

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И РЕЖИМЫ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ ЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Физические свойства и режимы являются одним из центральных звеньев производственного процесса. В работе представлены результаты исследований почвенного покрова различных агроландшафтов Владимирской области: дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава и серых лесных почв Владимирского ополья. Показаны закономерности распределения физических свойств и особенности формирования водно-воздушного режима в условиях пространственной неоднородности почвенного покрова.

Ключевые слова: неоднородность, почвенный покров, агрофизические свойства, водно-воздушный режим.

Развитие адаптивно-ландшафтных систем земледелия диктует необходимость самого пристального внимания проблеме неоднородности почв и ее физических свойств. Именно агрофизическое состояние почвы определяет состояние биогеоценозов и продуктивность сельскохозяйственных угодий, ведь физические свойства, формируя почвенные режимы, являются одним из центральных звеньев производственного процесса.

Целью данной работы стало изучение закономерностей пространственного распределения физических свойств и особенностей формирования водно-воздушного режима в условиях неоднородности почвенного покрова. Объектами исследования послужили почвы агроландшафтов Владимирской области – серые лесные почвы Владимирского ополья и дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава северо-восточной части Мещерской низменности.

Почвенный покров Владимирского ополья весьма сложен и многообразен: выделяются серые лесные почвы, серые лесные почвы различной степени оподзоленности и серые лесные почвы со вторым гумусовым горизонтом (ВГГ). Есть различные гипотезы происхождения почвенного комплекса ополья и, в частности, почв с ВГГ, среди которых широкое развитие получила теория о дифференциации почвенного покрова в результате палеокриогенеза, когда в микропонижениях древнего криогенного рельефа сформировались почвы с мощным гумусовым горизонтом интенсивно черного или серовато-черного цвета (ВГГ) [2]. Почвы без второго гумусового горизонта были сформированы на локальных водоразделах, а на переходных участках сформировались почвы переходного строения [1].

Другим примером пространственной агрофизической неоднородности на территории Владимирской области являются дерново-подзолистые почвы легкого гранулометрического состава северо-восточной части Мещерской низменности. Здесь встречаются участки с неблагоприятными агрофизическими свойствами, приводящими к застою водному режиму и, в результате, вымоканию сельскохозяйственных растений.

Полевые исследования проводились на опытных участках Владимирского НИИ сельского хозяйства, расположенном в окрестностях города Суздаля, и Всероссийского научно-исследовательского и проектно-технологического института органических удобрений и торфа РАСХН в 10 км восточнее г. Владимира.

Основными методами пространственных агрофизических исследований являются детальное изучение свойств в трансекте и ландшафтное обследование территории [3]. Первый заключается в закладке длиномерных (до 50 метров) траншей, вдоль которых на различных глубинах подробно (шаг опробования 20-40 см) изучалась морфология почвенных горизонтов, и определялись основные показатели физического состояния: плотность почвы, твердость и водопроницаемость. Этот метод позволяет оценить педогенетические процессы и основные элементы почвенного покрова, различия свойств между почвами, горизонтами, внутри горизонтов. Для исследования пространственного варьирования физических свойств на другом масштабном уровне – на уровне почвенного покрова отдельного сельскохозяйственного поля – использовался метод равномерного пло-

щадного сеточного опробования с послойным изучением в узлах сетки физических свойств и морфологического строения почв.

Послойные исследования основных физических свойств комплекса серых лесных почв позволили выявить особенности их профильной дифференциации (табл. 1). По сравнению с фоновыми серыми лесными почвами для почв со вторым гумусовым горизонтом характерны повышенное содержание углерода (до 4,9%) горизонта Ah и, как следствие, хорошая оструктуренность, уменьшение плотности и сопротивления пенетрации.

Эти контрастные зоны с пониженной плотностью и более высоким влагосодержанием горизонта Ah четко выделяются по изоплетам значений (рис. 1).

Характерным является и формирование плужной подошвы – уплотненного слоя на глубине 25-30 см, – который, однако, встречается не повсеместно: в почвах с ВГГ он отсутствует благодаря хорошей водопрочной структуре и устойчивостью к механическому воздействию.

О пространственной неоднородности второго объекта исследований – дерново-подзоли-

стых почв легкого гранулометрического состава Мещерской низменности, наблюдаемой даже в пределах небольшого опытного участка, свидетельствуют участки с неблагоприятными агрофизическими условиями, где застойный водный режим в период весеннего снеготаяния и до начала вегетации приводит к вымоканию сельскохозяйственных растений. Диаметр этих пятен-вымочек составляет 3-5 м.

Почвообразующими породами здесь служат пески и супеси, а также двучленные отложения: пески и супеси, подстилаемые суглинистой мореной [5]. Подстилающая морена характеризуется значительной неоднородностью гранулометрического состава, наличием трещин и песчаных линз, большим количеством валунов [4]. Это находит отражение и в почвенном покрове. Трансектные исследования свидетельствуют о высокой пространственной неоднородности как морфологического строения, так и физических свойств почв: в профиле на различных глубинах встречаются прослойки и песчаные линзы различного размера. Статистический анализ значений физических свойств,

Таблица 1. Некоторые свойства серых лесных почв Владимирского ополья

Глубина, см	Серая лесная почва				Серая лесная почва с ВГГ			
	ρ_b , г/см ³	P_{pen} , МПа	θ , %	C, %	ρ_b , г/см ³	P_{pen} , МПа	θ , %	C, %
0	1,47	1,56	30,2		1,46	1,51	29,9	
15	1,48	1,59	29,15	1,8	1,46	1,52	28,76	1,93
30	1,46	1,54	27,94		1,34	1,47	26,38	
40	1,47	1,53	28,53	0,54	1,4	1,39	26,93	2,35
50	1,49	1,57	28,14		1,46	1,48	28,2	
70	1,51	1,61	27,92		1,49	1,59	27,26	

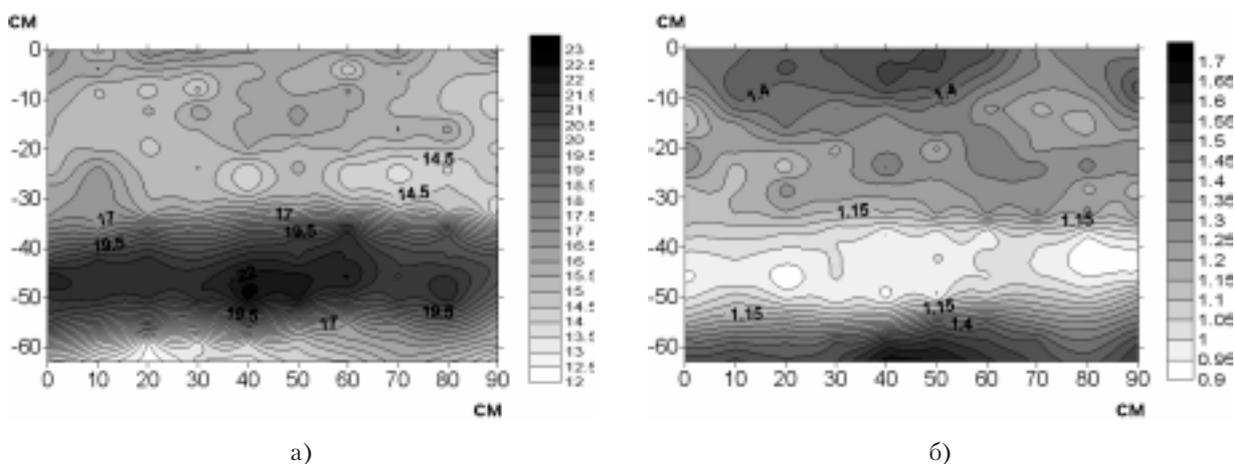


Рисунок 1. Изоплеты пространственного распределения физических свойств в профиле серой лесной почвы с ВГГ: а) массовая влажность (%); б) плотность почвы (г/см³)

проведенный для выявления различий между зонами вымочки и вне их, показал высокую вариабельность значений. При отсутствии различий между медианами диапазон варьирования значений в зоне вымочки все же шире.

Площадные исследования почвенного покрова участка, который включал вымочку диаметром 5 м с полным отсутствием растительности, было проведено в июле 2011 года по строго фиксированной сетке с шагом 3 метра, в узлах которой проводилось морфологическое обследование профиля и послойное определение влажности и электрического сопротивления почвы.

Пространственная картина увлажнения участка, представленная в виде топоизоплет значений влажности (рис.4), позволила выделить на глубине 40-80 см влажную зону, соответствующую

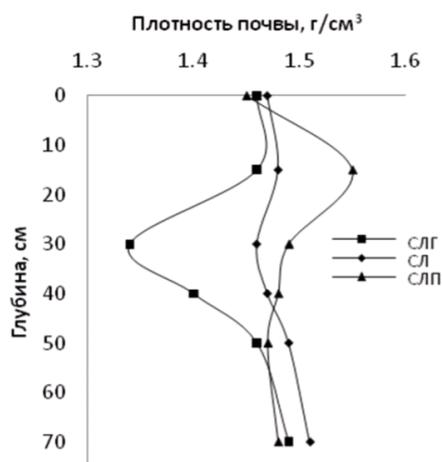
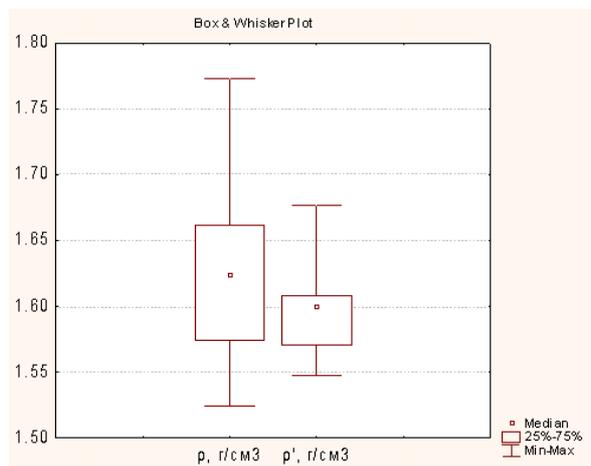
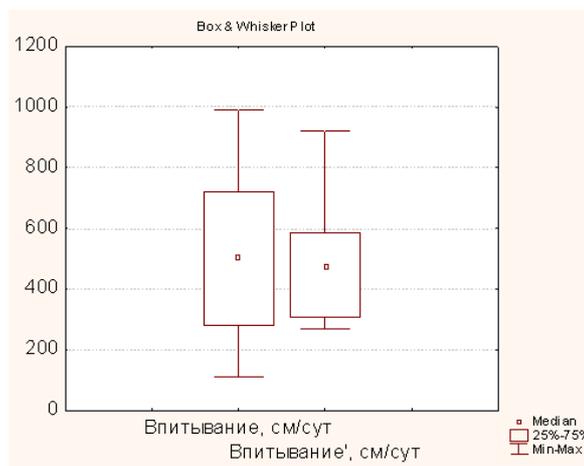


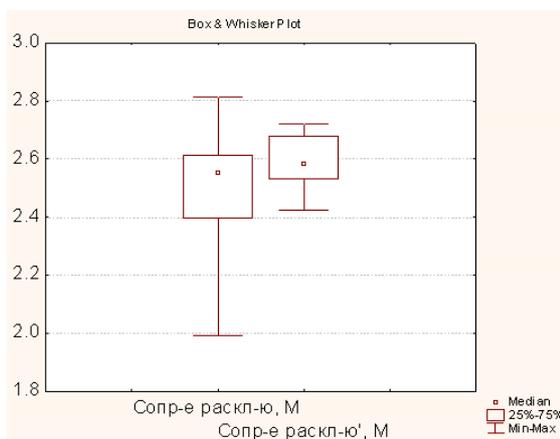
Рисунок 2. Распределение значений плотности в профиле серой лесной почвы (СЛ), серой лесной почвы с плужной подошвой (СЛП) и серой лесной почвы с ВГГ (СЛГ)



а) плотность почвы, г/см³



б) коэффициент впитывания, см/сут



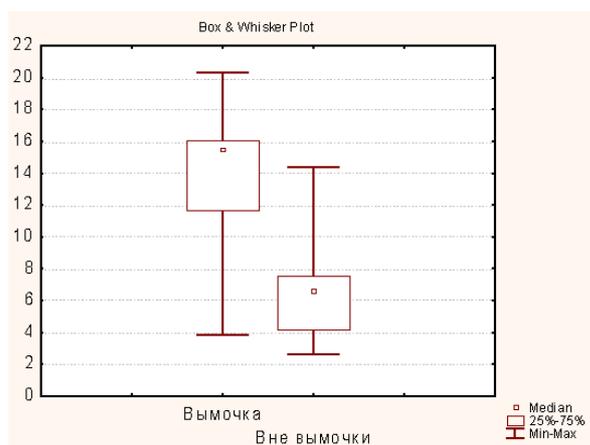
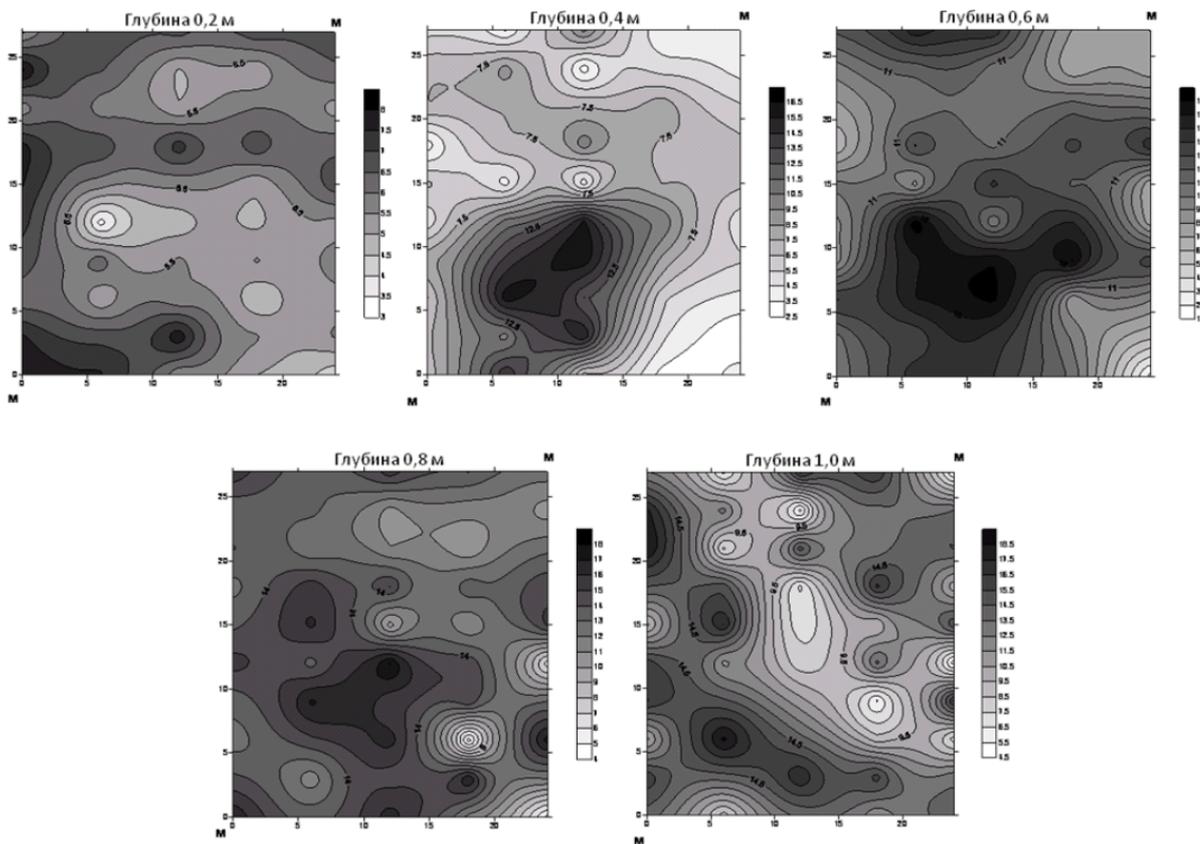
в) сопротивление пенетрации, МПа

Рисунок 3. Статистические показатели варьирования значений физических свойств дерново-подзолистой почвы в трансекте на глубине 7 см «вне вымочки» (слева) и «вымочка» (справа), опытное поле ВНИПТИОУ

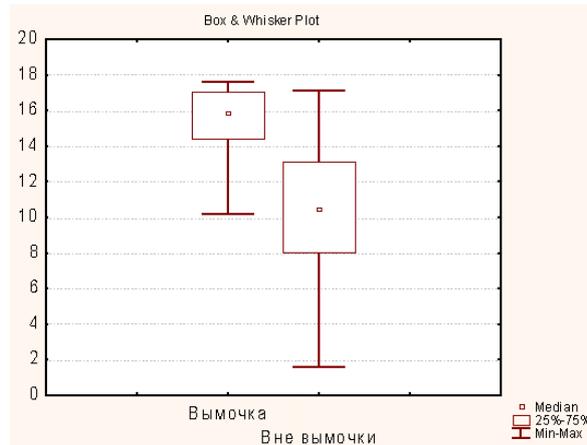
ющую вымочке, в то время, как в поверхностном 0-20 см слое в период проведения исследований (июль 2011 г.) различия уже отсутствовали. Значимость различий подтверждается статистическими показателями варьирования значений.

Неоднородность увлажнения проявилась и при электрофизическом обследовании территории опытного участка методом вертикального

электрозондирования (ВЭЗ) в ключевых точках сетки опробования, т. е. фактическим сочетанием методов зондирования и профилирования. Это позволило выделить пространственное распространение контура пониженного электросопротивления (рис.5). Наиболее четко и статистически достоверно он проявляется на глубине от 40 см до 100 см.

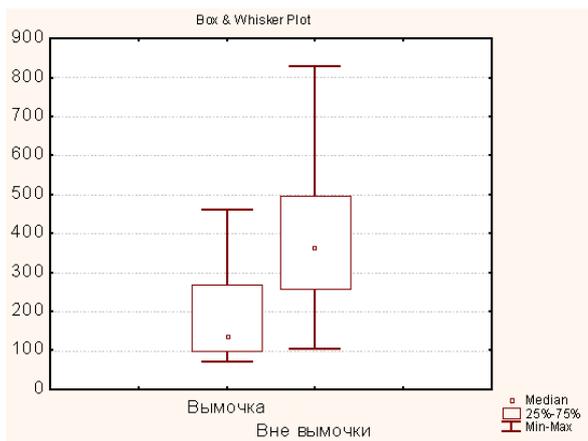
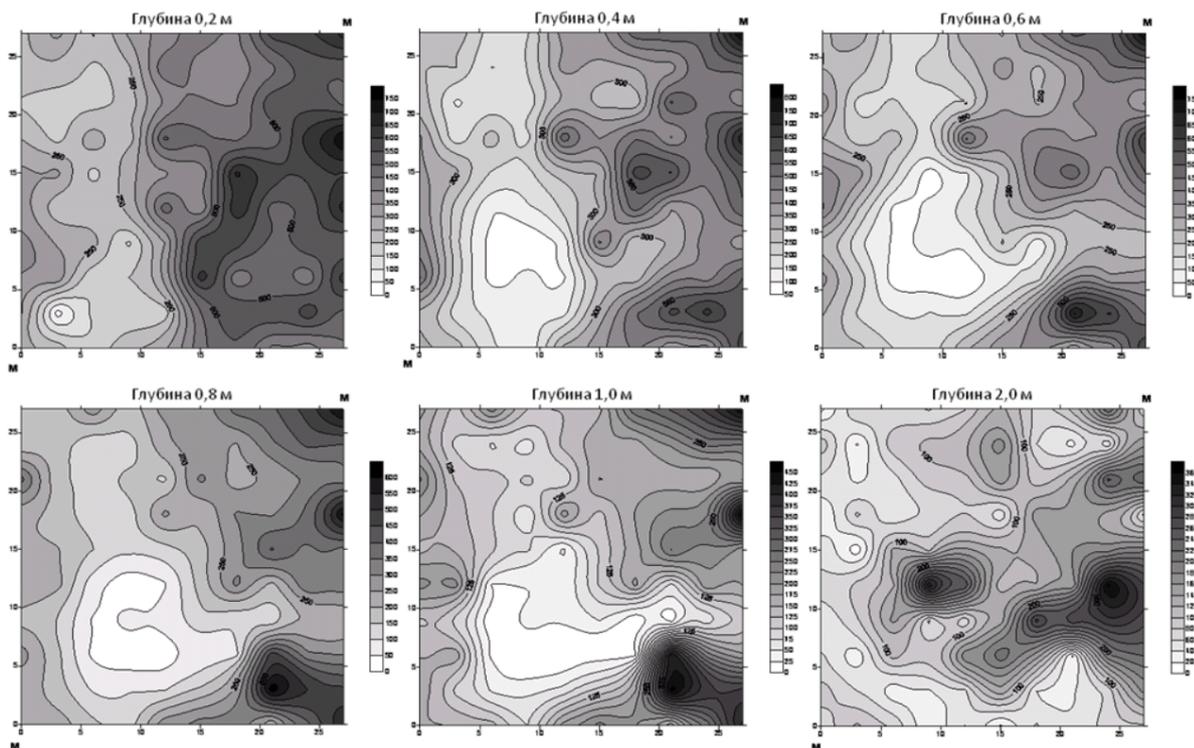


а) глубина 40 см

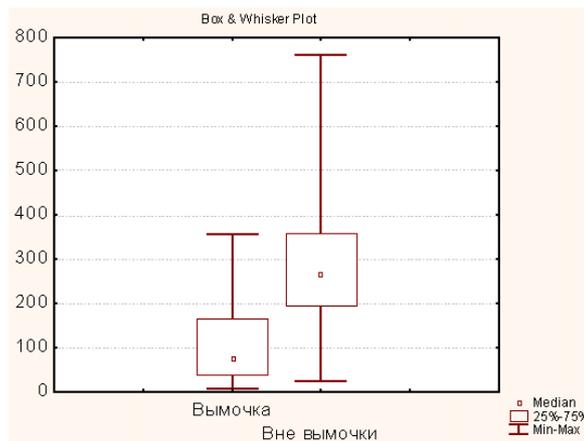


б) глубина 60 см

Рисунок 4. Топоизоплеты и статистические показатели варьирования значений влажности (%) дерново-подзолистой почвы в зоне вымочки и вне вымочки, опытное поле ВНИПТИОУ, июль 2011



а) глубина 40 см



б) глубина 60 см

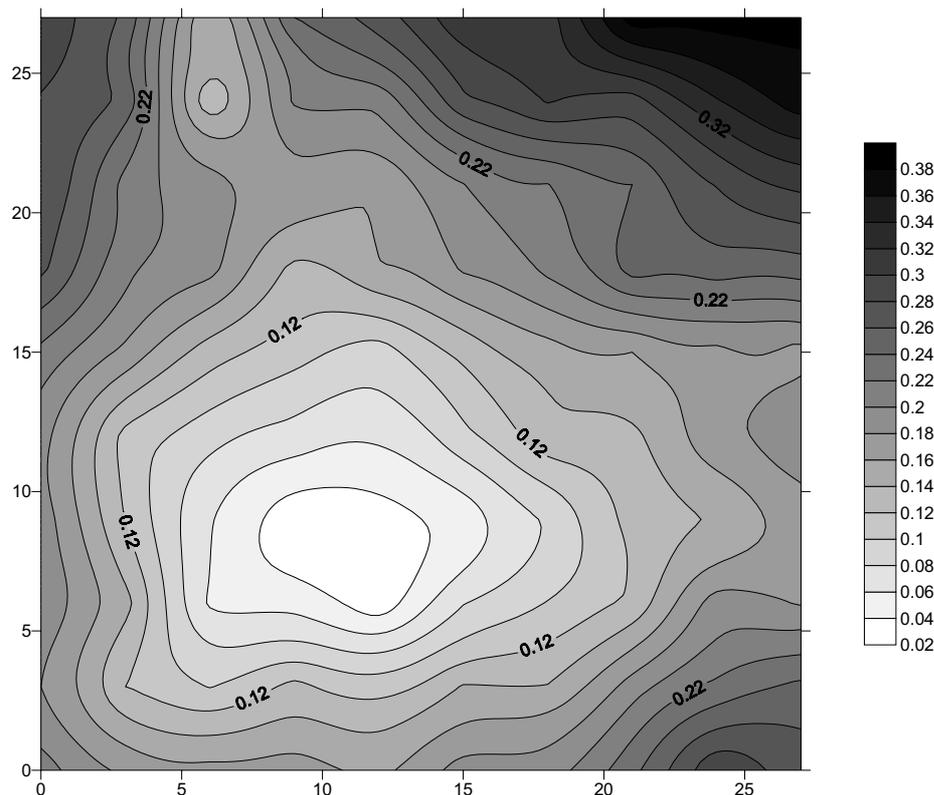
Рисунок 5. Топоизоплеты и статистические показатели варьирования значений электрического сопротивления (Ом*м) дерново-подзолистой почвы в зоне вымочки и вне вымочки, опытном поле ВНИПТИОУ, июль 2011 г.

Результаты нивелирной съемки территории участка показали (рис.6) наличие блюдцеобразного понижения с перепадом высот до 40 см. Такой микрорельеф способствует дополнительному притоку влаги в период весеннего снеготаяния и, тем самым, формированию зоны повышенного увлажнения.

Таким образом, агрофизические исследования дерново-подзолистых почв Мещерской низменности позволили установить высокую пространственную неоднородность террито-

рии опытного поля, хотя в целом достоверных различий для зоны вымочки не обнаружено. Наиболее вероятными причинами продолжительного застоя влаги и вымокания растений могут быть:

1) литологическая неоднородность территории Мещерской низменности, появление в профиле почвы песчаных прослоек и линз, приводящих к нарушению сплошности влагопроводящих путей и ухудшению водопроницаемости.



Относительные высоты указаны в метрах

Рисунок 6. Топографическая карта опытного участка ВНИПТИОУ, июль 2011 г.

2) микрорельеф с локальными понижениями, формирующими дополнительный приток влаги.

Неоднородность физических свойств почвенного покрова исследуемых участков формирует особенности их водно-воздушного режима, которые определяются, главным образом, наличием в профиле или отсутствием контрастных по плотности и влагопроводящей способности почвенных слоев. Для анализа водно-воздушного режима пространственно неоднородных территорий целесообразно моделировать различные условия на границах почвенной толщи. Поливариантный прогнозный расчет позволит понять функционирование различных участков в ландшафте. Такой расчет режима влажности исследованных почв был проведен в программе «HYDRUS-1D» на основе экспериментальных данных гранулометрического анализа и основной гидрофизической характеристики.

В серых лесных почвах Владимирского ополья модельные расчеты выполнены для четырех вариантов (рис.7): серой лесной почвы, серой лесной почвы с уплотнением в нижней части па-

хотного горизонта и серой лесной почвы с мощностью второго гумусового горизонта 5 см и 30 см. Это позволило оценить роль второго гумусового горизонта в формировании водно-воздушного режима почвенного покрова ополья.

Для сравнительной оценки различных участков поля «на старте» расчета задавались равные условия – насыщение до НВ, а дальнейшая динамика водно-воздушных условий обеспечивалась уже функционированием почвенного профиля, его морфологией и физическими свойствами.

Количественно оценить режим можно по вероятности появления в расчетном цикле благоприятных (влажность НВ-07НВ) и неблагоприятных (влажность < 07НВ и содержание воздуха < 5%) периодов.

Прогнозные модельные расчеты водного режима показали, что по сравнению с фоновой серой лесной почвой участки со вторым гумусовым горизонтом характеризуются повышенной влажностью в течение всего расчетного срока. Это обусловлено хорошей оструктуренностью и повышенным содержанием гумуса, а, следовательно, и большой водоудерживающей спо-

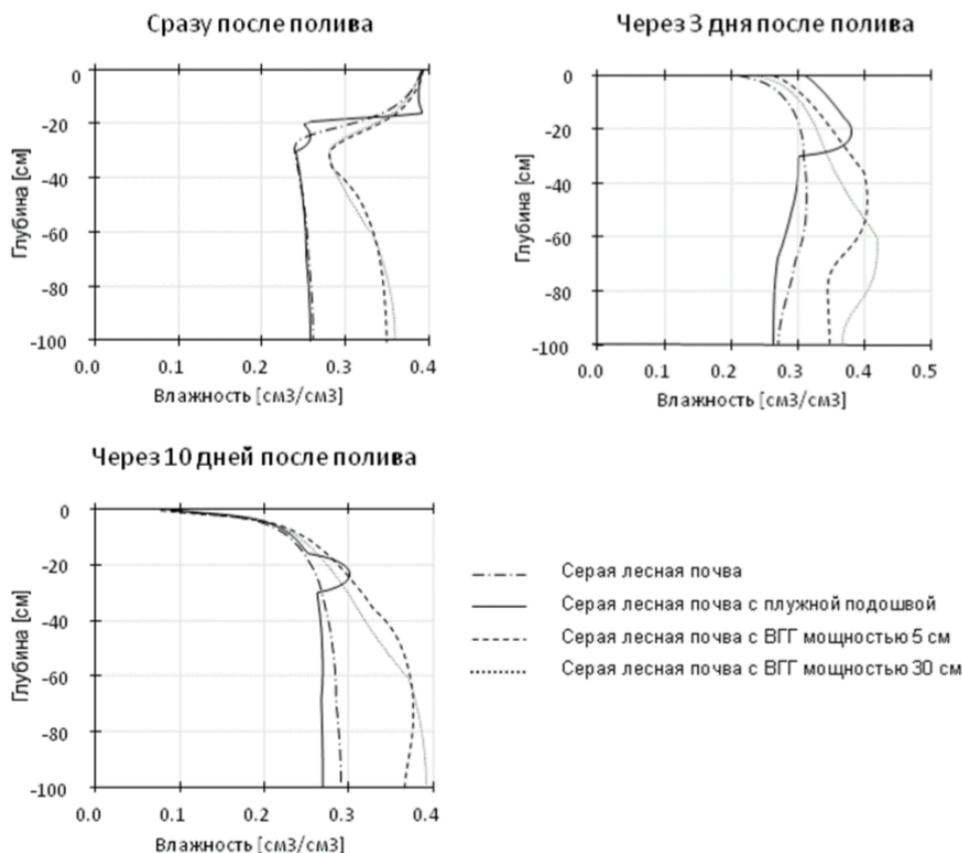


Рисунок 7. Эпюры влажности для модельных вариантов: серой лесной почвы; серой лесной почвы с плужной подошвой; серой лесной почвы с ВГГ (мощность Ah=5 см); серая лесная почва с ВГГ (мощность Ah=30 см)

способностью горизонта Ah, причем увеличение его мощности сказывается на суммарных запасах влаги в профиле почвы. И хотя к концу расчетного периода иссушение нивелирует различия в верхней части профиля 10-15 см, глубже выделение второго гумусового горизонта сохраняется, приводя к формированию неоднородности водно-воздушного режима ландшафта.

Наличие в нижней части пахотного горизонта уплотненной плужной подошвы также сказывается на характере распределения влаги: повышение плотности и сокращение объема крупных и влагопроводящих пор снижает филь-

трацию, уменьшая нисходящий поток и увлажнение нижележащей толщи. При этом в профиле сама «плужная подошва» закономерно выделяется повышенными значениями объемной влажности.

Неоднородность почвенного покрова Владимирского ополья, особенности вертикальной организации профиля, прежде всего, наличие и мощность второго гумусового горизонта, уплотнение подпахотного слоя, являются основными факторами в процессах перераспределения почвенной влаги и формирования водно-воздушного режима агроландшафта.

26.02.2013

Список литературы:

1. Архангельская Т.А., Бутылкина М.А., Мазиров М.А., Прохоров М.В. Состав и свойства пахотных почв палеокриогенного комплекса Владимирского ополья // Почвоведение, 2007, №3, С. 1-11.
2. Величко А.А., Морозова Т. Д., Нечаев В.П., Порожнякова О.М. Позднеплейстоценовый криогенез и современное почвообразование в зоне южной тайги (на примере Владимирского ополья) // Почвоведение, 1996, №9, С. 1056-1064.
3. Гончаров В.М. Агрофизическая характеристика почв в комплексном почвенном покрове // Дисс. на соиск. учен. степени докт. биол. наук, 2010, 221 с.
4. Лукин С.М. Агроэкологическое обоснование систем применения удобрений в севооборотах на дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах // Дисс. на соиск. учен. степени докт. с-х наук, 2009 г, 354 с.
5. Почвы Владимирской области. Технический отчет // Владимирский филиал ин-та Центргипрозем, Владимир, 1984, 193 с.

Сведения об авторах:

Гасина Анастасия Игоревна, аспирантка кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения им. М.В. Ломоносова

Гончаров Владимир Михайлович, доцент кафедры физики и мелиорации почв факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, доктор биологических наук
119234, г. Москва, ул. Ленинские горы, д.1, к.Д, e-mail: aigasina@mail.ru

UDC 631.43

Gasina A.I., Goncharov V.G.

Lomonosov Moscow state university, e-mail: aigasina@mail.ru

AGROPHYSICAL PROPERTIES AND REGIMES OF SOILS UNDER CONDITIONS OF LYTHOLOGICAL INHOMOGENEITY OF SOIL COVER

Physical properties and regimes are the important component of productional process. The results of soil cover investigation of different agrolandscapes of Vladimir region (soddy-podzolic and grey forest soils) are represented in the article. Mechanisms of physical properties' distribution and features of water-air regime formation under conditions of highly spatial inhomogeneity of soil cover are considered.

Key words: inhomogeneity, soil cover, agrophysical properties, water-air regime.

Bibliography:

1. Arkhangelskaya T.A., Butylkina M.A., Mazirov M.A., Prokhorov M.V. Composition and Properties of Arable Soils of Paleocryogenic Complex of Vladimir Opolie // Pochvovedenie, 2007, №3, p. 1-11.
2. Velichko A.A., Morozova T.D., Nechaev V.P., Porozhnyakova O.M. Cryogenesis in Late Pleistocene and Recent Soil Formation in Southern Taiga Zone (as an Example of Vladimir Opolie) // Pochvovedenie, 1996, №9, p. 1056-1064.
3. Goncharov V.M. Agrophysical Description of the Soils in Complex Soil Cover// Dissertation for a degree of Doctor of Biology, 2010, 221 p.
4. Lukin S.M. Agroecological explanation of fertilizers' using system in crop rotations on soddy-podzolic sandy-loam and sandy soils// Dissertation for a degree of Doctor of Agriculture, 2009, 354 p.
5. The Soils of Vladimir Region. Technical report// Vladimir branch of the institute Centrgiprozem, Vladimir, 1984, 193 p.