

АГРОЭКОЛОГИЯ



УДК 631.41.631.67 (571.15)

В.И. Заносова, И.Г. Брыкина, Т.И. Пушкарева
V.I. Zanosova, I.G. Brykina, T.I. Pushkaryova

АНАЛИЗ РЕТРОСПЕКТИВНОГО И СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ПАВЛОВСКОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ

THE ANALYSIS OF RETROSPECTIVE AND CURRENT STATE OF IRRIGATED LANDS AT THE PAVLOVSKAYA IRRIGATION SYSTEM

Ключевые слова: орошение, почвы, водная вытяжка, гумус, мониторинг, засоление, фосфор, режим орошения, анализ, регулирование.

Целью исследований является разработка методов ведения эколого-мелиоративного мониторинга состояния староорошаемых земель. Анализ результатов водной вытяжки показал, что за период орошения земель не наблюдается значительного ухудшения их мелиоративного состояния. Произошло перераспределение солей, изменение их состава и развитие процессов вторичного засоления на локальных участках вблизи водоема. Проблемы вторичного засоления связаны не только с подъемом и испарением минерализованных грунтовых вод, но и с увеличением минерализации и щелочности самих грунтовых вод. За период орошения произошли некоторые изменения в почве. Анализ пахотного слоя показал, что реакция почвенного раствора в гумусовом горизонте орошаемого участка изменяется от слабокислой до щелочной, но на преобладающей площади близка к нейтральной. Наибольшая доля разрезов, составляющая более 45% всех анализируемых образцов, характеризует почву как малогумусную. Слабогумусированные почвы составляют около 33%. Среднегумусные почвы отмечены в 22% образцов. Содержание подвижного фосфора в пахотном слое изменяется по площади участка, по данным 2014 г., от очень низкого до повышенного. За десятилетний период орошения произошло обеднение почвы подвижными формами фосфора на большей площади участка и его перемещение вниз по рельефу. Несмотря на некоторые изменения, почвы пригодны для орошения, но при строгом соблюдении агротехнических мероприятий. Обоснование методов регулирования водно-солевого режима почв требует учета динамики состава почвенных растворов и почвенного поглощающего комплекса, то есть рассмотрения процессов переноса ионов

кальция, натрия и магния в почвах с учетом явления ионообменной сорбции.

Keywords: irrigation, soils, aqueous extract, humus, monitoring, soil salinization, phosphorus, irrigation regime, analysis, control.

The research goal is to develop the methodology of ecologic and meliorative monitoring of old-irrigated soil condition. The analysis of aqueous extract data showed no significant deterioration of the lands' meliorative condition over the period of irrigation. There following had occurred: the redistribution of salts, change in their composition and development of resalinization in some local areas near water bodies. The issues of resalinization are associated not only with phreatic rise and evaporation of mineralized groundwater, but also with the increase of salinity and alkalinity of groundwater. Some changes in the soil occurred over the period of irrigation. The study of the arable layer showed that the soil reaction in the humus horizon of an irrigated plot ranged from weak-acid to alkaline though it was close to neutral in the greater part of the area. Most soil tests (over 45%) characterize the soil as low-humus, slightly humic soils make about 33%, and medium-humic soils are found in 22% of samples. The content of labile phosphorus in the arable layer of the plot varies from very low to high (the data of 2014). During ten years of irrigation the soil was impoverished in terms of labile phosphorus content over the greater part of the plot; the labile phosphorus moved down the terrain. In spite of some changes the soils are suitable for irrigation provided strict observance of agronomical practices. The substantiation of the methods of soil water-salt regime control requires the consideration of the dynamics of soil solution content and soil absorbing complex, i.e. the consideration of the transporting processes of calcium, sodium and magnesium ions in the soils taking into account the ion-exchange sorption.

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.

Брыкина Ирина Геннадьевна, к.с.-х.н., доцент, каф. мелиорации земель и экологии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-11. E-mail: melioratsii@yandex.ru.

Пушкарева Татьяна Ивановна, к.с.-х.н., доцент, каф. мелиорации земель и экологии, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-84-11. E-mail: melioratsii@yandex.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.

Brykina Irina Gennadyevna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Land Reclamation and Ecology, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-11. E-mail: melioratsii@yandex.ru.

Pushkaryova Tatyana Ivanovna, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Land Reclamation and Ecology, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-84-11. E-mail: melioratsii@yandex.ru.

Введение

Опыт применения крупномасштабного регулярного орошения в Алтайском крае показывает, что наряду с безусловно положительным продуктивным эффектом от оросительных мелиораций отмечается ухудшение мелиоративного состояния регулярно орошаемых почв. В частности, на продолжительно орошаемых землях наблюдается развитие таких негативных явлений, как подъем уровня грунтовых вод и, связанное с ним, вторичное засоление и осолонцевание почв, ухудшение их водно-физических показателей [1]. Это обусловлено не только невысоким техническим уровнем ряда действующих оросительных систем региона, но и отсутствием систематических данных о почвенно-мелиоративном состоянии орошаемых массивов с целью регулирования водного режима и выработки своевременных природоохранных мероприятий.

Целью исследований является совершенствование агро-мелиоративной оценки старо-орошаемых земель и оптимизация информационного обеспечения при формировании системы мониторинга как инструмента повышения эффективности управления почвенными ресурсами.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие **задачи**:

- анализ и обобщение ретроспективных материалов комплексной оценки орошаемого массива в 2002 и 2012 гг.;
- оценка современного эколого-мелиоративного состояния орошаемых земель и определение изменений, произошедших за период их эксплуатации;
- изучение пространственной и временной изменчивости агрохимических показателей состояния орошаемых земель;
- разработка и создание на единой картографической основе серии электронных тематических картосхем.

Объекты и методы исследований

Объектом исследований является почвенный покров массива орошения площадью 560 га Павловской оросительной системы

(ОС), которая эксплуатировалась более 25 лет. С 2012 г. система не функционирует и подлежит реконструкции.

Исследования проводились лабораторией «Комплексного использования и охраны водных ресурсов» АГАУ в летний период (июнь-сентябрь) 2014 г. Отбирались смешанные почвенные образцы из пахотного слоя массой около 500 г (ГОСТ 28168-89). Лабораторно-аналитические исследования выполнены в почвенно-грунтовой лаборатории ЗАО ПИИ «Алтайводпроект» стандартными методами, которые включали определение солевого состава водной вытяжки и содержание в почвах гумуса и подвижного фосфора.

При анализе агро-мелиоративного состояния почвенного покрова орошаемого массива были использованы также материалы ЗАО ПИИ «Алтайводпроект» [2]. Материалы почвенных обследований и результаты полевых опытов обработаны статистическим методом и методом пространственного анализа [3].

Результаты и их обсуждение

Согласно почвенно-географическому районированию Алтайского края массив орошения Павловской ОС расположен в зоне черноземов [4]. Гранулометрический состав чернозема легкосуглинистый, содержание физической глины в пахотном слое составляет 26,4-32,4%.

При исследовании состояния орошаемых земель практический интерес представляет анализ процессов соленакопления в черноземах, расположенных в разных частях орошаемого участка после прекращения поливов. Образцы почвы, отобранные в южной части участка вблизи от водоема, имеют величину плотного остатка 1,110-0,888%, что характеризует почвы как средне засоленные.

Почвы имеют натриевый состав поглощенных оснований со значительным преимуществом катионов натрия (12,8-10,37 мг-экв/100 г). Среди анионов преобладают сульфаты (6,14 мг-экв/100 г). Вторичное засоление почвы на территориях, прилегающих к водоему, связано с фильтрационными процессами и подъемом

уровня грунтовых вод до критических глубин. На остальной площади участка величина плотного остатка почвы изменяется от 0,045 до 0,090%, что характеризует почвы как незасоленные.

Образцы почвы имеют натриево-кальциево-магниевый состав поглощенных оснований со значительным преимуществом катионов магния и кальция. По содержанию обменного натрия относятся к малонатриевым (0,17-0,40 мг-экв/100 г). Среди анионов преобладают сульфаты и хлориды. Содержание отдельных ионов ниже порога токсичности для всех сельскохозяйственных культур [5, 6].

Анализ результатов водной вытяжки показал, что за период орошения земель не наблюдается значительного ухудшения их мелиоративного состояния (рис. 1).

В почвенном покрове произошло перераспределение солей, изменение их состава и развитие процессов вторичного засоления на локальных участках вблизи водоема. Проблемы вторичного засоления связаны не только с подъемом и испарением минерализованных грунтовых вод, но и с увеличением минерализации и щелочности самих грунтовых вод.

Основными агрохимическими показателями почвы, без которых не обходится ни одно окультуривание земель, являются содержание гумуса, подвижных форм фосфора, азота и калия, кислотность почвы, содержание кальция, магния, а также микроэлементов, в том числе и тяжелых металлов. Данные результатов химического анализа почв исследуемого орошаемого массива приведены в таблице.

Важным показателем потенциального плодородия почвы и активности в ней всех биологических процессов является содержание

гумуса. В гумусе содержатся основные элементы питания растений и различные микроэлементы. Эти элементы в процессе постепенной минерализации гумусовых веществ становятся доступными для растений.

По данным 2002 г. содержание гумуса в пахотном слое почвы составляло 3,2-5,24%, снижаясь в подпахотном до 2,3-2,7%. Запасы гумуса в слое 0-25 см составили 160-140 т/га (рис. 2).

По результатам анализа 2014 г. исследуемые почвы участка характеризуются как маломощные (A = 25 см), с содержанием гумуса от 1,24 до 7,35%. Запасы гумуса в слое 0-25 см составляют от 45 до 267 т/га.

Наибольшая доля разрезов с содержанием гумуса от 4,0 до 6,0%, которые составляют более 45% всех анализируемых образцов, характеризуют почву как малогумусную. Доля почвенных разрезов с содержанием гумуса от 1,24 до 3,61% составляет около 33% (слабогумусированные почвы). Максимальное значение содержания гумуса (6,53-7,35% – среднегумусные почвы) отмечено в 22% образцов.

Кислотность почвы оказывает свое влияние на растения не только через непосредственное воздействие на корни растений токсичных протонов водорода и ионов алюминия, но и через характер поступления элементов питания. Катионы алюминия могут связываться с фосфорной кислотой, переводя фосфор в недоступную для растений форму. Негативное действие кислотности отражается и на самой почве. При вытеснении протонами водорода из почвенного поглощающего комплекса (ППК) катионов кальция и магния, стабилизирующих структуру почвы, происходит разрушение гранул почвы и потеря ее структуры [6].

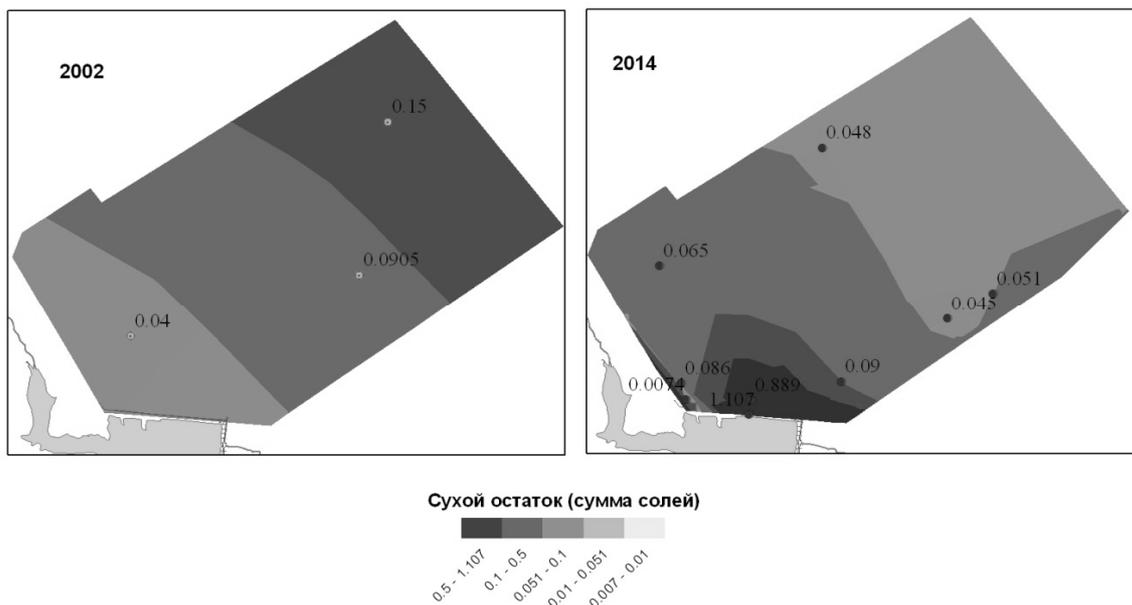


Рис. 1. Цифровая карта общего содержания солей (%) в почвенном покрове (пахотный слой)

Результаты химического анализа почв в пахотном слое (0-25 см)

№ почвенного разреза	Показатели				
	рН – водный (ГОСТ 26483-85)	обменные катионы, мг-экв/100 г почвы (ГОСТ 26487)		подвижный фосфор, мг/кг (ГОСТ 26204-91)	гумус, % (ГОСТ 26213-91)
		кальций	магний		
2002 г.					
1 с. 4	7,5	0,50	0,20	15,0	3,20
2 с. 7	7,1	0,40	0,20	9,0	4,24
3 с. 5	7,3	0,31	0,10	4,0	5,24
2014 г.					
1	7,14	0,40	0,30	9,0	3,83
1 ^а	7,16	0,50	0,10	5,0	4,90
2	10,1	1,50	1,50	11,0	1,24
3	9,94	1,00	1,50	13,0	3,61
4	6,45	0,30	0,10	2,4	5,34
5	7,75	0,70	0,10	11,2	4,60
6	6,96	0,30	0,10	4,6	5,91
7	6,87	0,20	0,20	4,4	5,49
8	6,80	0,20	0,20	2,6	6,53
9	7,26	0,50	0,30	6,8	7,35

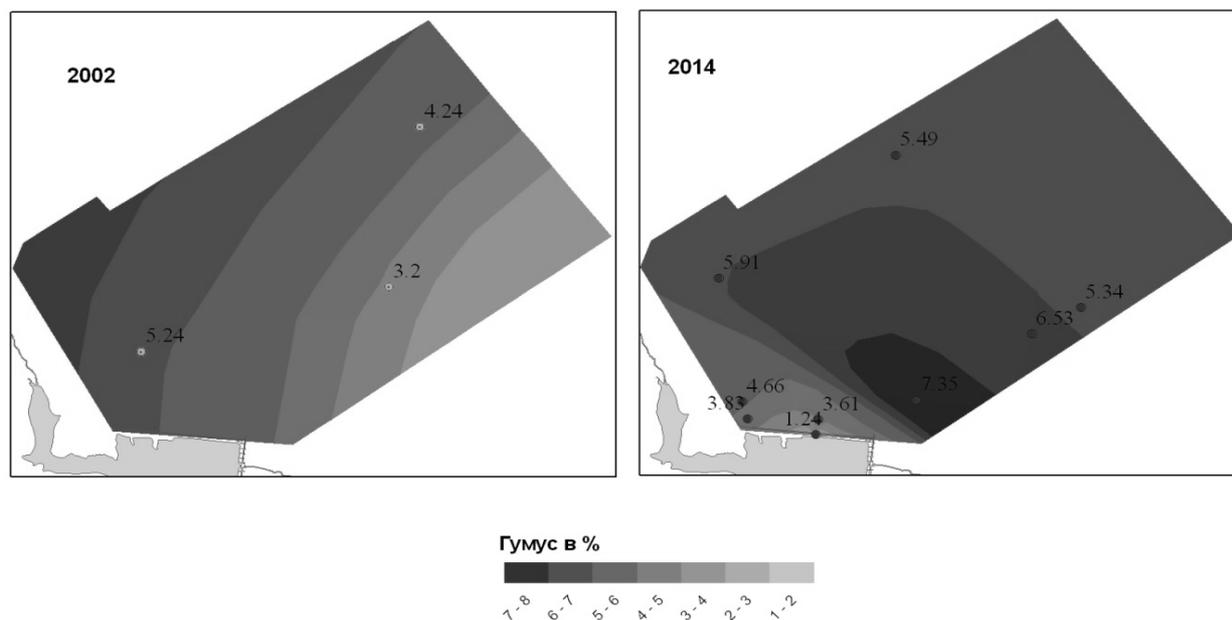


Рис. 2. Цифровая карта содержания гумуса в почвенном покрове (пахотный слой)

Ретроспективный анализ показал, что реакция почвенного раствора в пахотном и в нижележащих слоях изменялась от нейтральной 7,05-7,08 (0-25 см) до слабощелочной 7,8 (80-100 см) [2].

За период орошения в пахотном слое (0-25 см) орошаемого участка рН_в изменилась от нейтральной (рН_в – 6,45) до сильнощелочной (рН_в – 10,1), но на преобладающей площади она осталась нейтральной (табл. 2).

Фосфор относится к макроэлементам и содержится в растениях в виде нуклеиновых кислот. Он участвует в энергетическом обмене (фосфаты), выполняет структурную

функцию (фосфолипиды), входит в состав различных ферментов и витаминов. Также фосфор улучшает развитие корневой системы, способствует нормальному развитию репродуктивных органов [7].

Содержание подвижного фосфора (по Чирикову) в пахотном слое почвы изменялось по площади участка по данным 2014 г. от 2,4 мг/100 г (низкое) до 13,0 мг/100 г (повышенное). Следует отметить, что за 10-тилетний период орошения произошло обеднение почвы подвижными формами фосфора на большей площади участка и его перемещение вниз по рельефу (рис. 3).

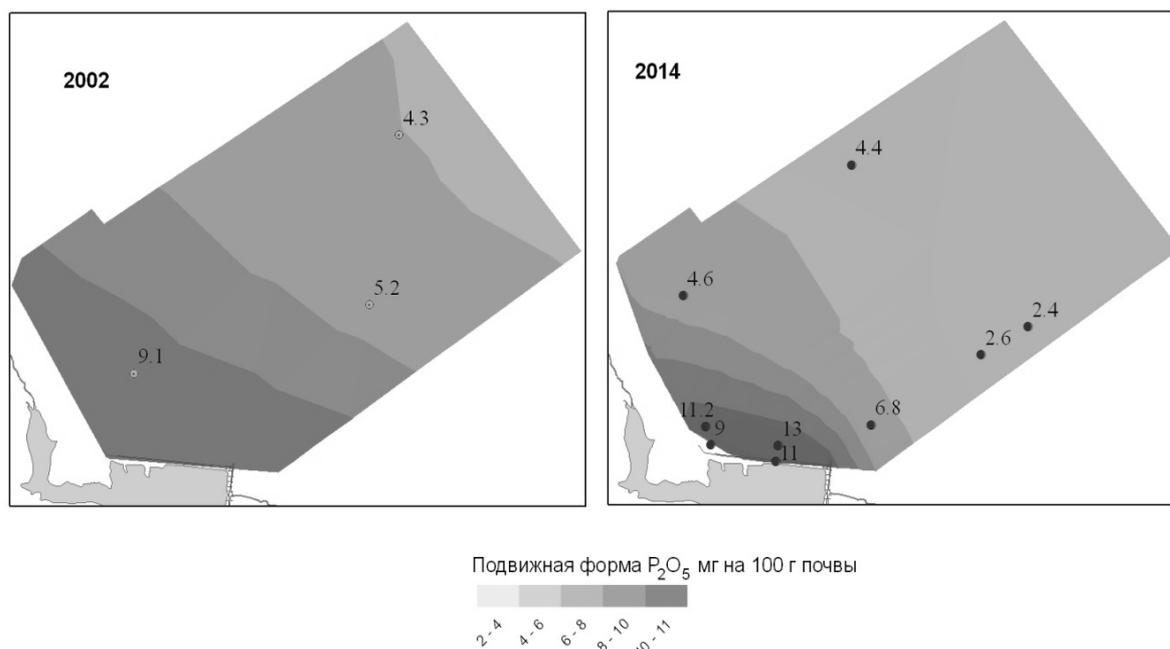


Рис. 3. Цифровая карта содержания подвижных форм фосфора в почвенном покрове (пахотный слой)

Заключение

1. Анализ ретроспективного и современного состояния агромелиоративного состояния почвенного покрова орошаемого массива Павловской ОС показал, что содержание гумуса в пахотном слое уменьшилось за период 2002-2012 гг. в среднем на 0,3%. Мощность гумусового горизонта (А) сократилась на 3 см. При отсутствии поливов (2012-2014 гг.) содержание гумуса в пахотном слое увеличилось в среднем на 1,2%. Обеспеченность почв подвижным фосфором изменилась по площади участка. На некоторых участках орошаемого массива наблюдается подщелачивание пахотного слоя. Несмотря на некоторые изменения, почвы пригодны для орошения, но при строгом соблюдении агротехнических мероприятий.

2. Экологическая оценка почвенно-мелиоративной обстановки на орошаемых землях должна выполняться на базе данных локального мониторинга с использованием ГИС-технологий. Под последним понимается контроль за почвенными процессами, оценка этих условий, прогноз их формирования и управление ими комплексом эксплуатационных и строительных мероприятий [8].

Библиографический список

1. Акуленко Ю.Н., Бивалькевич В.И. Проблемы орошения земель равнинного Алтая. – Барнаул, 1995. – 184 с.
 2. Затиначий М.В., Иванов А.Д. Павловская оросительная система (реконструкция), Павловский район, Алтайский край / ЗАО ПИИ «Алтайводпроект». – Барнаул, 2012.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

4. Природно-мелиоративная оценка земель в Алтайском крае / Ю.И. Винокуров и др.; под ред. Ю.И. Винокурова. – Иркутск, 1988. – 136 с.

5. Горев Л.Н., Пелешенко В.И. Основы мелиоративной гидрохимии. – Киев: Выща школа, 1991. – 535 с.

6. Айдаров И.П. Регулирование водно-солевого и питательного режимов орошаемых земель. – М.: Агропромиздат, 1985. – 275 с.

7. Haynes R.J., Swift R.S. Stability of soil aggregates in relation to organic constituents and soil water content // Journal of Soil Science. – 1990. – Vol. 41 (1). – P. 73-83.

8. Заносова В.И., Макарычев С.В., Постнова И.С., Брыкина И.Г., Пушкарева Т.И. Ведение ГИС-мониторинга орошаемых земель Центральной Кулунды в целях экологической безопасности: методические рекомендации. – Барнаул: РИО АГАУ, 2013. – 59 с.

References

1. Akulenko Yu.N., Bival'kevich V.I. Problemy orosheniya zemel' ravninnogo Altaya. – Barnaul, 1995. – 184 s.
 2. Zatinatskii M.V., Ivanov A.D. Pavlovskaya orositel'naya sistema (rekonstruktsiya), Pavlovskii raion, Altaiskii kraj. ZAO PII «Altaivodproekt». – Barnaul, 2012.
 3. Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1979. – 416 s.
 4. Prirodno-meliorativnaya otsenka zemel' v Altaiskom krae / Yu.I. Vinokurov i dr.; pod red. Yu.I. Vinokurova. – Irkutsk, 1988. – 136 s.

5. Gorev L.N., Peleshenko V.I. Osnovy meliorativnoi gidrokhimii. – K.: Vyshcha shkola, 1991. – 535 s.

6. Aidarov I.P. Regulirovanie vodno-solevogo i pitatel'nogo rezhimov oroshaemykh zemel'. – M.: Agropromizdat, 1985. – 275 s.

7. Haynes R.J., Swift R.S. Stability of soil aggregates in relation to organic constituents

and soil water content // Journal of Soil Science. – 1990. – Vol. 41 (1). – P. 73-83.

8. Zanosova V.I., Makarychev S.V., Postnova I.S., Brykina I.G., Pushkareva T.I. Vedenie GIS-monitoringa oroshaemykh zemel' Tsentral'noi Kulundy tselyakh ekologicheskoi bezopasnosti: metodicheskie rekomendatsii. – Barnaul: RIO AGAU, 2013. – 59 s.



УДК 556.55.504.064

Л.В. Терновоя, А.В. Скрипник, С.Ю. Коломоец
L.V. Ternovaya, A.V. Skripnik, S.Yu. Kolomojets

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МАЛЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

ENVIRONMENTAL MONITORING OF SMALL WATER BODIES

Ключевые слова: гидрология, малые реки, водохранилища, водный режим, минимальный сток, антропогенная нагрузка, мониторинг.

Keywords: hydrology, minor rivers, water storage reservoirs, water regime, minimum flow, anthropogenic impact, monitoring.

Большинство малых рек не входят в программы мониторинга, реализуемые государственными службами, но при этом играют большую хозяйственную роль и составляют основу гидрографической сети. В сложившейся обстановке существенным звеном в системе мероприятий по охране и рациональному использованию водных ресурсов следует считать оптимизацию системы мониторинга состояния поверхностных вод на основе восстановления практики гидрологических и гидрохимических наблюдений на малых реках. Целью исследований является разработка системы локального мониторинга на р. Бутун (Колывань) в Павловском районе Алтайского края. Для выполнения поставленных задач проведены рекогносцировочное обследование р. Бутун и отбор проб поверхностных вод с целью разработки программы локального мониторинга. Рассмотрены гидрографические характеристики, гидрологические характеристики водного объекта. Внутригодовое распределение стока р. Бутун выполнено по обобщенной схеме распределения для малых рек Алтайского края для лет различной водности. Расчеты показывают, что сток практически отсутствует, расходы воды на протяжении всего межлетнего периода меньше среднегодового расхода ($Q_0 = 0,06 \text{ м}^3/\text{с}$). Пробы воды из нижнего и верхнего бьефов позволяют судить о химическом составе воды. В верхнем бьефе гидрокарбонатная магниевая пресная слабощелочная с общей жесткостью $5,8 \text{ мг-экв/дм}^3$. Ниже по течению химический состав речной воды меняется на гидрокарбонатно-сульфатный магниевый-натриевый с общей жесткостью $7,2 \text{ мг-экв/дм}^3$. Даны рекомендации по предотвращению ухудшения экологического состояния реки, организации мониторинга и выработки своевременных водоохранных мер.

Most minor rivers are not included in the monitoring program implemented by the government services though they play an important economic role and form the basis of the hydrographic network. In this context, the optimization of the system of surface water monitoring based on the restored practices of hydrological and hydrochemical observations on minor rivers should be considered to be an essential element in the system of measures for the protection and rational use of water resources. The research goal is to develop a local monitoring system on the Butun (Kolyvan) River in the Pavlovskiy District of the Altai Region. The reconnaissance survey of the Butun River was carried out and surface water samples were taken for the purpose of developing the local monitoring program. The hydrographic and hydrological characteristics of the water body were investigated. The intra-annual flow distribution of the Butun River is calculated according to the generalized flow distribution pattern for the minor rivers of the Altai Region for the years with different water content. The calculations show that there is practically no flow, and the river discharge throughout the rainless period is less than the average annual discharge ($Q_0 = 0.06 \text{ m}^3 \text{ s}$). The water samples from the tail-bay and upgrade-stream side provide the data on water chemical composition. In terms of the chemical composition the water in the upgrade-stream side is hydrocarbonate magnesium fresh and weakly alkaline with the total hardness of 5.8 mg-eq dm^3 . Downstream the chemical composition of the river water changes to bicarbonate-sulfate magnesium-sodium with the total hardness of 7.2 mg-eq dm^3 . The proposals for the prevention of environmental degradation of the river, monitoring organization and development of timely water protection measures are presented.