
УДК 502.05

Организация автоматического наблюдения за состоянием поверхностных вод *

Шарапов Р.В.

В работе рассматриваются вопросы организации системы наблюдения за состоянием поверхностных вод. Проводится анализ оборудования, позволяющего осуществлять сбор данных без участия человека в автоматическом режиме. Анализируются автономные записывающие устройства (логгеры), позволяющие регистрировать температуру, уровень и соленость поверхностных вод. Даются характеристики логгеров Solinst Model 3001 Levelogger Edge, Solinst Model 3001 Levelogger Junior, Solinst Model 3001 LTC Levelogger Junior. Рассматривается коллектор данных, позволяющий собирать данные с логгеров. Приводится схема реализации системы беспроводной передачи данных с автономных записывающих устройств в центр обработки. Такой подход позволяет развернуть сеть наблюдения за поверхностными водами на большой территории и осуществлять сбор данных в режиме онлайн. За счет высокой скорости реакции датчиков возможно осуществление наблюдений за изменением состояния с периодичностью от долей секунды до 99 часов, что открывает новые возможности изучения поверхностной гидросферы.

Ключевые слова: мониторинг, реки, поверхностные воды, загрязнение, вода, оборудование, датчики.

Organization of automatic surface waters observation

Sharapov R.V.

The paper deals with the organization of surface waters observation systems. The analysis of equipment intended for automatic data collecting without human interference is performed. Standalone recorders (loggers) for logging temperature, surface water level and salinity are tested. Performance characteristics of Solinst Model 3001 Levelogger Edge, Solinst Model 3001 Levelogger Junior, Solinst Model 3001 LTC Levelogger Junior are given. The data collector for receiving data from loggers is presented. The plan to implement a wireless system sending data from the standalone recording device to a processing centre is considered. Using this approach, it is possible to deploy a surface water observation network over a large area and collect data online. The high sensor reaction rate may help monitor the status change at the frequency ranging from a second fraction to 99 hours. This gives new opportunities for hydrosphere surface research.

Keywords: monitoring, rivers, surface water, pollution, water, equipment, sensors.

Введение

При проведении мониторинга окружающей среды значительное внимание следует отводить наблюдению за поверхностными водными объектами (морями, реками, озерами, болотами и т.д.). Поверхностные воды не только подвергаются значительному антропогенному воздействию (в частности загрязнению), но и влиянию климатических факторов (изменение температуры воздуха, дожди, засуха и т.д.) [1, 2].

В связи с большим количеством водных объектов и их протяженностью, детальное

наблюдение за их состоянием существенно осложнено. Детальные наблюдения могут осуществляться только на специализированных постах, да и то с низкой частотой сбора данных. Кроме того, последние десятилетия наблюдается тенденция к сворачиванию наблюдательной сети, в том числе и за поверхностными водами.

По этой причине актуальной становится задача создания системы мониторинга поверхностных вод, способной проводить сбор данных наблюдений в автоматическом режиме без участия человека.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 13-07-97510 р_центр_а.

Цель работы – рассмотреть вопросы организации автоматического наблюдения за водными объектами и провести анализ используемого для этих целей оборудования.

Автономные записывающие устройства

В настоящее время существует ряд решений для организации наблюдения за водными объектами. Достаточно большое количество оборудования для наблюдения за поверхностными водами предлагает компания Solinst Canada Ltd [3].



Рис. 1. Набор автономных записывающих устройств (логгеров) для наблюдения за поверхностными водами.

Для измерения уровня воды и ее температуры может использоваться Solinst Levelogger Edge Model 3001 (см. рис. 1) [4]. Он представляет собой автономное записывающее устройство (логгер), позволяющее регистрировать и хранить до 40000 измерений (120000 с использованием сжатия) уровня и температуры воды. Устройство снабжено батареей со сроком службы в 10 лет. Логгер Solinst Levelogger Edge Model 3001 позволяет производить замеры с периодом от 0,125 секунд до 99 часов. Устройство оснащено оптическим инфракрасным интерфейсом, позволяет передавать данные по RS-232, USB, SDI-12. Титановое покрытие корпуса защищает Solinst Levelogger Edge Model 3001 от коррозии и позволяет длительное время использовать его не только в пресных, но и в морских водах.

Аналогичные функции выполняет логгер Solinst Model 3001 Levelogger Junior [5]. Его отличие заключается в меньшей точности измерений, памятью на 32,000 измерений и сроком службы батареи в 5 лет.

При необходимости дополнительного замера солености воды может использоваться логгер Solinst LTC Levelogger Junior Model 3001 [6]. Кроме солености логгер производит замеры температуры и уровня воды. Как и предыдущая модель он оснащен батареей со сроком службы в 5 лет и позволяет хранить 16000 измерений. Частота проведения замеров может варьироваться от 5 секунд до 99 часов.

Для компенсации измерений уровня воды вследствие изменения атмосферного давления может использоваться Solinst Barologger Model 3001. Одно устройство может использоваться для компенсации данных всех логгеров Solinst Levelogger в радиусе до 30 км и перепаде высоты до 300 м. Наиболее эффективным является установка Solinst Barologger Model 3001 совместно с логгерами Solinst Levelogger.

При длительном использовании в водоемах логгеры могут обрастать органическими наростами, снижающими точность и надежность работы. Для предотвращения обрастания могут использоваться экраны Solinst Model 3001 Biofoul (рис. 2).



Рис. 2. Экраны Solinst Model 3001 Biofoul.

Таблица 1. Характеристики логгеров Solinst

Характеристика	Solinst Model 3001 Levelogger Edge	Solinst Model 3001 Levelogger Junior	Solinst Model 3001 LTC Levelogger Junior
Датчики	Пьезорезистивный кремниевый датчик уровня Hastelloy, Платиновый датчик температуры	Пьезорезисторный кремниевый датчик уровня, нержавеющая сталь 316L, Платиновый резисторный датчик температуры (RTD)	Пьезорезистивный кремниевый датчик уровня Hastelloy, Платиновый резисторный датчик температуры (RTD), Платиновый, с 4 электродами датчик проводимости
Диапазон измерения	2, 5, 10, 30, 100, 200 м	5, 10 м	10, 30 м
Точность	$\pm 0,05\%$ FS (Barologger Edge: $\pm 0,05$ кПа) $\pm 0,05^\circ\text{C}$	$\pm 0,1\%$ FS (полной шкалы измерения) $\pm 0,1^\circ\text{C}$ FS	$\pm 0,1\%$ FS $\pm 0,1^\circ\text{C}$ 2% измерения или 20 мкм/см
Разрешение	0,003 $^\circ\text{C}$	0,03% FS $\pm 0,1^\circ\text{C}$	0,03% FS 0,1 $^\circ\text{C}$ $\pm 0,01\%$ FS
Нормализация	Автоматическая температурная компенсация	Автоматическая температурная компенсация	Автоматическая температурная компенсация
Темп. комп. диапазон	От 0 $^\circ$ до 50 $^\circ\text{C}$	от 10 $^\circ\text{C}$ до 40 $^\circ\text{C}$	от 10 $^\circ\text{C}$ до 40 $^\circ\text{C}$
Макс. Число чтений	40,000 чтений или до 120,000 при использовании линейного сжатия данных	32,000 (без сжатия данных)	16,000
Интервал измерения	от 1/8 сек до 99 часов	от 0,5 секунд до 99 часов	от 5 секунд до 99 часов
Срок службы батареи	10 лет (при настройке частоты дискретизации не чаще 1 чтение/минута)	5 лет (при интервале измерения 1 запись/мин)	5 лет (при настройке частоты дискретизации не чаще 1 чтение/5 минут)
Интерфейс связи	Оптический инфракрасный интерфейс. Преобразование в RS-232, USB, SDI-12.	Оптический инфракрасный: USB, RS-232, SDI-12	Оптический, инфракрасный: USB, RS232, SDI-12
Скорость передачи данных	Последовательное на 19,200 бит/с, 38,400 бит/с с USB	9600 бит/с	9600 бит/с
Рабочая температура	от - 20 $^\circ\text{C}$ до 80 $^\circ\text{C}$	от - 20 $^\circ\text{C}$ до 80 $^\circ\text{C}$	от - 20 $^\circ\text{C}$ до 80 $^\circ\text{C}$
Размеры	22 мм x 159 мм	22 мм x 140 мм	22 мм x 190 мм
Вес	129 грамм	154 грамма	200 грамм
Материал	Delrin, Viton, Нержавеющая сталь 316L, Hastelloy, покрытие на основе титана PVD	Delrin, Viton, нержавеющая сталь 316L	Платина, 316 Нержавеющая Сталь, Delrin, Viton

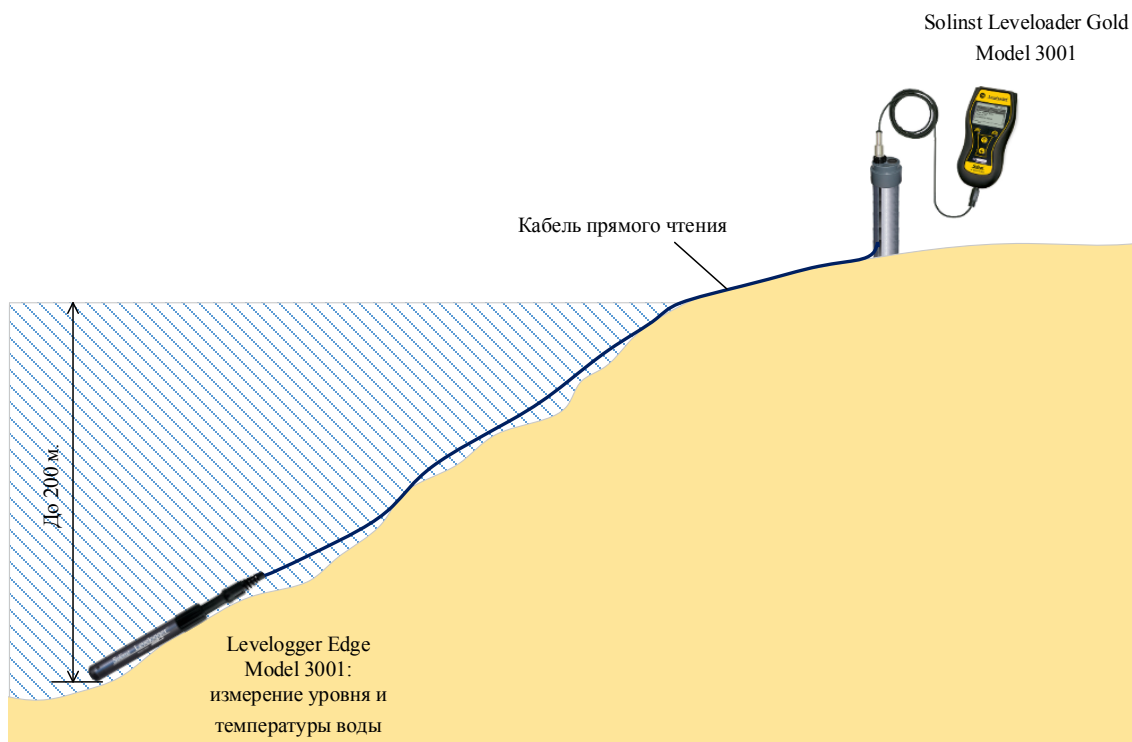


Рис. 3. Схема организации наблюдения за состоянием поверхностных вод.

Особенностью логгеров Solinst Levelogger является то, что они способны накапливать данные автономно без участия человека. Передача полученных данных пользователю может осуществляться в двух режимах:

- Вручную при извлечении логгера из водоема и подключении к компьютерной системе;
- Автоматически без извлечения логгера из водоема с использованием кабеля прямого присоединения к компьютеру.

Несмотря на то, что в первом случае сбор данных осуществляется вручную, использование логгеров позволяет проводить не единичные замеры в ручном режиме, а автоматически накапливать данные о состоянии поверхностных вод через заданные периоды времени. Извлечение логгеров производится для передачи данных пользователю. Традиционные подходы предполагают проведение замеров вручную человеком (т.е. данные о состоянии вод получаются в момент осуществления измерений). Поэтому использование логгеров позволяет получать более полную информацию с большей частотой измерений.

Сбор данных

Для осуществления автоматического сбора данных без извлечения логгеров из водоемов используется вариант с подключением кабеля прямого присоединения к компьютеру или автоматическому считывающему устройству. Для этих целей может использоваться коллектор данных Solinst Leveloader Gold Model 3001 [7] (рис. 4).



Рис. 4. Коллектор данных Solinst Leveloader Gold Model 3001.

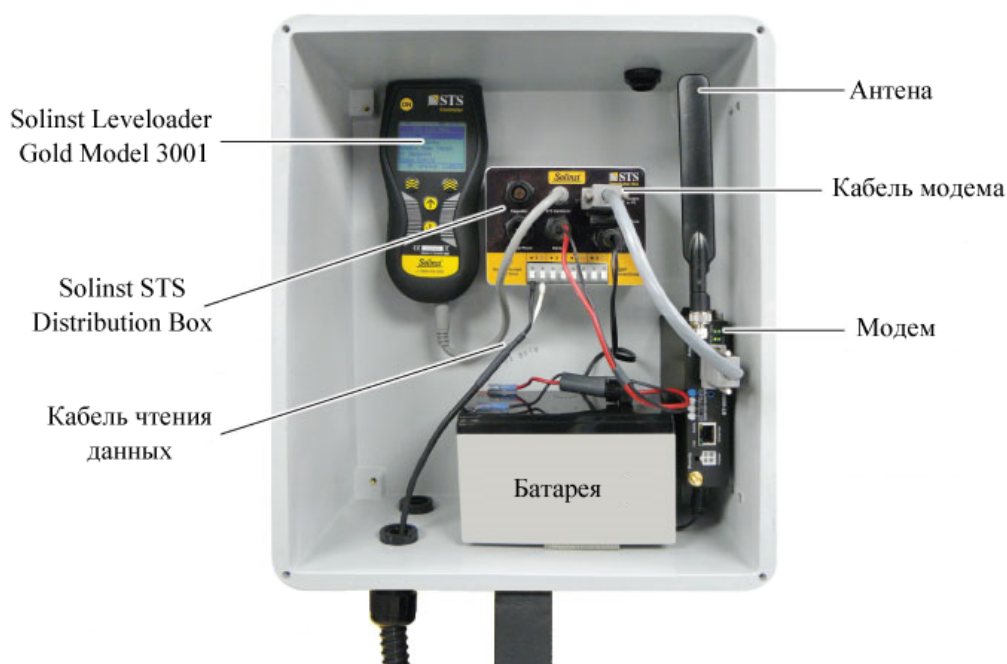


Рис. 5. Система телеметрии Solinst STS.

Solinst Leveloader Gold Model 3001 позволяет хранить до 1390000 показаний уровня и температуры (LT) или 930000 показаний уровня, температуры и проводимости (LTC).

Рассмотрим организацию системы автономного наблюдения за состоянием поверхностных вод (см. рис. 3). Автономное записывающее устройство (модель определяется задачами наблюдения) помещается в водоем на глубину до 200 метров. Для обеспечения автоматического получения данных в нем подключается кабель прямого чтения, длиной до 450 метров. Такой вариант предоставляет широкие возможности расположения логгера в водоеме, в том числе далеко от берега. Кабель прямого чтения выводится на поверхность (чаще всего на берег), где постоянно или периодически подключается к компьютеру или автоматическому считывающему устройству Solinst Leveloader Gold Model 3001.

Подключение системы телеметрии Solinst 9100 STS (см. рис. 5) позволяет передавать данные, накопленные на различных постах наблюдения, в единый центр обработки [8]. Для этих целей могут использоваться проводные Ethernet соединения, радиоканалы или

беспроводная связь в стандартах GSM или CDMA. Такой вариант позволяет постоянно вести наблюдения даже на отдаленных и труднодоступных территориях (см. рис. 6).

Для длительной автономной работы системе телеметрии требуется обеспечить бесперебойную подачу электроэнергии. Для этих целей используются энергоемкие батареи. Такие батареи требуют периодической подзарядки или замены.



Рис. 6. Действующая система телеметрии Solinst STS.

Необходимость обслуживания батарей снижает автономность систем наблюдения. По этой причине в настоящее время существует ряд решений, обеспечивающих дополнительное питание системы телеметрии за счет использования солнечных батарей (см. рис. 7) [9]. Такие решения позволяют сократить расходы на обслуживание систем и обеспечить их полную автономность. Тем не менее, подобные решения уязвимы к вандальным воздействиям.



Рис. 7. Neptune's R900 Gateway.

Заключение

Таким образом, применение современных решений позволяет организовать автономное автоматическое наблюдение за основными параметрами поверхностных вод без участия человека. Использование коллекторов данных и систем телеметрии позволяет производить постоянные наблюдения даже в труднодоступных участках.

Полученные системой мониторинга сведения могут использоваться не только экологическими и природоохранными организациями.

Так сведения об изменении уровня рек и озер могут использоваться для прогнозирования чрезвычайных ситуаций (например, затопления территорий), а данные о состоянии болот – для прогнозирования вероятностей лесных и торфяных пожаров [10].

Литература

1. Шарпов Р.В. Переход от технических к природно-техническим системам // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, № 2 (12). – С.43-46.
2. Соловьёв Л.П., Булкин В.В., Шарпов Р.В. Существование человека в рамках техносферы // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2012, №1(11). – С.31-39.
3. Solinst Canada Ltd [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.solinst.com/>
4. Solinst Levelogger Series. Model 3001 Data Sheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.solinst.com/products/data/3001.pdf>
5. Solinst Levelogger Junior Edge. Model 3001 Data Sheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.solinst.com/products/data/3001junior.pdf>
6. Solinst LTC Levelogger Junior Model 3001 Data Sheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.solinst.com/products/data/3001ltc-junior.pdf>
7. Solinst Leveloader Gold. For Use with Model 3001 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.solinst.com/products/data/3001leveloadergold.pdf>
8. Solinst Telemetry Systems. Model 9100 and 9200 Gold Data Sheet [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.solinst.com/products/data/9100.pdf>
9. Neptune's R900® GPRS Gateway [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.neptuneequipment.com/pdf/fixdbase/gateway.pdf>
10. Шарпов Р.В. Лесные пожары 2010 года и их причины // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2010, № 7. – С.68-71.

References

1. Sharapov R.V. Perekhod ot tehnicheskikh k prirodno-tehnicheskim sistemam [The transition from the technical to the natural-technical systems] // Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti [Engineering industry and life safety], 2012, № 2. – P.43-46.

2. Solovjev L.P., Bulkin V.V., Sharapov R.V. Sushhestvovanie cheloveka v ramkah tehnosfery [The existence of man in the technosphere] // Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti [Engineering industry and life safety], 2012, № 1 (11). – P.31-39
3. Solinst Canada Ltd <http://www.solinst.com/>
4. Solinst Levellogger Series. Model 3001 Data Sheet <http://www.solinst.com/products/data/3001.pdf>
5. Solinst Levellogger Junior Edge. Model 3001 Data Sheet <http://www.solinst.com/products/data/3001junior.pdf>
6. Solinst LTC Levellogger Junior Model 3001 Data Sheet <http://www.solinst.com/products/data/3001ltc-junior.pdf>
7. Solinst Leveloader Gold. For Use with Model 3001 <http://www.solinst.com/products/data/3001leveloadergold.pdf>
8. Solinst Telemetry Systems. Model 9100 and 9200 Gold Data Sheet <http://www.solinst.com/products/data/9100.pdf>
9. Neptune's R900® GPRS Gateway <http://www.neptuneequipment.com/pdf/fixibase/gateway.pdf>
10. Sharapov R.V. Lesnye pozhary 2010 goda i ih prichiny [Forest fires in 2010 and their causes] // Mashinostroenie i bezopasnost' zhiznedejatel'nosti [Engineering industry and life safety], 2010, № 7. – P.68-71

Статья поступила в редакцию 7 мая 2014 г.

Шарапов Руслан Владимирович – кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Техносферная безопасность» Муромского института (филиала) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых», г. Муром, Россия. E-mail: info@vanta.ru

Sharapov Ruslan Vladimirovich – Ph.D., Murom Institute of Vladimir State University, Murom, Russia. E-mail: info@vanta.ru