

МИГРАЦИОННО-МИЦЕЛЯРНЫЕ ЧЕРНОЗЕМЫ КУРСКОЙ ОБЛАСТИ В КЛИМАТИЧЕСКИХ И БИОСФЕРНЫХ ЦИКЛАХ

© 2012 г. Г. С. Базыкина, С. В. Овечкин

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии,
119017, Москва, Пыжевский пер., 7
e-mail: covechkin@mail.ru*

В течение различных климатических циклов, особенно продолжительных, происходят изменения в биосфере, в том числе в растительном и почвенном покрове. Потепление холодных и увеличение увлажненности теплых полугодий, начавшиеся в 70-х годах прошлого столетия, привели к заселению некосимой целинной степи древесно-кустарниковой растительностью и усилению олуговения травяного покрова косимой степи. Наблюдается изменение режима влажности черноземов, увеличение их влажности, более частое сквозное промачивание трехметровой почвенной толщи, а также изменение их карбонатного профиля и диагностических признаков.

Ключевые слова: миграционно-мицелярные черноземы, степь, цикличность, режим влажности, карбонатный профиль, выщелачивание, окарбонирование, диагностические признаки.

Общеизвестно, что атмосферное увлажнение, температура воздуха и коэффициент увлажнения, который зависит от этих показателей, имеют отчетливо выраженную цикличность, то есть чередование периодов различной продолжительности с повышенными и пониженными показателями, по сравнению со средними многолетними. Установлено (Роде, 2009), что преобладают периоды продолжительностью 2–3, 9–10, 12–13 лет (в порядке уменьшения встречаемости). Более длительные периоды с отклонениями этих характеристик от средних многолетних наблюдаются редко, причем чем больше их продолжительность, тем реже. Их появление связано с такими внешними причинами, как изменение солнечной активности, автоколебания системы атмосфера – океан – полярные льды. В течение различных климатических циклов, осо-

бенно продолжительных, в растительности и почвенном покрове происходят изменения, которые мы и рассмотрим на примере автоморфных типичных (миграционно-мицелярных) мощных черноземов разных экосистем Центрально-черноземного государственного природного заповедника им. В.В. Алехина (ЦЧЗ).

Свойства и режимы этих почв были изучены в 1946–1968 гг. Е.А. Афанасьевой (1966), А.Ф. Большаковым (1961), Т.П. Коковинной (1974), А.А. Роде (1979), а позже – сотрудниками ЦЧЗ. Наши исследования были проведены в начале 2000-х годов на тех же объектах. Описываемые черноземы имеют гумусовый горизонт мощностью около 1 м, расположенный ниже карбонатный горизонт, периодически промывной водный режим.

Почвообразующая порода – лёссовидные тяжелые суглинки, которые глубже 220–250 см сменяются средними суглинками. Грунтовые воды залегают на глубине 8 и более метров от поверхности.

На рис. 1 представлены кривые многолетней изменчивости атмосферного увлажнения, на рис. 2 – температуры воздуха для теплого (ТП) и холодного (ХП) полугодий¹, а на рис. 3 – коэффициента увлажнения (КУ) исследуемого региона, построенные на основании скользящих по пятилетиям средних значений.

Из этих рисунков видно, что если годы с 1946 по 1961 (15 лет) пришлись на биосферный цикл с близким к среднему многолетнему атмосферным увлажнением ТП и пониженным – для ХП, то следующий период (по 1972 г. – около 10 лет) характеризовался пониженным увлажнением ТП и средним – ХП. В начале 70-х годов начался и продолжается аномально длительный (около 40 лет) цикл повышенного увлажнения ТП при температуре воздуха ниже средней многолетней. Интегральный показатель увлажненности (КУ) был также значительно выше среднего многолетнего (рис. 3). При среднем многолетнем значении 0.61 КУ ТП за период 1955–

¹ Имеются в виду гидрологические годы, ХП которых обычно начинается в октябре и заканчивается в марте следующего календарного года, а ТП – это период с апреля по сентябрь.

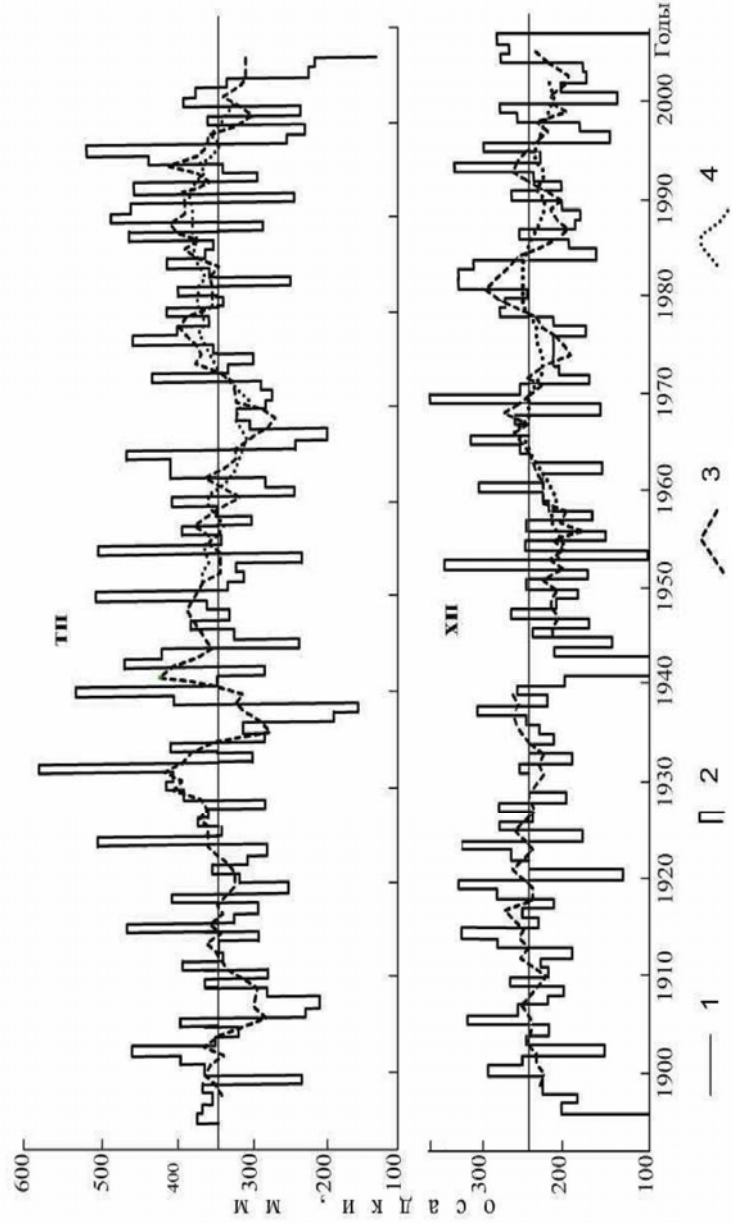


Рис. 1. Многолетняя изменчивость атмосферного увлажнения теплого и холодного полугодий. Условные обозначения: 1 – средняя за 100 лет сумма осадков; 2 – сумма осадков за III и XII; 3 – скользящие по 5-летиям средние величины; 4 – скользящие по 11-летиям средние величины.

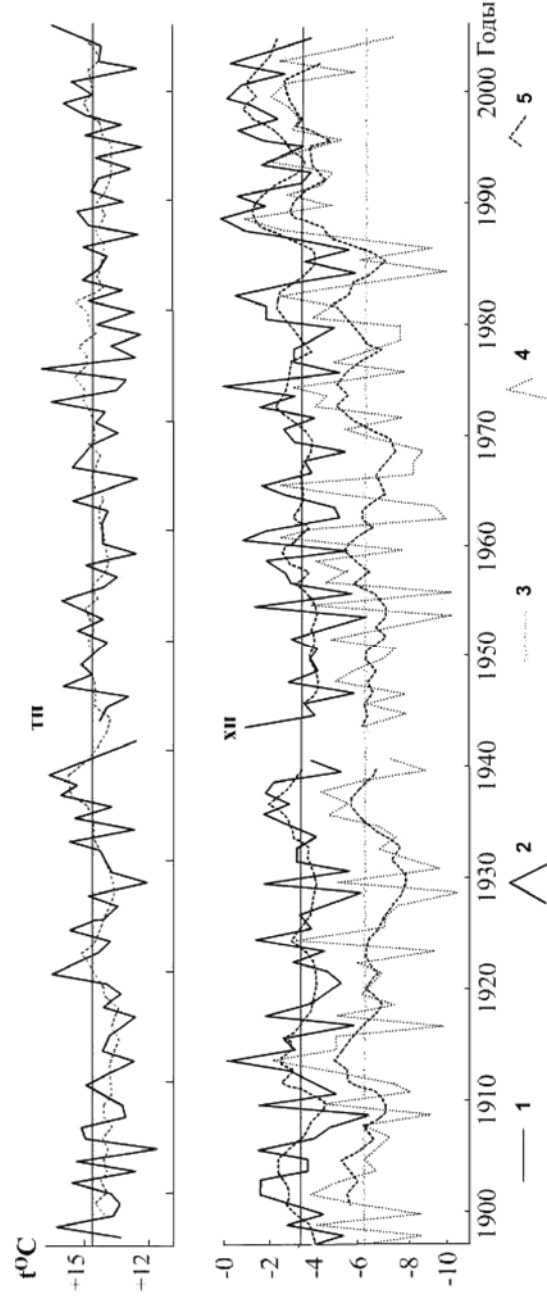


Рис. 2. Многолетняя изменчивость температуры воздуха теплого и холодного полугодий. Условные обозначения: 1 – средняя за 100 лет температура воздуха III и XII; 2 – средняя температура воздуха III и XII; 3 – средняя за 100 лет температура воздуха с декабря по март; 4 – средняя температура воздуха с декабря по март; 5 – скользящие по 5-летиям средние величины.

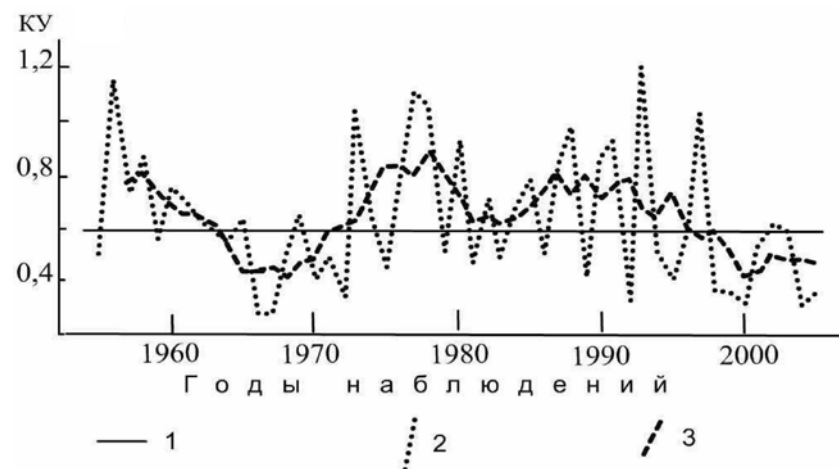


Рис. 3. Многолетняя изменчивость коэффициента увлажнения теплового полугодия. Условные обозначения: 1 – средняя многолетняя величина; 2 – ежегодная величина; 3 – скользящая по 5-летиям средняя величина.

1972 г. был равен 0,57, а в следующий период – 0,72, причем 48% лет имели КУ ТП от 0,8 до 1,21.

Важно отметить, что средняя температура воздуха ХП этого периода была выше средней многолетней на 1,1°C, а зимних месяцев – на 1,8°C. Таким образом, очевидным является потепление ХП в целом и зимних месяцев – особенно. Поэтому этот 40-летний цикл (1973–2012 гг.) именуется периодом глобального потепления, хотя не менее важной характеристикой является повышенная увлажненность ТП.

Следствием изменения климатических условий явилось начавшееся в 70-ых годах заселение целинной степи и залежных земель древесно-кустарниковой растительностью и усиление олуговения травянистой растительности (Аванесова, 2006). Все это не могло не повлиять на снегонакопление, режим влажности, водный баланс и свойства черноземов, в частности их карбонатный профиль. Мы имеем возможность сравнить их на основании данных, полученных за периоды 1947–1972 гг. и 1973–2006 гг., которые мы условно называем «сухим» и «влажным» (Базыкина, Бойко, 2008; 2010).

Таблица 1. Высота снежного покрова, см (1), запас воды в нем, мм (2) и глубина промерзания почв, см (3) перед снеготаянием в некосимой и косимой степи и на пашне

Период, годы	Целинная степь			Косимая степь			Пашня		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1967–1972	43	138	Не опр.	26	78	Не опр.	12	44	Не опр.
1973–1985	38	100	50	25	69	55	16	44	82
1986–2006	30	82	35	16	52	44	15	45	47

Как видим из табл. 1, бесспорным является уменьшение на всех наблюдаемых объектах во второй выделенный нами период мощности снежного покрова и запаса воды в нем перед снеготаянием из-за уменьшения осадков в виде снега и его стаивания во время оттепелей, которыми были богаты зимы этого периода. Мощность снежного покрова и запас воды в нем, как и следовало ожидать, в заповедной некосимой степи был больше, чем в косимой, где травяной покров, хотя и отрастающий к началу зимы после кошения, задерживает снега меньше. На пашне эти показатели, естественно, еще меньше. Глубина промерзания почв в косимой степи была больше, чем некосимой, но меньше, чем на пашне. Во втором периоде в целом и особенно с 1986 по 2006 гг. эти показатели, по сравнению с первым периодом (1967–1972 гг.) уменьшились. Полное оттаивание почв совершалось в течение второго периода в более ранние сроки. В период с 1973 до 2006 гг. к началу снеготаяния в почвах не оставалось мерзлого слоя в 88% лет в некосимой и 76% в косимой степи и на пашне, тогда как в предыдущий период – в 57% лет. Это обеспечивало более полное впитывание талых вод, сокращение их потери на поверхностный сток и уменьшение вследствие этого эрозионных процессов, особенно на пашне, увеличение глубины промачивания и влагозарядки почв.

Основная влагозарядка черноземов разных экосистем происходила при снеготаянии, хотя начиналась обычно осенью. В некосимой степи, где происходило дополнительное накопление снега вследствие изменения растительного ценоза, осеннее-зимне-весеннее поступление влаги в почвы и глубина их промачивания были больше, чем в косимой степи, но в любом варианте они были больше во второй, «влажный» период (табл. 2).

Таблица 2. Средние многолетние величины элементов водного баланса миграционно-мицелиарных черноземов в разных экосистемах

Много- летний пе- риод (гид- рологи- ческие годы)	Поступление влаги, мм				Расход влаги, мм				Осенний дефицит влаги (мм) в слоях (см)			
	осадки за вре- мя вла- гоза- рядки за ХП	глуби- на про- мачи- вания за ХП, см	поступ- ление за ХП	осадки за пери- од веге- тации	итого	отток	эвапотранспирация		итого	0-150	150-300/0-300	
							из поч- венного запаса	осадки за пе- риод вегета- ции				
1946/1947 – 1971/1972	283	141	150	282	432	12/61*	150	282	432	169	39	208
1972/1973 – 2005/2006	317	216	192	308	500	34/60*	153	308	461	132	13	145
1946/1947 – 1971/1972	281	134	151	280	431	4/51*	152	280	432	179	62	241
1972/1973 – 2005/2006	320	162	161	268	429	14/54*	150	268	418	156	43	199
1963/1964 – 1967/1968	286	102	77	188	265	Не опр.	130	188	318	187	Не опр.	
1972/1973 – 2005/2006	222	105	80	249	329	Не опр.	102	249	351	147	«	

Некосимая степь (для слоя 0–300 см)
Косимая степь (для слоя 0–300 см)
Пашня. Посевы озимой пшеницы (для слоя 0–150 см)

Над чертой – средняя величина за период, под чертой – средняя величина за годы, имеющие отток.

При этом в этот последний период увеличилась частота глубокого (больше 200 см) промачивания черноземов некосимой (с 32 до 53% лет) и в косимой (с 22 до 32% лет) степи. При этом глубокое промачивание почв часто сопровождалось внутрпочвенным оттоком избытка влаги (свыше наименьшей влагоемкости – **НВ**) по уклону границы наносов, что является свидетельством сквозного промачивания. Во второй, «влажный» период средняя величина этого оттока была больше и наблюдался он чаще. Таким образом, периодичность сквозного промачивания черноземов, т.е. выраженность «промывной» составляющей их периодически промывного водного режима во втором периоде наблюдений увеличилась по сравнению с первым почти в 3 раза как в некосимой, так и в косимой степи.

На пашне и глубина промачивания почв, и величина их влагозарядки как в первом, так и во втором выделенных периодах, были меньше, чем в степи. Причиной этого является не только отсутствие дополнительного накопления снега, но и его сдувание на открытой поверхности поля, а также более глубокое промерзание почв. Впитывание талых вод на пашне хуже, чем в степи, вследствие ухудшения структуры, водопроницаемости и влагоемкости пахотного слоя в результате его систематической обработки, а также, как правило, более высокой осенней влажности. Все это приводит к большим потерям талых вод на поверхностный сток.

При большом разнообразии ежегодных показателей глубины промачивания и величины осенне-зимне-весеннего поступления влаги в почвы пашни средние их значения за «сухой» и «влажный» периоды совпадают. Однако можно отметить, что в первый период доля лет с промачиванием почв за ХП не меньше 150 см составляла 25%, а во второй – 41%. К сожалению, для черноземов пашни мы располагаем данными, характеризующими режим влажности и элементы водного баланса, только для слоя 0–150 см.

Расход влаги из почвенного запаса черноземов в некосимой и косимой степи осуществлялся, в основном, за счет десукции из слоя 0–100 см, где сосредоточено больше 80% сосущих корней растительности, в том числе и древесной (Афанасьева, 1966), и влажность которого в течение вегетационного сезона снижалась

до влажности завядания (**ВЗ**). Карбонатный горизонт (100–150 см) в период 1947–1972 гг. в 38% лет иссушался до значений влажности меньше влажности разрыва капиллярной связи (**ВРК**). В остальные годы его влажность соответствовала ВРК, т.е. расход влаги осуществлялся только за счет восходящих токов к вышележащим иссушенным слоям под влиянием градиента всасывающего давления. Во «влажный» период с 1973 по 2006 гг. слой 100–150 см иссушался до ВРК только в 24% лет, а в остальные годы его влажность соответствовала диапазону ВРК–НВ.

Нижележащие слои иссушались до ВРК лишь очень засушливые годы. В период 1947–1972 гг. расхода влаги на эвапотранспирацию из этих слоев не было в 40% лет, о чем свидетельствуют их влагозапасы, которые были не меньше НВ. В период 1973–2006 гг. это наблюдалось в 79% лет.

В целом величина расхода влаги на эвапотранспирацию из почвенного запаса в течение вегетационного периода, которая зависит как от влажности почв, так и от погодных условий и состояния растительности, в период 1947–1972 гг. в некосимой степи в 60% лет, а в косимой степи – в 48% лет была больше осенне-зимне-весенней влагозарядки, т.е. в эти годы почвенная толща прогрессивно иссушалась. С 1973 по 2006 гг. в некосимой степи в 65% лет, в косимой степи – в 60% лет расход влаги был меньше ее поступления.

О недорасходе почвенной влаги и накоплении ее в нижней части почвенной толщи свидетельствует и уменьшение величины осеннего дефицита влаги (**ОД**), особенно в слое 150–300 см. Последняя за период 1973–2006 гг. уменьшилась в 3 раза в заповедной некосимой степи и в 1,5 раза в косимой степи, по сравнению с периодом 1947–1972 гг. Если в «сухой» период в первом случае в слое 150–300 см в 18% лет не было почвенной толщи **ОД** влаги, а во втором – 8% лет, то во «влажный» этот факт был отмечен в 56% лет и в 18% лет соответственно, так как весной при глубоком промачивании **ОД** предыдущего года был ликвидирован, а в течение вегетационного сезона значимого расхода влаги из этого слоя не было.

Расход влаги на пашне под озимой пшеницей из почвенного запаса происходил из полутораметрового корнеобитаемого слоя, в

результате чего в конце ее вегетации вся доступная влага оказывалась израсходованной, и влажность этого слоя обычно находилась в диапазоне ВЗ–ВРК. В особенно засушливые периоды наиболее населенная корнями толща 0–100 см имела влажность, соответствующую ВЗ. Слой 100–150 см во «влажный» период часто имел остаточную влажность, равную ВРК, тогда как в «сухой» период такая влажность наблюдалась лишь в глубже лежащих слоях. Средняя величина расхода влаги из почвенного запаса слоя 0–150 см за «сухой» период была больше, чем за «влажный», поскольку в первом случае растения в меньшей степени обеспечивались атмосферными осадками. При этом происходило более сильное иссушение всего полутораметрового слоя и слоя 100–150 см, в частности. Об этом свидетельствует величина **ОД** влаги после уборки озимых (табл. 2).

Итак, толща 0–150 см черноземов пашни, влагозапасы которой обеспечивают, в основном, влагопотребление озимой пшеницы, в оба сравниваемые нами периода имела в среднем практически одинаковую влагозарядку за ХП, но теряла влаги на эвапотранспирацию больше и иссушалась сильнее в «сухой» период. Поскольку во «влажный» период случаев промачивания черноземов за ХП до 150 см и глубже было больше (41% лет), чем в «сухой» (25% лет), можно предположить (по аналогии с некосимой степью), что в первом случае чаще имел место недорасход влаги, то есть некоторое ее накопление не только в слое 100–150 см, но и глубже. Однако мы, к сожалению, не располагаем данными, чтобы это утверждать.

Таким образом, в течение второго («влажного») периода даже в годы, когда глубокого промачивания почвенной толщи в результате осенне-зимне-весенней влагозарядки не наблюдалось, черноземы различных экосистем существовали в режиме не свойственной им прежде повышенной влажности. В результате осенне-зимне-весеннее поступление влаги чаще обеспечивало ликвидацию **ОД** в толще черноземов и даже отток излишков гравитационной влаги за пределы почвенной толщи, то есть ее сквозное промачивание.

Подобные явления наблюдались в последние десятилетия на обыкновенных предкавказских черноземах, о чем свидетельствуют данные, полученные А.С. Извековым (личное сообщение).

Увеличение увлажненности черноземов различных экосистем вследствие увеличения КУ ТП, потепления ХП, а в заповедной степи – и изменение растительного ценоза и существование их в таком состоянии в течение длительного времени (около 40 лет) вызвало определенные изменения профиля миграционно-мицелярных черноземов, которые были зафиксированы нами в начале 2000-х гг. (Овечкин, Базыкина, 2011).

Прежде всего, в профиле черноземов отмечается усиление переноса тонкодисперсного материала. Так, под гумусовым горизонтом миграционно-мицелярного чернозема в заповедной степи выявлены признаки формирования глинисто-иллювиального горизонта (В 1). Это заметно по окраске (появление буроватых оттенков), оформлению ореховатой структуры, усилению степени уплотнения и появлению слабеньких коллоидных пленок по граням структурных отдельностей. Мощность этого горизонта колеблется в пределах 7–20 см.

Наиболее ощутимы изменения, связанные с аномальными погодными условиями, появившиеся в карбонатном профиле черноземов. В условиях повышенной влажности почвенной толщи произошла активизация одновременно идущих разнонаправленных процессов выщелачивания и окарбонирования. Эти процессы проявляются во всех исследованных черноземах, но с разной интенсивностью, которая определяется не только количеством влаги, поступающей в почву, и спецификой ее расходования, но и глубиной залегания карбонатного горизонта.

Выщелачивание было вызвано нисходящими потоками влаги, роль которых во «влажный» период возросла. Как показали исследования, они привели к уменьшению общего содержания карбонатов, понижению уровня и выравниванию границы вскипания, особенно в черноземах некосимой степи, в которых в течение «влажного» периода преобладали нисходящие токи влаги.

С процессами выщелачивания также связано нарушение строения карбонатного профиля и изменение четкого расположения зон определенных карбонатных выделений, ранее присутствующих

описываемым черноземам. Так, произошло исчезновение вскипающего слоя без видимых карбонатных выделений. Плотный налет по пустотам встречается теперь практически по всему карбонатному профилю, а не только в верхней его части, как раньше. Распространение плотного налета по граням структурных отдельностей не ограничивается только гумусовым горизонтом. Он проникает даже в переходный к почвообразующей породе горизонт (ВССА).

Появляются новые отсутствовавшие в черноземах до 70-х годов карбонатные выделения, связанные с нисходящими токами влаги. Это белые трубочки из мелкозернистого кальцита, в прошлом встречающиеся только в выщелоченных черноземах. Образование их происходит в весенний период, когда в черноземах отмечается нисходящее передвижение почвенных растворов сравнительно низкой концентрации. Другой новой формой для миграционно-мицелярных черноземов, связанной с нисходящими токами влаги, являются так называемые выпоты-налеты. Ранее эта форма карбонатных выделений в минимальной степени своего развития наблюдалась в выщелоченных черноземах. В настоящее время в миграционно-мицелярных черноземах они встречаются в средней и нижней частях карбонатного профиля на стенках вертикально ориентированных трещин.

Наибольшая степень выраженности процессов выщелачивания отмечается при преобладании в почве нисходящих потоков влаги, а также при глубоком положении карбонатного горизонта, когда он целиком находится в зоне аккумуляции влаги (в средней и нижней частях гидрологического профиля) в почвах как заповедной степи, так и пашни.

Процесс окарбонирования (формирования карбонатных новообразований) обусловлен восходящими токами концентрированных почвенных растворов из более влажных средних и нижних горизонтов почвенной толщи к верхним слоям, иссушающимся в процессе расхода влаги. Этот процесс привел к появлению новых миграционных форм карбонатных выделений, ранее не встречавшихся в профиле лесостепных черноземов. Это, например, волокнистый налет по граням структурных отдельностей, который раньше встречался только по пустотам в верхней части карбонат-

ного профиля. Появление в карбонатном профиле выпотов-налетов и белых трубочек из мелкозернистого кальцита, которое выше рассматривалось как косвенное свидетельство выщелачивания (поскольку они формируются из нисходящих токов влаги), фактически можно считать результатом процесса окарбонирования. Расширение границ зоны распространения плотного налета за пределы гумусового горизонта также свидетельствует в пользу окарбонирования. Лучшее всего последнее выражено в черноземах некосимой степи, так как чем больше почвенной влаги, способной к восходящему передвижению, имелось в почвенной толще, тем продолжительнее было ее иссушение и формирование карбонатных новообразований.

В пахотных черноземах под озимыми зерновыми культурами в связи с интенсивным расходом почвенной влаги и быстрым иссушением почвы до ВРК, существование восходящих токов влаги и, соответственно, процесс окарбонирования весьма кратковременны. Нисходящие токи влаги при обильных осадках ТП, осенних месяцев и весной при снеготаянии производят более эффективное выщелачивающее воздействие на карбонатный профиль пашни.

Таким образом, длительное существование аномальных погодных условий привело к увеличению увлажненности почвенной толщи черноземов разных экосистем и трансформации их карбонатного профиля. В течение именно длительных биосферных циклов с отклонениями различных показателей от их средней многолетней нормы формируются и фиксируются в почвенном профиле последствия этих отклонений – вплоть до изменения диагностических показателей. Вследствие этого карбонатное состояние черноземов, по-видимому, так же как метеорологические показатели и элементы водного режима и баланса почв, имеет временную многолетнюю изменчивость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аванесова А.А., Собакинских В.Д.* Распространение деревьев и кустарников на некосимых участках Стрелецкой степи // Картографические исследования в Центральном-черноземом запо-

- веднике. Тр. Центр.-черн. Гос. Заповедника. Курск, 2006. Вып. 19. С. 97–103.
2. *Афанасьева Е.А.* Черноземы Средне-Русской возвышенности. М.: Наука, 1966. 224 с.
3. *Базыкина Г.С., Бойко О.С.* Влияние аномальных погодных условий последних десятилетий на водный режим мощных черноземов заповедной степи (Курская область) // Почвоведение. 2008. № 7. С. 833–844.
4. *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.
5. *Большаков А.Ф.* Водный режим мощных черноземов Средне-Русской возвышенности. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 200 с.
6. *Герцык В.В., Роде А.А.* Послойный режим и баланс влаги целинных мощных черноземов под некосимой степью и дубовым лесом // Почвоведение. 1979. № 3. С. 59–75.
7. *Коковина Т.П.* Водный режим мощных черноземов и влагообеспеченность на них сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1974. С. 302.
8. *Овечкин С.В., Базыкина Г.С.* Карбонатный профиль и режим влажности миграционно-мицелиарных черноземов разных экосистем Курской области // Почвоведение. 2011. № 12. С.1475–1486.
9. *Роде А.А.* Многолетняя изменчивость атмосферных осадков и элементов водного баланса почв // Избр. тр. А.А. Роде. Т. 4. 2009. С. 479–578.

MIGRATION-MYCELIAL CHERNOZEMS IN BIOSPHERIC CYCLES WITHIN THE KURSK REGION

G. S. Bazykina, S. V. Ovechkin

In the course of different climatic cycles and the prolonged one in particular the biosphere including the plant and soil cover reveals considerable changes. Due to warming the cold six months and increasing the moisture in warm ones started in the 1970s the plant coenoses, the moisture regime and the whole calcareous profile have been highly

changed in migration-mycelial chernozems of different ecosystems within the Kursk region. Based upon the long-term investigations (1947–2006) it seemed reasonable to conclude that during more than 30 years the above chernozems are found under conditions of the increased moisture which is not typical for them. As a result, their diagnostic features displayed great changes. The cyclic recurrence of their carbonate status has been determined as caused by cyclic climatic conditions and changes in plant coenoses and the moisture regime.

Key words: migration-mycelial chernozem, mowed steppe, biospheric cycles, the moisture regime, calcareous profile, leaching, carbonate enrichment, diagnostic features