

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕФИЦИТА ПОЧВЕННОЙ ВЛАГИ
ПРЕДКАВКАЗСКОГО ЧЕРНОЗЁМА ПОД ЗЕРНОВЫМИ КУЛЬТУРАМИ
АРМАВИРСКОГО ОПЫТНОГО УЧАСТКА ПОЧВЕННОГО ИНСТИТУТА РАНН.А. МУРОМЦЕВ¹, Ю.И. СУХАРЕВ², Е.А. ПИВЕНЬ³,
А.В. ШУРАВИЛИН³, В.Г. ВИТЯЗЕВ⁴, К.Б. АНИСИМОВ¹¹ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАН, ² РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева,³ Российский университет дружбы народов,⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова)

Степные и полустепные черноземы исторически сформировались в условиях сравнительно глубокого стояния грунтовых вод от дневной поверхности. Поэтому всегда, когда происходят изменения уровня режима грунтовых вод черноземов, последние могут испытывать весьма глубокие по проявлению (почти всегда негативные) воздействия. Они проявляются в переувлажнении почвенного профиля, заболачивании территории, выщелачивании, осолодении, засолении и во многих других негативных явлениях, приводящих к сильному снижению их плодородия.

К сожалению, в настоящее время часто по неясным причинам происходит повышение уровней грунтовых вод в степной и лесостепной биоклиматических зонах. Одним из наглядных проявлений этого негативного процесса является образование, так называемых, мочаров (известны и другие местные названия). Они представляют собой различного размера переувлажненные участки среди автоморфных черноземов. Аналогичные явления, возможно, имеют место и среди обыкновенных и выщелоченных черноземов Армавирского ветрового коридора, где Почвенный институт им. В.В. Докучаева в течение многих лет проводит исследования по изучению эффективности почвозащитной системы земледелия. В качестве одного из показателей изучали режим влажности черноземов, функционирующих в условиях обычной для данного региона и почвозащитной систем обработки почвы.

Обыкновенные и выщелоченные черноземы Армавирского района Краснодарского края опытного участка функционируют в условиях периодически промывного водного режима. Уровень грунтовых вод в пределах опытного поля находится на глубине 7.0 м от поверхности земли.

Запасы влаги в опытных и контрольных вариантах чернозёмов, за редкими исключениями, в течение всех вегетационных периодов за три года наблюдений (2011–2013 г.г.) были практически идентичными.

Несмотря на некоторое различие в физиолого-биологических свойствах культур, предшественниках и типах черноземов (обыкновенные и выщелоченные) запасы влаги в этих почвах сходны по многим признакам. Прежде всего, это восстановление запасов влаги после зимне-ранневесеннего периода во всей толще оптимального увлажнения (300 см): в 0–230 см – примерно, до 0.7 НВ, в нижнем слое (230–300 см) оно достигает преимущественно значений НВ.

Пополнение запасов влаги на нижней (300 см) границе почвенной толщи происходит при периодическом промачивании всей толщи атмосферными осадками. Наблюдается и незначительное подпитывание из нижней толщи почвы, характеризующейся «вековыми» большими запасами влаги (около НВ).

Ключевые слова: чернозёмы, влажность, запасы влаги, грунтовые воды, капиллярная кайма, влагообеспеченность растений.

Введение

В гидрогеологическом отношении (Информационный бюллетень, 2014; Давыдова и др., 2011) район расположен в пределах Азово-Кубанского артезианского бассейна подземных вод в аллювиально-делювиальных суглинках аллювиальных песках и галечниках. Водоносный горизонт приурочен к песчано-гравийным отложениям на глубинах от 0.8 до 20.0 м (установившийся уровень подземных вод). Питание водоносного горизонта осуществляется в основном за счет атмосферных осадков и в период интенсивного снеготаяния в горах.

Одним из наглядных проявлений негативного процесса является образование так называемых мочаров (известны и другие местные названия). Они представляют собой различного размера переувлажненные участки среди автоморфных черноземов (Деградация, 2012; Petrovici, 2010, et al). Аналогичные явления, возможно, имеют место и среди обыкновенных и выщелоченных черноземов Армавирского ветрового коридора, где Почвенный институт им. В.В. Докучаева в течение многих лет проводит исследования по изучению эффективности почвозащитной системы земледелия. В качестве одного из показателей изучали режим влажности черноземов, функционирующих в условиях обычной для данного региона и почвозащитной систем обработки почвы

Исследованиями (Гордеев и др., 2006; Бушнев, 2014; Давыдова и др., 2006; Phoon et al, 2010) показано, что высокие (больше среднемноголетние значения) суммы атмосферных осадков в вегетационные периоды последних лет (2010–2013 гг.) обуславливали протекание водного режима черноземов на оптимальном уровне, в пределах от наименьшей влагоемкости (НВ) до 70% НВ. Проведенный анализ показал, что содержание влаги в нижней части 300-см почвенной толщи всегда было постоянно высоким, однако не превышало значений НВ. В связи с этим возникло предположение о подпитывании почвенного профиля и, особенно корнеобитаемого слоя, капиллярным поднятием грунтовых вод (Муромцев и др., 2018; Новикова, 2014)

Поэтому основное внимание в настоящем кратком литературном обзоре уделено теоретическому обоснованию, особенностям формирования подпитывания корнеобитаемого слоя обыкновенных черноземов Армавирского ветрового коридора грунтовыми водами, зеркало которых по данным недавнего (осенью 2012 г.) глубокого бурения находится на глубине 7.0 м от дневной поверхности.

В соответствии с учением о грунтовых водах (Харченко, 1975; Роде, 2008; Муромцев и др., 2013; Pertovici Tudor, Marinov Anca Marina, 2010) капиллярная кайма (КК) последних может достигать 3–4 м и более метров. В тяжелосуглинистых однородных по гранулометрическому составу почвах и в условиях колонн (в лабораторных опытах) – до 5.5–6.0 м от их зеркала. При этом важным является то, что капиллярная кайма в пределах от зеркала грунтовых вод и до самой ее верхней части неоднородна по содержанию влаги и сильно различается в основных ее частях. Этих (основных) частей три: нижняя, средняя и верхняя (Харченко, 1975; Роде, 2008; Муромцев и др. 2013; Phoon Kok-Kwang, Santoso Anastasia, Quek Ser-Tong, 2010).

Степные черноземы, как отмечалось, исторически сформировались в условиях глубокого стояния грунтовых вод, залегающих в пределах 7–12 м и глубже (Роде, 2008; Информационный бюллетень, 2014). Поэтому всегда, когда происходят изменения уровня режима грунтовых вод чернозёмов, последние нередко испытывают негативные воздействия. Они проявляются в переувлажнении и заболачивании почв, выщелачивании, осолодении, засолении и во многих других негативных процессах, приводящих к сильному снижению их плодородия (Деградация..., 2002).

К сожалению, в настоящее время, нередко происходит повышение уровня грунтовых вод в степной и лесостепной биоклиматических зонах. Одним

из наглядных проявлений этого негативного процесса является образование мочаров. Они представляют собой ареалы в различной степени переувлажненных почв среди автоморфных черноземов.

Объекты и методы исследований

Исследования проведены на обыкновенном и выщелоченном предкавказском чернозёме Армавирского опытного участка, где Почвенный институт им. В.В. Докучаева в течение многих лет изучал эффективность почвозащитной системы земледелия. Территориально опытные участки находятся в рамках Армавирской опытной станции ВНИИМК. Исследования продолжались в 8-ми польном зернопропашном севообороте со следующим чередованием культур: 1 – озимая пшеница, 2 – рапс, 3 – озимая пшеница, 4 – сахарная свекла, 5 – озимая пшеница, 6 – соя, 7 – озимая пшеница, 8 – подсолнечник. На опытных полях высевали семена сортов и гибридов следующих культур: озимая пшеница – «Нота», яровая пшеница – «Лелек», соя – «Мечта», подсолнечник – «Мэлин».

Проведено глубокое бурение литологического профиля с поверхности до 14 м, в соответствии с результатами которого он сложен делювиальными и аллювиальными отложениями четвертичного возраста. Изучены запасы влаги обыкновенного и выщелоченного чернозёмов и установлены гидрологические особенности функционирования почвенной толщи 0–300 см.

Отметим, что делювиальные отложения (суглинки желто-бурого цвета) описаны нами в связи с залеганием грунтовых вод именно по причине того, что водоносный горизонт почвы приурочен к песчано-гравийным отложениям на глубинах от 0,8 до 20,0 м. Почвообразующей породой являются преимущественно лёссовидные суглинки.

Водно-физические свойства (гранулометрический состав, гумус, плотность, влагоёмкости и другие) чернозёмов хорошо известны многим исследователям (Деградация и охрана почв. М.: Изд-во Московского Государственного университета. 2002. 654 с.; Информационный бюллетень экологического мониторинга Краснодарского края. Краснодар. 2014. 155 с.; Роде А.А. Избранные труды в четырех томах. Том 3. М.: 2008. 663 с. и другие источники). Мощность гумусового горизонта двух чернозёмов мало чем различаются между собой, и в целом, составляет величину в пределах 64–69 см.

Основное внимание в настоящей статье уделено теоретическому обоснованию, особенностям формирования подпитывания корнеобитаемого слоя черноземов Армавирского ветрового коридора грунтовыми водами,

Использован термостатно-весовой метод определения влажности обыкновенного и выщелоченного черноземов. Содержание влаги, её запасов определяли от поверхности почвы и до глубины 300 см. Регулярно проводили замеры осадков. При определении влажности пробы почвы регулярно осматривались кернами визуально на предмет наличия или отсутствия признаков гидроморфизма.

Проведены расчёты изменений запасов влаги ($\pm \Delta W$, мм) по различным слоям почвы (0–30, 0–60, 0–100, 100–200, 200–300 см, 0–100, 0–200 и 0–300 см), а также $E_{\text{сум}}$ (сумма испарения за период времени), мм и $E_{\text{сут}}$ (испарение за сутки), мм/сут. Во всех вариантах опытов определены биологические и хозяйственные (амбарные) урожаи культур.

Результаты и обсуждение

Анализ экспериментальных материалов (2011–2013 гг.) по режиму влажности обыкновенных и выщелоченных черноземов опытного участка Армавирского района Краснодарского края показал, что исследуемые почвы функционируют в условиях

периодически промывного водного режима. Уровень грунтовых вод находится, как это обычно имеет место в автоморфных черноземах, в пределах 7–10 м и глубже от дневной поверхности. Пополнение запасов влаги на нижней (300 см) границе почвенной толщи (условно принятой) происходит при периодическом промачивании атмосферными осадками. Из почвенной толщи, характеризуемой «вековыми» значительными запасами влаги (Роде, 2008; Муромцев и др., 2013; *Carlos et al*, 2002), происходит незначительное подпитывание благодаря передвижению грунтовых вод.

Подпитывание глубинной толщи чернозема (глубже 5–7 м) из объёмных или протяженных водных источников (водохранилищ, больших прудов и рек) возможно в очень небольших пределах. Это подпитывание может составлять величину, обеспечивающую в засушливые годы содержание влаги на нижней границе 300-см толщи в пределах наименьшей влагоемкости, но никак не выше её.

Уровень грунтовых вод находится, как мы считали теоретически (2011 и 2012 гг.), на отметке примерно 7 м (март 2013 г.) в глубину от дневной поверхности, что соответствует экспериментальным измерениям. Делювиальные отложения (dQIII) представлены суглинками тяжёлыми желто-бурого цвета твердой до полутвёрдой консистенции. Залегают в интервале глубин 1,5–5,9 м. Аллювиальные отложения (aQIII) представлены:

- суглинками тяжёлыми жёлто-бурого до серовато-ржавого цветов, туго-пластичной консистенции, с включениями гальки и гравия. Залегают в интервале глубин 6,2–8,0 м и 9,0–9,2 м;
- крупнообломочным грунтом – галькой с суглинистым заполнителем. Залегают в интервале глубин 5,9–6,2 м и 8,0–8,3 м;
- и песками мелкими желтого цвета. Вскрыты в интервале глубин 8,3–13,5 м.

Атмосферные осадки за 2011–2013 годы составили следующие величины (табл. 1), в соответствии с которыми 2011 и 2012 годы явно влажные: суммы осадков значительно превышают среднееголетние значения; 2013 год – засушливый. Следовательно, первые два года характеризуются достаточным и даже избыточным атмосферным увлажнением, а последний (2013 г.) – недостаточным, с заметным дефицитом увлажнения.

Таблица 1

Сумма осадков с 2011 по 2013 годы

Год	Сумма осадков за вегетационный период, мм	Сумма осадков за годовой период, мм	Средние многолетние данные, мм
2011	426.5	673	591.0
2012	507.3	748	
2013	298.9	495	

За три года исследований режима влажности чернозёмов в течение вегетационных периодов (2011–2013 г.г.) установлено, что, несмотря на некоторые различия водно-физических свойств чернозёмов (обыкновенных и выщелоченных), запасы почвенной влаги во всех опытных и контрольных вариантах имеют много общего и оказались практически идентичными (за редкими исключениями). При этом отметим, что динамика изменения влажности по подтипам чернозёмов может влиять и на биолого-физиологические свойства культур и погодные явления (испаряемость, давление воздуха и некоторые другие процессы).

Все культуры (озимая пшеница, соя, подсолнечник и другие) выращиваются исключительно в богарных условиях, орошение не практикуется. Однако погодно-климатические условия юга Краснодарского края и, в частности, территории Армавирского района, достаточно жесткие; суточные величины суммарного испарения достигают нередко значений 3–5 (и более) мм/сутки. Поверхностный, корнеобитаемый слой почвы периодически в вегетационные сезоны подвергается неблагоприятному воздействию дефицита почвенной влаги. Даже во влажные годы дефицит почвенной влаги нередко имеет место не только в верхнем слое почвы, но и в более глубоких горизонтах (Кутузова, и др., 2010; Лукомец и др., 2009; Москалев и др., 2011).

Дефицит влаги различается как по годам, так и в пределах почвенной толщи 0–300 см. В относительно влажный 2011 год (в вегетационный период – 427 мм) дефицит почвенной влаги практически незначителен и достигает значений, соответствующих нижней границе оптимального увлажнения, принимаемой на уровне 0.7 НВ (рис. 1). Высокие запасы влаги в чернозёме выщелоченном (поле № 7) наблюдаются не только в начале вегетации (4 апреля 2011 г.), но и конце вегетации (7 июля 2011 г.).

В засушливый 2013 год дефицит почвенной влаги усугубляется, усиливается и может иметь место не только в верхнем, корнеобитаемом слое чернозема, но и в более глубокой толще почвы. Усиление (наращивание) дефицита почвенной влаги в течение вегетации рассмотрим на примере поля № 2.

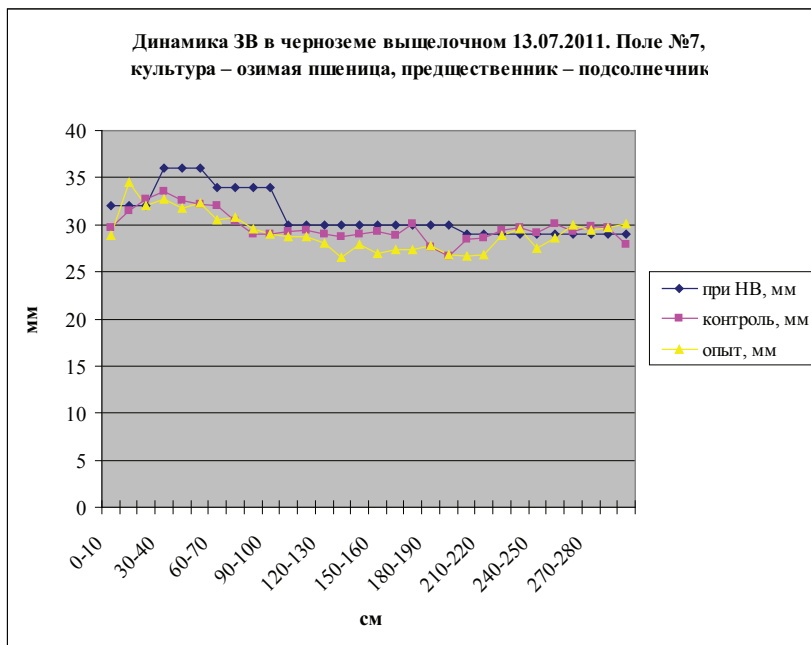


Рис. 1. Динамика запасов влаги в черноземе выщелоченном (поле № 7, 2011 г.)

При первом бурении (рис. 2) дефицит влаги наблюдается уже с глубины 70 и до 230 см, а далее (230–300 см) – на уровне 0.70 НВ, соответствующей нижней границе оптимального увлажнения почвы. В чернозёме обыкновенном (рис. 3) различие в запасах влаги заметно усугубляется до глубины 230 см, достигая минимальных значений в слое 0–30 см – 0.33 НВ. В слое 30–130 см содержание влаги возрастает до 0.58 НВ, а в толще почвы 130–230 см повышается до оптимальной границы – 0.80 НВ.

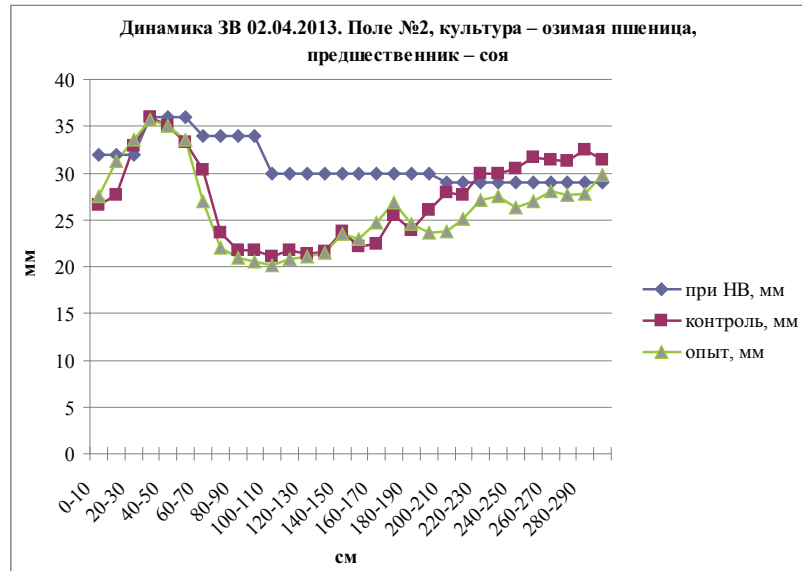


Рис. 2. Динамика запасов влаги в черноземе выщелоченном (поле 2, 2013 г.)

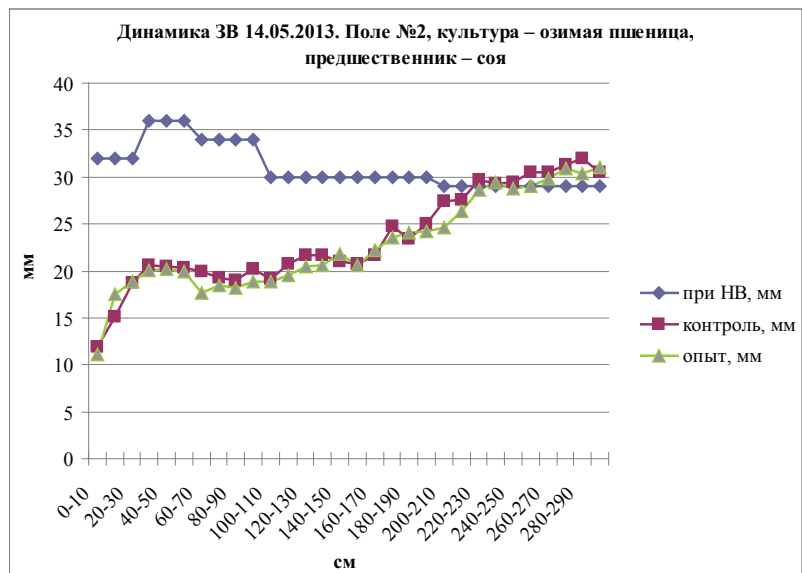


Рис. 3. Динамика запасов влаги в черноземе обыкновенном (поле 2, 2013 г.)

В конце вегетационного периода осуществлено последнее измерение влажности (19 июня) на этом (№ 2) поле (рис. 4). Видно, что дефицит влаги заметно уменьшился: 0.56 НВ в слое 0–70 см, 0.59 НВ в толще 70–150 см и 0.67 НВ до 230 см, оставаясь до глубины 230–300 см на уровне НВ. Аналогичная ситуация наблюдается и при анализе информации рис. 5 и 6. Первое бурение проведено 5 апреля, второе измерение влажности почвы осуществлено 19 июня.

Коэффициент детерминации (r^2) связи между запасами влаги обыкновенных и выщелоченных чернозёмов и под культурами (озимой пшеницей, соей и подсолнечником) значимы и в большинстве случаев весьма значительны (0.91–0.60);

детерминация имеет место и заметно ниже (0.51–0.44), но связи также значимы. Величины урожая исследованных культур составляют (табл. 2):

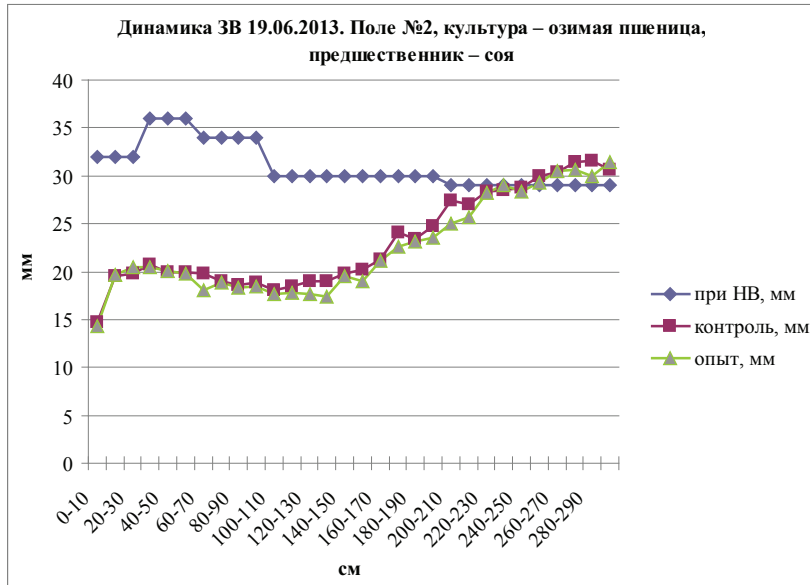


Рис. 4. Динамика запасов влаги в обыкновенном чернозёме (поле 2, 19.06.13 г.)

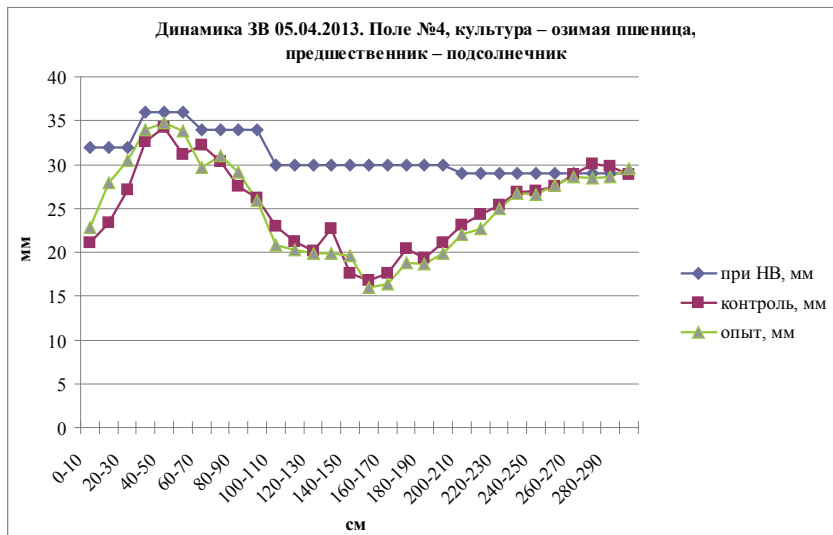


Рис. 5. Динамика запасов влаги в чернозёме выщелоченном (поле 4) 5 апреля 2013 г.

Несмотря на некоторое различие в физиолого-биологических свойствах культур (соя и пшеница на разных предшественниках) и разных почвах (чернозёмы обыкновенные и выщелоченные), в частности, запасах влаги почвы во всех вариантах имеется много общего. Это, прежде всего, – восстановление запасов влаги после зимне-ранневесеннего периода во всей 300-см толще, в целом до значений оптимального увлажнения (0.70 НВ). Запасы влаги, суммарное и суточное испарение представлены в таблице 3.

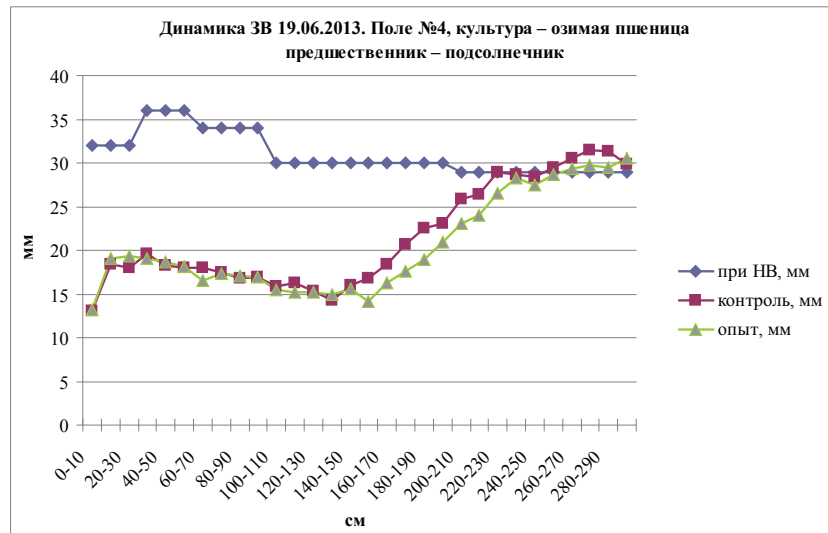


Рис. 6. Динамика запасов влаги в черноземе выщелоченном 19 июня 2013 г. (поле 4)

Изменения запасов влаги заметны во всех периодах и по всем глубинам почвы. В опыте и на контроле запасы влаги положительны, что означает превышение поступления влаги атмосферных осадков над её расходом в этих слоях. Суммарное и суточное испарение из этих слоев значительно меньше по сравнению со слоями, где расход влаги превышает её приход. Самые значительные величины влагооборота имеют место (и в опыте, и на контроле) в слое 0–100 см, затем в слое 100–200 см. Суточное испарение максимально также в слое 0–100 см и составляет величины в пределах 2.62–2.86 мм/сут. Значения приращения влаги, суммарного и суточного испарения в этих слоях близки в опыте и на контроле.

В таблице 4 представлена обобщенная информация об изменениях влагозапасов ($\pm\Delta W$) и суточного испарения влаги ($E_{\text{сут}}$, мм) в слоях 0–60, 0–100 и 100–200 см.

Максимальные значения $\pm\Delta W$ и $E_{\text{сут}}$ наблюдаются в слое 0–100 см, что вполне понятно, поскольку он является наиболее активным в процессе влагооборота почвенной влаги. На поле 4 (чернозём выщелоченный, культура – озимая пшеница, предшественник подсолнечник) влагозапасы претерпели за вегетацию большие изменения ($\pm\Delta W$) по сравнению с полем 2 (чернозём обыкновенный, культура озимая пшеница, предшественник соя).

Величины суммарного и суточного испарения, наоборот, выше на поле 2 по сравнению с полем 4. Возможно, это частично связано с различием мощностей корневых систем предшественников: сои и подсолнечника. У сои она более мощная, чем у подсолнечника. Однако главная причина заключается в различной интенсивности влагообмена и, в частности, интенсивности суммарного испарения с поверхности почвы. Поскольку изменения влагозапасов в чернозёме выщелоченном (поле 2) численно были меньшими, чем в чернозёме обыкновенном (поле 4), то в связи с этим, интенсивность испарения здесь выше. Объясняется это тем, что чем выше «остаточное» значение влажности (разность между начальными её запасами и конечными), тем ниже интенсивность влагообмена, в котором суммарное испарение играет доминирующую роль (Новиков, 2014; Муромцев, Анисимов, 2015; Mosgnera-Lasada et al, 2010).

Влияние почвозащитной системы по сравнению с обычной на эти величины – суммарные и суточные значения испарения – незначительно. Определяющим фактором здесь является содержание влаги в расчетном слое почвы.

**Соотношение изменений влагозапасов, суммарного и суточного испарения
в различных слоях обыкновенного чернозема (поле № 2)**

Период наблюдений	Длительность, дней	Опыт			Контроль		
		$\pm\Delta W$, мм	$E_{\text{сум}}$, мм	$E_{\text{сут}}$, мм	$\pm\Delta W$, мм	$E_{\text{сум}}$, мм	$E_{\text{сут}}$, мм
Слой почвы 0–30 см							
02.04–22.05.2013	51	21.63	110.53	2.16	16.81	105.71	2.07
22.05–24.06.2013	33	0.41	43.91	1.33	3.65	47.15	1.42
Слой почвы 0–60 см							
02.04–22.05.2013	51	-44.43	44.47	0.87	-48.18	40.72	0.79
22.05–24.06.2013	33	22.88	66.38	2.011	27.7	71.2	2.15
Слой почвы 0–100 см							
02.04–22.05.2013	51	55.47	144.37	2.83	44.92	133.82	2.62
22.05–24.06.2013	33	43.98	87.48	2.65	51.01	94.51	2.86
Слой почвы 100–200 см							
02.04–22.05.2013	51	1.36	90.26	1.76	1.74	90.64	1.77
22.05–24.06.2013	33	4.33	47.83	1.44	4.51	48.01	1.45
Слой почвы 200–300 см							
02.04–22.05.2013	51	-11.09	77.81	1.52	-8.3	80.6	1.58
22.05–24.06.2013	33	5.98	49.48	1.49	7.3	50.8	1.53
Слой почвы 0–200 см							
02.04–22.05.2013	51	56.83	145.73	2.85	46.66	135.56	2.65
22.05–24.06.2013	33	48.31	91.81	2.78	55.52	99.02	3.00
Слой почвы 0–300 см							
02.04–22.05.2013	51	45.75	134.65	2.64	38.36	127.26	2.49
22.05–24.06.2013	33	54.28	97.78	2.96	62.82	106.32	3.228

Наиболее важно здесь указать на особенности изменения запасов влаги в верхних слоях (0–60 см и 0–100 см) и нижней толще почвы (200–300 см). Важным это является потому, что слои 0–60 и 0–100 см, являются активным влагооборотом (Муромцев, Анисимов, 2015), а нижний (200–300 см) – с заметно меньшей интенсивностью влагооборота. Наиболее активный оборот почвенной влаги имеет место в слое 0–100 см, хотя содержание её во всей исследованной толще (0–300 см) подвержено

в той или иной мере изменениям. Эти изменения обусловлены, в основном, испарением влаги с поверхности почвы и инфильтрацией (проникновением вниз по почвенному профилю) дождевых осадков, а также поднятием (в небольших объемах) влаги из нижних, более влажных, слоёв (Семёнов и др., 2005).

Таблица 4

Соотношение изменений влаги ($\pm\Delta W$, мм) и суточного испарения ($E_{\text{сут}}$, мм) по полям сельскохозяйственных культур севооборота опытного поля

№ поля	культура	почва	$\pm\Delta W$ в слоях, мм			$E_{\text{сут}}$, мм		
			0–60	0–100	100–200	0–60	0–100	100–200
1	Лен масличный	Чернозем обыкновенный	-20.46	95.90	6.25	1.47	2.74	1.61
			-21.50	99.30	5.70	1.44	2.74	1.60
2	Озимая пшеница	Чернозем обыкновенный	76.60	97.80	21.70	3.32	3.60	2.48
			82.01	99.00	30.00	3.42	3.60	2.87
3	Подсолнечник	Чернозем обыкновенный	54.60	89.40	38.20	3.01	3.38	2.84
			42.80	77.40	28.00	2.89	3.26	2.73
4	Озимая пшеница	Чернозем выщелоченный	64.20	111.10	20.50	2.53	3.15	1.95
			76.30	124.20	25.70	3.32	3.32	2.02
5	Соя	Чернозем выщелоченный	62.30	78.30	4.60	2.78	2.92	2.19
			91.00	113.50	-9.40	3.03	3.23	2.15

В верхней, 0–100 см, толще во всех вариантах с культурами (контроль и опыт) происходит уменьшение запасов влаги в течение вегетации и компенсация её осадками – в какой мере это происходит в сравнительно небольшие промежутки времени, мы достоверно пока не знаем, поскольку бурения на влажность были достаточно редкими. Некоторые представления об этом дают декадные данные, рассчитанные по уравнению водного баланса.

Запасы влаги в самых нижних 10-см слоях почвенного профиля (270–300 см) – не превышают значений НВ (27–31 мм), в среднем из 6 рисунков –28.8 мм, что свидетельствует об отсутствии вблизи них (около 5 м) зеркала грунтовых вод. Если бы вблизи границы исследуемой почвенной толщи (300 см) находился горизонт грунтовых вод, то содержание влаги здесь (в слое 270–300 см) было бы примерно равно водовместимости (53–57 мм). В случае если бы зеркало ГВ стояло на глубине, при которой середина капиллярной каймы приходилось на уровень 300 см, то содержание влаги на нижней границе составило бы величину около капиллярной влагоемкости (КВ), примерно, 43–45 мм.

Таким образом, пополнение запасов влаги на нижней (300 см) границе почвенной толщи происходит при периодическом промачивании всей толщи атмосферными осадками и незначительным подпитыванием из нижней толщи почвы. Подпитывание глубинной толщи чернозёма (глубже 5–7м) из наземных протяженных водных

источников (водохранилищ и больших прудов, а также рек) возможно в очень небольших пределах. Это подпитывание может составлять величину, обеспечивающую в засушливые годы содержание влаги на нижней границе 300-см толщи в пределах наименьшей влагоемкости, но никак не выше неё.

Выводы

В настоящее время часто, к сожалению, по неясным причинам происходит повышение уровней грунтовых вод в степной и лесостепной биоклиматических зонах. Одним из наглядных проявлений этого негативного процесса является образование так называемых, мочаров (известны и другие местные названия). Они представляют собой различного размера переувлажненные участки среди автоморфных черноземов.

Аналогичные явления, возможно, имеют место и среди обыкновенных и выщелоченных черноземов Армавирского ветрового коридора, где Почвенный институт им. В.В. Докучаева в течение многих лет проводит исследования по изучению эффективности почвозащитной системы земледелия. В качестве одного из показателей изучали режим влажности черноземов, функционирующих в условиях обычной для данного региона и почвозащитной систем обработки почвы.

Обыкновенные и выщелоченные черноземы Армавирского района Краснодарского края функционируют в условиях периодически промывного водного режима. Уровень грунтовых вод в пределах массива опытного поля находится на уровне 7.0 м от поверхности земли.

Запасы влаги в опытных и контрольных вариантах чернозёмов в течение всех вегетационных периодов за три года исследований (2011–2013 гг.) оказались практически идентичными (за редкими исключениями).

Дефицит влаги варьирует как по годам, так и в пределах почвенной толщи 0–300 см. Поверхностный корнеобитаемый слой почвы в вегетационные сезоны периодически подвергается неблагоприятному воздействию дефицита почвенной влаги. Даже во влажные годы дефицит влаги нередко имеет место не только в верхних слоях почвы, но и в более глубоких её слоях. Суммарное испарение достигает нередко значений 3–5 мм/сутки.

Несмотря на некоторые различия в физиолого-биологических свойствах культур-предшественников и чернозёмах (обыкновенных и выщелоченных) запасы влаги во всех вариантах имеют много общего. Это, прежде всего, – восстановление запасов влаги после зимне-ранневесеннего периода во всей (300-см) толще оптимального увлажнения: в толще почвы 0–230 см – примерно до 0.7 НВ, а в нижнем слое (230–300 см) оно достигает преимущественно значений НВ.

Пополнение запасов влаги на нижней (300 см) границе почвенной толщи происходит при периодическом промачивании всей толщи атмосферными осадками. Наблюдается и незначительное подпитывание из нижней толщи почвы, характеризующейся «вековыми» большими запасами влаги (около НВ).

Библиографический список

1. Бушнев А.С. Водный режим чернозема выщелочного при длительном применении различных систем основной обработки почвы в севообороте с масличными культурами // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. Вып. 2. (159–160). 2014. 20 с.

2. Гордеев А.А., Клещенко А.Д., Черкасов Б.А. Биоклиматический потенциал России: Теория и практика. М.: РАСХН. 2006. 512 с.
3. Давыдова А.А., Сухарев В.И. Водный и температурный режимы чернозема выщелоченного при различных способах основной обработки почвы // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. Т. 5. № 5. 2011. С. 48–50.
4. Деградация и охрана почв. М.: Изд-во Московского Государственного университета. 2002. 654 с.
5. Информационный бюллетень экологического мониторинга Краснодарского края (годовой за 2013 год). Информационный бюллетень. Краснодар. 2014. 155 с.
6. Коноплин М.А., Рзаева В.В. Водный режим почвы и влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в зернопаровом и зерновом с занятым паром севооборотах при различных системах обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. № 4. 2008. С. 11–19.
7. Кутузова А.А., Алтунин Д.А. Многовариантные технологии освоения выбывшей из оборота пашни под сенокосы // Теоретические и прикладные проблемы использования, сохранения и восстановления биологического разнообразия травяных экосистем: материалы Международной научной конференции. Ставрополь: АГРУС. 2010. С. 229–231.
8. Лукомец В.М., Бочкарев Н.И., Тишков Н.М. Адаптивные технологии возделывания масличных культур в южном регионе России, Краснодар. 2010. 160 с.
9. Москвичев А.Ю., Казаков Г.В., Еремин С.В., Дубровин А.И. Влияние обработок почвы на водный режим и продуктивность зерновой кукурузы в условиях южных черноземов нижнего Поволжья // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. № 2 (22). 2011. С. 1–6.
10. Муромцев Н.А., Коваленко П.И., Семенов Н.А., Мажайский Ю.А., Яцык Н.В., Шуравилин А.В., Воропай Г.В., Анисимов К.Б., Коломиец С.С. Внутрипочвенный влагообмен, водопотребление и водообеспеченность многолетних культурных травостоев. Рязань. 2013. 300 с.
11. Муромцев Н.А., Анисимов К.Б. Особенности формирования водного режима дерново-подзолистой почвы на различных элементах почвенной катены // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева РАН. 2015. Вып. 77. С. 78–93.
12. Новиков В.М. Формирование продуктивной влаги и водопотребление зернобобовыми и крупяными культурами под действием способов основной обработки почвы и удобрений // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 1. С. 84–91.
13. Роде А.А. Избранные труды в четырех томах. Том 3. М.: 2008. 663 с. 14.
14. Харченко С.И. Гидрология орошаемых земель. Л. Гидрометеиздат, 1975. 373 с.
15. Mosgnera-Lasada M.R., Mouhdi R. Continuous and rotational grazing system with horses: effect on gorse production understory developed under Pinus radiata stand. Germany. 2010. P. 184–186.
16. Carlos M.O., J.W Hopmans M. Alvaro L.H Bossai D. Wildenschild Soil water retention measurement using a combined tensiometer-coiled time domain reflectometry probe, Soil Sci. Soc. Am. J., 2002, 66, 1752–1759.
17. Pertovici Tudor, Marinov Anca Marina. A mathematical generalized approach to estimate soil moisture retention characteristics from texture classes. Univ. Politehn. Bucharest. Sci. Bull. D. Univ. Politehn. Bucharest. 2010. 72. № 1. P. 59–66.
18. Phoon Kok-Kwang, Santoso Anastasia, Quek Ser-Tong. Probabilistic analysis of soil-water characteristic curve. J. Geotechn. And Geoenviron. Eng. 2010. 136. № 3. P. 445–455.

REGULARITIES OF SOIL MOISTURE DEFICIT OF THE PRE-CAUCASIAN CHERNOZEM UNDER CROPS IN THE ARMAVIR EXPERIMENTAL SITE OF RAS SOIL SCIENCE INSTITUTE

N.A. MUROMTSEV¹, YU.I. SUKHAREV², YE.A. PIVEN³, A.V. SHURAVILIN³,
V.G. VITYAZEVA⁴, K.B. ANISIMOV¹

(¹ RAS Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev, ² Russian Timiryazev State Agrarian University
³ Russian University of Peoples' Friendship, ⁴ Lomonosov Moscow State University)

Steppe and semi-steppe chernozems were historically formed under the conditions of a relatively deep standing groundwater measured as relating to the land surface. Therefore, whenever changes in the level regime of chernozem groundwater occur, the latter can experience very profound (almost always negative) effects. They are manifested in waterlogging of the soil profile, waterlogging of the territory, leaching, salting, salinization, and in many other negative phenomena leading to a strong decrease in their fertility.

Unfortunately, at present, for unclear reasons, there is often an increase in groundwater levels in the steppe and forest-steppe bioclimatic zones. One of the obvious manifestations of this negative process is the formation of so-called mocharas (there are some other local names). They represent waterlogged areas of various sizes among automorphic chernozems. Similar phenomena may occur among ordinary and leached chernozems of the Armavir wind corridor, where the Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev has been conducting research on the effectiveness of soil protection farming system for many years. As one of the indicators, the authors studied the moisture regime of chernozems that function under the usual tillage and soil protection systems for the region.

Ordinary and leached chernozems of the Armavir district of the Krasnodar Krai of the experimental site function under conditions of periodically percolative water regime. The groundwater level within the experimental field is at a depth of 7.0 m from the earth surface.

The moisture reserves in the experimental and control variants of chernozem were almost identical during all vegetation periods for three years of observation (2011–2013), almost without exceptions.

Despite some differences in the physiological and biological properties of crops, the forecrops and types of chernozem (ordinary and leached) moisture reserves in these soils are similar in many respects. First of all, this is the restoration of moisture reserves after the winter and early spring in the whole mass of the optimum moisture content (300 cm): at 0–230 cm it approximately reaches 0.7 FC, in the lower layer (230–300 cm) it reaches mostly FC values.

Replenishment of moisture reserves at the bottom of the soil mass (300 cm) occurs with periodic percolation of the entire soil mass as a result of precipitation. The insignificant inflow also occurs from the lower soil layer, which is characterized by "centuries-old" large reserves of moisture (which is about FC).

Key words: chernozem, soil moisture, moisture reserves, groundwater, capillary fringe, water availability for plants.

References

1. *Bushnev A.S.* Vodnyy rezhim chernozema vyshchelochnogo pri dlitel'nom primeneni razlichnykh sistem osnovnoy obrabotki pochvy v sevooborote s maslichnymi kul'turami [Water regime of leaching chernozem with the prolonged use of various primary tillage systems in crop rotation with oilseeds] // Maslichnyye kul'tury. Nauchno-tekhnicheskiy byulleten' Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur. Issue 2. (159–160). 2014. 20 p. (In Russian)
2. *Gordeyev A.A., Kleshchenko A.D., Cherkasov B.A.* Bioklimaticheskiy potentsial Rossii: Teoriya i praktika [Bioclimatic capacity of Russia: Theory and practice]. M.: RASKHN. 2006. 512 p. (In Russian)
3. *Davydova A.A., Sukharev V.I.* Vodnyy i temperaturnyy rezhimy chernozema vyshchelochennogo pri razlichnykh sposobakh osnovnoy obrabotki pochvy [Water and temperature

- regimes of leached chernozem under various methods of primary tillage] // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. Vol. 5. N5. 2011. Pp. 48–50. (In Russian)
4. Degradatsiya i okhrana pochv [Soil degradation and protection]. M.: Izd-vo Moskovskogo Gosudarstvennogo universiteta. 2002. 654 p. (In Russian)
5. Informatsionnyy byulleten' ekologicheskogo monitoringa Krasnodarskogo kraja (godovoy za 2013 god) [Bulletin of environmental monitoring of the Krasnodar Krai (annual for 2013)]. Informatsionnyy byulleten'. Krasnodar. 2014. 155 p. (In Russian)
6. *Konoplin M.A., Rzayeva V.V.* Vodnyy rezhim pochvy i vlagoobespechennost' sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v zernoparovom i zernovom s zanyatym parom sevooborotakh pri razlichnykh sistemakh obrabotki pochvy [Soil water regime and moisture supply of crops in grain-fallow and grain with full fallow crop rotations with various tillage systems] // Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki. N4. 2008. Pp. 11–19. (In Russian)
7. *Kutuzova A.A., Altunin D.A.* Mnogovariantnyye tekhnologii osvoyeniya vybyvshey iz oborota pashni pod senokosy [Multivariate technologies for the development of abandoned arable land for hayfields] // Teoreticheskiye i prikladnyye problemy ispol'zovaniya, sokhraneniya i vosstanovleniya biologicheskogo raznoobraziya travyanykh ekosistem: materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii. Stavropol': AGRUS. 2010. Pp. 229–231. (In Russian)
8. *Lukomets V.M., Bochkarev N.I., Tishkov N.M.* Adaptivnyye tekhnologii vozdelvaniya maslichnykh kul'tur v yuzhnom regione Rossii [Adaptive technologies for the cultivation of oilseeds in the southern region of Russia]. Krasnodar. 2010. 160 p. (In Russian)
9. *Moskvichev A.Yu., Kazakov G.V., Yeregin S.V., Dubrovin A.I.* Vliyaniye obrabotok pochvy na vodnyy rezhim i produktivnost' zernovoy kukuruzy v usloviyakh yuzhnykh chernozemov nizhnego Povolzh'ya [Influence of tillage on the water regime and productivity of grain corn in the conditions of southern chernozems of the lower Volga region] // Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa. N2 (22). 2011. Pp. 1–6. (In Russian)
10. *Muromtsev N.A., Kovalenko P.I., Semenov N.A., Mazhayskiy Yu.A., Yatsyk N.V., Shuravilin A.V., Voropay G.V., Anisimov K.B., Kolomiyets S.S.* Vnutripochvennyy vlagoobmen, vodopotrebleniye i vodoobespechennost' mnogoletnykh kul'turnykh travostoyev [Intrasoil moisture exchange, water consumption and water availability of perennial cultivated grass stands]. Ryazan'. 2013. 300 p. (In Russian)
11. *Muromtsev N.A., Anisimov K.B.* Osobennosti formirovaniya vodnogo rezhima derново-podzolistoy pochvy na razlichnykh elementakh pochvennoy kateny [Features of the water regime formation of sod-podzolic soil on various elements of the soil sequence] // Byulleten' Pochvennogo instituta imeni V.V. Dokuchayeva RAN. 2015. Issue 77. Pp. 78–93. (In Russian)
12. *Novikov V.M.* Formirovaniye produktivnoy vlagi i vodopotrebleniye zernobobovymi i krupyanyimi kul'turami pod deystviyem sposobov osnovnoy obrabotki pochvy i udobreniy [Formation of productive moisture and water consumption of legumes and cereals under the influence of main tillage methods and fertilizers] // Zernobobovyie i krupyanyye kul'tury. 2014. N1. Pp. 84–91. (In Russian)
13. *Rode A.A.* Izbrannyye trudy v chetyrekh tomakh. Tom 3 [Selected works in four volumes. Volume 3]. M.: 2008. 663 p.
14. *Kharchenko S.I.* Gidrologiya oroshayemykh zemel' [Hydrology of irrigated lands]. L. Gidrometeoizdat, 1975. 373 p.
15. *Mosgnera-Lasada M.R., Mouhdi R.* Continuous and rotational grazing system with horses: effect on gorse production understory developed under Pinus radiata stand. Germany 2010. Pp. 184–186. (In English)
16. *Carlos M.O., J.W. Hopmans M. Alvaro L.H. Bossai D.* Wildenschild Soil water retention measurement using a combined tensiometer-coiled time domain reflectometry probe, Soil Sci. Soc. Am. J., 2002, 66, 1752–1759. (In English)

17. *Pertovici Tudor, Marinov Anca Marina*. A mathematical generalized approach to estimate soil moisture retention characteristics from texture classes. Univ. Politehn. Bucharest Sci. Bull. D. Univ. Politehn. Bucharest 2010. 72. N1. Pp. 59–66. (In English)

18. *Phoon Kok-Kwang, Santoso Anastasia, Quek Ser-Tong*. Probabilistic analysis of soil-water characteristic curve. J. Geotechn. And geoenviron. Eng. 2010. 136. N3. Pp. 445–455. (In English)

Муромцев Николай Александрович, доктор с.-х. наук, Старший Научный Сотрудник, консультант, ФГБНУ «Почвенный Институт имени В.В. Докучаева», 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2 orcid id: 0000-0002-2745-2942 E-mail: muromcev39@mail.ru

Сухарев Юрий Иванович, доктор технических наук, профессор кафедры мелиорации и рекультивации земель института мелиорации РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49 E-mail: vodoem@mail.ru

Пивень Елена Анатольевна, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья, Медицинского института Российского университета дружбы народов, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6 orcid id: 0000-0002-4688-0926 E-mail: pivemel@mail.ru

Витязев Виктор Германович, кандидат биологических наук, доцент кафедры Общего земледелия, факультета Почвоведения МГУ, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, факультет почвоведения. orcid id: 0000-0002-8547-8745 E-mail: Vityazev.victor@yandex.ru

Шуравилин Анатолий Васильевич, доктор с.-х. наук, профессор агробиотехнологического департамента института Российского университета дружбы народов, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8/2. orcid id: 0000-0002-3362-2733 E-mail: stanislavpiven@mail.ru

Анисимов Кирилл Борисович, научный сотрудник, ФГБНУ «Почвенный Институт имени В.В. Докучаева», 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 7, стр. 2 orcid id: 0000-0002-5042-7104 E-mail: moi-07.79@mail.ru

Nikolay A. Muromtsev, DSc (Ag), Senior Research Associate, Consultant, Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev, 119017, Moscow, Pyzhevsky Per. Str., 7, bld. 2; orcid id: 0000-0002-2745-2942; e-mail: muromcev39@mail.ru

Yuriy I. Sukharev, DSc (Eng), Professor, the Department of Amelioration and Land Reclamation, the Institute of Land Reclamation, Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Moscow, Timiryazevskaya Str. 49; e-mail: vodoem@mail.ru

Yelena A. Piven, PhD (Med), Associate Professor, the Department of Public Health, Medical Institute of Peoples' Friendship University of Russia, 117198, Moscow, Miklukho-Maklaya Str., 6; orcid id: 0000-0002-4688-0926 E-mail: pivemel@mail.ru

Viktor G. Vityazev, PhD (Bio), Associate Professor, the Department of General Agriculture, Faculty of Soil Science, Lomonosov Moscow State University, 119991, Moscow, GSP-1, Leninsky Gory, 1, bld. 12. Orcid id: 0000-0002-8547-8745 E-mail: Vityazev.victor@yandex.ru

Anatoliy V. Shuravilin, DSc (Ag), Professor, Agrobiotechnology Department, Peoples' Friendship University of Russia, 117198, Moscow, Miklukho-Maklaya Str., 8/2; orcid id: 0000-0002-3362-2733; e-mail: stanislavpiven@mail.ru

Kirill B. Anisimov, Research Associate, Soil Science Institute named after V.V. Dokuchaev, 119017, Moscow, Pyzhevsky Per. Str., 7, bld. 2; orcid id: 0000-0002-5042-7104; e-mail: moi-07.79@mail.ru