



Особенности диэлектрических характеристик органической почвы Арктики

К.Н. Суслов

Институт радиофизики и
физической электроники
ОНЦ СО РАН (Омск)

Омск-2020

Цели и задачи

Цель данной работы: Измерение спектров КДП органической почвы арктического региона в широком частотном и температурном диапазоне.

Задачи работы:

1. Освоение методик измерения КДП почв и грунтов.
2. Измерение КДП образца органической почвы арктического региона.
3. Анализ полученных результатов.

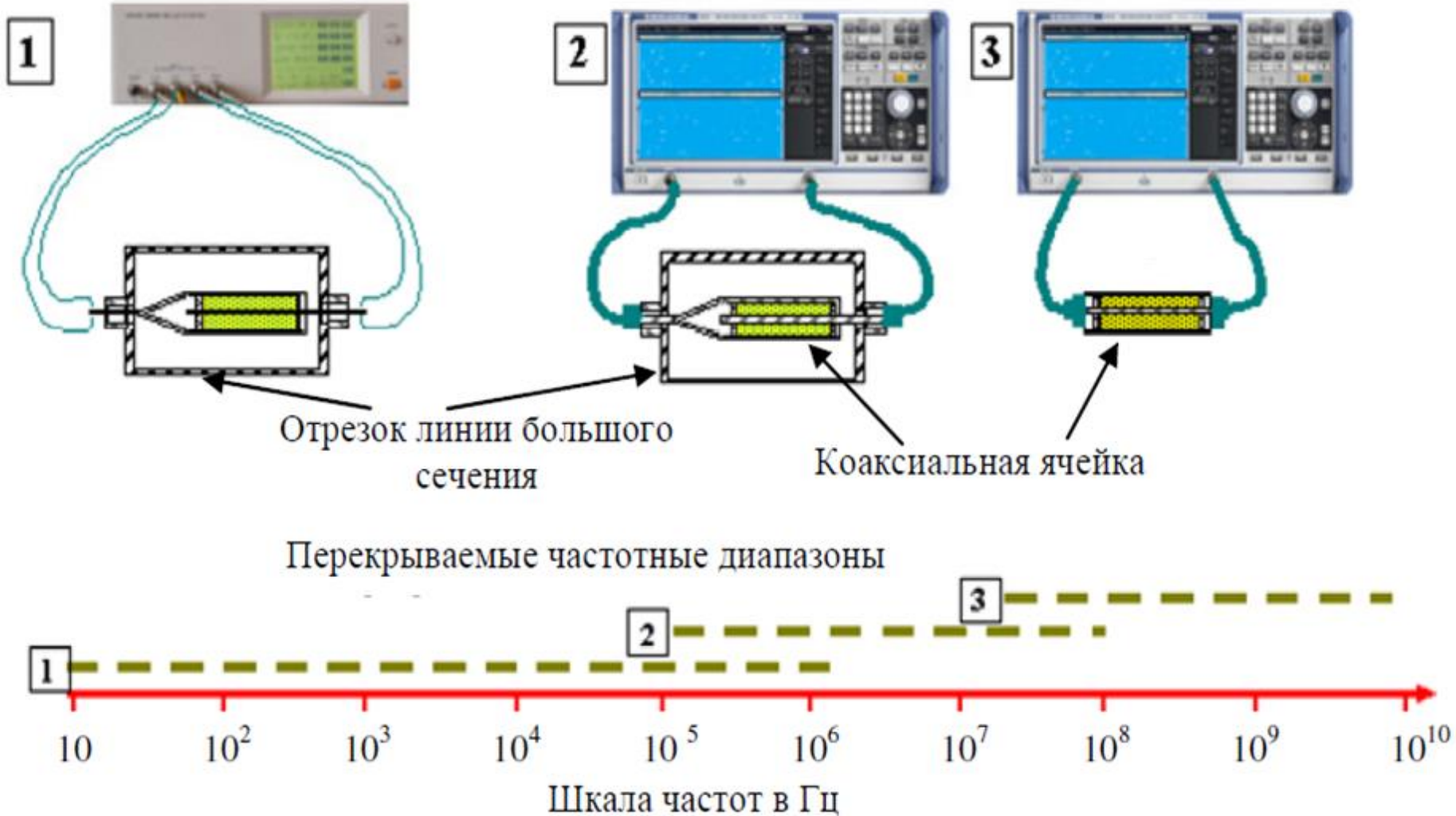
Точка отбора проб



Схема подключения

Измерение комплексного импеданса

Измерение комплексного коэффициента передачи



Пат. 2509315 Российская Федерация, МПК G01R27/26, G01N22/04. Способ измерения комплексной диэлектрической проницаемости жидких и сыпучих веществ/ Бобров П.П., Кондратьева (Родионова) О.В., Репин А.В.;

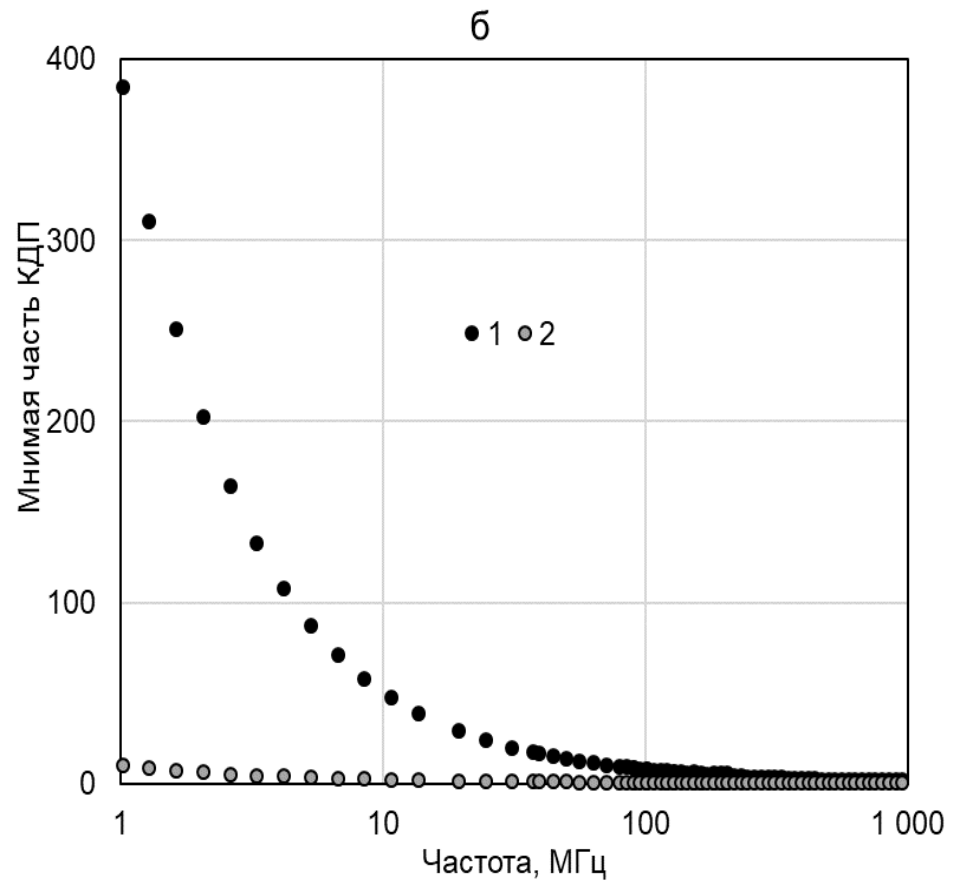
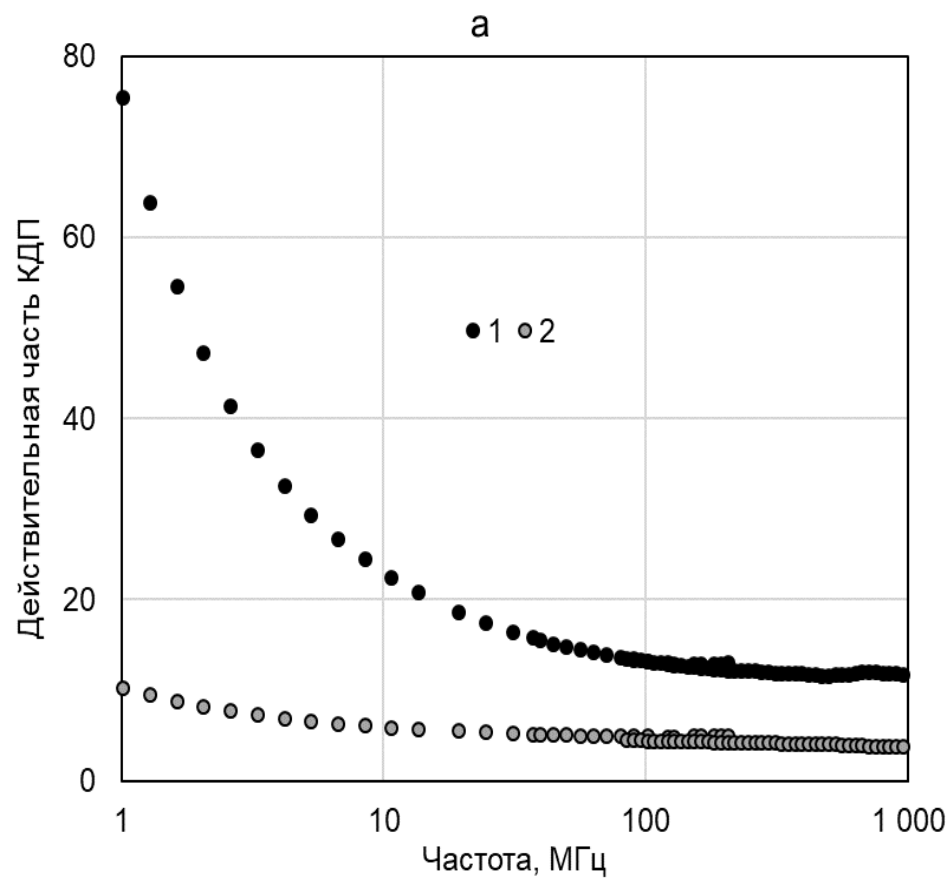


Рисунок 1 - Диэлектрические спектры почв при влажности $0,34 \text{ см}^3/\text{см}^3$. 1 - температура $+25^\circ\text{C}$, 2 - температура -10°C

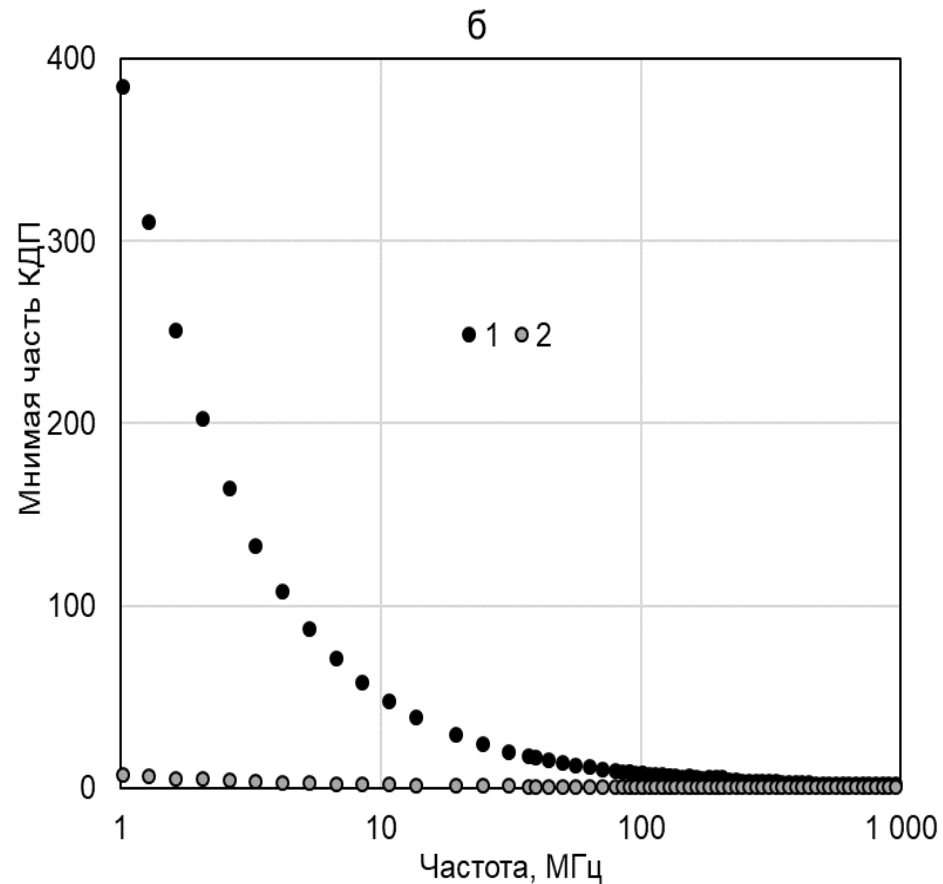
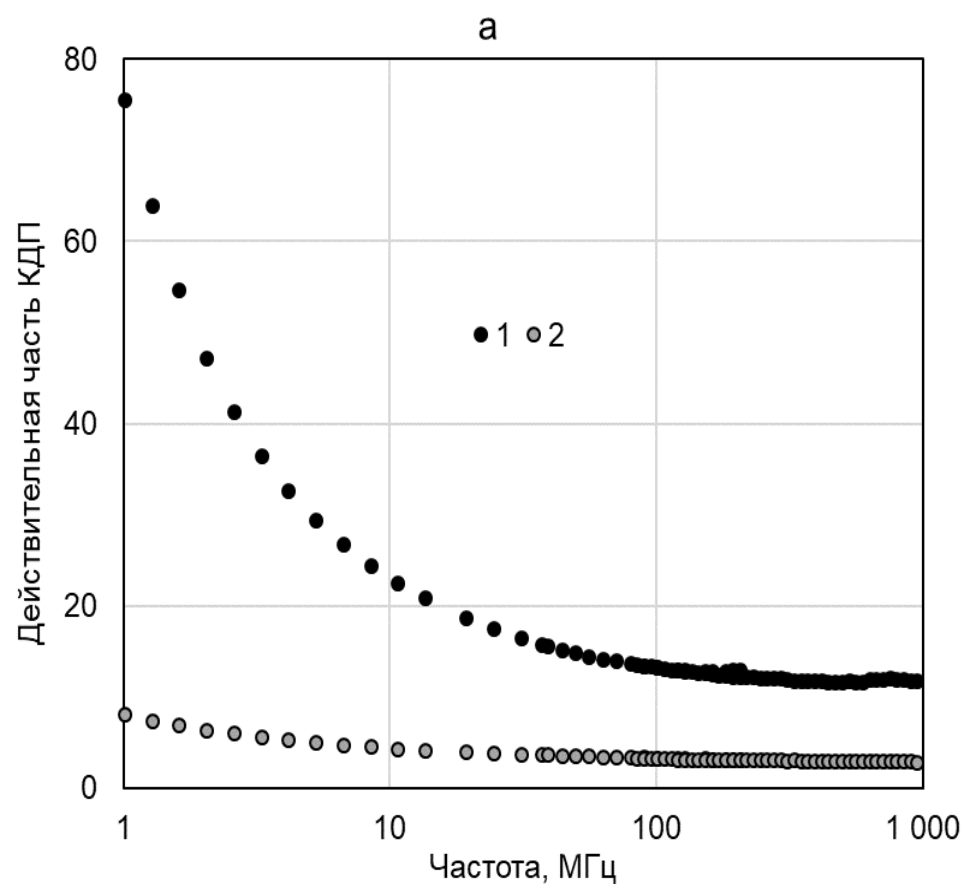


Рисунок 2 - Диэлектрические спектры почв при температуре +25 °С. 1 - влажность 0,34 см³/см³, 2 - влажность 0,09 см³/см³

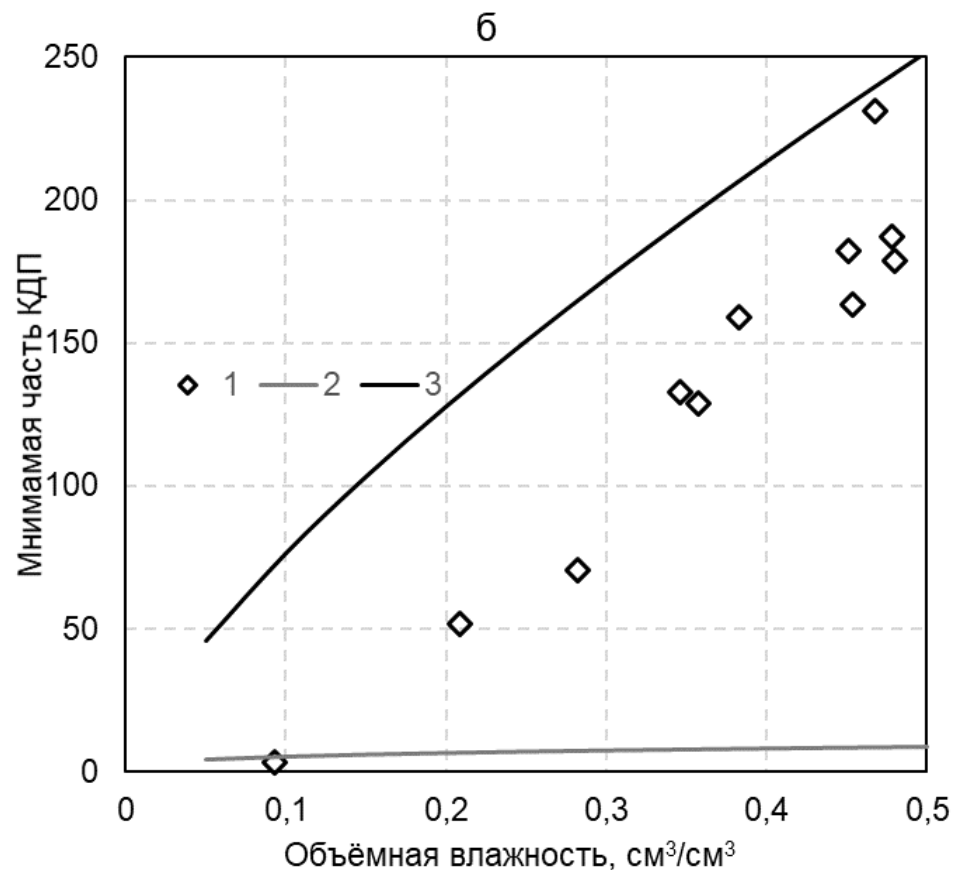
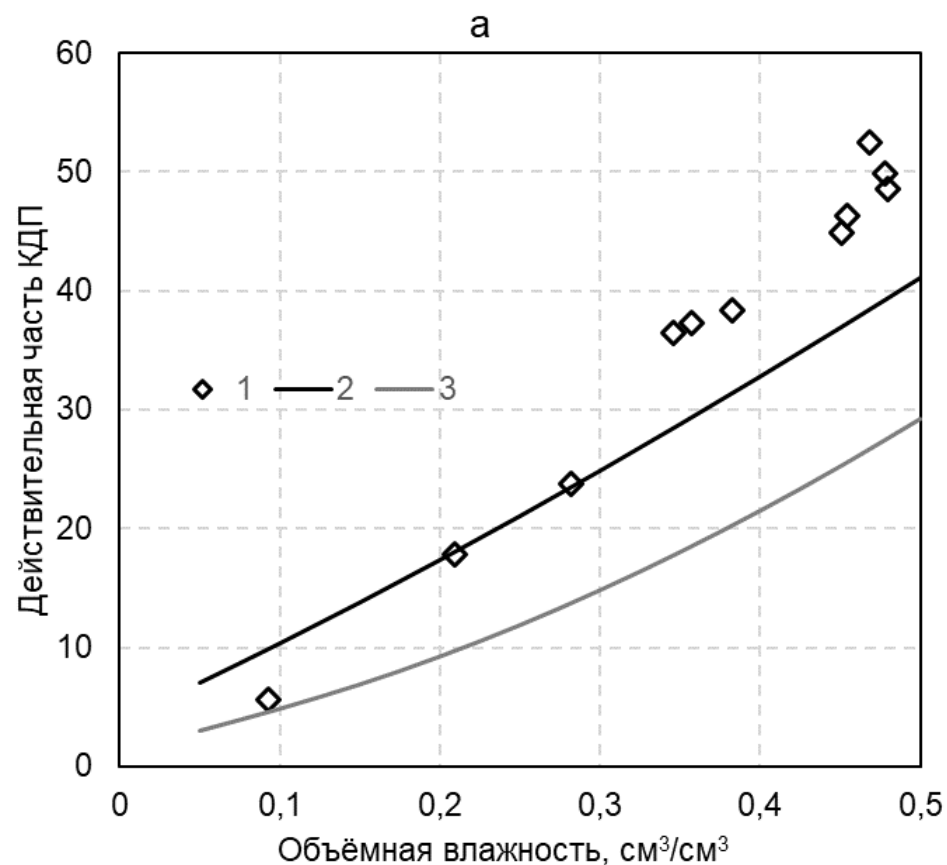


Рисунок 3 - Зависимость действительной (а) и мнимой (б) части КДП почв. 1 - экспериментальные результаты для органической почвы, 2 - расчёт по модели Добсона для песчаного суглинка, 3 - расчёт по модели Добсона для илистого суглинка. Частота 3 МГц Температура +25 °С.

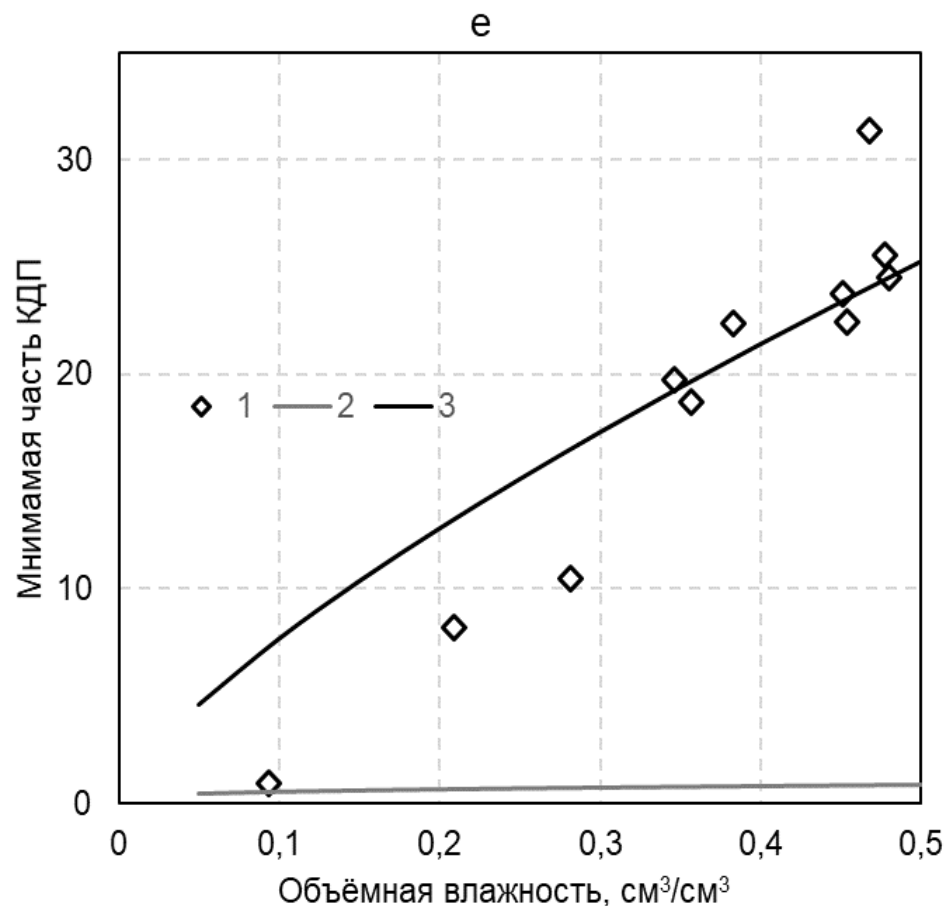
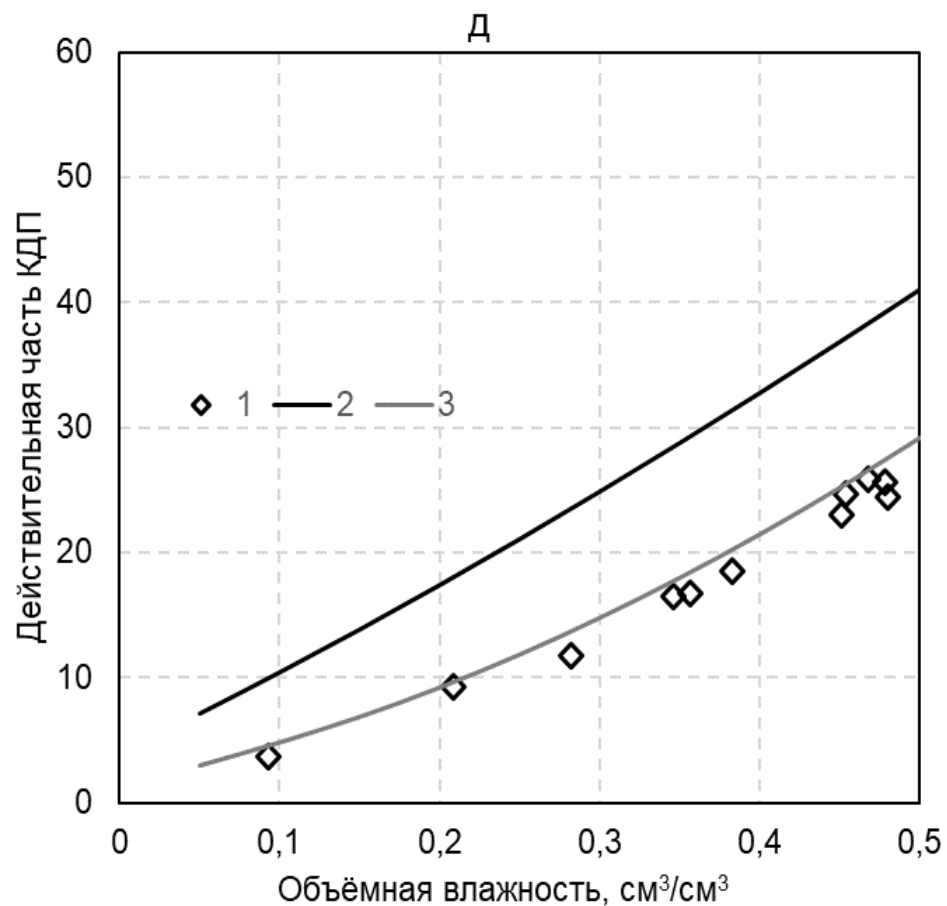


Рисунок 4 - Зависимость действительной (д) и мнимой (е) части КДП почв. 1 - экспериментальные результаты для органической почвы, 2 - расчёт по модели Добсона для песчаного суглинка, 3 - расчёт по модели Добсона для илистого суглинка. 30 МГц . Температура +25 °С.

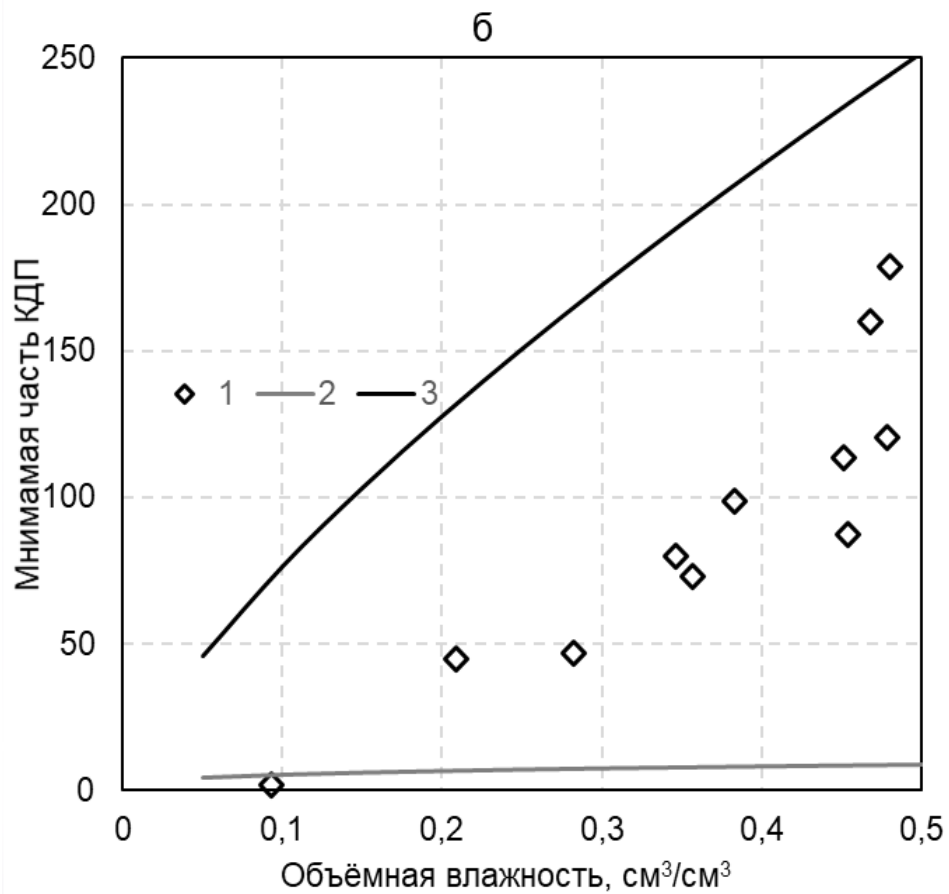
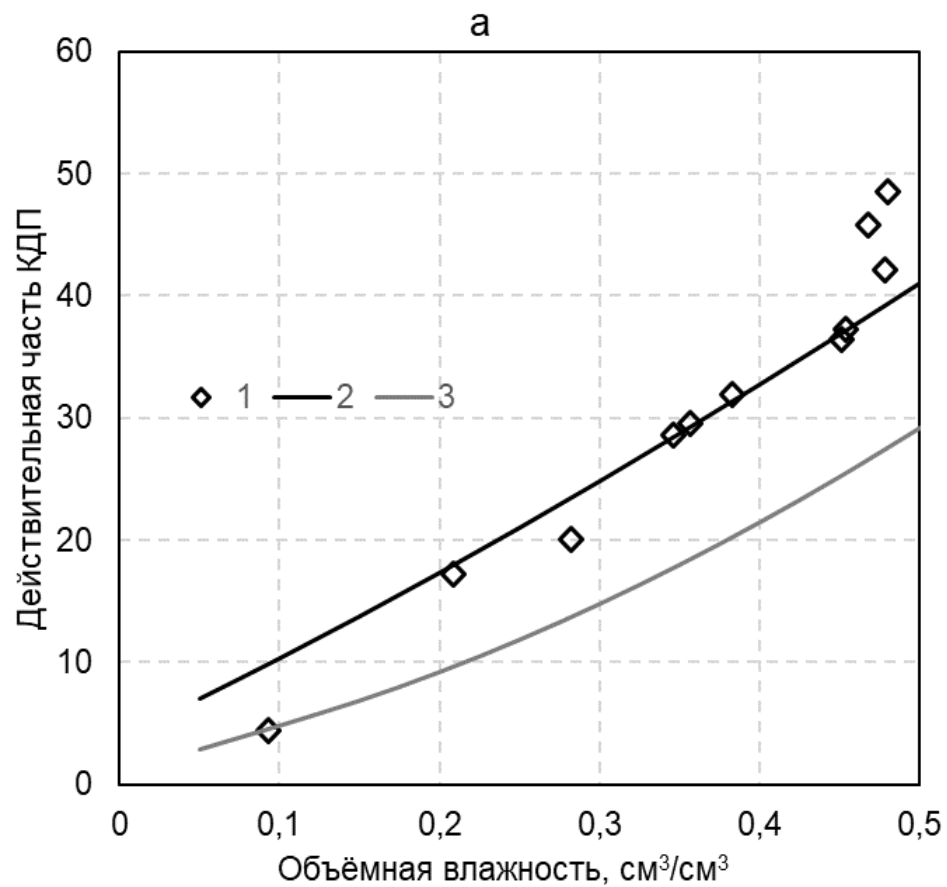


Рисунок 5 - Зависимость действительной (а) и мнимой (б) части КДП почв. 1 - экспериментальные результаты для органической почвы, 2 - расчёт по модели Добсона для песчаного суглинка, 3 - расчёт по модели Добсона для илистого суглинка. Частота 3 МГц, Температура +1 °С.

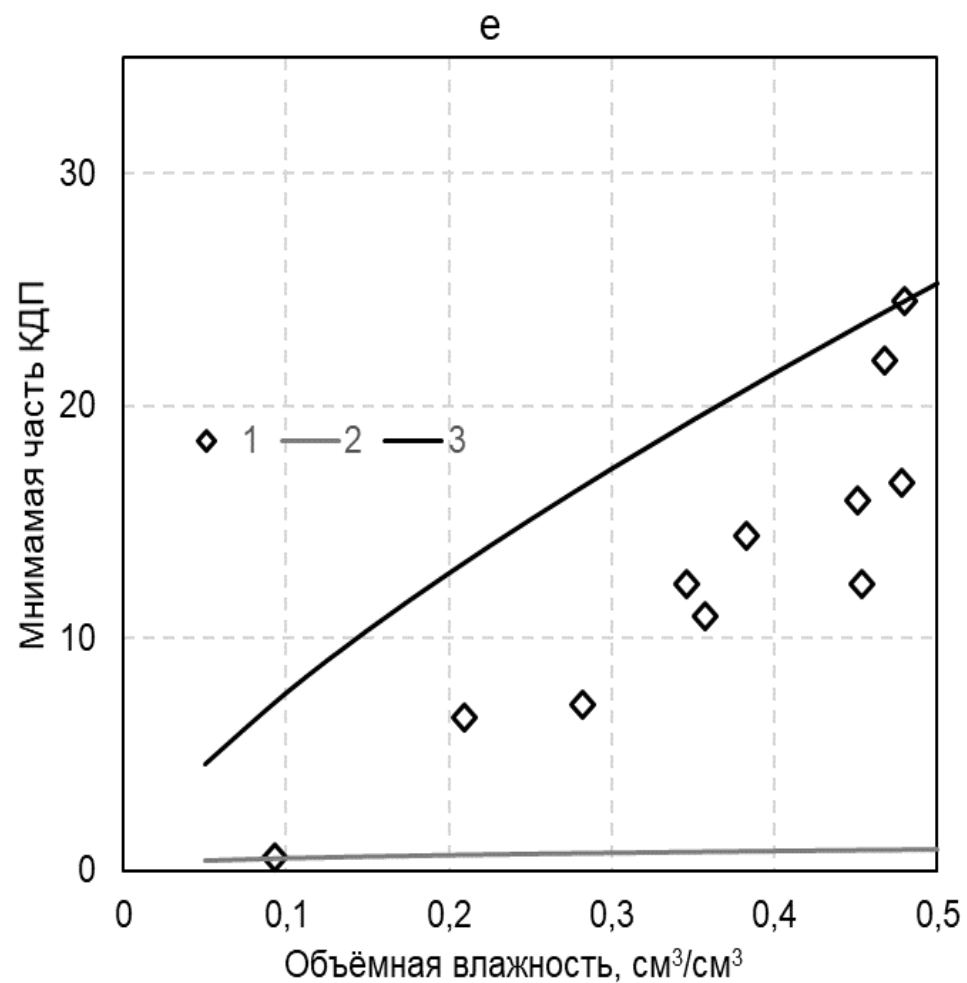
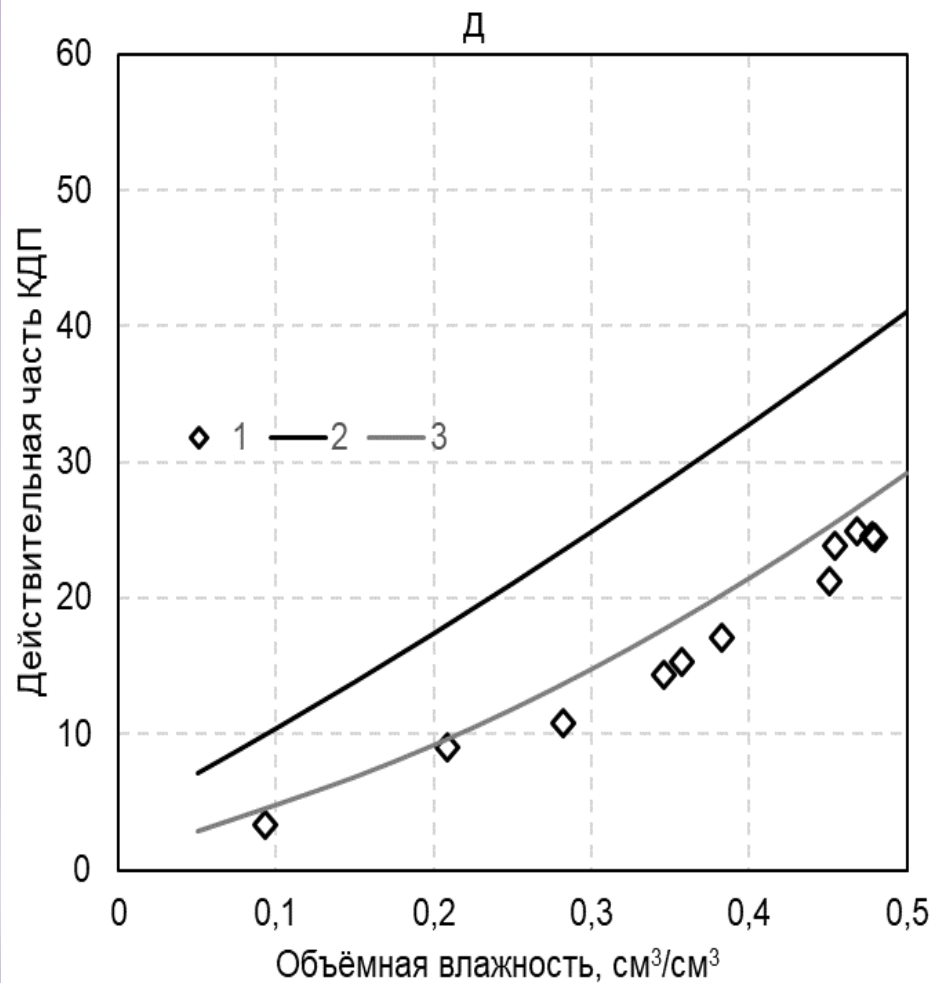


Рисунок 6 - Зависимость действительной (д) и мнимой (е) части КДП почв. 1 - экспериментальные результаты для органической почвы, 2 - расчёт по модели Добсона для песчаного суглинка, 3 - расчёт по модели Добсона для илистого суглинка. Частота 30 МГц. Температура +1 °С.

Выводы

В ходе работ были измерены радиофизические характеристики образца органической почвы арктического региона в широком диапазоне частот и температур.

Было выявлено, что вне зависимости от температуры и влажности происходит рост значений КДП с уменьшением частоты. Содержание влаги в образце приводит к увеличению значений КДП. На частотах ниже 100 МГц этот эффект обусловлен межповерхностной поляризацией на границе вода - минерал. Для частот ниже 1 МГц наблюдается дальнейший рост значений действительной и мнимой частей КДП что обусловлено низкочастотной релаксацией. При сравнении полученных результатов с моделью Добсона, что на низких частотах рассчитанные данные меньше измеренных, поскольку модель Добсона не учитывает низкочастотные релаксации. На высоких частотах, где модель Добсона имеет малую погрешность, данные найденные по модели МСЭ выше измеренных, ввиду более высокой плотности суглинка по сравнению с плотностью органической почвы. Полученные результаты носят первичный характер и свидетельствуют о необходимости проведения масштабных лабораторных исследований с целью накопления экспериментальных данных о диэлектрических характеристиках природных сред, которые в последствии будут использованы для построения корректной модели КДП органических почв на частотах ниже 1 ГГц.

Работа выполнена по государственному заданию Омского научного центра СО РАН в соответствии с Программой ФНИ ГАН на 2013-2020 годы (номер госрегистрации проекта в системе ЕГИСУ НИОКТР АААА-А19-119052890058-2).

Спасибо за внимание!

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- * Mironov V. L., Kosolapova L. G., Fomin S. V., Savin I. V. “Experimental Analysis and Empirical Model of the Complex Permittivity of Five Organic Soils at 1.4 GHz in the Temperature Range From -30°C to 25°C ”, *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.*, Vol. 57, No. 6, P. 773-785, 2019. DOI: 10.1109/TGRS.2018.2887117.
- * Mironov V.L., Kerr Y., Kosolapova L. G., Savin I. V., Muzalevskiy K.V. “A Temperature-Dependent Dielectric Model for Thawed and Frozen Organic Soil at 1.4 GHz”, *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, Vol. 8, No. 9, P. 773-785, 2015. DOI: 10.1109/JSTARS.2015.2442295
- * Dobson M.C., Ulaby F.T., Hallikainen M.T., El-Rayes M.A. “Microwave dielectric behavior of wet soil. Part II: Dielectric mixing models”, *IEEE Trans. on Geosci and Remote Sens.* Vol. GE-23, No.1, P. 35-45, 1985. DOI: 10.1109/TGRS.1985.289498
- * Peplinski N. R., Ulaby F. T., Dobson M. C. “Dielectric properties of soils in the 0.3-1.3 GHz range”, *IEEE Trans Geosci. and Remote Sens*, Vol. 33, No. 3, P. 803-807, 1995. DOI: 10.1109/36.387598
- * Mironov V. L., Bobrov P. P., Fomin S. V. Multirelaxation Generalized Refractive Mixing Dielectric Model of Moist Soils // *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*. 2013. Vol. 10, No 3. P. 603-606.
- * Electrical characteristics of the surface of the Earth. URL: https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/p/R-REC-P.527-4-201706-1!!PDF-E.pdf (дата обращения: 30.12.2020).
- * Bobrov P. P., Repin A. V., Rodionova O. V. Wideband Frequency Domain Method of Soil Dielectric Property Measurements // *IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.* 2015. Vol. 53, No. 5. P. 2366-2372.
- * Bobrov P. P., Kroshka E. S., Lapina A. S., Repin A. V. “Relaxation model of complex relative permittivity of sandstones for the frequency range from 10 kHz to 1 GHz”, *2017 Progress In Electromagnetics Research Symposium - Spring (PIERS)*, 2017. DOI: 10.1109/PIERS.2017.8262277