

В августе 2012 г. дожди шли периодически, но их величина была не столь продуктивна и составила в сумме 44 мм. А под воздействием высоких температур (13 августа было +37°C) почва быстро иссушалась как в паровом поле, так и на контрольном варианте ещё и за счёт интенсивного расхода влаги растениями.

Выводы

Итак, запасы тепла в почве формируются не только под воздействием метеоусловий, но в большей степени под влиянием возделываемой культуры и режимов орошения.

Кроме того, динамика влажности на изучаемых почвах под столовой свёклой в богарных условиях в течение периода вегетации в большей степени зависела от метеорологических условий, чем от интенсивности потребления влаги корнеплодами.



УДК 631.425.2

**А.Г. Болотов,
Т.А. Карась,
А.А. Лёвин,
И.В. Гефке,
А.Н. Шаталов,
И.Н. Бутырин,
Е.А. Копыч**

ИЗМЕРЕНИЕ ВЛАЖНОСТИ ПОЧВ МЕТОДОМ ЧАСТОТНОЙ ДИЭЛЬКОМЕТРИИ

Ключевые слова: влажность почвы, почвенный влагомер, преимущественные потоки влаги, объемная влажность почвы, влагостатирование, калибровка влагомера.

Введение

Диэлькометрия, измерение диэлектрических свойств материалов, является фундаментальным методом исследования и широко используется в технологиях сельскохозяйственного производства для контроля состояния материалов, качества сырья, продукции и параметров технологических процессов, обеспечивая экспрессность измерений, возможность работы в режиме реального времени, приемлемую точность, простоту использования и невысокую стоимость средств измерений [1-3].

Принцип работы диэлькометрических измерителей влажности основан на зависимости диэлектрической проницаемости материала от его влажности (так как диэлектрическая проницаемость воды во много раз выше, чем у большинства материалов, способных поглощать влагу, то диэлектриче-

Библиографический список

1. Макарычев С.В., Величина С.В. Формирование режима тепла и влаги в черноземах Приобья при различных способах обработки // Вестник АГАУ. – 2003. – № 4(12). – С. 16-21.
2. Левин А.А. Гидротермический режим выщелоченного чернозема под различными ягодными культурами в летний период // Вестник АГАУ. – 2002. – № 3(11). – С. 237-238.
3. Макарычев С.В. Теплофизические основы мелиорации почв. – Барнаул, 2005. – 279 с.
4. Макарычев С.В., Гефке И.В., Шишкин А.В. Теплофизическое состояние черноземов плодовых садов Алтайского Приобья. – Барнаул, 2008. – 192 с.

ская проницаемость влажного материала дает достоверную информацию о его влажности).

В настоящее время существует множество специальных приборов для измерения влажности, основанных на диэлькометрическом методе. Для измерения влажности почв наиболее привлекательными являются диэлькометрические приборы, основанные на частотном методе. Частотный диэлькометрический (FD) датчик – это инструмент, разработанный для измерения содержания влаги, имеющий колебательный контур, в цепь которого включена чувствительная часть датчика, помещенная в исследуемую среду. Рабочая частота контура является функцией диэлектрической проницаемости материала (среды).

По сравнению с TDR датчиками, некоторые из которых не чувствительны к типу почвы, FD датчики более простые в реализации и, как следствие, менее дорогостоящие [4]. Однако из-за сложного электрического поля вокруг датчика он быть откалиброван для различных типов почвы.

Целью исследований была адаптация частотно-дielekтрического влагомера для измерения влажности почв Алтайского края. В **задачи** исследований входило проведение калибровки и сравнительного анализа погрешности до и после калибровки прибора.

Объекты и методы исследований

В работе был использован dielectricкий влагомер E+soil MCT производства фирмы Eijkelkamp Agrisearch Equipment (Нидерланды), который представляет собой интегрированный электронный прибор для измерения, регистрации и контроля уровня объемной влажности почвы, электропроводности и температуры [5]. Датчик определяет электрическую проницаемость с помощью так называемого Frequency Domain (FD)-принципа измерения. Объемная влажность почвы рассчитывается по Торр-модели [6].

Характеристики данного влагомера:

частота измерений – 20 МГц;

объем памяти – 3 x 20 000 измерений;

интервал измерения: 1-60 с, 1-60 мин., 1-24 ч;

точность встроенных часов: 1 с в день;

диапазон измеряемой влажности: от 0 до 100%;

диапазон измеряемой электропроводности: от 0 до 5 мСм/см;

измерительный диапазон температур: от -20 до 80°C;

рабочая глубина погружения в почву: 10-100 см.

Системное обеспечение данного прибора осуществляется с помощью программного пакета Logger Data Manager. E + MCT, он может быть откалиброван пользователем путем программной корректировки входных параметров. В данной работе калибровка прибора проводилась для основных типов почв Алтайского края различного гранулометрического состава.

Физические свойства почв определяли общепринятыми в почвоведении методиками [7].

Экспериментальная часть и обсуждение результатов

Процедура калибровки заключалась в синхронном измерении влажности почвы влагомером и термостатно-весовым способом, с пересчетом в объемную влажность. С помощью формул пересчета, приведенных в инструкции по эксплуатации, были получены программно задаваемые коэффициенты, для разных типов почв, которые записываются в память прибора.

Для проведения функциональной проверки калиброванного влагомера был проведен лабораторный эксперимент, в котором влажность почвы определялась: 1) термо-

статно-весовым способом, с пересчетом в объемную влажность; 2) влагомером; 3) откалиброванным влагомером. Проверку влагомера проводили в наиболее вероятном диапазоне естественного увлажнения – от капиллярной влагоемкости до влажности завядания.

Образцы почвы естественного сложения были помещены в полипропиленовые цилиндры-колонки с увлажнением до капиллярной влагоемкости, которая являлась первой точкой для экспериментального определения влажности. Последующие точки получены путем частичного высушивания образца и проведения процедуры влагостатирования. Для получения одного экспериментального значения влажности почвы, включая время на влагостатирование, в тестовом эксперименте требуются 1 сут. Исследование проводили на 78 образцах различных по типу и гранулометрическому составу почв. Рассмотрим динамику изменения объемной влажности в течение 5 сут. 4 различных по типу образцов, измеренную термостатно-весовым способом, влагомером и влагомером после калибровки (рис. 1). Анализ зависимостей показывает достаточно близкое расположение кривых, полученных термостатно-весовым способом и влагомером после калибровки, что говорит об увеличении точности после проведения процедуры калибровки.

На рисунке 1 видна точка перегиба перехода области капиллярной влаги в пленочную, которую можно использовать для оценочных значений равновесного состояния влаги в области ММВ-МКСВ по Воронину.

После проведения процедуры калибровки значения относительной погрешности в большинстве случаев уменьшились на порядок.

В ходе эксперимента было установлено, что на точность измерения влажности для относительно быстрых процессов (несколько минут), протекающих в почве, влияет момент погружения и вынимания измерительных игл в образец, при этом процесс измерения уже запущен. Рассмотрим динамику объемной влажности, измеренную влагомером на примере образца № 4 (рис. 2). На рисунке виден диапазон изменения экспериментальных значений больше 10% содержания влаги от объема.

Значения влажности в начале и в конце эксперимента считаются промахами, так как выходят за пределы $\pm 3\delta$ и не учитываются в дальнейших расчетах [8]. Расчеты показали, что при отбрасывании промахов значения коэффициента вариации, характеризующего меру разброса данных, существенно уменьшается, например, для образца № 4 он уменьшился с 3,5 до 0,6%.

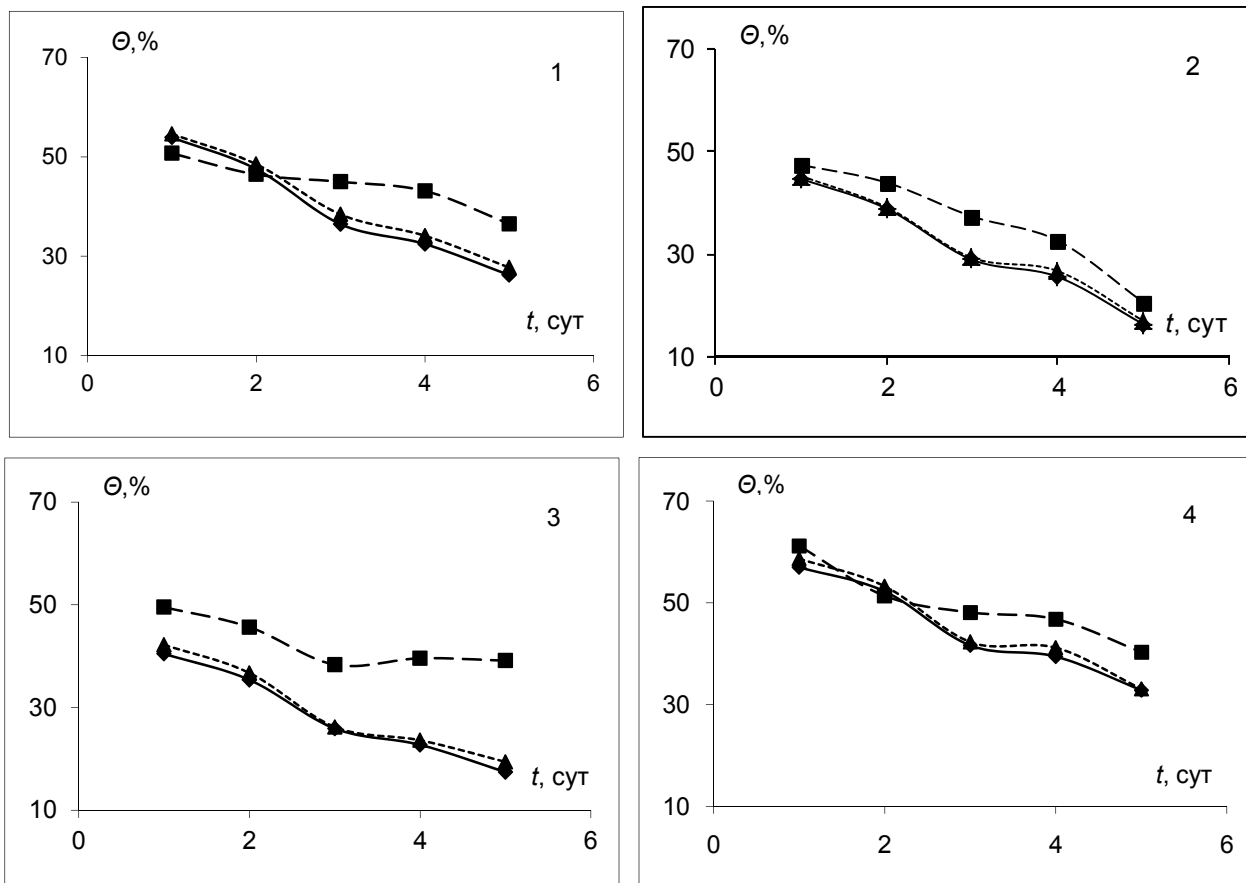


Рис. 1. Динамика объемной влажности почв во времени:
 —■— — термостатно-весовой способ; —◆— — влагомер;
 - - - ▲ - - - влагомер после калибровки;
 1 — гор. А_{пах}, 2 — гор. В (чернозем выщелоченный среднемощный малогумусный среднесуглинистый); 3 — гор. В_л (черноземно-луговая среднемощная малогумусная среднесуглинистая); 4 — гор. А (аллювиально-луговая карбонатная среднемощная малогумусная среднесуглинистая)

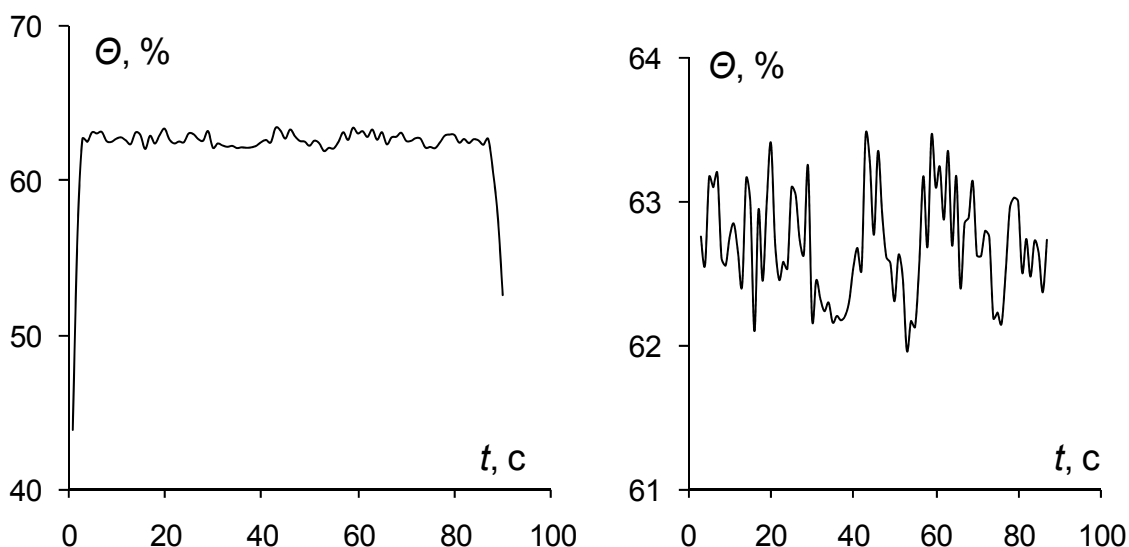


Рис. 2. Значения влажности, регистрируемые влагомером во времени с учетом и без учета промахов

Заключение

Рассмотренный в работе влагомер-логгер может быть перспективным средством измерения влажности почв в долговре-

менном интервале, а также потоков влаги при провальной фильтрации, транспортных потоков, где традиционные измерительные средства имеют те или иные ограничения.

При проявлении вышеуказанных эффектов, от единиц до десятков минут в зависимости от типа почвы, исходной влажности почвы, напора поступающей воды и рассматриваемой толщи односекундная частота выборки рассматриваемого влагомера способствует повышению динамической точности измерений.

После проведения процедуры калибровки значения относительной погрешности в большинстве случаев значительно уменьшились.

Библиографический список

1. Ананьев И.П. Автогенераторные измерительные преобразователи двухкомпонентной диэлектрической сельскохозийственных материалов: автореф. дис. ... докт. техн. наук. – СПб., 2009. – 48 с.
2. Никифоров В.Е. Повышение эффективности контроля влажности в производстве фуражного зерна // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 1. – С. 75-76.
3. Болотов А.Г., Макарычев С.В. Применение автогенераторного преобразователя

при измерении влажности почвы // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. VI Междунар. науч.-практ. конф. (3-4 февраля 2011 г.): в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2011. – Кн. 2. – С. 36-38.

4. Чудинова С.М., Понизовский А.А., Щербаков Р.А. Применение метода рефлектометрии во временной области для определения влажности почв // Почвоведение, 1996. – № 10. – С. 1267-1270.

5. E+Soil MCT-sensor / <http://en.eijkelkamp.com/products/earth-monitoring/e-sense/e-soil-mct-sensor.htm>.

6. Topp G., Davis J., Annan A. Electromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines // Water Resources Res, 1980. – № 16. – P. 574-582.

7. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.

8. Савич В.И. Применение вариационной статистики в почвоведении. – М.: Изд-во ТСХА, 1972. – 105 с.



УДК 631.43:633.2:631.559 (571.15)

И.В. Шорина

ВЛИЯНИЕ АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ ОДНОЛЕТНИХ ТРАВ В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

Ключевые слова: урожайность, чернозем выщелоченный, почвенный профиль, влажность, теплопроводность, сумма температур, информационно-логический анализ, гумус, мощность почвенного горизонта.

Введение

Основным свойством почвы является плодородие – способность удовлетворять потребность растений в элементах питания, воде, обеспечивать их корневые системы достаточным количеством воздуха, тепла для нормальной деятельности и создания урожая [1].

Влияние различных свойств почвы на формирование урожайности, их количественная оценка как фактор эффективного плодородия представлены в работах многих исследователей [2].

Мезорельеф местности во многом определяет урожайность сельскохозяйственных культур. Как результат разнокачественности склоновых земель по увлажнению, почвенному плодородию, микроклимату растения дают неодинаковую урожайность в

различных экологических условиях [3]. Большую роль в формировании урожайности играют элементы склона. Интенсивное иссушение метрового слоя чернозема, как и повышение влаги в нем, приводит к формированию более низких урожаев.

Целью работы явилось изучение агрофизических свойств чернозема выщелоченного на склонах высокого Алтайского Приобья.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи:**

изучить почвенно-физические факторы, определяющие гидротермический режим чернозема выщелоченного на различных частях склона;

установить их влияние на урожайность однолетних трав.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования явились черноземы выщелоченные учебно-опытного хозяйства «Пригородное». Они формируются в условиях высокого Алтайского Приобья в подзоне черноземов обыкновенных умеренно засушливой и колючной степи Алтайского края [4].