Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73.

УДК 631 432

ПОЧВЫ СТЕПНОЙ И СУХОСТЕПНОЙ ЗОН В АНОМАЛЬНЫХ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЯХ ПОСЛЕДНИХ ДЕСЯТИЛЕТИЙ

© 2014 г. Г. С. Базыкина

Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2 e-mail:bazykina.galina@mail.ru

Рассмотрено влияние изменения климата (повышение температуры воздуха холодного полугодия и особенно зимних месяцев и увеличение атмосферного увлажнения теплого полугодия) на режимы и свойства почв в зависимости от зонально-провинциальных, геоморфологических и литологических условий на примере солонцового комплекса полупустынной Прикаспийской равнины и черноземов центрально-европейских и южных регионов России.

Ключевые слова: изменение климата, Прикаспийская равнина, солонцовый комплекс, черноземы.

Общеизвестно, что природные явления, в том числе и климат, подвержены циклическим изменениям, связанным с циклами солнечной активности. Наиболее часты периоды с повышенными или, наоборот, пониженными, по сравнению со средними многолетними, показателями длительностью от 3 до 11 лет. Более длительные циклы случаются редко и тем реже, чем больше их продолжительность. Очень редкими являются 30-50-летние циклы Брикнера, выявленные последним в середине XIX в. Они вызваны такими внешними причинами, как «колебания солнечной активности, автоколебаниями системы атмосфера-океан-полярные льды» (Дугинов, 1960; Роде, 2009). Признано, что подобный цикл начался в 70-х годах прошлого столетия и длится до сих пор. Его характерными признаками являются повышенные температуры воздуха холодного полугодия и особенно зимних месяцев («глобальное потепление»), а также повышенное атмосферное увлажнение теплого полугодия.

Особенностью этого климатического цикла является то обстоятельство, что он совпал по времени с другим циклическим явлением - поднятием уровня грунтовых вод (УГВ), обусловленным повышением солнечной активности и уровня мирового океана и внутриматериковых водоемов (Шнитников, 1969; Роде, 2009). В нашем случае оно было вызвано еще и повышенным атмосферным увлажнением и нерациональной хозяйственной деятельностью человека, в частности, орошением территорий из водоемов и каналов в земляном русле с большой потерей воды на инфильтрацию в грунтовые воды. Такое сочетание климатических и гидрологических факторов в определенных условиях вызвало переувлажнение почвенной толщи даже на соседних неорошаемых землях. Длительное существование почв в изменившихся условиях не могло не повлиять на их режимы, эволюцию и свойства, их «память». При этом выраженность влияний и изменений, конечно, зависит от конкретных зонально-провинциальных, геоморфологических, литологических условий, и она больше в пахотных почвах, страдающих от антропогенных воздействий, чем нативных.

Рассмотрим несколько случаев совместного влияния перечисленных факторов на почвы степной и сухостепной зон Европейской территории России вне зон орошения, используя опубликованные материалы исследований различных авторов. Предварительно напомним, что в почвенной гидрологии используется понятие гидрологический год, который в умеренных широтах начинается в октябре, когда происходит влагозарядка почв. Поэтому холодное полугодие (XII) — это период с октября по март следующего календарного года, а теплое (TII) — период с апреля по сентябрь, в течение которого почвенная влага, в основном, расходуется. Для выявления тенденций в изменении метеорологических показателей используется метод скользящих пятилетних средних (Роде, 2009), который сглаживает влияние случайных кратковременных отклонений, а также метод выявления линейного тренда показателя.

В качестве примера *засушливого региона* рассмотрим полупустынную Прикаспийскую равнину на границе Волгоградской области России и Западно-Казахстанской области Казахстана. Как следует из рис. 1–3, с середины 70-х годов на территории наблюдается устойчивое повышение температуры воздуха XП и особенно



Рис. 1. Прикаспий. Многолетняя изменчивость температуры воздуха (Сапанов, 2010). Условные обозначения: 1 – средняя температура воздуха за ТП; 2 – ее линейный тренд; 3 – средняя величина за 100 лет; 4 – средняя температура воздуха за ХП; 5 – ее линейный тренд; 6 – средняя величина за 100 лет.

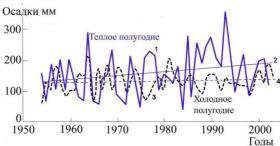


Рис. 2. Прикаспий. Многолетняя изменчивость атмосферного увлажнения (Сапанов, 2010). Условные обозначения: 1 — сумма осадков за ТП; 2 — ее многолетний тренд; 3 —сумма осадков за ХП; 5 — ее многолетний тренд.

зимних месяцев, атмосферных осадков ТП (при характерных для региона высоких, но не повышенных температурах воздуха) и интегрального показателя увлажненности — коэффициента увлажнения (**КУ**). В аномально теплые зимы почвы практически не промерзали, сырой снег не подвергался метелевому переносу и таял, а талые воды во время оттепелей и весной впитывались на месте, не образуя стока (Сапанов, 2010).

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73.

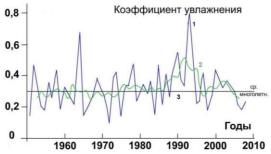


Рис. 3. Прикаспий. Многолетняя изменчивость КУ (Сапанов, 2010). Условные обозначения: 1 — ежегодная величина; 2 — ее многолетний тренд; 3 — средняя величина за 100 лет.

При этом улучшалась влагозарядка почв солонцового комплекса равнинных территорий, происходила мезофитизация растительности на пастбищах и при исключении перевыпаса скота - увеличение продуктивности (Сапанов, Сиземская, 2010), а сумма осадков ТП часто превышала норму. Однако при этом сокращался или не происходил вовсе весенний сток талых вод в понижения мезорельефа (последнее затопление падин и лиманов было 17 лет назад, тогда как ранее оно наблюдалось каждые 5-6 лет), таким образом, не пополнялись влагозапасы сосредоточенных здесь наиболее плодородных лугово-каштановых (черноземовидных) почв, используемых под пашни и сенокосы. В отсутствии снегонакопления и уменьшения при этом весеннего поступления влаги ухудшалось состояние полезащитных лесных полос и древесных насаждений, усыхали местные водоемы (Сапанов, 2010). В результате подъема уровня засоленных грунтовых вод, синхронного с подъемом уровня Каспия, а также, по-видимому, связанного с поступлением воды из-под орошаемых массивов, с 6-7 до 4-5 м (Сапанов, 2007) наблюдалось увеличение засоленности почвенной толщи как солончаковых солонцов, так и ранее не засоленной толщи лугово-каштановых (черноземовидных) почв. Так, содержание солей в двухметровом слое последних возросло в 3 раза, иона SO_4^{2-} – в 5 раз, легкоподвижных ионов Cl^- и Na^+ – в 10 раз (Соколова, Сиземская, Сапанов, 2000; Сиземская, Бычков, 2005). Таким образом, такие негативные явления, как потеря земельных и водных ресурсов, которые в засушливых зонах принято считать признаками «опустынивания», произошли в результате не аридизации климата и повышения температуры воздуха ТП, а потепления холодного полугодия.

В степной зоне влияние аномальных погодных условий на режимы и свойства почв происходило по двум сценариям:

- 1 при глубоких (глубже 5–6 м) грунтовых водах и однородном литологическом строении почвенной толщи, исключающем наличие ближе 2–3 м от поверхности водоупорных слоев, над которыми могут формироваться верховодки; при отсутствии поблизости водохранилищ и орошаемых массивов земель, из-под которых идет утечка воды в грунтовые воды, вызывающая подъем уровня последних даже под неорошаемыми территориями, расположенными по-соседству.
- 2 при близких грунтовых водах (ближе 3 м), неоднородном литологическом строении почвенной толщи и наличии водоупорных слоев; близости водохранилищ и орошаемых территорий, в которых происходит потеря воды в грунтовые воды; при нарушении путей естественных поверхностных и внутрипочвенных стоков.

Примером территорий первого типа может быть Курская область, где типичные мощные черноземы в автоморфных условиях водоразделов и пологих склонов развиты на однородном тяжелом покровном суглинке, лишь на глубине около 2,5 м подстилаемом относительным водоупором - средним суглинком. Глубина грунтовых вод более 8 м. При сравнении показателей, характеризующих погодные условия в периоды с 1947 по 1972 гг. (до «глобального потепления») и с 1973 по 2010 гг., установлено (Базыкина, Бойко, 2010), что во второй выделенный период имело место значительное потепление ХП и особенно зимних месяцев (рис. 4), увеличение атмосферного увлажнения в течение ТП при температуре воздуха ниже многолетней средней (рис. 5) и повышение коэффициента увлажнения (рис. 6). Следствием изменения климатических условий явилось усиление луговости степной растительности косимой степи и заселение участка абсолютно заповедной степи древесно-кустарниковой растительностью. В теплые зимы сырой снег не подвергался метелевому переносу, а во время оттепелей стаивал, в результате чего средняя мощность снежного

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73.

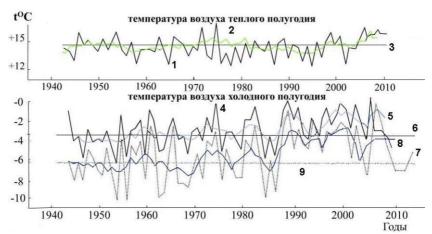


Рис. 4. Курск. Многолетняя изменчивость температуры воздуха (Базыкина, Бойко, 2010). Условные обозначения: 1 – средняя температура воздуха за $T\Pi$; 2 – ее многолетний тренд; 3 – средняя величина за 100 лет; 4 – средняя температура воздуха за $X\Pi$; 5 – ее многолетний тренд; 6 – средняя величина за 100 лет; 7 – средняя температура воздуха за зимние месяцы; 8 – ее многолетний тренд; 9 – средняя величина за 100 лет.

покрова и запас воды в нем перед снеготаянием во второй период были меньше, чем в первый (таблица), несмотря на то, что количество твердых осадков оставалось практически неизменным. Глубина промерзания почв косимой степи, также как сроки их оттаивания в условиях мягких зим уменьшились в 1,5 раза. Поскольку во второй период к началу снеготаяния в почвах часто не оставалось мерзлого слоя, талые воды хорошо впитывались в оттаившую почву, сокращались потери воды на поверхностный сток, уменьшалась эрозия почв, особенно на пашне (Кузнецов, Демидов, Демидова, 2004). Таких лет во второй период было 76% (в первый – 57%). Вследствие этого возросла средняя глубина осенне-зимне-весеннего промачивания и влагозарядки черноземов косимой степи (таблица). Более частыми стали не только глубокое (глубже 150 см), но и сквозное промачивание почв с постепенным оттоком гравитационной влаги за пределы трехметровой почвенной толщи и длительным (часто до конца года) существованием ее части над границей наносов. Таким образом, произошло усиление

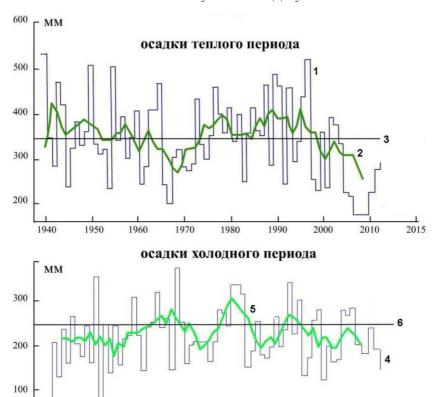


Рис. 5. Курск. Многолетняя изменчивость атмосферного увлажнения (Базыкина, Бойко, 2010). Условные обозначения: — сумма осадков за ТП; 2— ее многолетний тренд; 3— средняя величина за 100 лет; 4— сумма осадков за ХП; 5— ее многолетний тренд; 6— средняя величина за 100 лет.

Годы

«промывной составляющей» периодически промывного водного режима типичных черноземов (Базыкина, Бойко, 2010). В течение вегетационных периодов, в большей степени, чем обычно, обеспеченных атмосферными осадками, при повышенном КУ в почвенной толще, особенно в слое 150–300 см, часто имел место недорасход влаги и ее накопление, о чем свидетельствует уменьшение величины осеннего дефицита. Число лет с недорасходом влаги и

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73.

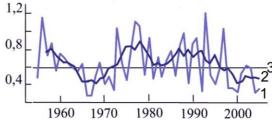


Рис. 6. Курск. Многолетняя изменчивость КУ ТП (Базыкина, Бойко, 2010). Условные обозначения: 1 — ежегодная величина; 2 — ее многолетний тренд; 3 — средняя величина за 100 лет.

ее накоплением в слое 150–300 см увеличилось во второй период с 8 до 18% (Базыкина, Бойко, 2010). В эти годы почвенная толща черноземов существовала в условиях несвойственной ей повышенной влажности. Все это объясняет появление признаков выщелачивания: некоторой потечности гумуса, изменения карбонатного профиля и карбонатных новообразований (Овечкин, Базыкина, 2011).

На пашне все вышеупомянутые явления выражены в меньшей степени, при той же направленности (Базыкина, Бойко, 2010). Такие же изменения водного режима почв были отмечены в аналогичных условиях (глубокие грунтовые воды, отсутствие водоупорных слоев в почвенной толще) в обыкновенных черноземах водоразделов и пологих склонов и других регионах, например, в Ставрополье (Устойчивость земледелия, 2009; Извеков, 2012).

Агроклиматические условия таких территорий в течение последних десятилетий в 54–63% лет (для разных сельскохозяйственных культур) оценивались как благоприятные. Урожайность озимой пшеницы на черноземах водоразделов и пологих склонов в Курской области и Ставрополье при хорошей влагообеспеченности достигала 40–50 ц/га (Лазарев, 2007; Веревкина, Лысенко, 2012; Зайдельман, Тюльпанов, Ангелов, 2012; Зайдельман, Никифорова, Степанцова, 2012; Зайдельман, Никифорова, Сафронов, 2012; Цховребов, 2012). Отмечается уменьшение водной и отсутствие ветровой эрозии почв (Кузнецов, Демидов, Демидова, 2004; Голосов и др., 2011).

Осредненные за периоды лет показатели водного режима черноземов типичных косимой степи Курской

	ина Поступ- Глубина Доля лет с прома- Осенний дефи-	рза- ление прома- чиванием, % цит, мм, в слоях, см	см влаги за чива-	холодный ния, см	период,	2020	мм >150 см >200 см	151 134 30 14 179 62		. 161 162 50 38 156 43	
	Доля ле						>150 cm	30		50	
	Глубина	прома-		ния, см				134		162	
	Поступ-	ление	влаги за	холодный	период,	период, мм				161	
	Глубина	промерза-	ния, см					19		44	
IKO, 2010)	Запас	воды в	снеге,	MM	таянием			78		52	
роласти (Базыкина, Боико, 2010)	Высота	снежного воды в	покрова, см снеге,		перед снеготаянием			26		16	
ооласти (Б	Период,	годы						1946/47-	1971/72	1972/73-	70,1000

На территориях второго типа (близкие грунтовые воды, наличие водоупорных слоев в почвенной толще и орошаемых земель поблизости) в Центрально-черноземном регионе (Тамбовская. Воронежская области). Ростовской области. Краснодарском. Ставропольском краях изменение климата, увеличение осеннезимне-весенней влагозарядки почв и подъем грунтовых вод во многих случаях привели к смене автоморфного водного режима черноземов водоразделов и пологих склонов на полугидроморфный. (Власенко, 2012; Зайдельман, Тюльпанов, Ангелов, 2012; Зайдельман, Никифорова, Степанцова, 2012; Зайдельман, Никифорова, Сафронов, 2012; Зайдельман, Никифорова, Степанцова, Сафронов, 2012; Хитров, Назаренко, 2012; Хитров, Чевердин, Роговнева, 2012; Хитров, Чевердин, 2012; Цховребов, 2012). В этих условиях черноземы превращаются в лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы. В засушливые годы влагообеспеченность и урожайность сельскохозяйственных культур на этих почвах больше, но в годы и периоды повышенного атмосферного увлажнения возникают проблемы с их переувлажнением при трансформации их водного режима в гидроморфный. В бессточных понижениях рельефа и на вогнутых склонах при снеготаянии во время оттепелей и весной, а также при обильных дождях летом в результате образования верховодок над водоупорными слоями и даже смыкания их с поднявшимися грунтовыми водами, начиная с 60-70-х гг. прошлого столетия (Овечкин, Исаев, 1985), формируются очаги сезонного поверхностного и грунтового переувлажнения мочары. Эти болотные образования возникают, кроме того, там, где перекрыты пути естественного стока воды дорогами, насыпями, строениями, древесными насаждениями, противоэрозионными валами. Находящиеся поблизости орошаемые массивы земель и водохранилища усугубляют ситуацию (Хитров, Назаренко, 2012; Хитров, Чевердин, Роговнева, 2012; Хитров, Чевердин, 2012; Цховребов, 2012). Черноземы, более «буферные» к засухам, при нетипичном для них режиме повышенного увлажнения, сменяющегося летом сильным пересыханием, теряют свойственную им структуру, подвергаются процессам уплотнения, слитизации, оглеения, подкисления, выноса многих соединений, в том числе элементов питания растений и гумуса, подавления микробиологической деятельности, в случае наличия засоленных пород - осолонцеванию, засолению — и теряют плодородие (Зайдельман, Тюльпанов, Ангелов, 2012; Зайдельман, Никифорова, Степанцова, 2012; Зайдельман, Никифорова, Сафронов, 2012; Зайдельман, Никифорова, Степанцова, Сафронов, 2012; Хитров, Назаренко, 2012; Хитров, Чевердин, Роговнева, 2012; Хитров, Чевердин, 2012; Цховребов, 2012). При больших площадях переувлажнения они становятся малопригодными для обработки и посевов сельскохозяйственных культур и должны быть исключены из пахотного фонда. Доля таких земель растет. В Краснодарском крае, Ставрополье и Ростовской области с 1985 г. она увеличилась в 2–3 раза (Власенко, 2012; Хитров, Назаренко, 2012; Цховребов, 2012). Переувлажненные в разной степени почвы составляют в Тамбовской области от 24 до 63% пашни (Зайдельман, Никифорова, Степанцова, 2012, Софронов, 2012).

Таким образом, переувлажнение, «мочаризация» приводят к негативным эволюционным изменениям черноземов, возможно необратимым, потере их плодородия и урожаев сельскохозяйственных культур. В качестве мелиоративных мероприятий для таких территорий необходимы (Зайдельман, Тюльпанов, Ангелов, 2012; Хитров, Чевердин, 2012):

- разработка и внедрение агроландшафтных систем земледелия с применением травосеяния;
- изменение вида землепользования на массивах переувлажненных земель (перевод пашни в сенокосы и пастбища), во всяком случае, до окончания периода повышенного увлажнения;
- в местах компактного нахождения мочаров рекомендуются гидромелиоративные мероприятия: кротование почв, сооружение дренажных канав и водоспусков для избыточных поверхностных и внутрипочвенных стоковых вод.

В заключение хотелось бы отметить, что в последние годы тенденция потепления холодного полугодия и, в частности, зимних месяцев сохраняется и намечается повышение температуры воздуха также и теплого полугодия (рис. 1 и 4), тогда как количество атмосферных осадков теплого полугодия (рис. 2 и 5) и коэффициент увлажнения (рис. 3 и 6) имеют тренд на понижение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. *Базыкина Г.С., Бойко О.С.* Особенности режима влажности типичных черноземов косимой степи и пашни (Курская область) в условиях аномальной погоды последних десятилетий // Почвоведение. 2010. № 1. С. 58–70.
- 2. *Веревкина С.И.*, *Лысенко В.Я.* Агроклиматические ресурсы Ставропольского края и урожаи сельскохозяйственных культур за период 2000–2010 гг. // Мат-лы докл. VI съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Кн. 1. С. 29–31.
- 3. Власенко В.П. Изменение структуры почвенного покрова низменно-западинных агроландшафтов Западного Предкав-казья под влиянием переувлажнения // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. Науч. тр. М., 2012. С. 179–195.
- 4. Голосов В.Н., Геннадиев А.Н., Олсон К.Р., Маркелов М.В., Жидкин А.П., Чендев Ю.Г., Ковач Р.Г. Пространственновременные особенности развития почвенно-эрозионных процессов в лесостепной зоне Восточно-Европейской равнины. // Почвоведение. 2011. № 1. С. 861–869.
- 5. Дугинов В.И. Колебания климата степной и лесостепной зон Европейской части СССР и причины, вызывающие их // Сб. работ Курской гидрометеорологической обсерватории. 1960. Вып. 1. С. 5–12.
- 6. Зайдельман Ф.Р., Тюльпанов В.И., Ангелов Е.Н. Деградационные изменения богарных черноземов лесостепной и степной зон европейской России в результате переувлажнения и мелиоративные мероприятия по восстановлению их плодородия // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 11—27.

- 7. Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Степанцова Л.В., Красин В.Н., Красина Т.В. Водный режим и продуктивность переувлажненных черноземовидных почв севера Тамбовской низменности // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 28–39.
- 8. Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Сафронов С.Б., Степанцова Л.В. Переувлажнение черноземовидных почв западин севера Тамбовской низменности // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 40–54.
- 9. Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Степанцов Л.В., Сафронов С.Б., Красин В.Н. О переувлажнении почв Тамбовской области // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 55–63.
- 10. Извеков А.С. Защита почв от эрозии и воспроизводство их плодородия в южных степных и лесостепных районах России // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2012. Вып. 70. С. 79–85.
- 11. Кузнецов М.С., Демидов В.В., Демидова Е.В. Влияние глобального изменения климата в агропромышленной сфере. М.: Изд-во РАСХН, 2004. С. 72–81.
- 12. Лазарев В.И., Айдиев А.Ю., Золотарева И.А., Трутаева Н.Н. Динамика эффективного плодородия чернозема при его длительном сельскохозяйственном использовании. Курск.: Издво Курской с.-х. академии, 2007. 122 с.
- 13. *Овечкин С.В., Базыкина Г.С.* Карбонатный профиль и режим влажности миграционно-мицелярных черноземов разных экосистем Курской области // Почвоведение. 2011. № 12. С. 1 13.

- Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73.
- 14. *Овечкин С.В., Исаев В.А.* Периодическое дополнительное почвенно-грунтовое увлажнение как фактор эволюции почвенного покрова // Вопросы гидрологии в плодородии почв. Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1985. С. 56–65.
- 15. *Роде А.А.* Многолетняя изменчивость атмосферных осадков и элементов водного баланса почв. Избр. тр. М., 2009. Т. 4. С. 479–578.
- 16. Сапанов М.К. Влияние изменения климата на обводненность территории Северного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 5(45). С. 25–30.
- 17. Сапанов М.К. Синхронность изменения уровней Каспийского моря и грунтовых вод в Северном Прикаспии во второй половине XX в. // Известия РАН. Сер. географическая. 2007. № 5. С. 1–6.
- 18. Сапанов М.К., Сиземская М.Л. Климатогенные изменения травянистой растительности на солончаковых солонцах Северного Прикаспия // Поволжский экологический журнал. 2010, № 2. С. 185–193.
- 19. Сиземская М.Л., Бычков Н.Н. Солевое состояние луговокаштановых почв Северного Прикаспия в условиях подъема уровня грунтовых вод // Почвоведение. 2005. № 5. С. 543— 549.
- 20. Соколова Т.А., Сиземская М.Л., Сапанов М.К., Толпешта И.И. Изменение содержания и состава солей в почвах солонцового комплекса Джаныбекского стационара за последние 40–50 лет // Почвоведение. 2000. № 11. С. 132–139.
- 21. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата (резюме коллективной монографии). СПб., 2009. 94 с.
- 22. *Хитров Н.Б., Назаренко О.Г.* Распространение переувлажненных почв в исходно автоморфных агроландшафтах Ростовской области при ведении «сухого» земледелия // Дегра-

- Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2014. Вып. 73. дация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012.С. 125–166.
- 23. *Хитров Н.Б.*, *Чевердин Ю.И.*, *Роговнева Л.В*. Почвенный покров приводораздельного полевого склона в условиях современного сезонного переувлажнения в Каменной Степи // Почвоведение. 2009. № 12. С. 1411–1420.
- 24. *Хитров Н.Б.*, *Чевердин Ю.И*. Сезонно переувлажненные черноземные почвы Каменной Степи // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 64–89.
- 25. *Цховребов В.С., Приходько С.В.* Подтопление почв Ставрополья причины и последствия // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. С. 167–178.
- 26. Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л.: Изд-во АН СССР, 1969.

SOILS WITHIN THE STEPPE AND DRY STEPPE ZONES UNDER ANOMALOUS WEATHER CONDITIONS IN THE LAST TENS YEARS

© 2014 G. S. Bazykina

V.V. Dokuchaev Soil Institute, 119117, Moscow, Pyzhevskii, 7, bld. 2

Under consideration is the influence of climate changes (the air temperature rise in the cold 6 months especially in the winter and the increased atmospheric moistening in the warm 6 months) on regimes and properties of soils in dependence on zonal-provincial, geomorphological and lithological conditions as exemplified by the solonetz complex in the semi-desert Pre-Caspian plain and chernozems in central European Russia and southern regions of this country.

Keywords: climate, temperature, solonetz complex, chernozem.

It is generally known that the natural phenomena including the climate are subject to cyclic changes associated with cycles of solar radiation. Most frequent are periods of increased or decreased indices for 3 to 11 years as compared to those averaged for several years. The prolonged cycles are rarely and dependent on their duration. Very seldom are long-term cycles (30-50 years) identified by Brikner in the mid-XX century. These cycles were caused by "fluctuations of the solar radiation and autofluctuation of the atmosphere-ocean-polar ices system" [5, 15]. It has been recognized that such a cycle started in the 1970s has being continued up to now. Its specific features are the rise of air temperature in the cold 6 months especially in the winter ("global warming") and the increased atmospheric moistening in the warm 6 months. This climatic cycle occurred simultaneously with the other cyclic phenomenon – the rise of the groundwater level due to increasing the solar radiation and the rise of the water level in intra-continental water bodies [15, 26]. In our case the climatic cycle was caused by the increased atmospheric moistening and the inappropriate human activities and irrigation in particular. The irrigation water from local reservoirs and channels with ground beds proved to be lost for infiltration into the ground water. Such a combination of climatic and hydrological

factors under definite conditions served as evidence of excessive soil moistening even in adjacent non-irrigated lands. Being existed under changed conditions for a long period of time, the soils revealed changes in their regimes, evolution, properties and in their "memory". These changes are found to be in dependence on definite zonal-provincial, geomorphological and lithological conditions; they occur predominantly in arable lands that suffer from anthropogenic effects to a greater extent as compared to natural ones.

Let us consider the combined effect of the above factors on the non-irrigated soils in the steppe and dry steppe zones of European Russia summarizing original and literature materials. As preliminary, note should be taken that in soil hydrology the concept of water year is adopted; it begins in October when the water input to soils occurs within the zone of the temperate zone. In view of this, the cold half a year is a period from October to March, the warm half a year - from April to September when the water discharge is most high in soil. To identify tends towards the changes in meteorological indices, under use were the method of sliding values averaged for 5 years [15] and the method of linear trend.

As an example of a dried region let's consider the semi-desert Pre-Caspian plain located between the Volgograd region in Russia and Western Kazakhstan. As is seen from Figs. 1–3, since the mid-1970s the region under consideration displayed a constant rise of air temperature in the cold 6 months especially in the winter, atmospheric precipitation and integral moistening index - the moisture coefficient. In anomalously warm winters the soils haven't been frozen, there were no snowstorms, during the snowmelt the thawing water penetrated into the soil without the runoff formation [16].

Under such conditions the soils of solonetz complex revealed a higher water accumulation what promoted the development of mesophytic vegetation in rangelands and increase in its productivity in case of the absent overgrazing; the rainfall exceeded the precipitation during the warm 6 months [18]. However, there was no spring runoff of thawing waters into depressions of mesorelief (the last flooding of such depressions and firths was 17 years ago but earlier it was observed every 5–6 years). Thus, the most productive meadow-chestnut (chernozem-like) soils used as plough-and hay lands haven't been enriched with water. Due to the absence of snow accumulation and decrease in water input

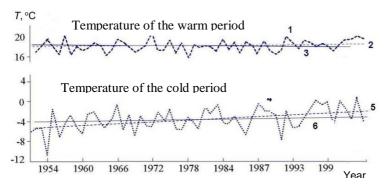


Fig. 1. Pre-Caspian region. Changes in air temperature for several years (Sapanov, 2010). Conventional signs: 1 – average temperature in the warm 6 months; 2 – its linear trend; 3 – average value for 100 years; 4 – average temperature in the cold 6 months; 5 – its linear trend; 6 – average value for 100 years.

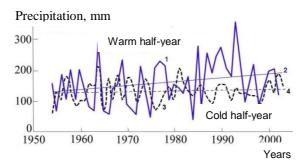


Fig.2. Pre-Caspian region. Changes in atmospheric moistening for several years (Sapanov, 2010). Conditional signs: 1 – the sum of precipitation in the warm half a year; 2 – its many years' trend; 3 – the sum of precipitation in the cold half a year 5 – its many years' trend.

to soils in the spring the state of forest shelters and wood plantations was deteriorated, local water reservoirs became dried [16]. As a result of increasing the saline groundwater depth from 6–7 to 4–5 m taken place simultaneously with the rise of water level in the Caspian Sea and probably the soil enrichment with irrigated water solonchakous solonetzes and meadow-chestnut (chernozem-like) soils became salinized

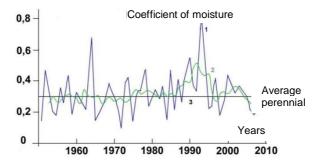


Fig.3. Pre-Caspian region. Changes in the moisture coefficient for several years (Sapanov, 2010). Conventional signs: 1 – annual value; 2 – its long-term trend; 3 – average value for 100 years.

to a considerable extent. So, the salt content within 2 m of meadow-chestnut soil increased by 3 times, $SO_4^{2^-}$ – by 5, mobile Cl^- and Na^+ -ions – by 10 [20, 19]. Thus, the loss of land and water resources as the features of desertification in the dried zones took place at the studied territory. It is not a result of the climate aridity and increasing the air temperature in the warm half a year. This is a result of warming in the cold half a year.

Within the steppe zone the regimes and properties of soils were affected by anomalous weather conditions according two scenarios:

- 1 deep groundwater level (5–6 m and more) and homogenous lithological configuration of soil, the absence of water-holding layers at a depth of 2–3 m to form the vadose water within the soil profile; no water bodies and irrigated lands in order to increase the groundwater level due to enrichment of ground waters with irrigated ones even at the adjacent non-irrigated territory.
- 2 close groundwater level (higher than 3 m) and heterogenous lithological configuration of soil, the presence of water-holding layers in the soil profile, water bodies and irrigated lands in which the water loss occurs penetrating into ground waters, the surface and subsurface runoff is completely destroyed.

The first scenario should be exemplified by soils of Kursk region, where typical thick chernozems under automorphic conditions of watersheds and gentle sloping areas are derived from homogenous

mantle loam underlying by middle loam as a confining layer at a depth of 2.5 m. The groundwater level is 8m here. When comparing the indices characterizing the weather conditions in the period from 1947 to 1972 (before "global warming") and from 1973 to 2010, it seemed reasonable to conclude [1] that the cold half a year especially the winter months became significantly warmer during the second period (Fig.4), the atmospheric moistening increased in the warm half a year, the air temperature proved to be lower as compared to that averaged for several years (Fig.5), the moisture coefficient increased as well (Fig.6). As a consequence of changes in the climatic conditions the steppe vegetation has been transformed into meadow one in the mown steppe and an area of the steppe reservation was covered by wood-shrub vegetation. In the warm winters there were no snowstorms, due to snowmelt the average thickness of the snow cover and water supply in soils proved to be decreased in the period of 1973-2010, though the amount of solid precipitation remained practically unchanged. Under conditions of the soft winter the depth of frozen soils decreased by 1.5 times in the mown steppe. As there was no frozen layer in soil before the snowmelt

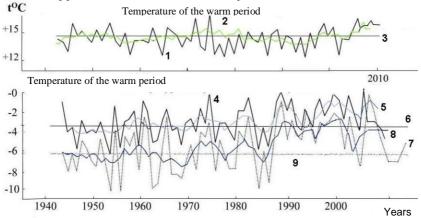


Fig. 4. Kursk.. Changes in air temperature for several years (Bazykina, Boiko, 2010). Conventional signs: 1 – average temperature in the warm half a year; 2 – its long-term trend; 3 – average value for 100 years; 4 – average temperature in the cold half a year; 5 – its long-term trend; 6 – average value for 100 years; 7 – average temperature in the winter months; 8 – its long-term trend; 9 – average value for 100 years.

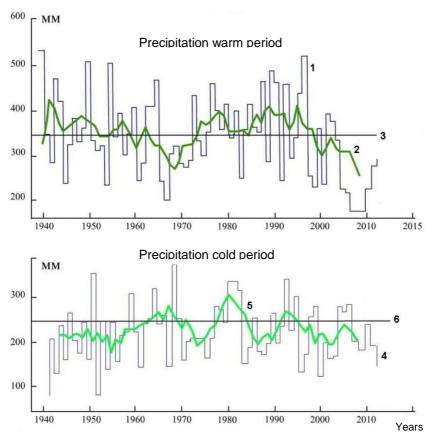


Fig.5. Kursk. Changes in atmospheric moistening (Bazykina, Boiko, 2010). Conventional signs: 1 – the sum of precipitation in the warm half a year; 2 – its long-term trend; 3 – average value for 100 years; 4 – he sum of precipitation in the cold half a year; 5 – its long-term trend; 6 –average value for 100 years.

the thawing water penetrated into the soil, thus decreasing the water loss for the surface runoff and water erosion in arable lands [11]. In the second period such soft winters accounted for 76%, whereas in the first period (within 1847–1972) – only 57%.

Due to this fact an average depth of soil moisture during the autumn-winter-spring period and the water input to chernozems were increased in the mown steppe. Very often the soils became wet at a depth

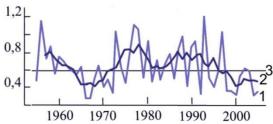


Fig. 6. Kursk. Changes in the coefficient of moistening in the warm half a year (Bazykina, Boiko, 2010). Conventional signs: 1 - annual value; 2 - its long-term trend; 3 - average value for 100 years.

of more than 150 cm and sometimes the gravitational water proved to be out of the soil profile. Thus, "the percolative constituent" of the periodically percolative water regime seemed to be increased in typical chernozems [1]. Frequently, in the vegetation period provided with atmospheric precipitation to a greater extent, in the soil especially at a depth of 150–300 cm the water hasn't been discharged what is evidenced by decreasing its deficit in the autumn. During 1973–2010 a number of years characterized by water accumulation at the given soil depth increased from 8 to 18% [1]. In these years the soil seems to be enriched with water. In view of this, the leaching occurs: some humus loss, changes in the carbonate profile and carbonate-containing neoformations [13].

In croplands the above phenomena are manifested to a lesser extent. Such changes in the water regime were observed under identical conditions (deep groundwater level, the absence of a confining layer in soil) in ordinary chernozems located in watersheds and gentle sloping areas in the other regions, for instance, in Stavropolie [10].

In the last few decades the agricultural and climatic conditions were estimated as favorable for different crops: the yield of winter wheat was 4-5 t/ha on chernozems in watersheds and gentle sloping areas well provided with water in Kursk and Stavropol regions [12, 2, 6, 7, 8]. The water erosion decreases, the wind erosion is absent at all [11, 4]

At the territory of the second type (close groundwater level, the presence of a confining layer in soils and irrigated lands adjacent to them) in Central-Chernozem zone (Tambov, Voronezh regions), Ros-

tov, Krasnodar and Stavropol regions the climate change, the increased input of water to soil in the autumn-winter-spring period and the rise of the groundwater level led to transforming the automorphic water regime into half-automorphic one in chernozems occupied watersheds and gentle sloping areas [3, 6, 7, 8, 9, 22, 23, 24, 25]. Under such conditions chernozems are transformed into meadow-chernozem and chernozem-meadow soils. In dry years the water supply and crop yielding prove to be higher, but in the years of the increased atmospheric moistening the problems are arisen as related to excessive moistening of soils due to transformation of their water regime into hydromorphic one. Since the 1960-1970s in closed depressions and on concave slopes the sites of seasonal surface and ground overmoistening, the so-called mochars are formed due to snowmelt in the spring and abundant rainfall in the summer resulted in the formation of vadose water over a confining layer [14]. Besides, such waterlogged sites occur in places, where the natural water runoff is absent due to constructing the roads, earth banks, buildings, wood plantations and erosion control banks. The irrigated lands and water bodies adjacent to such soils enable to aggravate the situation [22, 23, 24, 25]. When the regime of the increased moistening is changed by drying in the summer what is not typical for chernozems as buffers to droughts, these soils are subject to such processes as compaction, slitization, gley formation, oxidation and leaching of many elements including nutrients and humus so vital for plants. In such soils the microbiological activity becomes weak, in case of existing saline bedrocks solonization, salinization take place and the soil fertility gets low [6, 7, 8, 22, 23, 24, 25]. When the great areas become excessively moistened, they are not suitable for management practices and crop cultivation, they should be excluded from the fund of arable lands and the share of such land is constantly increasing. Since 1985 it became increased by 2-3 times in Krasnodar, Stavropol and Rostov regions [3, 22, 25]. The area of excessively moistened soils as used in agriculture is estimated at 24% to 63% in Tambov region [7, 9].

Thus, the excessive moistening, the formation of mochars cause adverse changes in chernozems, it is quite possible that such changes are irreversible. According to Zaidelman, Tuylpanov, Angelov (2012),

Table. Averaged indices of the water regime in typical chernozems of the mown steppe in Kursk region

averaged for definite periods of time (Bazykina, Boiko, 2010)	Water deficit in	autumn, mm; in	layers, cm		0-150 150-300		62		43	
				layer	0 - 150		179		156	
	Water Depth of A share of years when	the soil was	excessively	noistened, %		>150 cm >200 cm	14		38	
	A share of	the so	exce			>150 cm	30		20	
	Depth of	lios	moisteni	ng, cm			134		162	
		input to soil	in the cold moisteni	period, mm ng, cm			151		161	
	Periods Height of Water Frozen	years the snow stock in depth, cm input to soil soil					<i>L</i> 9		4	
	Water	stock in	snow,	mm	nowmelt		28		52	
	Height of	the snow	cover, snow,	cm	before snowmelt		76		16	
averaged 1	Periods	years					1946/47-	1971/72	1972/73-	2005/06

e52

Khitrov, Cheverdin (2012) the following ameliorative measures are required to improve such territories:

- Elaboration and put into practice of agrolandscape systems of farming with grass cultivation;
- Changes in the kind of land use at excessively moistened territories (hay-and rangelands instead of those under crop) up to finishing the period of the increased moistening;
- In sites with abundant mochars such hydromeliorative measures are recommended as mole plowing, drainage channels, overflow discharge, etc.

In conclusion one should stress that a tend towards the warming in the cold half a year and in the winter months in particular remains in the last years, the rise of air temperature is expected in the warm half a year (Figs. 1 and 4), whereas the precipitation in warm six months (Figs. 2 and 5) and the coefficient of moisture (Figs. 3 and 6) reveal a tend to decreasing.

REFERENCES

- 1. *Базыкина Г.С., Бойко О.С.* Особенности режима влажности типичных черноземов косимой степи и пашни (Курская область) в условиях аномальной погоды последних десятилетий // Почвоведение. 2010. № 1. С. 58–70.
 - 2. Веревкина С.И., Лысенко В.Я. Агроклиматические ресурсы Ставропольского края и урожаи сельскохозяйственных культур за период 2000–2010 гг. // Мат-лы докл. VI съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Кн. 1. С. 29–31.
 - 3. Власенко В.П. Изменение структуры почвенного покрова низменнозападинных агроландшафтов Западного Предкавказья под влиянием переувлажнения // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. Науч. тр. М., 2012. С. 179–195.
 - 4. Голосов В.Н., Геннадиев А.Н., Олсон К.Р., Маркелов М.В., Жидкин А.П., Чендев Ю.Г., Ковач Р.Г. Пространственно-временные особенности развития почвенно-эрозионных процессов в лесостепной зоне Восточно-Европейской равнины. // Почвоведение. 2011. № 1. С. 861–869.

- 5. Дугинов В.И. Колебания климата степной и лесостепной зон Европейской части СССР и причины, вызывающие их // Сб. работ Курской гидрометеорологической обсерватории. 1960. Вып. 1. С. 5–12.
- 6. Зайдельман Ф.Р., Тюльпанов В.И., Ангелов Е.Н. Деградационные изменения богарных черноземов лесостепной и степной зон европейской России в результате переувлажнения и мелиоративные мероприятия по восстановлению их плодородия // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 11–27.
- 7. Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Степанцова Л.В., Красин В.Н., Красина Т.В. Водный режим и продуктивность переувлажненных черноземовидных почв севера Тамбовской низменности // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 28–39.
- 8. Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Сафронов С.Б., Степанцова Л.В. Переувлажнение черноземовидных почв западин севера Тамбовской низменности // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 40–54.
- 9. Зайдельман Ф.Р., Никифорова А.С., Степанцов Л.В., Сафронов С.Б., Красин В.Н. О переувлажнении почв Тамбовской области // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 55–63.
- 10. Извеков А.С. Защита почв от эрозии и воспроизводство их плодородия в южных степных и лесостепных районах России // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2012. Вып. 70. С. 79–85.
- 11. Кузнецов М.С., Демидов В.В., Демидова Е.В. Влияние глобального изменения климата в агропромышленной сфере. М.: Изд-во РАСХН, 2004. С. 72–81.
- 12. Лазарев В.И., Айдиев А.Ю., Золотарева И.А., Трутаева Н.Н. Динамика эффективного плодородия чернозема при его длительном сельскохозяйственном использовании. Курск.: Изд-во Курской с.-х. академии, 2007. 122 с.
- 13. *Овечкин С.В., Базыкина Г.С.* Карбонатный профиль и режим влажности миграционно-мицелярных черноземов разных экосистем Курской области // Почвоведение. 2011. № 12. С. 1 13.
- 14. Овечкин С.В., Исаев В.А. Периодическое дополнительное почвенногрунтовое увлажнение как фактор эволюции почвенного покрова // Вопросы гидрологии в плодородии почв. Науч. тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 1985. С. 56–65.

- 15. Роде А.А. Многолетняя изменчивость атмосферных осадков и элементов водного баланса почв. Избр. тр. М., 2009. Т. 4. С. 479–578.
- 16. Сапанов М.К. Влияние изменения климата на обводненность территории Северного Прикаспия // Аридные экосистемы. 2010. Т. 16. № 5(45). С. 25–30.
- 17. *Сапанов М.К.* Синхронность изменения уровней Каспийского моря и грунтовых вод в Северном Прикаспии во второй половине XX в. // Известия РАН. Сер. географическая. 2007. № 5. С. 1–6.
- 18. Сапанов М.К., Сиземская М.Л. Климатогенные изменения травянистой растительности на солончаковых солонцах Северного Прикаспия // Поволжский экологический журнал. 2010, № 2. С. 185–193.
- 19. Сиземская М.Л., Бычков Н.Н. Солевое состояние луговокаштановых почв Северного Прикаспия в условиях подъема уровня грунтовых вод // Почвоведение. 2005. № 5. С. 543–549.
- 20. Соколова Т.А., Сиземская М.Л., Сапанов М.К., Толпешта И.И. Изменение содержания и состава солей в почвах солонцового комплекса Джаныбекского стационара за последние 40–50 лет // Почвоведение. 2000. № 11. С. 132–139.
- 21. Устойчивость земледелия и риски в условиях изменения климата (резюме коллективной монографии). СПб., 2009. 94 с.
- 22. Хитров Н.Б., Назаренко О.Г. Распространение переувлажненных почв в исходно автоморфных агроландшафтах Ростовской области при ведении «сухого» земледелия // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012.С. 125–166.
- 23. Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И., Роговнева Л.В. Почвенный покров приводораздельного полевого склона в условиях современного сезонного переувлажнения в Каменной Степи // Почвоведение. 2009. № 12. С. 1411–1420.
- 24. *Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И.* Сезонно переувлажненные черноземные почвы Каменной Степи // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. М., 2012. С. 64–89.
- 25. *Цховребов В.С., Приходько С.В.* Подтопление почв Ставрополья причины и последствия // Деградация богарных и орошаемых черноземов под влиянием переувлажнения и их мелиорация. С. 167—178.
- 26. Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. Л.: Изд-во АН СССР, 1969.