

УДК 631.436

ЛАТЕРАЛЬНАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ АГРОФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И НЕОДНОРОДНОСТЬ ГИДРОТЕРМИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ПОЧВЕННОМ ПОКРОВЕ СКЛОНОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРЕДСАЛАИРЬЯ

Шапорина Н.А., Чичулин А.В., Танасиенко А.А.

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук, Новосибирск,
e-mail: shaporina49@mail.ru*

Представлены исследования, целью которых являлось изучение формирования температурного поля почвенного покрова склоновых поверхностей Предсалаирья. Получена характеристика зональности почвенного покрова склоновых поверхностей; на полевом материале показано, что температурный режим комплексов эродированных почв латерально неоднороден. В течение вегетационного периода деятельный слой серой лесной слабоэродированной и луговой средненамытой почв отличаются более низкой температурой по сравнению с черноземами. Дана оценка уплотненности выделенных почв, прослежен режим увлажнения и суточный ход температуры пахотного и подпахотного горизонтов почв при различных погодных условиях. Сделаны выводы о роли физических свойств почв, в частности плотности и влажности, при формировании неоднородностей температурного поля.

Ключевые слова: температура, температурное поле, эродированные почвы, плотность, влажность, суточный ход

THE LATERAL VARIABILITY OF AGROPHYSICAL INDICATORS AND THE HETEROGENEITY OF THE HYDROTHERMAL FIELD IN SOIL SLOPE SURFACES PREDSAIR'E

Shaporina N.A., Chichulin A.V., Tanasienko A.A.

Institute of Soil science and Agrochemistry of the Siberian branch of the, e-mail: shaporina49@mail.ru

Presented research aimed to study the formation of the temperature field of the soil cover slope surfaces Predsair'e. The obtained characteristic zonality of the soil cover slope surfaces in the field shows that the temperature regime complexes eroded soil laterally heterogeneous. During the vegetation period in the active layer of grey wooded and meadow alluvial soils have lower temperature compared to the chernozems. The estimation of the density of selected soil, traced the moisture regime and diurnal temperature arable and subsurface soil horizons in different weather conditions. The conclusions about the role of physical soil properties, in particular density and humidity, the formation of inhomogeneities of the temperature field.

Key words: temperature, temperature field, eroded soils, density, humidity, daily curve

Изучение почвенного покрова в значительной мере связано с использованием структурно-функционального подхода, который предполагает тесную взаимообусловленность структуры почвенного покрова и аспектов функционирования составляющих его почв. При использовании данного подхода основное внимание уделяется перераспределению в почвенном покрове веществ и энергии, а также последствиям данного перераспределения. В первую очередь – это миграция влаги, как вертикальная, так и горизонтальная. Не менее важный фактор - температура почв и потоки энергии, поскольку практически все протекающие в почве процессы накладываются на непрерывные изменения температуры активного слоя почв, обусловленные суточной и годовой цикличностью. Температурные градиенты, возникающие при этом, в свою очередь

определяют неоднородности функционирования почвенного покрова, которые могут быть вызваны как особенностями рельефа, так и различиями в тепловых свойствах входящих в них почв [1]. Все это определяет актуальность изучения латеральной изменчивости температуры почв, поскольку дает возможность полнее раскрыть все стороны функционирования почв и почвенного покрова.

Целью исследований являлось изучение особенностей температурного поля обусловленного рельефом на эродированных черноземах Предсалаирья. В задачи исследований входило:

- изучить и сопоставить гидротермические режимы активного слоя почв разной степени эродированности в суточной динамике;

- оценить роль пространственного рас-

пределения физических свойств почв в формировании температурного поля почвенно-покрова склоновых поверхностей.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в лесостепной зоне, в пределах Буготакского мелко-сопочника, являющегося частью Предсалаирской денудационно-аккумулятивной равнины, расположенной на юге Западной Сибири, в правобережной части бассейна Оби. Это возвышенная холмистая равнина с абсолютными отметками высот 200-350 м. Густота горизонтального расчленения составляет 1,5-2,2 км/км², вертикальное расчленение 75-100 м. Основными элементами рельефа являются склоны, преимущественно выпуклой формы. *Климат* Предсалаирья резко континентальный, характеризующийся холодной и продолжительной зимой, довольно жарким и коротким летом и короткой, порой с бурным снеготаянием, весной. Сумма осадков в среднем 400 мм с максимумами до 550 мм, из них осадков зимнего периода в среднем до 40%.

Почвообразующие породы – четвертичные лессовидные карбонатные суглинки мощностью до 10-15 м, среднего и тяжелого гранулометрического состава. Одна из особенностей данного типа суглинков заключается в их характерном микроморфологическом строении. Они имеют конгломеративно-ячеистую структуру, когда крупные пылеватые и даже песчаные частицы составляют ядро микроагрегата, вокруг которого глинистые частицы связывают пылеватые, образуя как бы конкреции губчатого обрастания [2]. Дальнейшая цементация происходит под действием минеральных растворов, перемещающихся в виде пленочной влаги или коллоидами. Такие структурные связи между частицами в лессовидном суглинке часто очень слабы и при достаточно длительном воздействии воды, вследствие выщелачивания карбонатного или размягчения глинисто-коллоидального цемента, начинают ослабевать и утрачиваться, что создает условия для легкой размываемости суглинков в верхних горизонтах и проявление

эрозионных процессов.

Почвы. Хорошая дренированность Предсалаирья способствовала формированию автоморфных почв, которые занимают около 80% территории. Наибольшее распространение получили выщелоченные, оподзоленные черноземы и темно-серые лесные почвы. Для Буготакского мелкосопочника характерно преобладание черноземов оподзоленных. Вследствие значительной расчлененности рельефа, больших водозапасах в снежном покрове, короткого и интенсивного снеготаяния, большинство склоновых почв подвержено эрозионным процессам в той или иной степени [4].

Объекты и методы исследования

В качестве объектов исследований нами рассматривался и анализировался сопряженный ряд почв, расположенных на склоне юго-восточной экспозиции. Склон длиной 411 м выпуклой формы с абсолютными отметками от 258 до 242 м (рис. 1). Уклоны от 1° в верхней части склона до 6° - в нижней.

Основу почвенного покрова склона составляют оподзоленные черноземы (60%), занимающие водораздельные участки, верхнюю и среднюю часть склона. Они геохимически сопряжены с темно-серыми почвами, приуроченными к нижней трети склона. На их долю приходится 39% площади. Минимальное распространение на шлейфе склона получили намытые луговые оподзоленные почвы [3]. Было выбрано 5 ключевых площадок с почвами: 1 – чернозем оподзоленный незэродированный; 2 – чернозем оподзоленный слабоэродированный; 3 – темно-серая лесная слабоэродированная; 4 – чернозем оподзоленный сильноэродированный; 5 – луговая средненамытая.

На выбранных площадках закладывались разрезы, в которых отбирались образцы для определения физических свойств, устанавливались автономные регистраторы температуры DS-1921G “Thermochron” до глубины 50 см через каждые 5 см, начиная с поверхности. Датчики были запрограммированы на фиксацию температуры через каждые полчаса. Влажность почв определя-

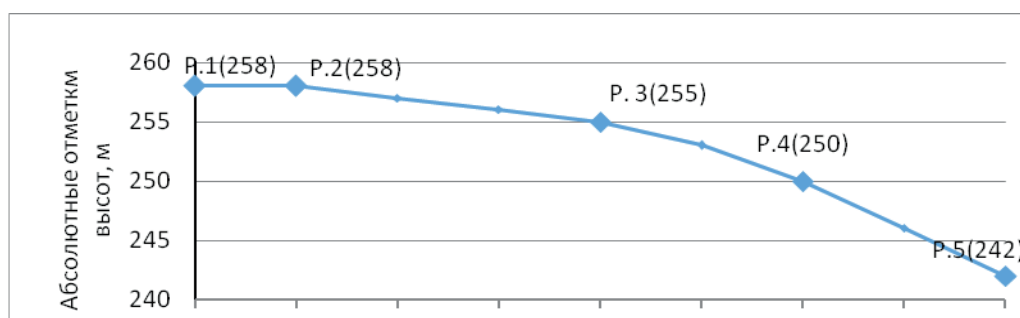


Рис. 1. Расположение разрезов на склоне

ли термостатно-весовым методом. Образцы отбирались один раз в декаду буром через 10 см до глубины 50 см в трехкратной повторности. Проводились наблюдения за температурой воздуха и осадками. Период наблюдения по всем параметрам с 1 июля по 15 августа.

Результаты исследования и их обсуждение

Определение плотности выделенных почв показало, что наибольшая плотность пахотного горизонта отмечалась в неэродированном черноземе оподзоленном и в луговой намытой почве. Подпахотный горизонт наиболее плотным также оказался в черноземе оподзоленном неэродированном, тогда как в луговой намытой почве этот горизонт отличался неравномерностью уплотнения от 1,21 г/см³ до 1,40 г/см³, что свидетельствует о своеобразии формирования профиля намытых почв. В целом следует отметить – чернозем оподзоленный неэродированный, расположенный на плакоре, оказался сильно и равномерно уплотнен. Луговая намытая почва в нижней части склона также в целом более уплотнена. Почвы в средней части склона характеризовались относительной рыхлостью пахотного горизонта (1,15-1,21 г/см³) и равномерной плотностью подпахотного в пределах 1,31-1,36 г/см³.

Определение влажности в начале периода наблюдений показало, что 50-сантиме-

тровый слой почти всех выделенных почв иссушен практически одинаково до 62-64% от НВ. В луговой средненамытой почве увлажнение было несколько выше – около 70%НВ. Условия атмосферного увлажнения периода наблюдений характеризовались неравномерностью выпадения осадков. Выпавшие в первой декаде осадки (55 мм) полностью разместились в наблюдаемом слое практически всех почв. Гравитационной влаги не было зафиксировано по всей катене кроме луговой средненамытой почвы. Там на момент определения (10 июля) содержалось 20 мм свободной влаги. Следует отметить, что повышенный уровень увлажнения (>НВ) отмечался в профиле луговой средненамытой почвы в течение всего периода наблюдений.

С 27 июля по 15 августа при малом количестве атмосферных осадков (8 мм) шел активный расход влаги во всех выделенных почвах. В конце наблюдений черноземы содержали в среднем 70% влаги от НВ. В темно-серой лесной и луговой средненамытой почвах содержалось 83 и 88% от НВ соответственно (рис. 2).

Для характеристики суточного хода температур было выбрано два периода по 5 дней, различающихся по погодным условиям. Первый (с 5 по 10 июля) был жарким и влажным. Средняя температура воздуха составила +20,9°C; максимальная поднялась до +28,1°C, минимальная – +14,6°C;

Таблица 1

Плотность деятельного слоя эродированных почв Предсалаирья (2016 г., июль)

Слой, см	Чернозем оподзоленный неэродированный	Чернозем оподзоленный слабоэродированный	Серая лесная слабоэродированная	Чернозем оподзоленный сильноэродированный	Луговая средненамытая
0-10	1,24	1,14	1,04	1,07	1,30
10-20	1,23	1,29	1,25	1,24	1,30
Среднее пахотный горизонт	1,24	1,21	1,15	1,15	1,30
20-30	1,29	1,32	1,25	1,32	1,21
30-40	1,44	1,35	1,34	1,37	1,40
40-50	1,42	1,42	1,32	1,32	1,31
Среднее подпахотный горизонт	1,38	1,36	1,31	1,34	1,31
Среднее по всему слою	1,31	1,28	1,23	1,25	1,30

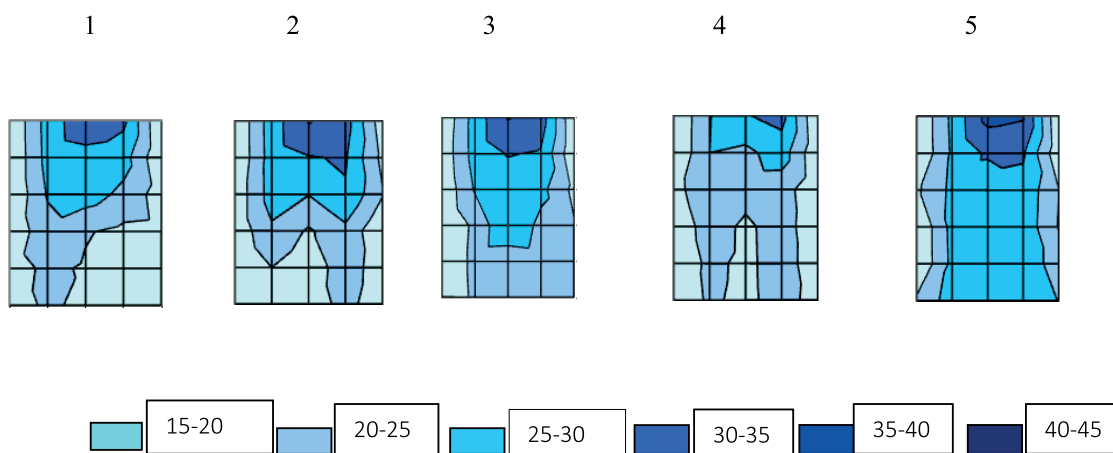


Рис.2. Хроноизоплеты влажности в эродированных черноземах в слое 0-50 см за период с 1 июля по 15 августа, % от веса
 1 – чернозем оподзоленный незэродированный; 2 – чернозем оподзоленный слабоэродированный; 3 – темно-серая лесная слабоэродированная; 4 – чернозем оподзоленный сильноэродированный; 5 – луговая среденнамытая

обильные осадки. Второй, с 5 по 10 августа, был теплым и сухим со средней температурой воздуха +18,7°С. В один из дней периода ночная температура воздуха снижалась до +10°С; осадков практически не было. Суточные колебания температуры наблюдались до глубины 35 см, на глубине 40 см они были почти незаметны, на глубине 50

см не зафиксированы. Суточный ход температур в трех почвах наиболее контрастных по влажностному режиму – черноземе оподзоленном незэродированном (черная линия на графике), серой лесной почве слабоэродированной (зеленая линия) и луговой среденнамытой почве (красная линия) представлен на рисунке 3.

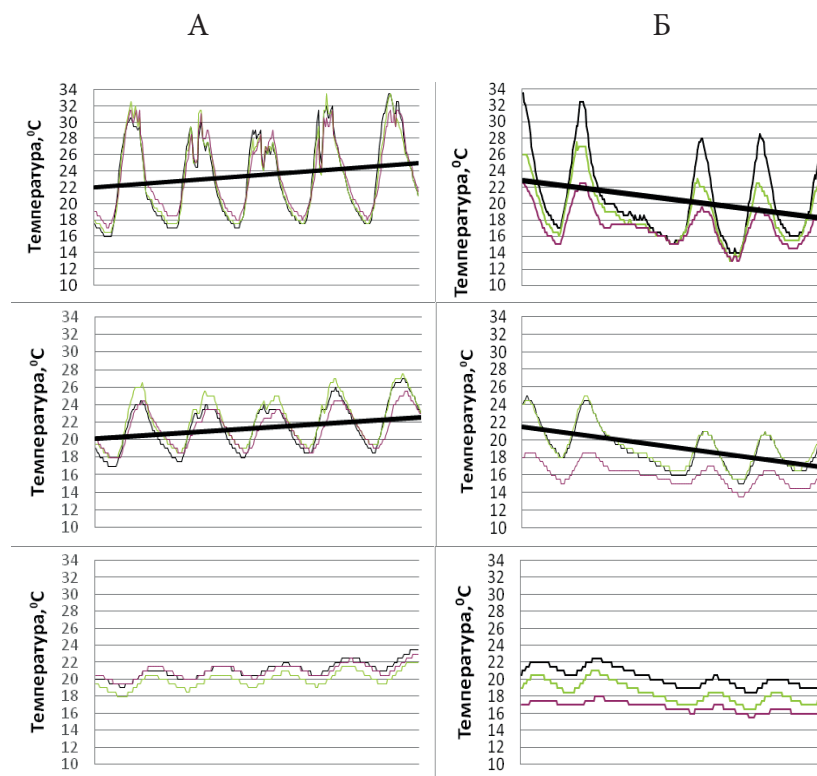


Рис.3. Суточный ход температур в профиле эродированных почв Предсалаирья; А - 5-10 июля; Б – 5-10 августа; 1ый ряд – на поверхности; 2ой ряд – на глубине 10 см; 3ий ряд – на глубине 20 см

В обеих сериях наблюдений наряду с суточными колебаниями фиксировались устойчивые тренды повышения температур в первой серии и снижения во второй. Размах колебаний дневных и ночных температур различался по периодам наблюдений. В первом периоде на поверхности почвы он составил в среднем 15° , на глубине 10 см – 8° и на глубине 20 см – 4° , причем по почвенным разностям практически не различался. Выпадающие осадки приводили к заметному уменьшению теплового потока. Размах колебаний снижался до 11° . В более сухом периоде картина изменилась. Снижился размах колебаний между дневными и ночными температурами и, соответственно, снизились среднесуточные температуры. Кроме того, почвенные разности четко разграничены по температурному режиму. Так поверхность чернозема оподзоленного теплее серой лесной слабоэродированной почвы порой на 6° , а луговой намытой – даже на 8° . На глубине 10 см чернозем и серая лесная почвы абсолютно идентичны по температурному режиму, а вот луговая намытая в среднем на 5° холоднее. На глубине 20 см опять фиксируется четкое разграничение – чернозем оподзоленный неэродированный теплее серой лесной слабоэродированной почвы на 2° и луговой намытой – на 4° .

Анализ средних значений температуры почв за весь период наблюдений (42 дня) подтвердил выводы, сделанные выше. В пахотном горизонте исследуемых почв более низкие температуры, в среднем на $1,1^{\circ}\text{C}$, отмечены в темно-серой лесной слабоэ-

родированной почве и в луговой средненамытой почве. В подпахотном горизонте отличие луговой средненамытой почвы от других почвенных разностей увеличилось до $1,8^{\circ}\text{C}$. Причину этого, на наш взгляд, следует искать в своеобразии сложения ее профиля: неравномерное уплотнение, наличие прослоек с низкой плотностью, а, следовательно, с более низкой температуропроводностью, тормозящих проникновение температурной волны. Кроме того, луговая средненамытая почва обладает мощной гумусовой толщей, что также способствует снижению температуропроводности. Черноземы оподзоленные как более плотные и равномерно сложенные, особенно на плакоре, значительно теплее. Таким образом, пространственная неоднородность свойств почв, с одной стороны, и метеорологических условий на поверхности – с другой, приводит к возникновению и развитию пространственных неоднородностей в температурном режиме почвенного покрова.

Заключение

Температурное поле пахотных почв, формирующееся в комплексном почвенном покрове склоновых поверхностей Предсалаирья, является закономерно латерально неоднородным. В течение вегетационного периода серая лесная слабоэродированная и луговая намытая почвы в отличие от черноземов характеризуются более низкой температурой, особенно в подпахотном горизонте. Расхождения в температурах сопряженных почв составляют $0,5\text{-}20^{\circ}\text{C}$. Это

Таблица 2

Средние за период наблюдения (1.07 – 15.08) температуры профиля эродированных почв Предсалаирья, $^{\circ}\text{C}$

Слой, см	Чернозем оподзоленный неэродированный	Чернозем оподзоленный слабоэродированный	Серая лесная слабоэродированная	Чернозем оподзоленный сильноэродированный	Луговая средненамытая
0-20	20,8	20,6	20,3	20,7	19,7
20-50	19,6	19,7	19,4	19,3	17,9
0-50	20,2	20,2	19,9	20,0	18,8

проявляется в наблюдениях как за суточным ходом температур в почвах при разных погодных условиях, так и за их сезонными колебаниями. В условиях однотипной агрогенной растительности изменчивость температурного поля в почвенном покрове объясняется различиями в строении профиля составляющих покров почв и в физических свойствах различных горизонтов, в первую очередь их температуропроводности. Задача ближайшего будущего подобного рода исследований, на наш взгляд – это создание математических моделей эволюции сопряженных почв, основанных на количественных оценках интенсивности протекания различных внутрипочвенных процессов при различной температуре. Такие модели востребованы в самых разных областях, например при экологическом прогнози-

ровании развития эрозионных процессов или прогнозировании продукционного процесса сельскохозяйственных экосистем.

Список литературы

1. Архангельская Т.А. Температурный режим комплексного почвенного покрова.- М.: ГЕОС, 2012.- 282 с.
2. Никитенко Ф.А. Лессовые породы Приобья // Тр. Новос. ин-та инж. железнодорож. транспорта.- Новосибирск, 1963.- вып34.- 285 с.
3. Орлов А.Д., Танасиенко А.А., Реймхе В.В. Диагностика и структура почвенного покрова эродированных почв// Эрозия и диагностика эродированных почв.- Новосибирск: Наука, 1988.- С.39-61.
4. Танасиенко А.А. Ландшафты и почвы Присалаирской дренированной равнины //Путеводитель научных полевых экскурсий IY съезда Докучаевского общества почвоведов РАН.- Новосибирск, 2004.- С. 12-32.
5. Чичулин А.В. Теплофизические свойства черноземов // Черноземы: свойства и особенности орошения.- Новосибирск: Наука, 1988.- С. 143-159.