

ВЛИЯНИЕ ДЕГУМИФИКАЦИИ И ЗАСОЛЕНИЯ НА ДИНАМИКУ СОБСТВЕННОГО РАДИОТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПОЧВ В САНТИМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ

А.П. Бобров, П.П. Бобров, О.В. Галеев

Омский государственный педагогический университет, кафедра общей физики
644099, Омск, наб. Тухачевского, 14

Получена 26 декабря 2000 г.

Multi-temporal remote sensing techniques have been employed in order to make comparative research of microwave emissivity of soil plots with different salt and humus content. The changes in radiobrightness temperature hold a direct relationship with changes of soil aggregation after intensive irrigation. The maximum radiobrightness contrast of plots with different humus content came to 60K and that of salted and non-salted plots - to 30K. The analysis has shown that there is a good correlation between the diurnal changes of emissivity and the initial moisture (a soil moisture in 2-3 hours after irrigation) of plots.

1. Введение

Практически все сельскохозяйственные земли России подвержены деградационным процессам, ухудшающим плодородие почв. Более 97% пахотных угодий имеют отрицательный баланс гумуса. Ежегодно содержание гумуса уменьшается на 0,01-0,05% [1]. Орошаемые земли в значительной степени подвержены засолению. Анализ показывает, что 1/3 орошаемых земель составляют засоленно-солонцовые почвы. Наибольшие суммарные площади засоленных и засоленно-солонцовых почв характерны для сельскохозяйственных угодий Западной Сибири (до 35%) [2]. Деградация почв как динамический процесс не отражается в земельных кадастрах, так как для этого необходимы многолетние режимные наблюдения на больших площадях.

В связи с этим возникает необходимость мониторинга поверхности суши как в региональном, так и в глобальном масштабах. Поскольку локальные наблюдения не могут обеспечить потребности такого мониторинга, данная проблема может быть решена только с использованием методов и средств дистанционного зондирования из космоса.

Основой микроволновых методов является зависимость собственного радиотеплового излучения и рассеяния внешнего сигнала от диэлектрической проницаемости почвенного слоя и степени шероховатости поверхности. Засоление сказывается на действительной части диэлектрической проницаемости почв только при отрицательных температурах [3] и приводит к увеличе-

нию мнимой части диэлектрической проницаемости воды в области длин волн более 10 см при положительных температурах [4]. В последнем случае для дистанционного зондирования засоленных почв пригодны приборы дециметрового диапазона.

Исследования возможного влияния гумуса на диэлектрические и излучательные свойства почв в сантиметровом и дециметровом диапазонах почти не проводились.

При исследовании динамики коэффициента излучения почв с различной степенью засоления нами [5] было установлено, что засоление влияет

Содержание солей, гумуса и физической глины в почве тестовых участков

Участок	Содержание, %		
	гумуса	солей (сухой остаток)	физической глины
1	6.6	0.08	36.0
2	1.1	0.06	44.1
3	6.1	0.08	47.9
4	6.1	1.00	47.9

на изменение структуры почвы в состоянии насыщения влагой. При этом изменяются гидрофизические характеристики почвы, что сказывается на испарении почвенной влаги [6]. Поскольку на водоустойчивость почвенных агрегатов влияет также содержание гумуса, естественно предположить, что динамика влагосодержания почв с различным содержанием гумуса после аналогичного воздействия на почву будет различной.

2. Описание эксперимента

Исследовалась сравнительная динамика радиояркой температуры почвенных участков с различным засолением и содержанием гумуса на частоте 6,25 ГГц. Почвы относятся к тяжелым суглинкам. Для создания тестового участка почвы с низким содержанием гумуса поверхностный гумусовый слой замещался грунтом, взятым с глубины около 1 м из шурфа, расположенного поблизости от тестового участка гумусовой почвы. Засоленный участок создавался искусственным внесением соли NaCl.

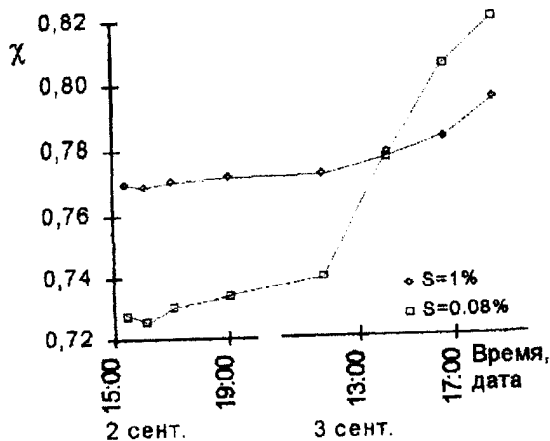


Рис. 1. Сравнительная динамика коэффициента излучения засоленной (S=1%) и незасоленной почв (S=0,08%) на длине волны 4,8 см после интенсивного орошения

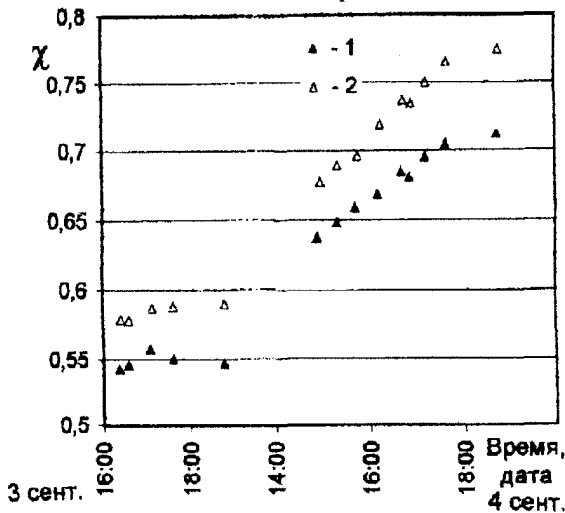


Рис. 2. Сравнительная динамика коэффициента излучения почв с содержанием гумуса H=6,6% (1) и H= 1,1% (2).

Образцы почв с тестовых участков исследовались на содержание гумуса, солей и физической глины. Результаты этих анализов приведе-

ны в таблице. Почвы тестовых участков 1-3 практически не засолены, мало отличаются как по общему содержанию солей (сухой остаток), так и по солям натрия, влияющим на степень набухания при увлажнении. Гранулометрический состав почвенных участков несколько различается, причем наиболее существенным с точки зрения влияния на гидрофизические характеристики является небольшое различие в содержании физической глины (частиц размером менее 0,01 мм) - 36 и 44%. Основным различием между образцами 1 и 2 является содержание гумуса, а между образцами 3,4 - содержание солей.

Для измерения радиояркой температуры использовался серийный измеритель ПК7-20. Методика измерений не отличалась от описанной в [5]. Погрешность измерения разности яркостных температур соседних участков не превышала 1К.

3. Результаты эксперимента

При исследовании сравнительной динамики коэффициента излучения засоленного и незасоленного участков проведено шесть экспериментальных циклов, начинавшихся достаточно сильным увлажнением участков после их предварительного рыхления и проводившихся почти до полного высыхания поверхностного слоя. При исследовании динамики излучения участков с различным содержанием гумуса проведено восемь экспериментальных циклов. Измерения яркостной температуры $T_{я}$ начинались сразу после инфильтрации влаги, пробы почвы на влажность отбирались через 2-3 часа после орошения (после стекания гравитационной влаги).

Типичная динамика коэффициентов излучения на участках с выраженной деградацией (малогумусового и засоленного) $\chi_{д} = T_{яд}/T$ и на участках с исходной почвой $\chi_0 = T_{я0}/T$, где T - термодинамическая температура верхнего слоя почвы, приведена на рис. 1, 2.

Как правило, после полива яркостная температура $T_{яд}$ участков была выше, чем $T_{я0}$. Это связано с тем, что, во-первых, из-за меньшей межагрегатной пористости деградированных почв вода слабо проникает внутрь комьев размером более 1 см и разрушает их в меньшей степени. Поэтому после полива поверхность деградированных почв оказывается более шероховатой (с размером неровностей, сравнимых с длиной волны излучения) и ее коэффициент излучения выше. Во-вторых, благодаря более высокой водоудерживающей способности влажность поверхностного слоя (и его диэлектрическая проницаемость) исходной почвы через 2-3 часа по-

сле полива оказывается более высокой.

В течение 1–2 суток после полива в процессе испарения почвенной влаги яркостная температура участков повышалась, при этом поверхностный слой засоленной почвы высыхал медленнее, а малогумусовой – быстрее, чем поверхностный слой исходной почвы.

Поэтому радиояркостный контраст засоленного и фонового участков $\Delta T_{Я}$ уменьшался и затем изменял знак (рис.1), а контраст малогумусового и фонового – несколько увеличивался (рис.2).

Максимальные значения контраста, наблюдавшиеся в эксперименте, составляли до 30К при различии в содержании солей в 1,5% и до 65 К при различии в содержании гумуса в 5,5%. Через 5–7 суток поверхностные слои высыхали и яркостный контраст исчезал полностью или становился очень малым.

Скорость изменения $\Delta T_{Я}$ участков, находящихся в одинаковых метеоусловиях, можно характеризовать суточным относительным изменением коэффициента излучения: $\eta = \Delta \chi_{д} / \Delta \chi_{0}$, где $\Delta \chi_{д}$, $\Delta \chi_{0}$ – суточные изменения коэффициента излучения поверхности деградированных и исходных участков.

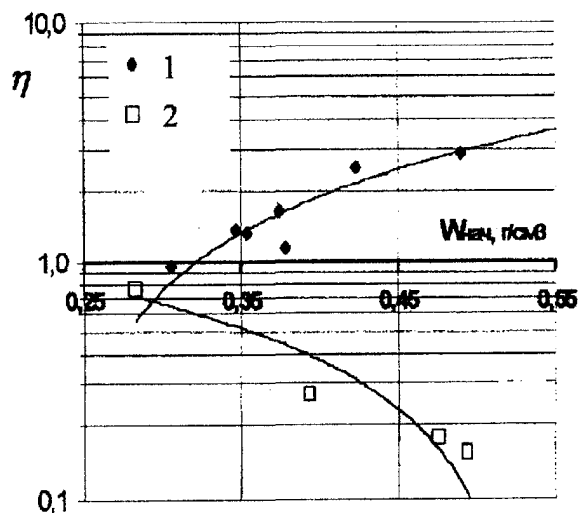


Рис. 3. Зависимость суточного относительного изменения коэффициента излучения от начального увлажнения: 1 - различие в содержании гумуса 5,5%, 2 - различие в засолении 0,9%

Обнаружено, что отношение двух этих величин практически линейно зависит от начального увлажнения $W_{нач}$ (рис.3). При этом дегумификация с 6,6 до 1,1 % содержания гумуса приводит к увеличению η максимум в три раза, тогда как засоление почвы до 1%-ного содержания солей приводит к уменьшению η в шесть раз. В обоих случаях различие в динамике коэффициента излучения возникало при достаточно силь-

ном увлажнении почвы ($W \bar{0},3 \text{ г/см}^3$), что свидетельствует о решающем влиянии изменения структуры почв при интенсивном увлажнении на динамику почвенной влажности [6].

4. Выводы

Проведенные эксперименты показали, что значительное различие в яркостных температурах (до 30–60 К) засоленного и малогумусового участков в сравнении с исходной почвой при одинаковых метеоусловиях может возникать в процессе испарения почвенной влаги только после определенных воздействий на почву искусственного или естественного происхождения, приводящих к заметному разрушению структуры деградированных почв. Такое разрушение структуры может происходить в состоянии насыщения почвы влагой в течение достаточного времени или при кратковременном промерзании. При отсутствии таких воздействий радиояркостный контраст, существующий в течение 2–3 суток после орошения, не превышал 10–20 К.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ фундаментальных исследований в области естественных наук (грант Е00-3.5-46).

- [1] Бондарев А.Г., Кузнецова И.В. Проблема деградации физических свойств почв России и пути ее решения // Почвоведение. 1999. №9. С.1128-1131.
- [2] Панкова А.И., Новикова А.Ф. Деградационные почвенные процессы на сельскохозяйственных землях России // Почвоведение. 2000. №3. С. 366-369.
- [3] Комаров С.А., Клещенко В.Н., Миронов В.Л. Влияние засоленности на диэлектрические свойства влажных грунтов при положительных и отрицательных температурах // Исследование Земли из космоса. 1997. №2. С. 37-44.
- [4] Реутов Е.А., Шутко А.М. Теоретические исследования СВЧ-излучения однородно увлажненных засоленных почв // Исследование Земли из космоса. 1990. №3. С.73 - 81.
- [5] Бобров П.П. Влияние различий в структуре засоленных и незасоленных почв на собственное СВЧ-излучение // Исследование Земли из космоса. 1999. №5. С. 83-87.
- [6] Бобров П.П. Исследование испарения, влажности и структуры поверхностного слоя почв дистанционными микроволновыми методами // Почвоведение. 2000. №5. С.574-578.