

МНОГОВОЛНОВЫЙ СЕНСОР КОНТРОЛЯ ПРОЗРАЧНОСТИ ВОДЫ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ

Кривенко Е. В.¹, к.ф.-м.н.; Луценко В. И.¹, д.ф.-м.н., с.н.с.;

Попов И. В.¹; Лю Яо.² (Liu Yao)

¹*Институт радиофизики и электроники им. А. Я. Усикова Национальной академии наук Украины, г. Харьков, Украина*

²*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского, г. Харьков, Украина*

Прозрачность — является одной из важных характеристик, определяющих потребительские качества воды. Контроль прозрачности или мутности воды может основываться на регистрации в оптическом диапазоне коэффициентов прохождения и рассеяния света контролируемым образцом воды на нескольких длинах волн. Поскольку помутнение воды, обычно сопровождается и изменением ее цвета (от голубоватого к желтому), то в сенсорах целесообразно использовать несколько длин волн. Это позволяет оценивать частотную дисперсию затухания в мутной среде и дать косвенную оценку размеров загрязняющих воду частиц. На рис. 1,2 показан макет измерителя прозрачности воды на 5 длинах волн оптического (650нм — красный, 550нм — зеленый, 450нм — синий) и инфракрасного (850нм и 940нм) диапазонов. В нем используется 5 излучателей, работающих в разных диапазонах длин волн и один широкополосный приемник. Измерение затухания на различных длинах волн осуществляется одноканальным приемником, последовательно во времени. Для повышения помехозащищенности от внешних источников освещения используется низкочастотная модуляция источника излучения и узкополосный синхронный прием прошедшего через образец излучения. Укрупненная структурная схема сенсора представлена на рис.1, общий вид сенсора с блоком в который помещается кювета с исследуемой водой — рис. 2. Спектральная чувствительность используемого в нем широкополосного фотоприемника (opt101) показана на рис.3. Там же нанесены длины волн используемые для просвечивания образца.

В устройстве последовательно производится генерация пачек импульсов 5 светодиодными источниками, имеющими различную длину волны излучаемого сигнала (источники от 1 до 5 слева направо). Приемником отраженного сигнала является фотоприемник (opt101), поле усиления сигнала фотоприемником сигнал подается на вход 12 разрядного АЦП, входящего в состав микроконтроллера. Микроконтроллер производит модуляцию излучаемого сигнала, цифровое синхронное детектирование сигнала принятого на фотоприемник, цифровую фильтрацию и отображение информации об уровне принимаемого сигнала попавшего на фотоприемник

от каждого из источников (от 1 до 5 слева направо, сверху вниз) на экране дисплея. Использование модуляции позволяет исключить влияние естественной засветки, фильтрация позволяет повысить соотношения сигнал / помеха, а 32 кратная передискретизация позволяет повысить эффективную разрядность АЦП до 14 бит, что увеличивает динамический диапазон системы. Данное устройство позволяет исследовать коэффициенты прохождения и отражения сред на нескольких длинах волн в оптическом диапазоне.

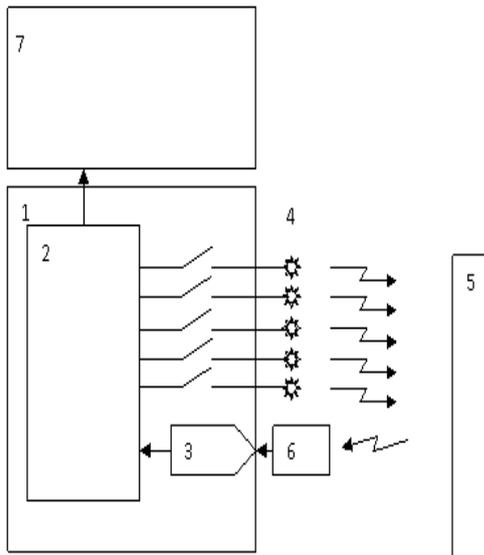


Рисунок 1. Структурная схема:
1 — микроконтроллер, 2 — арифметико–логическое устройство (АЛУ) микроконтроллера, 3 — АЦП микроконтроллера, 4 — излучатели (светодиоды), 5 — исследуемый объект, 6 — фотоприемник, 7 — индикатор.

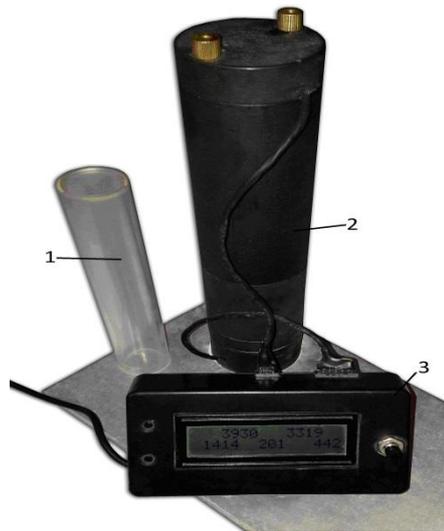


Рисунок 2. Общий вид многоволнового измерителя прозрачности воды: 1 — измерительная кювета; 2 — блок для кюветы с излучателями и приемником; 3 — индикаторное устройство

В нем реализован динамический диапазон измерений ослаблений светового потока до 30дБ, что позволяет контролировать прозрачность (мутность) воды в широких пределах. Использование многоволнового режима позволяет повысить точ-

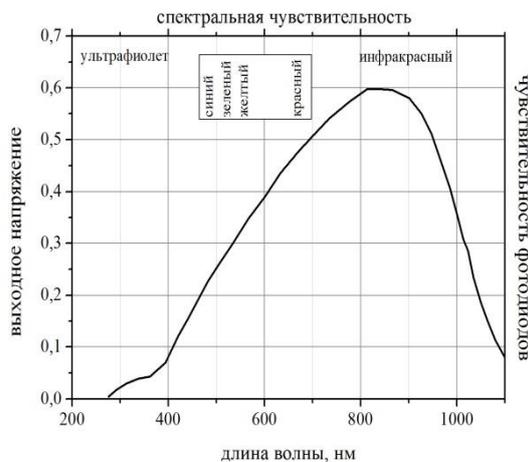


Рисунок 3. Спектральная чувствительность приемника многоволнового сенсора

ность измерений и проводить дифференциацию размеров загрязняющих частиц. Результаты оценки оптической прозрачности воды приведены на рис. 4–5. [1].

Зависимость затухания оптического сигнала от степени загрязненности воды грунтом приведена на рис. 4, а на рис. 5 показано изменение при этом ее прозрачности. Для контроля степени прозрачности использовалась стандартная методика оценки разрешающей способности, применяемая в телевидении. Следует от-

метить, что в достаточно большом диапазоне загрязнений (от 0 до 80%) затухание от степени загрязнения удовлетворительно описывается линейной зависимостью.

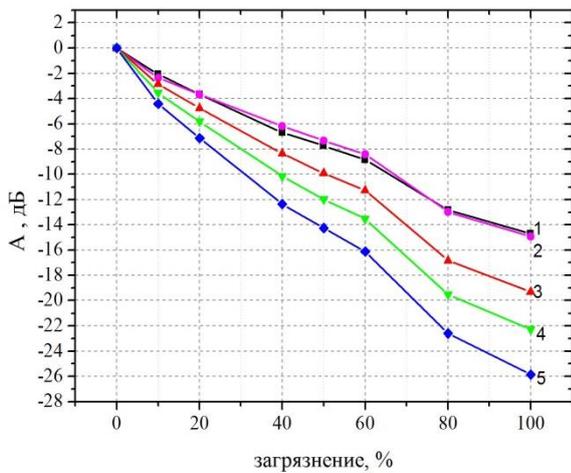
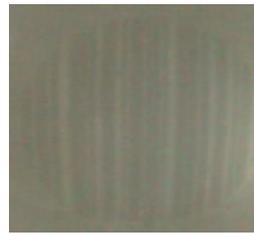


Рисунок 4. Затухание от степени загрязнения воды (коричневого цвета) для разных длин волн оптического и ИК диапазонов: 1 — 940 нм, 2 — 850 нм, 3 — красный, 4 — зеленый, 5 — синий.



Загрязнение 50%



Загрязнение 100%

Рисунок 5. Оптическая прозрачность воды коричневого цвета.

Проведенные исследования показали, что использование измерений на нескольких частотах оптического диапазона позволит решить задачу создания сенсоров контроля воды, обладающих высокой чувствительностью к загрязнениям и низкой стоимостью.

Перечень источников

1. Использование smart grid технологий как основы модернизации системы водоснабжения для будущего устойчивого развития общества: Proceedings of the International Humboldt conference ["Science and technology as a basis of modernization for future sustainable development SSF—2014"], (Minsk, Belarus, 18—21 September), 2014—P. 57—61.

Анотація

Представлено опис багатохвильового оптичного сенсора контролю прозорості води і результати його випробувань з визначення прозорості забрудненої ґрунтом води.

Ключові слова: оптичний сенсор, загасання світла в середовищі, оптична прозорість.

Аннотация

Представлено описание многоволнового оптического сенсора контроля прозрачности воды и результаты его испытаний по определению прозрачности загрязненной грунтом воды.

Ключевые слова: оптический сенсор, затухание света в среде, оптическая прозрачность.

Abstract

The description of the multi-wavelength optical sensor to control the transparency of the water and the results of its tests to determine the transparency of polluted by soil water is shown.

Keywords: optical sensor, light attenuation in the medium, the optical transparency.