	100				2,10	59,1		38,30				-				100		
Скв. 12	7,47	мг/дм ³	296,70	136,27	92,42	0,74	0,05					21,27	783,50		634,60				1,69						
		мг-экв/дм ³	12,90	6,80	7,60	0,04	0,03	27,34				0,60	16,31		10,40				0,03				27,34		
		% мг-экв	47,20	24,90	27,80	0,10	-	100				2,20	59,70		38,00				0,10				100		

Таблица 2

Химический анализ грунтовых вод

Место отбора пробы	pH	Форма выражения анализа	Ионная часть													Жесткость общая, мг·экв/дм ³	
			Катионы						Σ	Анионы							Σ
			Na ⁺ K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺⁺	NH ₄ ⁺	Cl ⁻		SO ₄ ⁻	CO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻			
Дата отбора 16.06.2014 г.																	
Скв. 1н	7,9	мг/дм ³	224,98	64,13	38,91	1,03	123,91		35,46	81,48	0,00	1244,79	0,08	0,45	1815,13	6,4	
		мг·экв/дм ³	9,78	3,2	3,20	0,06	6,87	23,11	1,00	1,70	0,00	20,40	0,00	0,01			23,11
		% мг·экв	42,30	13,8	13,80	0,20	29,7	100	4,30	7,30	0,00	88,30	0,00	0,00			100
Скв. 4н	7,1	мг/дм ³	34,06	16,03	9,73	1,72	5,51		28,37	13,17	0,00	146,45	0,04	0,22	255,29	1,6	
		мг·экв/дм ³	1,48	0,80	0,80	0,09	0,31	3,48	0,80	0,27	0,00	2,40	0,00	0,00			3,48
		% мг·экв	42,60	23,0	23,00	2,60	8,80	100	23,00	7,9	0,00	69,00	0,00	0,10			100
Скв. 6н	7,51	мг/дм ³	36,79	68,14	4,86	0,82	1,49		24,82	16,46	0,00	268,48	0,04	5,15	427,02	3,8	
		мг·экв/дм ³	1,60	3,40	0,40	0,04	0,08	5,53	0,70	0,34	0,00	4,40	0,00	0,08			5,53
		% мг·экв	28,90	61,5	7,20	0,80	1,50	100	12,70	6,20	0,00	79,60	0,00	1,50			100
Дата отбора 04.09.2014 г.																	
Скв. 3н	7,9	мг/дм ³	163,99	16,03	24,32	0,47	8,82		21,27	79,01	24,00	451,54	0,02	0,00	789,48	2,8	
		мг·экв/дм ³	7,13	0,80	2,00	0,03	0,49	10,45	0,60	1,65	0,80	7,40	0,00	0,00			10,45
		% мг·экв	68,3	7,70	19,1	0,2	4,7	100	5,7	15,8	7,7	70,8	0,0	0,00			100
Скв. 8н	7,32	мг/дм ³	5,75	60,12	21,89	1,12	7,83		21,27	6,58	0,00	292,89	0,02	0,00	417,47	4,8	
		мг·экв/дм ³	0,25	3,00	1,80	0,06	0,43	5,54	0,60	0,14	0,00	4,80	0,00	0,00			5,54
		% мг·экв	4,5	54,1	32,5	1,10	7,8	100	10,8	2,50	0,00	86,7	0,0	0,00			100

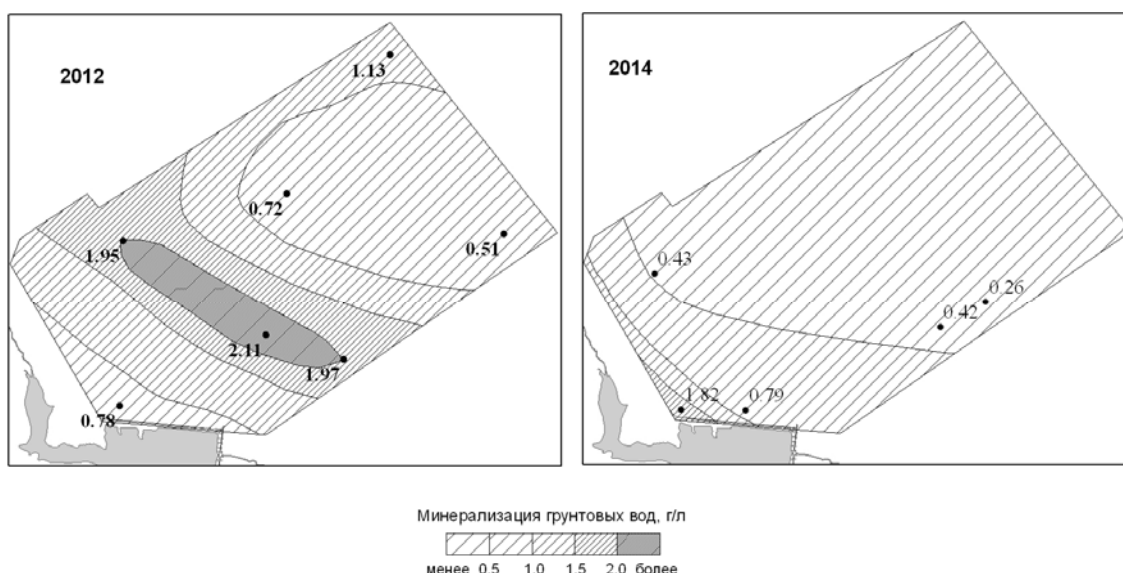


Рис. 2. Цифровые карты минерализации грунтовых вод

Задачу оптимизации планирования технической эксплуатации оросительных систем целесообразно решать на основе ГИС-технологий, что позволяет не только получать запланированные урожаи путем обеспечения планируемого водного режима орошаемых земель, но и способствует поддержанию почвенного плодородия на допустимом уровне [6, 7].

Библиографический список

1. Заносова В.И. К методологии эколого-гидрогеологических оценок состояния территорий // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4/2. – С. 11-14.
2. Затинатский М.В., Иванов А.Д. Павловская оросительная система (реконструкция), Павловский район, Алтайский край / ЗАО ПИИ «Алтайводпроект». – Барнаул, 2012. – 27 с.
3. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна / И.М. Земскова, Ю.К. Смоленцев и др.; под ред. Е.В. Пиннекера. – М.: Недра, 1991. – 259 с.
4. Пронько Н.А., Холуденева О.Ю., Корсак В.В. О применении геоинформационных систем в мелиорации // Вестник Саратовского гос. агроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2002. – № 4. – С. 58-59.
5. Шестаков В.М., Пашковский И.С., Соيفер А.М. Гидрогеологические исследования на орошаемых территориях. – М.: Недра, 1982. – 278 с.
6. Гершезон В.Е. Информационные технологии в управлении качеством среды обитания. – М.: Изд-кий центр «Академия», 2003. – 300 с.

7. Гостищев Д.П., Корсак В.В., Холуденева О.Ю. Разработка геоинформационной системы для поддержки принятия решений по управлению мелиоративной отраслью // Проблемы мелиорации и пути их решения: сб. науч. тр. ГУ ВолжНИИГиМ. – М.: ЦНТИ Мелиоводинформ, 2001. – Ч. II. – С. 22-30.

References

1. Zanosova V.I. K metodologii ekologo-gidrogeologicheskikh otsenok sostoyaniya territorii // Polzunovskii vestnik. – 2011. – № 4/2. – S. 11-14
2. Zatinatskii M.V., Ivanov A.D. Pavlovskaya orositel'naya sistema (rekonstruktsiya), Pavlovskii raion, Altaiskii krai / ZAO PII «Altaivodproekt». – Barnaul, 2012. – 27 s.
3. Zemskova I.M., Smolentsev Yu.K. i dr. Resursy presnykh i malomineralizovannykh podzemnykh vod yuzhnoi chasti Zapadno-Sibirskogo artezianskogo basseina / pod red. E.V. Pinneker. – M.: Nedra, 1991. – 259 s.
4. Pron'ko N.A., Kholudeneva O.Yu., Korsak V.V. O primenenii geoinformatsionnykh sistem v melioratsii // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova. – 2002. – № 4. – S. 58-59.
5. Shestakov V.M., Pashkovskii I.S., Soifer A.M. Hidrogeologicheskie issledovaniya na oroshaemykh territoriyakh. – M.: Nedra, 1982. – 278 s.
6. Gershezon V.E. Informatsionnye tekhnologii v upravlenii kachestvom sredy obitaniya / V.E. Gershezon. – M.: Izdatel'skii tsentr «Akademiya», 2003. – 300 s.
7. Gostishchev D.P., V.V. Korsak, Kholudeneva O.Yu. Razrabotka geoinformatsionnoi sistemy dlya podderzhki prinyatiya reshenii po upravleniyu meliorativnoi otraslyu // Problemy melioratsii i puti ikh resheniya: sb. nauch. tr. GU VolzhNIIGiM. – Ch. II. – M.: TsNTI Meliovodinform, 2001. – S. 22-30.