

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. Терновая, А.В. Скрипник, С.Ю. Колomoец  
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  $5.8 \text{ mg-eq dm}^3$ . Downstream the chemical composition of the river water changes to bicarbonate-sulfate magnesium-sodium with the total hardness of  $7.2 \text{ mg-eq dm}^3$ . The proposals for the prevention of environmental degradation of the river, monitoring organization and development of timely water protection measures are presented.

**Терновая Лариса Викторовна**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-82. E-mail: tern68.91@mail.ru.

**Скрипник Алексей Викторович**, к.с.-х.н., доцент, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-82. E-mail: fpo208@yandex.ru.

**Коломоец Сергей Юрьевич**, аспирант, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: s-kolomoec.90@mail.ru.

**Ternovaya Larisa Viktorovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-82. E-mail: tern68.91@mail.ru.

**Skrpnik Aleksey Viktorovich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-82. E-mail: fpo208@yandex.ru.

**Kolomoyets Sergey Yuryevich**, post-graduate student, Altai State Agricultural University. E-mail: s-kolomoec.90@mail.ru.

### Введение

Вопросы использования, охраны и восстановления малых водотоков и рек представляют особый интерес. Большинство малых рек не входят в программы мониторинга, реализуемые государственными службами, но при этом играют большую хозяйственную роль и составляют основу гидрографической сети [1].

Все малые водотоки чрезвычайно чувствительны к любой антропогенной деятельности на водосборе, изменяющей природные условия территории бассейна реки [2]. Они в первую очередь реагируют на хозяйственную деятельность человека: на вырубку лесов, распашку, осушение, орошение. При этом малые реки теряют функцию естественных регуляторов водного режима, загрязняются и утрачивают способность к самоочищению или полностью исчезают [3].

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 [4, 5].

**Целью** исследований является разработка системы локального мониторинга на р. Бутун (Колывань) в Павловском районе Алтайского края.

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

- изучение гидрологических характеристик водного объекта;
- анализ химического состава речной воды;
- обобщение и обработка информации, относящейся к проблемам мониторинга.

### Объекты и методы

Объектом исследования является пруд (местное название Колыванское водохранилище) на р. Бутун (р. Колывань). Водохранилище расположено на землях ОПХ «Павловское», в 2,0 км на северо-запад от с. Колыванское Павловского района. Построено оно в 1986 г. по проекту Института «Алтайгипроводхоз», вначале как пруд ёмкостью

0,90 млн м<sup>3</sup> для орошения участка земли, площадью около 500 га [6].

Водохранилище принадлежит на правах собственности ФГУ «Управление «Алтаймеливодхоз» и до 2012 г. использовалось частично для водоснабжения участка орошения площадью 443 га и рыборазведения.

В 2014 г. сотрудниками лаборатории «Комплексного использования и охраны водных ресурсов» ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ проведены рекогносцировочное обследование р. Бутун и отбор проб поверхностных вод с целью разработки программы локального мониторинга. Лабораторно-аналитические исследования выполнены в почвенно-грунтовой лаборатории ЗАО ПИИ «Алтайвод-проект» стандартными методами.

### Результаты исследований

Река Бутун (р. Колывань) берет начало при слиянии ряда логов в 7 км к северо-западу от с. Колыванское Павловского района, на высоте 245 м, впадает в р. Барнаулку с левого берега на 90-м км от устья.

Длина реки 14 км, общая площадь водосбора 77,65 км<sup>2</sup>, до створа плотины 38,3 км<sup>2</sup>. Общее падение реки 27 м, средний уклон 2,2‰. Имеет один приток без названия, длиной 0,5 км.

Водосбор реки представляет собой равнину, расчлененную долинами логов, ручьев, имеет неправильную форму при ширине 5 км и длине 16 км. Распаханность водосбора составляет 65-70%, залесенность – 0,1, озерность – 0,1%. Средняя высота водосбора составляет 235 м. Грунты, слагающие водосбор, – суглинки.

Долина реки трапецеидальная. Правый склон крутой, высотой до 15 м, заросший березами. Левый склон пологий, высотой до 5 м, задернован, сильно изрезан ложбинами. Русло реки р. Бутун хорошо выражено, извилистое, глубина вреза 0,5 м, ширина около 10 м. Пойма двухсторонняя, затопляемая ежегодно. Ширина ее до 50 м, закопчарена, заросшая камышом.

Водный режим р. Бутун слабо изучен. Среднегодовой расход (Q<sub>0</sub>), определенный по региональным зависимостям, равен 0,060 м<sup>3</sup>/с.

По характеру водного режима р. Бутун – река с ярко выраженным весенним половодьем, на долю которого приходится до 98-99% годового стока. Половодье на реке начинается в третьей декаде марта (ранние сроки), в первой декаде апреля (поздние сроки). Обычно вода идет поверх льда, ледохода не бывает, лед тает на месте. Продолжительность стояния максимальных уровней 2-3 дня. Подъем уровня 0,5 м над меженным. Максимальный расход весеннего половодья изменяется от 31,7 до 20,3 м<sup>3</sup>/с, соответственно, для 1 и 10% обеспеченности. Катастрофических явлений во время весеннего половодья не наблюдается.

В летне-осеннюю межень по руслу течет несколько литров воды в секунду, река не пересыхает из-за наличия родников, имеющих по всему руслу реки. В зимний период река замерзает во второй-третьей декадах ноября. Русло заносится снегом.

Сток р. Бутун зарегулирован (рис. 1). Полезный объем водохранилища составляет 2,26 млн м<sup>3</sup>, полный при отметке НПУ – 2,54 млн м<sup>3</sup>. Оросительная способность водохранилища составляет 561,0 тыс. м<sup>3</sup> [6].



Рис. 1. Пруды на р. Бутун (Колывань)

Выше существующего водохранилища № 1 расположен пруд № 2, максимальной емкостью 27,5 тыс. м<sup>3</sup>. Длина пруда 500 м, ширина у плотины 150 м. Плотина насыпная, шириной 3,0 м, высотой с нижнего бьефа 4,0 м.

На логу, впадающем в р. Бутун, слева расположены еще два небольших пруда. Объем каждого из прудов составляет 3,5-5,0 тыс. м<sup>3</sup>.

Пруды практически ежегодно размываются и снова восстанавливаются, что влияет на увеличение количества наносов в водохранилище и в заилиние не зарегулированной части реки.

Сток взвешенных и донных наносов формируется за счет эрозионных процессов, происходящих в пределах гидрографической сети и русла реки.

Расчетный средний годовой сток наносов ( $W_R$ ) достигает 5,11 тыс. м/год, мутность ( $\rho_0$ ) во время весеннего половодья – 1000 г/м<sup>3</sup>.

Установление закономерностей внутригодового хода стока рек имеет важное научное и практическое значение [1], так как на его основе ведется планирование использования водных ресурсов для различных водохозяйственных целей, определяются основные параметры водохранилищ и гидротехнических сооружений, выполняется расчет экологической составляющей стока.

Внутригодовое распределение стока р. Бутун выполнено по обобщенной схеме распределения для малых рек Алтайского края [7].

Данные расчетов для лет различной водности р. Бутун приведены на рисунке 2.

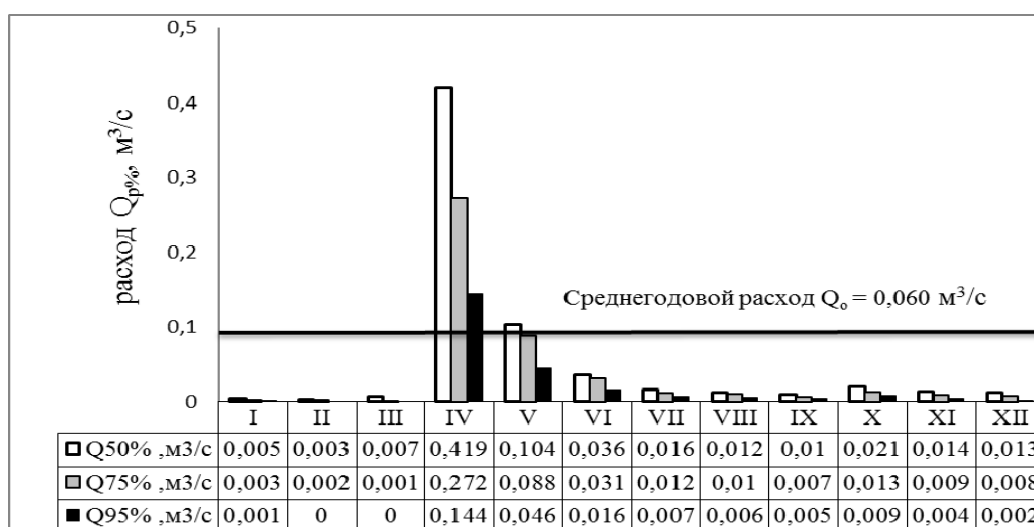


Рис. 2. Внутригодовое распределение стока р. Бутун в средний ( $Q_{50\%}$ ), маловодный ( $Q_{75\%}$ ) и очень маловодный ( $Q_{95\%}$ ) годы

Результаты химического анализа поверхностных вод (дата отбора 06.06.2014 г.)

| Место отбора пробы                      |         | р. Бутун (нижний бьеф)          | Водосбросной колодец (верхний бьеф) |        |
|---|---------|---------------------------------|-------------------------------------|--------|
| Ионы, мг/дм <sup>3</sup>                | Анионы  | HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>   | 390,52                              | 268,48 |
|   |         | Cl <sup>-</sup>                 | 42,55                               | 35,46  |
|   |         | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>   | 325,91                              | 52,67  |
|   |         | NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>    | 0,03                                | 0,09   |
|   |         | NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>    | 0,13                                | 0,56   |
|   | Катионы | Ca <sup>2+</sup>                | 40,08                               | 48,10  |
|   |         | Mg <sup>2+</sup>                | 62,23                               | 41,34  |
|   |         | Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> | 183,08                              | 15,16  |
|   |         | Fe <sup>3+</sup>                | 0,34                                | 0,38   |
|   |         | NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>    | 0,21                                | 0,51   |
| pH                                      |         | 8,6                             | 8,1                                 |        |
| Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>       |         | 1070,08                         | 462,75                              |        |
| Жесткость общая, мг-экв/дм <sup>3</sup> |         | 7,2                             | 5,8                                 |        |

Неравномерность стока в течение года оказывает влияние на гидрохимический режим малых рек. Поскольку паводковый сток находится в русле малой реки непродолжительное время – всего в течение нескольких суток, река не успевает очиститься от загрязнений под влиянием естественных биологических и химических процессов. Особенно это сказывается в межень. Согласно расчетам мы наблюдаем, что сток практически отсутствует, расходы воды на протяжении всего меженного периода меньше среднегодового расхода ( $Q_0=0,06 \text{ м}^3/\text{с}$ ) в реке (рис. 2).

По этой причине загрязненность малых рек, даже при относительно небольших поступлениях загрязнений, может превысить допустимую.

Пробы воды на химический анализ были отобраны из водосбросного колодца и из р. Бутун в 20 м ниже по течению. Данные анализа приведены в таблице.

Общая минерализация речных вод изменяется от 462,75 мг/дм<sup>3</sup> (верхний бьеф) до 1070,08 мг/дм<sup>3</sup> (нижний бьеф).

По химическому составу вода в верхнем бьефе гидрокарбонатная магниевая пресная слабощелочная с общей жесткостью 5,8 мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Ниже по течению химический состав речной воды меняется на гидрокарбонатно-сульфатный магниевый-натриевый с общей жесткостью 7,2 мг-экв/дм<sup>3</sup>. По минерализации вода становится солоноватой. Изменение химического состава воды, скорее всего, связано с застойным режимом реки в нижнем бьефе.

При эксплуатации Павловской оросительной системы в р. Бутун предусмотрен сброс дренажных вод, что может в значительной степени ухудшить гидрохимическое состояние водного объекта.

### Заключение

Для предотвращения ухудшения экологического состояния реки, организации мони-

торинга и выработки своевременных водоохраных мер необходимо проведение следующих научно-исследовательских работ:

- слежение за естественными природными явлениями и антропогенными воздействиями на небольших территориях;
- своевременное выявление и прогнозирование развития негативных процессов, влияющих на качество воды в водных объектах и их состояние;
- разработка мер по предотвращению негативных последствий этих процессов;
- оценка эффективности осуществляемых мероприятий по охране водных объектов;
- информационное обеспечение управления в области использования и охраны водных объектов.

Необходимость мониторинга малых рек является актуальной задачей, от правильного решения которой зависит не только сохранение природных ландшафтов, но и дальнейшее развитие народного хозяйства региона.

### Библиографический список

1. Бабкина И.В. Местный сток – основа водообеспечения АПК Сибирского региона // Мелиорация и водное хозяйство. – 1995. – № 4. – С. 15-16.
2. Баренбойм Г.М. Современные тенденции развития мониторинга водных объектов // Вода: экология и технология: сб. докл. 7-й Междунар. конгресс / ЭКВАТЭК-2006. – М.: ЗАО «Фирма СИБИКО-Интернэшнл», 2006. – Ч. I. – С. 347-348.
3. Корытный Л.М. Реки Красноярского края. – Красноярск: Кн. изд-во, 1991. – 155 с.
4. Экологическая доктрина Российской Федерации (одобрена распоряжением Правительства РФ от 31 августа 2002 г. № 1225-р).
5. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 29.12.2014).



6. Затинатский М.В., Иванов А.Д. Павловская оросительная система (реконструкция), Павловский район, Алтайский край / ЗАО ПИИ «Алтайводпроект». – Барнаул, 2012.

7. Чураков Д.С., Коробкова Г.В. Рекомендации по расчету внутригодового распределения стока неизученных рек равнинных и предгорных районов Алтая. – Красноярск: СибНИИГиМ, 1980. – 13 с.

#### References

1. Babkina I.V. Mestnyi stok – osnova vo-dooobespecheniya APK Sibirskogo regiona // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. – 1995. – № 4. – С. 15-16.

2. Barenboim G.M. Sovremennye tendentsii razvitiya monitoringa vodnykh ob"ektov // Sbornik dokladov. Ch. I. 7-i Mezhdunarodnyi kongress «Voda: ekologiya i tekhnologiya».

EKVATEK-2006. – М.: ЗАО «Firma SIBIKO-Interneshnl», 2006. – С. 347-348.

3. Korytnyi L.M. Reki Krasnoyarskogo kraja. – Krasnoyarsk: Kn. izd-vo, 1991. – 155 s.

4. Ekologicheskaya doktrina Rossiiskoi Federatsii (odobrena rasporyazheniem Pravitel'stva RF ot 31 avgusta 2002 g. N 1225-r).

5. Vodnyi kodeks Rossiiskoi Federatsii ot 03.06.2006 N 74-FZ (red. ot 29.12. 2014).

6. Zatinatskii M.V., Ivanov A.D. Pavlovskaya orositel'naya sistema (rekonstruktsiya), Pavlovskii raion, Altaiskii krai. ЗАО ПИИ «Алтайводпроект». – Барнаул, 2012.

7. Churakov D.S., Korobkova G.V. Rekomendatsii po raschetu vnutrigodovogo raspredeleniya stoka neizuchennykh rek ravninnykh i predgornnykh raionov Altaya. – Krasnoyarsk: SibNiiGiM, 1980. – 13 s.



УДК 631.4

Е.А. Жарикова  
Ye.A. Zharikova

## ПОСТПИРОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЧВ В ЛЕСАХ НИЖНЕГО ПРИАМУРЬЯ

### POST-PYROGENIC SOIL TRANSFORMATION IN THE FORESTS OF THE LOWER AMUR REGION

**Ключевые слова:** гарь, подбур, морфология почв, физико-химические свойства почв, запас питательных элементов, микроэлементы.

Приводятся результаты исследования послепожарной эволюции почв в лесах Нижнего Приамурья. В темнохвойных зеленомошных лесах в условиях хорошего дренажа широко развиты подбуры перегнойные. Основной причиной формирования дернового горизонта на месте выгоревшего грубогумусового является хорошее развитие на открытых пространствах гарей мезофильных трав и кустарников-гелиофитов с мощной корневой системой, которые не встречаются в коренных елово-пихтовых зеленомошных лесах. При этом подбуры перегнойные трансформируются в дерново-подбуры иллювиально-гумусовые. Заметно изменяются физические свойства почв, в дерново-подбурях увеличивается плотность сложения, уменьшается естественная влажность. Снижается содержание органического вещества, уменьшается актуальная, обменная и гидролитическая кислотность. Запасы подвижных форм элементов питания в корнеобитаемом слое варьируют в зависимости от стадии эволюционирования почвы, в дерново-подбурях они намного выше, чем в подбурях перегнойных. В результате пожаров происходит изменение микроэлементного состава почв. В поверхностных горизонтах постпирогенных дерново-подбуров наблюдается заметное увеличение валового содержания мышьяка, ртути, свинца, меди, снижается содержание цинка и кадмия. В поверхностном слое по сравнению с почвообразующей породой накапливаются кадмий

и мышьяк, причем в постпирогенных почвах наблюдается более активное накопление последнего. Низкое содержание меди, цинка и даже свинца свидетельствует, что почвы Нижнего Приамурья относятся к группе металлодефицитных.

**Keywords:** burnt area, podzolized brown soil, soil morphology, physical and chemical soil properties, nutrient reserves, trace-elements.

The research of post-fire evolution of soils in the forests of the Lower Amur River region is discussed. Podzolized brown humic soils develop in dark coniferous moss forests. Good growth of mesophilic grasses and heliophyte shrubs with strong root system which do not occur in the native spruce-fir forests is the main reason for the formation of sod horizon on the site of humus horizon in open burnt areas. At the same time the podzolized brown humic soils are transformed into soddy podzolized brown humic illuvial soils. The study revealed considerable changes of the physical soil properties. It is found that due to pyrogenic processes the upper horizon density is increased and its moisture is decreased. After fires the content of organic matter is decreased and the value of actual, exchange and hydrolytic acidity decreases. The reserves of labile forms of nutrients in the root zone vary depending on the stage of post-fire soil evolution. They are much greater in the soddy podzolized brown soils than in the podzolized brown humic soils. Fires cause the changes in the trace-element composition of soils. There is a significant increase in total content of arsenic, mercury, lead, copper in the surface hori-