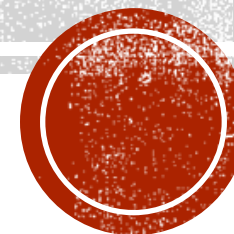


ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОМСКИХ ПОЧВ ПО ДАНЫМ ДАТЧИКА DECAAGON 5TE

Выполнил: Крошка Владимир Владимирович

Научный руководитель:
д.ф.-м.н., профессор
Бобров Павел Петрович



АКТУАЛЬНОСТЬ

Диэлектрическая проницаемость очень сильно различается у разных типов почв, то есть зависит от их состава, солености и различного содержания связанной воды и ее диэлектрических свойств. Получение достоверной и точной информации о диэлектрической проницаемости почв в полевых условиях необходима для оценки ее влажности.

Одним из приборов для изучения гидрологических характеристик почвогрунтов является портативный регистратор данных ProCheck с датчиком объемной влажности 5TE производства компании Decagon Devices, Inc. Датчик 5TE позволяет измерять три главных параметра, необходимых для различных исследований почвы: влажность, температуру почвы и электрическую проводимость. Однако для получения достоверных данных по конкретному типу почв (в данной работе почвы Омской области) необходимо производить некоторую калибровку стандартных (усредненных) коэффициентов регистратора данных ProCheck.



ЗАДАЧИ:

- Изучение принципов и алгоритмов определение влажности почвы и диэлектрических характеристик по прибору Decagon 5TE.
- Корректировка коэффициентов для определения влажности почвы, пригодных для Омской области.
- Анализ точности определения влажности и диэлектрических характеристик по прибору и с учетом скорректированных коэффициентов.



- В оптическом диапазоне свойства диэлектриков принято характеризовать показателями преломления n и поглощения k . Комплексный показатель преломления равен:

$$n^* = n - ik = \sqrt{\varepsilon^*} \quad (1)$$

КДП почвогрунтов определяется диэлектрическими свойствами слагающих почву компонент: воздуха, твёрдой фазы, свободной и связанной воды. Также КДП является функцией гранулометрического состава, частоты, температуры, плотности, содержания гумуса и примесей. Основной вклад в величину КДП почвы даёт вода, однако степень её влияния зависит от формы почвенной влаги [1].



На величину КДП сухих почвогрунтов оказывает влияние несколько факторов, а именно: плотность сложения, гранулометрический и химический состав [2, 3].

КДП влажной почвы определяют входящие в её состав компоненты: минеральный состав, свободная и связанная вода, воздух и органические вещества, температура.



В своих измерениях мы использовали портативный регистратор данных ProCheck с датчиком объемной влажности почвы 5TE производства компании Decagon Devices, Inc.



Датчика 5TE позволяет получить следующие параметры исследуемого материала : влажность, температуру почвы, электрическую проводимость, содержание соли.

Суть работы 5TE датчика заключается в измерении электрической емкости конденсатора, образуемого из зубцов датчика. Исследуемый образец почвы размещается между ними. Емкость такого конденсатора, в свою очередь, зависит от диэлектрической проницаемости образца.



- Объемное содержание влаги в минеральных типах почв рассчитывается с помощью уравнения

$$W = f \cdot \varepsilon^5 + e \cdot \varepsilon^4 + d \cdot \varepsilon^3 + c \cdot \varepsilon^2 + b \cdot \varepsilon + a, \quad (2)$$

где W – объемное содержание влаги; ε – действительная часть комплексной диэлектрической проницаемости; a, b, c, d, e, f – калибровочные коэффициенты.

В стандартной калибровке прибора коэффициенты имеют следующие значения:

$$a = -5,3 \cdot 10^{-2}$$

$$b = 2,92 \cdot 10^{-2}$$

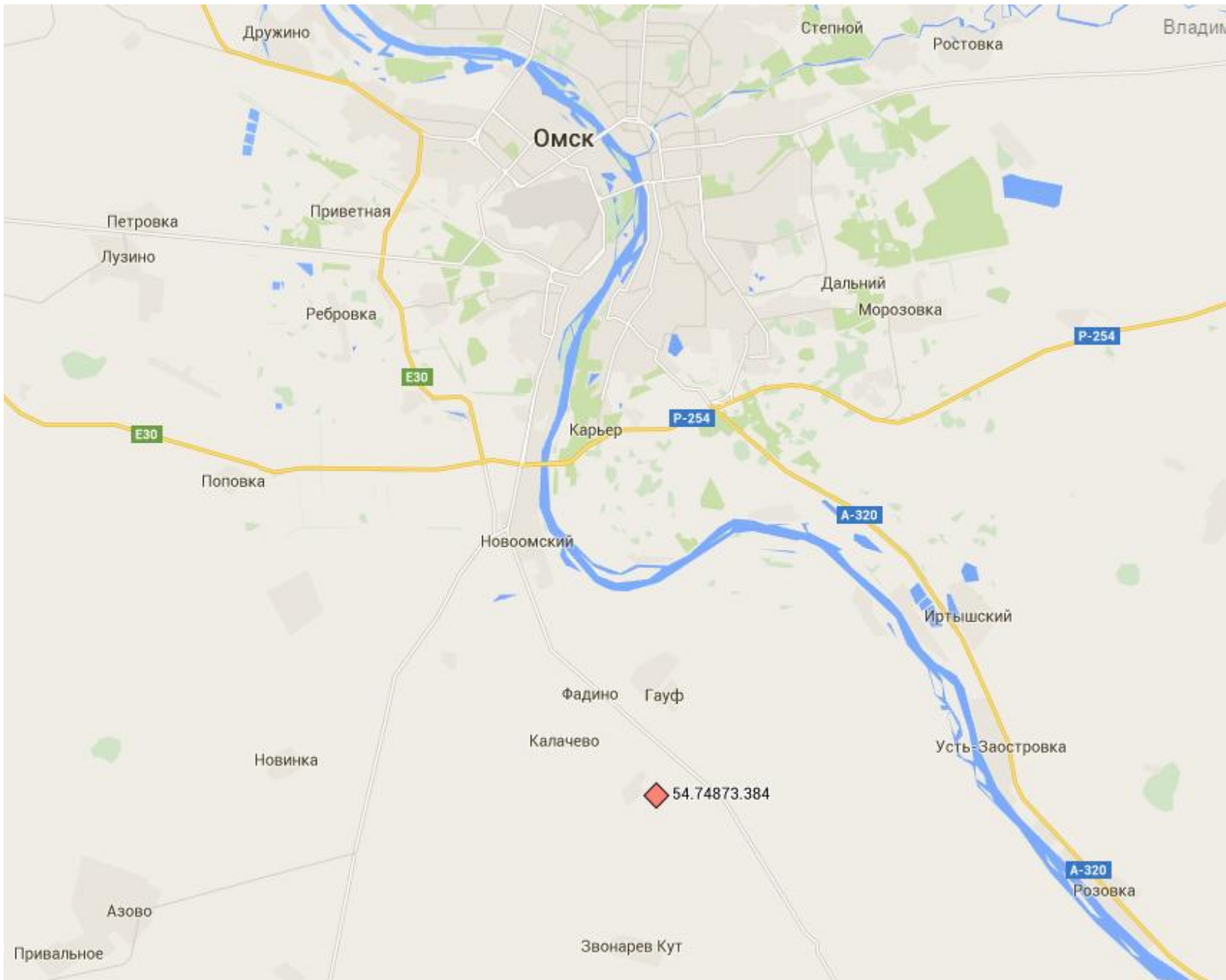
$$c = -5,5 \cdot 10^{-4}$$

$$d = 4,3 \cdot 10^{-6}$$

$$e = 0$$

$$f = 0$$





Координаты
места
проведения
измерений



Для нахождения калибровочных коэффициентов, пригодных для Омских почв, мы использовали результаты, полученные в лабораторных измерениях. В лабораторных условиях был измерен образец почвы с места проведения полевых измерений в широком диапазоне влажностей.

Затем, используя аппроксимацию зависимости диэлектрической проницаемости от влажности, нашли скорректированные калибровочные коэффициенты:

$$a_k = -1,2 \cdot 10^{-1};$$

$$b_k = 4,55 \cdot 10^{-2};$$

$$c_k = -1,1 \cdot 10^{-3};$$

$$d_k = 0;$$

$$e_k = 0;$$

$$f_k = 0;$$



Таблица 2. Сводная таблица данных.

Номер образца	n	$W_s, \text{м}^3/\text{м}^3$	$W_k, \text{м}^3/\text{м}^3$	$W_t, \text{м}^3/\text{м}^3$
1	2,4100	0,0989	0,1052	0,1075
2	2,9665	0,1643	0,1932	0,1991
3	2,9850	0,1666	0,1961	0,1905
4	2,7749	0,1412	0,1631	0,1727
5	2,4908	0,1080	0,1179	0,1682
6	2,7828	0,1421	0,1644	0,1692
7	2,9367	0,1607	0,1886	0,1851
8	3,0650	0,1763	0,2084	0,1999
9	3,0434	0,1737	0,2051	0,2260
10	3,0686	0,1768	0,2089	0,1913
11	2,9516	0,1625	0,1909	0,2056
12	2,2738	0,0839	0,0838	0,1164
13	3,0793	0,1781	0,2105	0,1996
14	3,0506	0,1746	0,2062	0,1931
15	3,2530	0,1995	0,2363	0,2238
16	2,7107	0,1336	0,1529	0,1343
17	2,8182	0,1464	0,1700	0,1550



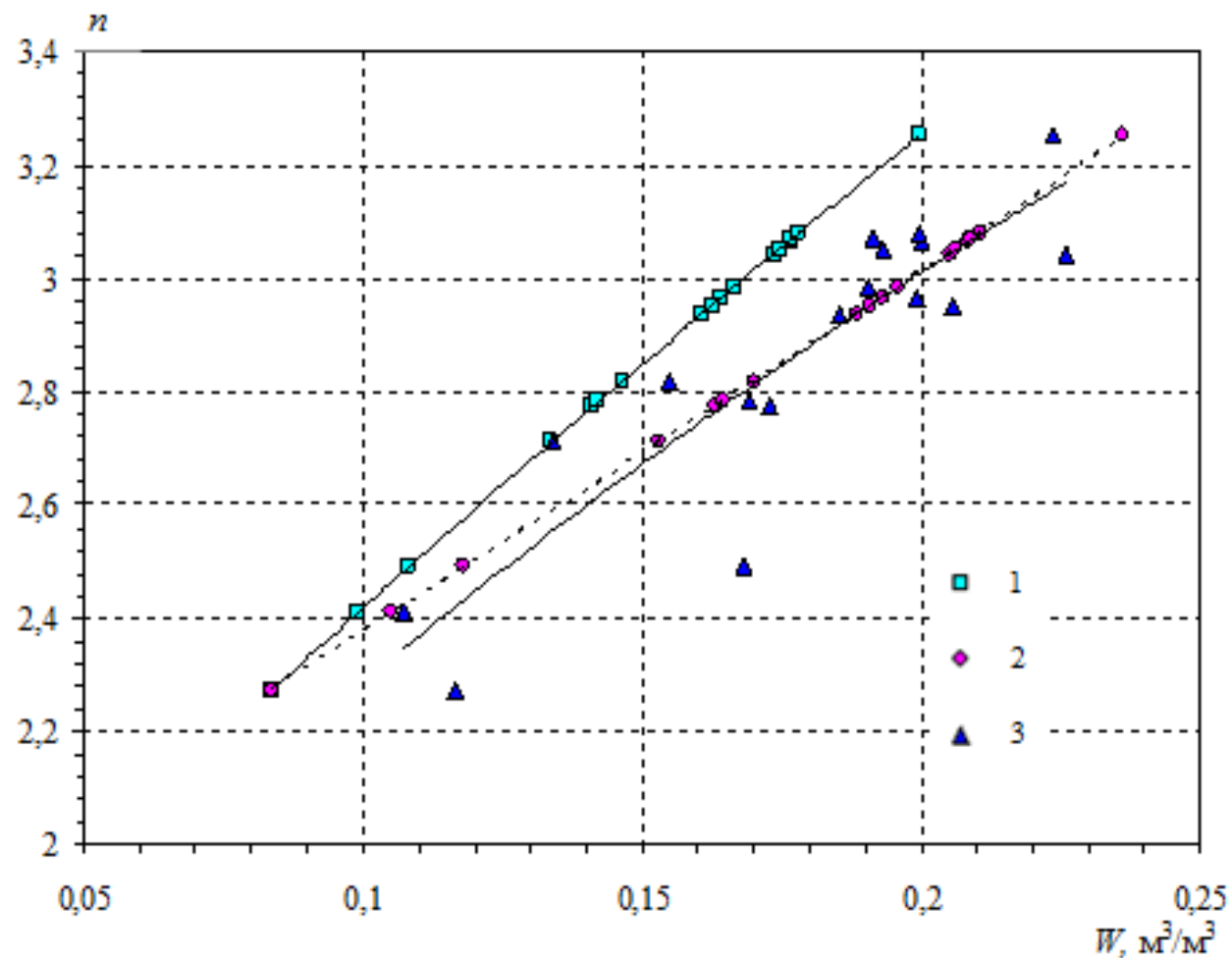


Рис. 3. Взаимосвязь объемной влажности и показателя преломления почв, найденная тремя разными способами.

- 1 - W_s объемная влажность по стандартным коэффициентам;
- 2 - W_k объемная влажность по коэффициентам для Омской почвы;
- 3 - W_t объемная влажность, найденная термостатно-весовым способом;
- n - показатель преломления.



Из графика зависимости видно, что значения объемной влажности, полученные с использованием найденных коэффициентов для почв Омской области, лежат ближе к значениям влажностей, определённых термостатно-весовым способом, чем измеренные прибором по стандартным коэффициентам.

На основе этого можно сделать вывод о том, что для получения достоверных диэлектрических характеристик с помощью датчика Decagon 5TE для конкретного типа почв (в данном случае почвы Омской области), необходимы предварительные лабораторные измерения этого типа почвы, чтобы по ним найти калибровочные коэффициенты.



СПИСОК ОСНОВНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ященко А.С. Суточная динамика радиояростной температуры почв в процессах испарения и инфильтрации, заморзания и оттаивания: дис. ... канд. ф.-м. наук Омск, 2009. – С.20-21.
2. Арманд Н.А., Шутко А.М. Дистанционное определение влажностных свойств земных покровов радиотеплолокационными средствами. Проблемы, решения, использование в народном хозяйстве / Проблемы современной радиотехники и электроники. – 1983. – №.83. – С.140 - 157.
3. Dobson, M. C., Ulaby, F. T., Hallikainen, M. T., and El-Rayes, M. A. (1985), Microwave dielectric behavior of wet soil - part II: dielectric mixing models. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., GE-23, 35-46.
4. Портативный регистратор данных ProCheck [Электронный ресурс] // Decagon Devices, Inc. URL: <http://decagon.ru/recorders/procheck/> (дата обращения: 15.01.2016).
5. Портативный регистратор данных ProCheck [Электронный ресурс] // Decagon Devices, Inc. URL: <http://decagon.ru/soil/5te/> (дата обращения: 15.01.2016).
6. Visconti, F., de Paz, J., Martínez, D., and Molina, M. (2014). "Laboratory and field assessment of the capacitance sensors Decagon 10HS and 5TE for estimating the water content of irrigated soils." Agricultural Water Management, 2013, С 111-119.



Спасибо за внимание

