

УДК 53.083

**ОСОБЕННОСТИ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЫ****Т. В. Мозговая, А. О. Жукова, О. Ю. Сорочкина**

Донской государственный технический университет (г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация)

Проведен анализ методов и средств измерения влажности почвы. Раскрываются особенности методов измерения влажности — электрометрического и тензометрического.

**Ключевые слова:** измерение, методы измерений, влажность, средства измерений влажности, принцип действия, электрометрический метод, тензометрический метод.

**FEATURES OF SOIL MOISTURE MEASUREMENT METHODS****T. V. Mozgovaya, A. O. Zhukova, O. Yu. Sorochkina**

Don State Technical University (Rostov-on-Don, Russian Federation)

This article analyzes the methods and means of measuring soil moisture, reveals the features of electrometric and tensometric methods of measuring soil moisture.

**Keywords:** measurement, measurement methods, humidity, moisture measuring instruments, operating principle, electrometric method, tensometric method

**Введение.** В настоящее время Россия является крупным экспортером сельхозпродукции и занимает 1-е место среди стран мира по экспорту пшеницы. Основной вклад в развитие сельскохозяйственной отрасли вносят Краснодарский край и Ростовская область. Именно эти регионы обладают подходящими почвами для выращивания пшеницы.

Ростовская область расположена в двух зонах: степной обыкновенной почвы и южных чернозёмов [1]. Почвенно-климатические условия области в целом благоприятны для развития сельскохозяйственного производства, но в летний период почва более засушливая, поэтому рационально применять автоматическую, зависимую от погоды, систему полива [2, 3]. Во избежание затопления или пересушивания почвы следует контролировать ее уровень влажности. В данное время идея применения системы автоматического полива зеленых насаждений набрала огромную популярность в аграрной отрасли [4]. Для решения этой проблемы были исследованы приборы измерения влажности почвы.

Объектом исследования является измеритель влажности почвы. Предметом изучения являются косвенные методы измерения влажности, на базе которых работают влагомеры [5]. Влагомером называется электронное устройство, которое используется для установления абсолютного содержания влаги в процентном отношении от массы твердого вещества [6].

**Прямые и косвенные измерения.** В основу любого влагомера заложен тот или иной метод установления влажности. Все существующие измерения, применяемые для определения влажности, принято делить на две группы: прямые и косвенные.

Суть прямых измерений заключается в непосредственном расщеплении почвы на две составляющих — влагу и сухой компонент.

В косвенных методах основной принцип — фиксирование какой-либо величины, объединенной с влажностью. Для того чтобы применять косвенные методы, необходимо провести калибровку для определения взаимосвязи между измеряемой физической величиной и влажностью почвы [7].

Разберем подробнее косвенные измерения почвенной влажности, а именно, рассмотрим, какие методы к ним относятся и в чем особенность каждого.

Самыми распространенными и безопасными методами косвенных измерений являются электрометрический и тензометрический.

**Электрометрический метод измерения влажности почвы.** Электрометрический метод основан на измерении сопротивления, индуктивности, емкости, а также проводимости почвы, в зависимости от ее влажности [8]. Перечисленные электрические параметры почвы измеряют влагомерами, которые состоят из двух главных составляющих — измерительного устройства и датчика.

Электрометрический метод имеет подгруппы: кондуктометрические и емкостные методы. Кондуктометрический базируется на определении сопротивления в цепи постоянного тока или электрической проводимости. Емкостный метод основан на измерении диэлектрической проницаемости, т.е. емкости в цепи переменного тока.

Во влагомерах, действующих на базе кондуктометрического метода, датчики — это электроды, которые проводят ток к исследуемому образцу почвы [9]. При прохождении тока через почву величина тока меняется, в зависимости от влажности.

В тех влагомерах, которые работают на основе емкостного метода (их называют диэлькометрами), датчиком является конденсатор с воздушным пространством, которое наполняется изучаемым материалом [10]. В зависимости от влажности почвы, изменяется электроемкость конденсатора.

Электрометрические методы имеют основное преимущество перед остальными методами — скорость. Получить результаты исследования можно спустя 1–2 минуты.

В настоящее время крупные производства пользуются электровлагомерами самых разнообразных марок, одним из них является анализатор влажности «Элвиз-2» (рис. 1).



Рис. 1. Анализатор влажности

**Тензометрический метод измерения влажности почвы.** Другой вид измерения влажности — тензометрический. Он состоит из пластиковой трубки и вакуумного манометра (вакуумметр). Сначала прибор заполняется водой, а потом его помещают в почву для определения давления. Когда вода движется по трубке, то происходит изменение давления и, соответственно, показание счетчика. После гидратации (или дождя) почва бывает влажная и вода не поступает в трубку, пока не произойдет смещение потенциала между почвой и тензиометром [11].

Тензиометр — доступный прибор. Можно приобретать трубки различной длины для измерения водного потенциала в почве на различных глубинах (рис. 2).

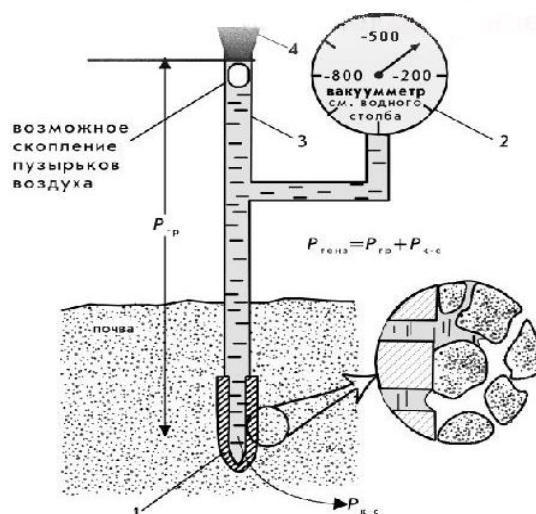


Рис. 2. Схема тензиометра: 1 — керамическая тонкопористая свеча; 2 — вакуумметр; 3 — трубка, соединяющая свечу и вакуумметр, заполненная кипяченой водой и закрытая с одного конца; 4 — пробка

Принцип действия данного устройства заключается в следующем: при высыхании породы земли, в которой находится пористый наконечник тензиометра, небольшое количество воды из полости прибора переходит в субстрат, а в приборе возникает вакуум, величину которого показывает вакуумметр [12]. Если влажность почвы увеличивается, то влага возвращается в полость прибора и вакуум в нем уменьшается.

Тензиометры обычно используют для принятия решения о начале и окончании полива почв [13]. Желательно их устанавливать на разных глубинах [14]. По показаниям данного прибора можно определить время начала орошения (тензиометр располагают ближе к поверхности) и время окончания полива (тензиометр располагают глубже). Недосток этого прибора в том, что его необходимо убирать до наступления холодов.

Что касается точности измерений, то особого различия в методах нет, погрешность методов колеблется от 2 до 4 % [15]. Поэтому при создании автоматизированной системы измерения, выборе метода и средства измерения влажности почвы основываются на способе использования.

Таким образом, электрометрические приборы имеют более высокую скорость получения результатов, но недостаточно хороший контакт игл измерителя с исследуемым материалом, что может отрицательно сказываться на точности результатов. Тензометрические датчики более точные и доступные по цене, но подвержены влиянию температуры.

**Заключение.** Электрометрический метод измерения почвенной влаги является наиболее предпочтительным ввиду высокой скорости измерения. Влагомеры, в основе которых лежит электрометрический метод, можно использовать в любое время года. Средства, реализующие данный метод, можно использовать в автоматизированных системах.

### Библиографический список

1. Вальков, В. Ф. Почвы Юга России / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. — Ростов-на-Дону : Эверест, 2008. — 276 с.
2. Вальков, Ф. Почвоведение : учебник для академического бакалавриата / В. Ф. Вальков, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников. — Изд-во. 4-е, перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2018. — 527 с.
3. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области / Ю. П. Хрусталева [и др.]. — Ростов-на-Дону : Батайское кн. изд-во, 2002. — 184 с.

4. Старостин, А. А. Технические средства автоматизации и управления: учеб. пособие / А. В. Лаптева, А. А. Старостин. — 2-е изд., стер. — Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2015. — 168 с.
5. Берлинер, М. А. Измерения влажности / М. А. Берлинер. — изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва: Энергия, 1973. — 400 с.
6. Измерение влажности почв методом частотной диэлькометрии / А. Г. Болотов [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2013. — № 12 (110). — С. 36–39.
7. Бабьева, И. П. Биология почв / И. П. Бабьева, Г. М. Зенова; под ред. Д. Г. Звягинцева. — изд. 2-е, перераб. и доп. — Москва: Издательство МГУ, 1989. — 335 с.
8. Теории и методы физики почв / под ред. Е. Шеина, Л. Карпачевского. — Москва: Гриф и К, 2007. — 368 с.
9. Фрайден, Дж. Современные датчики. Справочник / Дж. Фрайден. — Москва: Техносфера, 2005. — 592 с.
10. Агроклиматические ресурсы Ростовской области / под ред. З. Русеевой, Е. Роговской, Г. Ивковой. — Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. — 251 с.
11. Кузнецов, М. И. Основы электротехники / М. И. Кузнецов. — Москва: Высшая школа, 1970 — 368 с.
12. Виглеб, Г. Датчики. Устройство и применение / Г. Виглеб. — Москва: Мир, 1989. — 196 с.
13. Шишмарёв, В. Ю. Технические измерения и приборы: учебник для средн. профессион. образ. / В. Ю. Шишмарёв. — Изд. 3-е, перераб. и доп. — Москва: Юрайт, 2019. — 377 с.
14. Качинский, Н. А. Физика почвы. Часть 1. / Н. А. Качинский. — Москва: Высшая школа, 1965. — 324 с.
15. Толмачева, Н. И. Методы и средства гидрометеорологических измерений (для метеорологов): учебное пособие / Н. И. Толмачева. — Пермь: Изд-во Пермского университета, 2011. — 223 с.

*Об авторах:*

**Мозговая Татьяна Викторовна**, студент кафедры «Управление качеством» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [ya.mozgowaia@yandex.ru](mailto:ya.mozgowaia@yandex.ru)

**Жукова Ангелина Олеговна**, студент кафедры «Управление качеством» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), [zhukova.angelina2018@yandex.ru](mailto:zhukova.angelina2018@yandex.ru)

**Сорочкина Оксана Юрьевна**, доцент кафедры «Управление качеством» Донского государственного технического университета (344003, РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1), кандидат технических наук, доцент, [oxisor@yandex.ru](mailto:oxisor@yandex.ru)

*Authors:*

**Mozgovaya, Tatyana V.**, student, Department of Quality Management, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [ya.mozgowaia@yandex.ru](mailto:ya.mozgowaia@yandex.ru)

**Zhukova, Angelina O.**, student, Department of Quality Management, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), [zhukova.angelina2018@yandex.ru](mailto:zhukova.angelina2018@yandex.ru)

**Sorochkina, Oksana Yu.**, associate professor, Department of Quality Management, Don State Technical University (1, Gagarin sq., Rostov-on-Don, 344003, RF), Cand.Sci., Associate professor, [oxisor@yandex.ru](mailto:oxisor@yandex.ru)