

УДК 621.383.8

Экспресс-анализатор влажности почвы на различных глубинах

Т. Т. Мойдунов

Ошский филиал Международного университета Кыргызстана, г. Ош, Республика Кыргызстан

Предложен экспресс-анализатор влажности почвы, основанный на ИК-методе. Рассмотрены разработка и исследования быстродействующего, малогабаритного, высокоточного и надежного оптоэлектронного устройства для анализа влажности почвы на различных глубинах.

В сельском хозяйстве важное значение имеет оценка влажности почвы, от которой зависит плодородие почвы.

Исследования спектральной характеристики воды показали, что вода обладает следующими спектральными полосами поглощения: 0,76; 0,97; 1,19; 1,45; 1,94 мкм. Следует отметить, что на длине волны 1,94 мкм вода обладает значительным поглощением. Следовательно, если контролируемый объект облучают излучением с такой длиной волны и измеряют количество прошедшего или отраженного потока излучения, то это количество будет изменяться в зависимости от влажности.

Для измерения влажности почвы использован двухволновый метод контроля. При измерениях только на одной длине волны возникают ошибки, основными источниками которых помимо влажности является рассеивание излучения измеряемыми веществами и т. д. Для исключения этих ошибок используется еще одна длина волны, лежащая вне полосы поглощения влагой, — опорная.

Длину измерительной и опорной волны можно выбрать оптимальной с учетом спектра измеряемого вещества и диапазона измерения влажности.

Основные требования к измерительным преобразователям влажности: высокая точность и надежность, быстродействие, небольшие габаритные размеры и электропотребление.

Общие принципы построения таких преобразователей заключаются в следующем. Контролируемый объект облучается двумя потоками на опорной $\Phi_{\lambda 1}$ и измерительной $\Phi_{\lambda 2}$ длинах волн, соответственно [1, 2]. Отраженные потоки от поверхности почвы описываются выражениями:

$$\begin{aligned}\Phi_{\lambda 1} &= \gamma_{\lambda 1} \Phi_{0\lambda 1}; \\ \Phi_{\lambda 2} &= \gamma_{\lambda 2} \Phi_{0\lambda 2} e^{-km},\end{aligned}$$

где $\gamma_{\lambda 1}$ и $\gamma_{\lambda 2}$ — коэффициенты отражения на опорной и измерительной длинах волн, соответ-

ственно; k — коэффициент поглощения; m — масса влаги.

Пусть начальный поток изменяется по спадающему экспоненциальному закону $\Phi_{0\lambda 1} = Ae^{-l/r}$, тогда

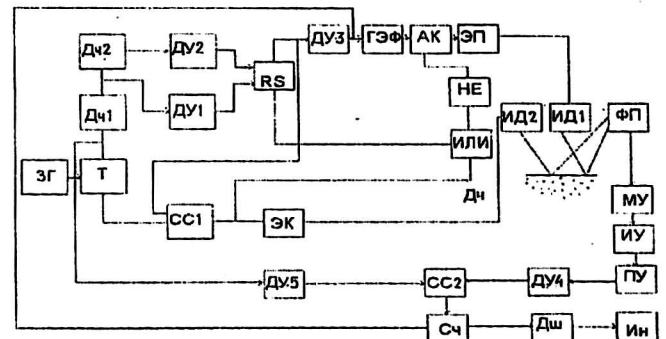
$$\begin{aligned}\Phi_{\lambda 1} &= \gamma_{\lambda 1} A e^{-l/r}, \\ \Phi_{\lambda 2} &= \gamma_{\lambda 2} \Phi_{0\lambda 2} e^{-km}.\end{aligned}$$

В момент сравнения потоков опорной и измерительной длин волн, т. е. $\Phi_{\lambda 1} = \Phi_{\lambda 2}$, если $\Phi_{0\lambda 1} = A$, тогда $-t_{cp}/\tau = -km$.

Отсюда $m = t_{cp}/k\tau$, т. е. масса влаги почвы пропорциональна сравнению временных интервалов.

В экспресс-анализаторе влажности почвы в качестве источников излучения использованы высокоэффективные светодиоды на основе GaInAsSb со спектрами излучения 1,94 мкм для измерительной волны и 2,1 мкм — для опорной. Эти светодиоды обладают высокой надежностью и стабильностью в процессе эксплуатации [3, 4] и обеспечивают высокую точность измерения.

Блок-схема экспресс-анализатора влажности почвы, работающая на двухволновом методе, приведена на рисунке.



Блок-схема экспресс-анализатора влажности почвы: ЗГ — задающий генератор; Т — триггер; ДЧ1 и ДЧ2 — делители частоты; ДУ1—ДУ2 — дифференцирующие устройства; RS — триггер; ГЭФ — генератор экспоненциальной функции; АК — аналоговый коммутатор; ЭП — эмиттерный повторитель; СС1 и СС2 — схемы совпадения; ЭК — электронный коммутатор; ИД1, ИД2 — излучающие диоды; ФП — фотоприемник; МУ — малошумящий усилитель; ИУ — избирательный усилитель; ПУ — пороговый усилитель; Дш — дешифратор; Ин — индикатор

Задающий генератор вырабатывает последовательность прямоугольных импульсов, которые подаются на вход триггера и на выходах последнего формируются симметричные прямоугольные импульсы.

Прямоугольные импульсы с одного из противофазных выходов триггера подаются на вход последовательно соединенных делителей частоты Дч1 и Дч2 с коэффициентом деления $K_1 = 100$ и $K_2 = 10$, соответственно. Прямоугольные импульсы с выходов делителей частоты Дч1 и Дч2 через соответствующие дифференцирующие устройства ДУ1 подаются на вход RS-триггера. При этом сигнал падающий на RS-триггер с выхода ДУ2 производит установку "1" на выходе RS-триггера, который дифференцируется на дифференциальном устройстве ДУ3 и подается на запускающий вход генератора экспоненциальной функции. Импульс экспоненциальной функции подается на вход аналогового коммутатора, ускоряющийся инвертированным сигналом элемента "ИЛИ", на один из входов поступает длительный прямоугольный импульс с выхода RS-триггера, а на другой — поток противофазных прямоугольных импульсов с выхода схемы совпадения, сформированный при воздействии двух сигналов: сигнала с противофазного выхода триггера и сигнала с выхода RS-триггера.

Таким образом, на выходе аналогового коммутатора формируется поток прямоугольных импульсов, амплитуда которых изменяется по спадающему экспоненциальному закону. Этот сигнал с помощью эмиттерного повторителя усиливается по току и подается на излучающий диод на опорной длине волны. Излучающий диод ИД2 измерительной длины волны питается противофазным импульсным потоком с выхода электронного коммутатора, управляемого выходным сигналом схемы совпадения СС1. Потоками излучения измерительной длиной волны облучаются контролируемые объекты. Прошедшие через контролируемый объект излучения

принимаются одним и тем же фотоприемником. Выходной сигнал фотоприемника усиливается сначала маломощным усилителем, а затем избирательным усилителем и подается на вход порогового устройства, на выходе которого формируются прямоугольные импульсы.

Сигнал на выходе порогового устройства дифференцируется на дифференциальном устройстве ДУ4 и подается на один из выходов схем совпадения СС2, на другой вход поступают дифференцированные сигналы с выхода триггера (Т). В результате на выходе СС2 формируется поток дифференцированных импульсов, количество которых пропорционально промежутку времени, соответствующий сначала экспоненты до момента сравнения. Этот сигнал записывается в счетчике Сч и поступает на дешифратор и на индикатор. Через некоторое время с выхода ДУ3 поступает сигнал установки "0" в счетчике Сч, и далее этот цикл повторяется.

Таким образом, масса влаги пропорциональна интервалам времени сначала экспоненты до момента сравнения измерительных и опорных потоков излучения.

Надо отметить, что при постоянстве частоты чувствительности устройства определяется постоянной времени экспоненты, т. е. чем больше постоянная времени экспонента, тем больше ее чувствительность, которая является одним из преимуществ данного устройства.

Л и т е р а т у р а

1. Мухитдинов М. М. Оптоэлектронные методы неразрушающего контроля. — Ташкент: ФАН, 1984. — 98 с.
2. Мухитдинов М. М., Мусаев Э. С. Оптические методы и устройства контроля влажности. — М.: Энергоатомиздат, 1986. — 95 с.
3. Ишанин Г. Г., Панков Э. Д., Андреев А. А., Польшиков Г. В. Источники и приемники излучения. — СПб.: Изд-во "Политехника", 1991. — 240 с.
4. Мухитдинов М. М., Мусаев Э. С. Светоизлучающие диоды и их применение. — М.: Радио и связь, 1988. — 77 с.

The express analyzer of ground humidity

T. T. Mojdinov

The Osh branch of the International University of Kirghizstan, Osh, Republic Kirghizstan

In the given work the express train the analyzer of humidity of the ground, based on infra-a method is offered, and she is devoted to development and research high-speed, small-sized, precision and reliable optic-electronic devices for the analysis of humidity of ground on various depths.