

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ВОДНОМ ОБЪЕКТЕ

В.В. Зуев, И.А. Суторихин, А.П. Шелехов, С.А. Кураков, У.И. Залаева

Приводится описание созданного автономного многоканального измерительного комплекса, который позволяет проводить в автономном режиме регистрацию метеорологических и гидрофизических параметров относящихся к водному объекту. Обсуждаются результаты проводимых измерений на озере Красиловское, где в июле 2013 года измерительный комплекс был введен в эксплуатацию.

Ключевые слова: температура, влажность, солнечная радиация, датчики, жидкие осадки, контроллеры, гидростатический уровень воды.

Актуальность

Современный уровень изучения водных объектов предполагает проведение регулярных систематических измерений, как гидрофизических величин, характеризующих состояние водных объектов так и метеорологических параметров, приводящих к изменению этих состояний.

В озерах и водохранилищах наиболее выражены мезомасштабные процессы, имеющие временные проявления от нескольких часов до нескольких суток, а пространственные – от нескольких десятков метров до десятков километров [1]. Для изучения таких процессов, как правило, используют автоматическую измерительную аппаратуру, установленную либо на плавсредствах, либо на буйковых станциях.

Объект исследования

Для проведения систематических комплексных наблюдений в Косихинском районе Алтайского края было выбрано озеро Красиловское, на берегу которого функционирует учебно-научный стационар Алтайского государственного университета. Надпойменное озеро Красиловское расположено в древней долине стока на правом берегу реки Оби на абсолютной высоте 220 м. Его образование произошло не позднее, чем несколько тысяч лет назад и связано с подпором малого водотока песчаной грядой (дюной), сформированной ветровыми потоками, перемещавшимися с юго-запада на северо-восток [2]. Современный рисунок ландшафта и рельеф обусловлены всей историей развития природного комплекса, расположенного на исследуемой территории. Здесь, на протяжении всего нескольких километров, сочетаются уникальные естественные подтаежные леса с богатым

травяным ярусом, сосновые боры на песчаных дюнах, болота и культурные агроландшафты. Изучение истории развития природы в таких комплексных ландшафтах всегда наиболее информативно, поскольку различные экосистемы по-разному реагируют на одно и то же воздействие, например, на изменение климата.

Наличие озерных террас свидетельствует о том, что в прошлом озеро имело большие размеры. Батиметрические исследования показывают, что за последние 50 лет его максимальная глубина уменьшилась с 12 до 6 м. По данным наблюдений, проводимых на учебно-научном стационаре, наиболее сильное снижение уровня озера происходит на протяжении последних 10 лет.

Описание измерительного комплекса

Для осуществления комплексного мониторинга озера Красиловского в ИМКЭС СО РАН был создан многоканальный измерительный комплекс АПИК, позволяющий в автономном режиме получать информацию о метеопараметрах атмосферы, солнечной радиации, уровнях озерных и грунтовых вод, температуре и кислотности вод. АПИК состоит из трех автономных блоков, специально подготовленных для установки на акватории озера на плоту, на дне недалеко от уреза воды и стационарно на берегу.

Блок «плот» включает измерители температуры воды на глубинах 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 4,5; 5,0 и 5,5 метра на основе цифрового датчика DS18B20 (чувствительность $\pm 0,1$ °C в диапазоне от -55 до +55 °C. Измерители температуры и влажно-

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ВОДНОМ ОБЪЕКТЕ

сти воздуха на основе цифровых датчиков DS18B20 и HH-4021-003, соответственно, установлены на мачте на высоте 1 и 2 метра над поверхностью плота. Блок включает так же измеритель проводимости воды на глубине 3 метра со встроенным датчиком температуры на основе цифрового датчика разработки ИМКЭС СО РАН (погрешность $\pm 20\%$ в диапазоне 8 – 2000 мкСм/см). Блок «береговой» включает гидростатический измеритель уровня воды в обсадной трубе длиной 10 метров на основе цифрового датчика 26PC05SMT (погрешность $\pm 1\%$ в диапазоне от 0,1 до 1,5 метра).

Блок «стационарный» включает измерители температуры и влажности воздуха на основе цифровых датчиков DS18B20 и HH-4021-003, соответственно, установленных на мачте на высоте 2 и 4 метра над поверхностью земли, и измерители температуры грунта на глубинах - 0; 2; 5; 10; 15; 20; 30; 40; 60; 80; 120; 160; 240 и 320 см на основе цифровых датчиков DS18B20. Кроме того, измеритель уровня грунтовых вод на глубине 3 метра на основе цифрового датчика 26PC05SMT (точность $\pm 1\%$); измеритель атмосферного давления на основе цифрового датчика MPL115A1 (точность ± 1 кПа в диапазоне 50 - 115 кПа); измеритель количества жидких осадков на основе цифрового датчика Rain Collector II (точность $\pm 0,2$ мм). А так же измеритель уровня снега на основе цифрового датчика разработки ИМКЭС СО РАН (точность $\pm 0,05$ м в диапазоне 0 - 1,5 м).

Для всех блоков используется контроллеры (АИПТ2) установленные в герметичных корпусах с элементами питания. Объем памяти 4 Мбайт, что соответствует 2 000 000 измерений.

В июле текущего года комплекс АПИК был развернут и запущен в эксплуатацию на озере Красиловское сотрудниками ИМКЭС СО РАН и ИВЭП СО РАН во время комплексной экспедиции, проводимой на базе учебно-научного стационара в рамках программы работ совместной лаборатории мониторинга геосферно-биосферных процессов ИМКЭС СО РАН и АлтГУ.

Блок «стационарный» был установлен на расстоянии 30 метров от уреза воды. На выбранной площадке рядом пробурили две скважины: одну для основания четырехметровой метеомачты глубиной 0,5 метра, другую, глубиной 3,5 метра, для установки обсадной трубы, датчиков температуры почвы и уровня грунтовых вод.

Блок «плот» устанавливался на акватории озера примерно в 300 метрах от уреза

воды в месте, где глубина озера составляла около 5,5 метра. Сам плот размером 1,5 на 1,5 метра был изготовлен заранее из крамлевых сосновых досок толщиной 2 см. Внутренний объем плота для повышения плавучести был заполнен пенопластом толщиной 10 см. Плот получился одновременно легким и прочным, выдерживающим на плаву до двух человек.

Монтаж самого блока провели на берегу у уреза воды. На плоту установили треугольную мачту высотой 2 метра, на которой разместили метеодатчики. К днищу плота прикрепили датчик электропроводности, установленный на глубине 0,8 метра, а шлейф датчиков температуры, закрепленных на кабеле на заданных расстояниях, вынесли с помощью полипропиленовой трубы на 1,5 метра от поверхности плота для устранения его влияния на данные измерений. Контроллер сбора данных с измерительных датчиков с элементами питания разместили в герметичной коробке и надежно закрепили на поверхности плота.

Выводы

Уже первые результаты комплексных гидрометеорологических экспедиционных измерений, проводимых на озере Красиловском в июле 2013 года, показали, что гидрологический режим озера существенно регулируется атмосферой, в первую очередь осадками, а не подземными источниками. На рисунке 1 показана динамика суточных выпадений жидких осадков с 01.08. 2013 по 24.10.2013.

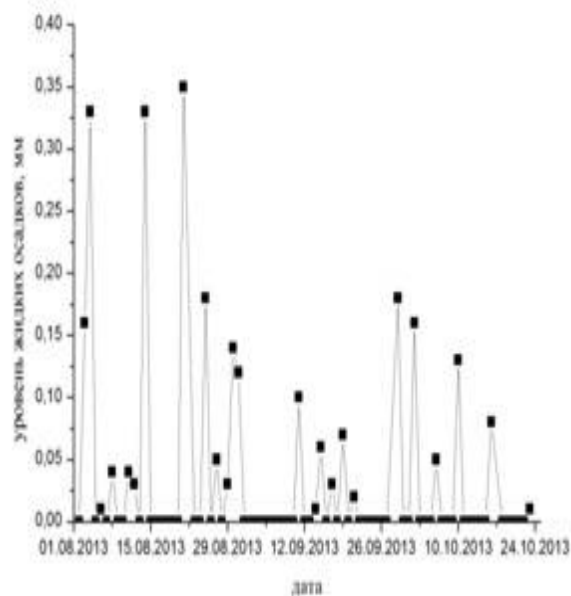


Рисунок 1 - Динамика суточных выпадения жидких осадков с 01.08 по 24.10. 2013

РАЗДЕЛ 4. АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЛЕКСЫ. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При отсутствии атмосферных осадков комплекс «АПИК» регистрировал быстрое понижение уровня воды в озере до 76 мм в течение пяти суток. При этом измеренная амплитуда суточного хода уровня воды в озере (уменьшение днем из-за испарения и подпитка «ключами» ночью) составляла всего 22 мм, что не позволяло компенсировать испарение (рисунок 2).

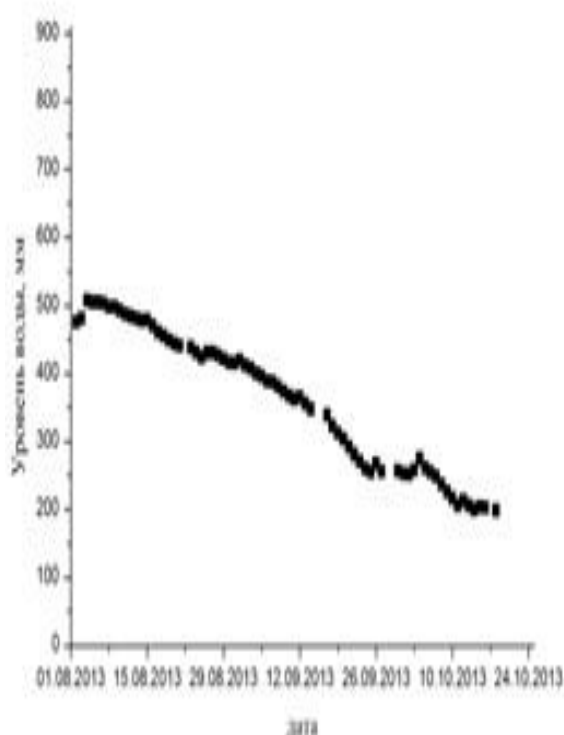


Рисунок 2 - Динамика уровня воды в озере Красиловское с 01.08 по 24.10.2013

Более быстрое выхолаживание береговой суши ночью по сравнению с озерной гладью приводит к систематическому формированию мощной приземной температурной инверсии до высот 300-350 м, что приводит к обильному выпадению росы каждое утро, которая, испаряясь, безвозвратно исчезала в атмосфере, о чем свидетельствовал дневной температурный профиль, практически полностью повторяющий профиль «сухой адиабаты» (рисунок 3).

Таким образом, было установлено, что внутренние гидрологические ресурсы озера Красиловского оказались значительно ослабленными.

Исследования проводились при финансовой поддержке программы Президиума РАН

4.2 «Комплексный мониторинг современных климатических и экосистемных изменений в Сибири».

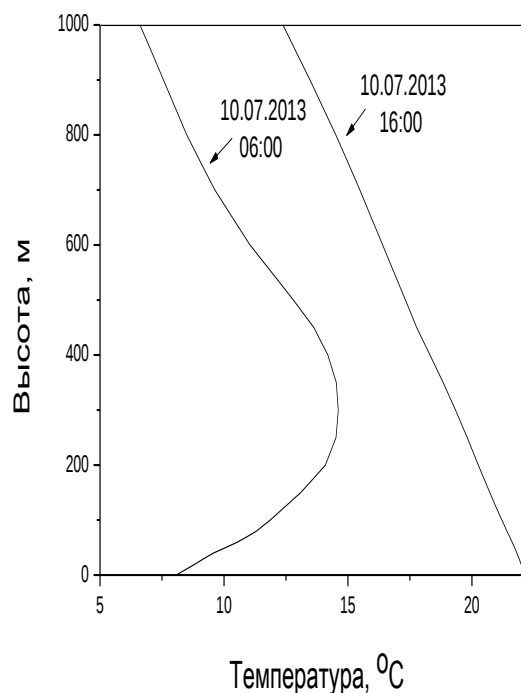


Рисунок 3 - Динамика профиля температуры 10.07.2013

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Показеев, К.В. Гидрофизика и экология озер. Том 1. Гидрофизика [Текст] / К.В. Показеев, Н.Н. Филатов - М.: Физический факультет МГУ, 2002. - 276 с.
2. Лузгин, Б.Н. Происхождение Красиловского озера [Текст] / Б.Н. Лузгин. - Известия АлтГУ - №4, 1998. - С. 113-116.

Чл.-корр. РАН **В.В. Зуев**, e-mail vzuev@list.ru, (3822)-492-232 - ИМКЭС СО РАН, г.Томск; д.ф.-м.н., г.н.с. **И.А. Суторухин**, e-mail sia@iwep.ru, (3852)666-502 - ИВЭП СО РАН и профессор АлтГУ, г.Барнаул, ; к.ф.-м.н., с.н.с. **А.П. Шелехов**, e-mail ash@imces.ru, (3822)-492-232 - ИМКЭС СО РАН, г.Томск; н.с. **С.А. Кураков**, e-mail ksat@imces.ru, (3822)-492-252 - ИМКЭС СО РАН, г.Томск; аспирант **У.И. Залаева** - ИВЭП СО РАН, г. Барнаул.

ПОЛЗУНОВСКИЙ ВЕСТНИК № 2, 2014