

УДК 631.4

## **ОПЫТ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА СВОЙСТВА И РЕЖИМЫ АГРОЧЕРНОЗЕМОВ КАМЕННОЙ СТЕПИ**

**© 2016 г. И. И. Лебедева<sup>1</sup>, Г. С. Базыкина<sup>1</sup>,  
А. М. Гребенников<sup>1</sup>, Ю. И. Чевердин<sup>2</sup>, В. А. Беспалов<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Почвенный институт им. В.В. Докучаева,  
Россия, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2  
e-mail: bazykina.galina@mail.ru*

*<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Централь-  
но-Черноземной полосы им. В.В. Докучаева, Россия  
397463, Воронежская обл., Таловский р-н, пос. 2 участка Института  
им. В.В. Докучаева, квартал 5-81*

Проведено сравнительное изучение влияния сроков земледельческого использования (20, 60 и 120 лет) миграционно-мицелярных (типичных) агрочерноземов Каменной степи (Воронежская область России) на их морфологию, гумусное состояние, структуру, водно-физические свойства, водный и температурный режимы. Установлена морфологическая устойчивость во времени агрогоризонтов черноземов, остаточные признаки которых сохраняются даже под многолетней (130 лет) залежью. В первые 10–20 лет освоения отмечается уменьшение содержания гумуса агрочерноземов, в том числе лабильных гумусовых веществ, а также запасов органического углерода. В дальнейшем происходит стабилизация их гумусного состояния, хотя и на несколько более низком уровне, за счет относительного равновесия с процессами новообразования органических веществ. В первые годы освоения в агрогоризонтах отмечается незначительное увеличение плотности сложения, ухудшение структуры, уменьшение пористости, влагоемкости и запасов доступной для растений влаги. В дальнейшем физическое состояние этих горизонтов черноземов сохраняется на этом уровне, который является оптимальным. Теплообеспеченность черноземов пашни больше, чем под естественной растительностью, за счет прогревания до более высоких температур, что приводит к увеличению физического почвоиссушения и аккумуляции карбонатов в поверхностных слоях почв. Водный режим черноземов как разновозрастных пашен, так и многолетней залежи Каменной степи можно определить как периодически промывной с дополнительным грунтовым увлажнением. Причиной последнего является наличие влагоаккумулирующего

слоя (200–300 см) над контактом с водоупором – глинами, залегающими на глубине около 300 см.

*Ключевые слова:* морфология, карбонаты, гумус, структура, водно-физические свойства, теплообеспеченность, водный режим.

**DOI:** 10.19047/0136-1694-2016-83-77-102

## ВВЕДЕНИЕ

Вовлечение черноземов в агропроизводство: ежегодная вспашка и обработка почв, замена естественной растительности однолетними культурами с неглубокой корневой системой, коротким периодом вегетации и отчуждением, как правило, надземной массы – приводит к существенным изменениям гумусового состояния, водно-физических свойств и современных режимов этих почв. В частности, уничтожение естественной растительности и степного войлока, открытая на протяжении большей части года поверхность агрочерноземов способствуют резкому перегреву агрогоризонтов и многократному чередованию циклов переувлажнения–пересыхания в летний период ([Коковина, 1974, 1978](#); [Коковина, Лебедева, 1988](#); [Караваева и др., 1998](#); [Иванов и др., 2012, 2013](#)). Сдвиги в динамических показателях агрочерноземов вызывают разбалансированность и неустойчивость агроэкосистем в отношении таких местных природных катаклизмов, как засухи, заморозки, вымочки ([Коковина, Лебедева, 1988](#); [Лебедева, 2000](#)).

Большое внимание изучению свойств и режимов черноземов как целинных, так и вовлеченных в земледельческое использование, уделяли А.А. Роде и работавшие под его руководством Е.А. Афанасьева, А.Ф. Большаков, Т. П. Коковина, В.В. Герцык.

Проблема агрогенной трансформации черноземов, несмотря на внимание специалистов, требует дальнейшего изучения на основе комплексных исследований, распространяемых не только на верхние горизонты черноземов, но и на весь почвенный профиль. Такие исследования в 2012, 2013 и 2015 гг. проводились на миграционно-мицелярных (типичных) черноземах Каменной степи Воронежская область.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов выбран участок косимой степи (залежь с 1882 г. с практически восстановленной лугово-степной растительностью, которую принимали за аналог целинных почв) и три

участка, занятых разновозрастной пашней, земледельческое использование которых началось соответственно в 1892 (120 лет использования), 1952 (60 лет) и 1992 (20 лет) гг. Пахотные участки в годы исследований были заняты посевами кукурузы.

Залежный участок находился в верхней части пологого межбалочного склона (координаты почвенного разреза  $51^{\circ}1'45''\text{N}$ ,  $40^{\circ}43'39''\text{E}$ ). Пашни 1992 и 1952 гг. располагались к югу от залежного, в 150 м вниз по склону и отстояли друг от друга также на расстояние 150 м (координаты разрезов соответственно:  $51^{\circ}1'41''\text{N}$ ,  $40^{\circ}43'39''\text{E}$ ;  $51^{\circ}1'39''\text{N}$ ,  $40^{\circ}43'39''\text{E}$ ). Участок старой пашни 1892 г. располагался в 900 м к юго-востоку от залежи, на аналогичном соседнем межбалочном водоразделе ( $51^{\circ}1'31''\text{N}$ ,  $40^{\circ}44'5''\text{E}$ ).

На каждом объекте исследовали морфологию почвенного профиля до глубины 2 м. В разрезах по фиксированным глубинам, приуроченным к генетическим горизонтам, определяли плотность сложения (объемный вес) и отбирали образцы для исследования водно-физических и некоторых химических свойств в лабораторных условиях. На каждом объекте в трехкратной повторности определяли влажность почв через 10 см весовым методом в образцах, взятых при бурении до глубины 2–3 м. С помощью датчиков измеряли температуру почвы.

Наблюдения проводили в четыре срока: непосредственно перед посевом сельскохозяйственных культур (весенний период), после их уборки (летний период), после распашки полей (в середине лета–начале осени, осенний период) и в начале периода с отрицательными температурами на поверхности почвы (позднеосенний период). Равновесную плотность почв определяли в конце вегетационного сезона в 10-сантиметровых слоях по всему профилю в 3–5-кратной повторности.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Морфология** исследованных почв представлена следующими формулами:

Разр. 1. Залежь с 1892 г.: AUw (0–3 см)–AUра (3–19 см)–AU (19–59 см)–AUб (59–77 см)–BCAmc (77–158 см). Вскипает от HCl с 75 см.

Разр. 2. Пашня с 1992 г.: PU (0–29 см)–AUca (29–58 см)–AUбca (58–75 см)–BCAmc (75–150 см). Вскипает от HCl с 70 см.

Разр. 3. Пашня с 1952 г.: PU (0–34 см)–AUca (34–57 см)–AUbca (57–75 см)–BCAmc (75–135 см). Вскипает от HCl с 25 см.

Разр. 4. Пашня с 1892 г.: PUca (0–26 см)–AUca (26–64 см)–AUbca (64–94 см)–BCA1z (94–116 см)–BCA2mc (116–135 см). Вскипает от HCl с поверхности.

Индексация горизонтов и признаков проведена в соответствии с [Классификацией и диагностикой почв России \(2004\)](#). Горизонты: AU – темногоhumусовый; PU – агротемногоhumусовый; BCA – аккумулятивно-карбонатный. Признаки: w – насыщение живыми корнями, дернина; pa – постагрогенный, свидетельствует об остаточных проявлениях прошлой распашки; b – ослабление гумусовых аккумуляций в нижней части гумусового горизонта; mc – мицелярные новообразования в аккумулятивно-карбонатном горизонте; ca – присутствие в почвенной массе карбонатов, не имеющих морфологического проявления (вскипание от HCl); z – признак зоогенных нарушений.

Все исследуемые разрезы морфологически сходны между собой и имеют практически одинаковую мощность генетических горизонтов. В частности, мощность гумусового горизонта (AU), включающего постагрогенный горизонт в почвах под залежью или агрогоризонт в пахотных вариантах, составляет около 60 см, а нижняя граница гумусового профиля (AU+AUb) находится на уровне 75–77 см. Исключение составляет старая (120-летняя) пашня, в которой ясная гумусовая прокраска прослеживается до 94 см и связана с несколько большей перерытостью подгумусовой части профиля этих почв, которую некоторые исследователи ([Францессон, 1963](#)) считают унаследованной от доагрогенной стадии черноземов.

Для всех исследованных разрезов характерен широкий разброс показателей глубины вскипания от HCl от поверхности до нижней части гумусового профиля (70–75 см). Эти данные подтверждают положение о пространственной неустойчивости границы вскипания в миграционно-мицелярных черноземах, связанной с экологически обусловленными особенностями водного режима ([Лебедева, Овечкин, 1975, 2003](#); [Лебедева, 1992](#)). Активная миграция почвенных растворов и формирование в зоне их действия относительно подвижных форм карбонатных новообразований не только отражают подзональные особенности атмосферного

увлажнения, но реагируют на многие другие локальные факторы: погодные условия, поверхностное (в соответствии с рельефом и растительностью) и внутрипрофильное (в связи с плотностью сложения, элементами перерытости, системой различных пустот) перераспределение влаги и др.

Показательно, что при широком разбросе значений глубины вскипания карбонатные новообразования (в данном случае псевдомицелий) являются гораздо более устойчивым признаком и появляются на сопоставимых глубинах. Под залежью и в условиях разновозрастной пашни псевдомицелий появляется соответственно на глубинах 90 (залежь) – 100 (пашня 20 лет) – 98 (пашня 60 лет) – 116 см (пашня 120 лет), т.е. примерно на 20 см ниже гумусового гор. А<sub>Уб</sub>. Небольшое увеличение показателя в почвах самой старой пашни связано не с ее возрастом, а с большей перерытостью подгумусовой части профиля (признак z в формуле разр. 4).

Во всех разрезах нижняя часть профиля представлена однородной влажной палево-бурой крупнопористой глиной с карбонатными новообразованиями в виде рассеянного мицелия и редких пропиточных пятен. На глубине 250 см визуально отмечается неконтрастный переход в сырую плотную глину того же цвета с однопорядковой призмовидной структурой, палево-оливковыми наилками и пропиточными пятнами карбонатов.

Таким образом, по морфологическим характеристикам генетических горизонтов почвы залежи и разновозрастной пашни не имеют больших различий, вызванных длительностью землепользования. Различия в глубине вскипания от НС1 между исследуемыми почвами нельзя считать следствием разных сроков освоения из-за динамичности этого показателя и зависимости от многих частных, даже случайных факторов.

Агрогоризон пахотных почв, встроенный в систему генетических горизонтов, является искусственным образованием, адаптированным к новым условиям агроэкосистем. Приобретенные им свойства устойчивы: под залежью за 130 лет полное восстановление физического состояния агрогоризонта произошло лишь в верхних 10–12 см, тогда как его нижняя граница легко угадывается по плотности и характеру структуры.

С другой стороны, все особенности строения агрогоризонта проявляются уже в самой молодой пашне (время формирования

менее 20 лет). Во всех агрогоризонтах рассмотренных почв прослеживается отчетливая дифференциация сложения, неоднократно отмеченная ранее как для агрочерноземов Каменной степи ([Хитров и др., 2007](#)), так и почв других типов ([Караваева, Жариков, 1998](#); [Караваева и др., 2003](#); [Караваева и др., 2004](#)). Выделяются 3 слоя: поверхностный – рыхлый, порошистый, мощностью 7–10 см; центральный – плотный, с характерными резаными угловатыми отдельностями, имеющими матовую поверхность и раковистый излом; нижний – визуально еще более плотный, разбитый трещинами на глыбистые или призмовидные куски. С длительностью землепользования структура слоев меняется незначительно, хотя возможно отметить тенденцию к “огрублению” структуры в средней и нижней части агрогоризонта и исчезновению в них комковатых элементов. Рыхлый слой во всех случаях практически одинаков. Его устойчивость обеспечивается регулярной механической обработкой и поддерживается контрастным водно-тепловым режимом (перегрев, многократное увлажнение–пересыхание).

Черноземы исследуемых объектов характеризуются тяжелым **гранулометрическим составом**. Почвы всех объектов формируются на покровных глинах с высоким (25–30%) содержанием крупной пыли. Общим для всех почв является постепенное увеличение с глубиной количества ила при соответствующем уменьшении содержания крупной пыли (табл. 1).

На этом фоне выделяется относительно обедненный илом (на 5–10%) верхний полуметровый слой, соответствующий гор. AU, который наиболее контрастно обозначен в почвах под залежью, в меньшей степени – в почвах старой пашни. Поскольку в профиле исследованных почв нет никаких морфологических признаков педогенного перераспределения илистой фракции, отмеченные изменения их гранулометрического состава более вероятно объяснять особенностями седиментации почвообразующих наносов.

В постагрогенном горизонте залежи и агрогоризонтах пахотных почв заметно слабое обеднение илом верхних слоев (не более 5%) при постепенном возрастании его содержания по мере приближения к нижней границе. Гранулометрическую дифферен-

**Таблица 1.** Гранулометрический состав миграционно-мицелярных черноземов залежи и разновозрастной пашни, %

Глубина, см	Косимая залежь			Пашня								
				с 1992 г.			с 1952 г.			с 1892 г.		
	размер частиц, мм											
0.05–0.01	<0.001	<0.01	0.05–0.01	<0.001	<0.01	0.05–0.01	<0.001	<0.01	0.05–0.01	<0.001	<0.01	
0–10	34	25	62	28	34	69	27	38	70	27	40	70
10–20	32	29	65	28	36	70	27	38	70	28	40	70
20–30	31	30	66	26	39	72	27	40	72	26	42	72
30–40	29	35	69	28	38	70	27	40	72	28	40	71
40–50	27	38	72	26	39	72	26	41	72	28	41	70
60–70	28	41	70	26	40	72	25	44	74	27	43	71
90–100	26	44	72	24	44	73	25	46	74	26	45	70
140–150	25	44	73	23	46	74	23	47	75	25	45	73
190–200	25	43	70	26	45	71	25	46	72	27	45	71
240–250	33	39	66	31	43	68	28	45	71	36	42	62
290–300	33	38	65	32	39	66	29	43	68	33	37	65

циацию агрогоризонтов в литературе объясняют разными причинами: от отмучивания и латерального вымывания илистой фракции до минералогической перестройки почвенного материала и процессов облессовывания ([Клименко, Крыщенко, 1978](#); [Вальков и др., 1981](#); [Караваева, Жариков, 1998](#)). Однако все предлагаемые варианты входят в противоречие с регулярным перемешиванием массы горизонта при вспашке с оборотом пласта, предусмотренной большинством применяемых в земледелии агротехнологий. Таким образом, вопрос о возможности гранулометрической дифференциации агрогоризонтов и процессах, ее определяющих, остается актуальным.

Смена отложений, отмеченная при морфологическом описании на глубине 250 см, в гранулометрическом составе проявляется не контрастно. Подстилающий слой, визуальнo воспринимаемый как плотная сырая глина, отличается от вышележащей толщи при неизменном содержании ила увеличенным количеством крупной пыли, в связи с чем содержание физической глины в нем на несколько процентов убывает. Увлажнение этого слоя обусловлено присутствием на водораздельных пространствах Каменной степи коричневато-бурой глины, вскрытой на глубине около 300 см

(Хитров и др., 2007), служащей водоупором для поступающей в почву атмосферной влаги.

**Гумусное состояние** исследованных почв представлено в табл. 2 и 3. Приводимые данные подтверждают известное положение о том, что после включения черноземов в землепользование вследствие активной минерализации растительных остатков (Гиляров, 1974; Громько, 1974; Кузнецова, 1968) происходит резкое сокращения содержания гумуса в агрогоризонте с последующей его стабилизацией. В исследованных почвах верхние 30 см в течение первых 20 лет использования потеряли 27% гумуса, тогда как в дальнейшем дегумификация затухает, и количество гумуса в агрогоризонте даже через 100 лет практически не меняется.

Несколько иные закономерности проявляются при рассмотрении запасов углерода гумуса слоя 0–30 см: сокращение показателя в первые 20 лет землепользования не столь резкое (15%) и продолжается при дальнейшем сельскохозяйственном использовании, хотя и с меньшей интенсивностью – 11% за 100 лет.

Относительное гумусовое равновесие в почвах старой пашни поддерживается за счет простых лабильных гумусовых веществ, не связанных с кальцием (Быстрицкая, Герасимова, 1988). В исследованных почвах количество лабильного гумуса в молодом агрогоризонте снижается по сравнению с залежью очень резко – в 2 раза, но со временем постепенно восстанавливается практически до исходной величины. Более того, в активном новообразованном гумусе со временем увеличивается доля гуминовых кислот, значительно превышающая их количество в почвах под естественной растительностью. Иными словами, если в первые годы после распашки лабильный гумус агрогоризонтов имеет тот же качественный состав, что и в естественных условиях, и его можно рассматривать как остаточный, то в процессе агроэволюции образуется новое органическое вещество – в другом количестве и другого качества.

Распределение карбонатов по профилю (табл. 4) обнаруживает ясно выраженный максимум с верхней границей на глубине 90–100 см, что в общем совпадает с появлением мицелярных новообразований и соответствует аккумулятивно-карбонатному горизонту. Во всех почвах у поверхности обнаруживается слабая “висячая” аккумуляция карбонатов, связанная с подтягиванием весной к

**Таблица 2.** Содержание гумуса, углерода гумуса и лабильных гумусовых веществ в миграционно-мицелярных черноземах Каменной степи, %

Объект	Глубина, см	Гумус	Углерод гумуса почвы	Содержание углерода лабильных гумусовых веществ			
				С общ	С гк	С фк по разности	С фк прямое определение
Косимая залежь	0–5	9.87	5.68	0.39	0.13	0.26	0.256
	15–20	10.12	5.80	0.40	0.12	0.28	0.281
	25–30	8.02	4.64	0.25	0.07	0.18	0.186
	40–45	7.53	4.36	0.20	0.06	0.15	0.150
Пашня с 1992 г.	0–5	7.59	4.46	0.22	0.08	0.15	0.152
	15–20	7.31	4.23	0.19	0.05	0.14	0.142
	25–30	7.57	4.45	0.12	0.03	0.09	0.101
	40–45	5.86	3.44	0.10	0.02	0.08	0.086
Пашня с 1952 г.	0–5	7.33	4.24	0.32	0.15	0.17	0.169
	15–20	7.45	4.31	0.32	0.14	0.17	0.179
	25–30	7.19	4.16	0.29	0.13	0.16	0.171
	40–45	6.48	3.75	0.18	0.06	0.12	0.127
Пашня с 1892 г.	0–5	7.22	4.08	0.40	0.22	0.19	0.197
	15–20	7.27	4.21	0.39	0.20	0.19	0.209
	25–30	6.71	3.88	0.36	0.16	0.19	0.204
	40–45	5.89	3.44	0.09	0.02	0.08	0.084

**Таблица 3.** Запасы углерода в гумусе почвы и содержание его в лабильных гумусовых веществах в постагрогенном и агрогоризонтах (0–30 см) миграционно-мицелярных черноземов Каменной степи

Объект	Запасы углерода в гумусе почвы, т/га	Содержание углерода лабильных гумусовых веществ, %				
		С общ	С гк	С гк от С общ	С фк по разности	С фк прямое определение
Косимая залежь	161.0	0.396	0.115	29	0.281	0.281
Пашня с 1992 г.	136.5	0.193	0.054	28	0.139	0.142
Пашня с 1952 г.	127.2	0.317	0.142	45	0.175	0.179
Пашня с 1892 г.	121.5	0.392	0.200	51	0.192	0.209

**Таблица 4.** Содержание карбонатов в профиле миграционно-мицелярных черноземов залежи и разновозрастной пашни, %

Глубина, см	Косимая залежь	Пашня		
		с 1992 г.	с 1952 г.	с 1892 г.
0–10	0.22	0.26	0.44	0.22
10–20	0.26	0.09	0	0.26
20–30	0	0	0	0
30–40	0	0	0	0
40–50	0	0.26	0	0
60–70	0	5.65	4.31	4.21
90–100	7.70	8.10	8.81	7.13
140–150	8.60	6.49	6.60	7.13
190–200	7.30	6.31	6.07	4.75
240–250	7.30	5.87	5.10	2.29
290–300	7.10	8.80	5.19	6.60

поверхности слабоминерализованных растворов и выпадением СаСО<sub>3</sub> в результате физического испарения влаги. Между поверхностным накоплением карбонатов и аккумулятивно-карбонатным горизонтом располагается транзитная бескарбонатная зона.

Интересно отметить разный характер верхней границы карбонатных аккумуляций в почвах залежи и пашни. Под естественной растительностью залежи транзитная зона сразу и резко сменяется карбонатным максимумом, т.е. характерная для карбонатных профилей миграционно-мицелярных черноземов миграционная зона ([Классификация ..., 2004](#)) в залежных почвах не выражена. Это может быть связано с быстрым перехватом восходящих токов влаги у нижней границы корнеобитаемого слоя. Во всех рассмотренных агрочерноземах, независимо от сроков землепользования, количество карбонатов с глубиной нарастает постепенно, и над максимумом карбонатов формируется миграционная зона мощностью 30–40 см. Кроме того, поверхностный слой осаждения карбонатов в пахотных почвах выражен более отчетливо и мощность его может достигать 20–30 см. Можно предположить, что эти особенности определяются более длительным действием восходящих токов почвенных растворов в условиях большего прогревания и физического иссушения поверхности почв пашни, а также в связи с менее активной десукцией и меньшей мощностью корневых систем культурной растительности. Иными словами, растянутый

карбонатный профиль современных миграционно-мицелярных агрочерноземов является не только (и не столько) следствием особенностей зонального климата, но и результатом их функционирования в условиях агроэкосистем.

**Физические свойства почв:** плотность сложения, пористость, структура, влагоемкость – являются важнейшими показателями, оказывающими большое влияние на все современные режимы почв и в конечном итоге на их эволюцию и плодородие. В процессе земледельческого использования почв эти показатели подвергаются определенным изменениям.

В условиях земледельческого использования при обработке почв, обычно неоднократной даже в течение одного сезона, уплотняющего воздействия сельскохозяйственной техники, внесения удобрений, а также в результате естественных процессов, связанных с изменением современных режимов, ее агрогоризонты подвержены уплотнению.

Как следует из данных табл. 5, плотность агрогоризонтов всех трех сроков землепользования увеличивается примерно одинаково по сравнению с залежью, особенно в средней части (10–20 см), причем очевидные признаки плужной подошвы на изучаемых объектах не обнаружены. При всех изменениях значений плотность сложения остается в оптимальных пределах ([Кузнецова, 1968, 2013](#); [Кузнецова и др., 2014](#)). Вниз по почвенному профилю значения плотности сложения закономерно возрастают на всех объектах при большой сходимости величин. Для расчета общей пористости использовали показатели удельного веса твердой фазы, полученные [П.И. Тихонравовой \(2009\)](#) для аналогичных почв Каменной степи. Как и следовало ожидать, происходит некоторое уменьшение этого показателя для почв пашни всех сроков пользования по сравнению с почвой залежи, причем он остается в границах оптимальных (55–65%) значений ([Шеин, 2005](#); [Кузнецова и др., 2014](#)).

Дополнительные характеристики эволюции пористости агрогоризонтов почв в разновозрастных пашнях демонстрируют лубезно предоставленные К.Н. Абросимовым еще не опубликованные данные для слоя 15–20 см, полученные с использованием метода компьютерной томографии (табл. 6).

**Таблица 5.** Плотность сложения (ПлС, г/см<sup>3</sup>) и общая пористость (П, %) агрочерноземов косимой залежи и разновозрастной пашни

Глубина, см	Залежь косимая		Пашня					
			с 1992 г.		с 1952 г.		с 1892 г.	
	ПлС	П	ПлС	П	ПлС	П	ПлС	П
0–10	0.87	64.9	1.11	57.3	1.12	56.9	1.11	57.3
10–20	0.94	62.5	1.16	59.4	1.20	54.0	1.17	55.2
20–30	1.06	–	1.12	56.9	1.11	57.3	1.07	58.8
30–40	1.02	–	1.08	59.1	1.06	59.8	1.04	60.6
40–50	1.12	56.0	(1.10)*	58.9	(1.11)	59.6	1.08	60.0
50–60	1.14	–	1.10	–	1.11	–	1.07	–
60–70	1.17	–	(1.16)	59.3	1.12	60.0	1.15	57.8
70–80	(1.20)	49.8	1.17	–	1.12	–	–	–
80–90	1.20	–	1.17	56.0	1.17	57.1	1.19	55.3
90–100	(1.30)	–	(1.28)	–	1.27	–	(1.28)	–
100–110	1.37	46.1	1.38	–	1.37	–	1.37	48.7
110–120	(1.40)	–	(1.40)	48.7	(1.40)	48.7	(1.40)	46.7
120–130	1.40	–	(1.40)	47.4	1.43	47.0	1.44	–
130–140	(1.42)	–	1.42	–	(1.43)	–	1.42	–
140–150	1.44	44.8	1.44	–	1.44	–	1.44	–

\* В скобках – данные, полученные интерполяцией.

**Таблица 6.** Пористость миграционно-мицеллярных черноземов в слое 15–20 см косимой залежи и разновозрастных пашен, %

Объект	Общая пористость	Закрытые поры	Открытые поры
Косимая залежь	50	2.0	48.0
Пашня с 1992 г.	21	15.5	5.5
Пашня с 1952 г.	21	10.0	11.0
Пашня с 1892 г.	34.5	21.1	13.4

В томограммах (разрешение в микронах) этого горизонта почв залежи под естественной растительностью наблюдается высокая видимая общая пористость, практически полностью представленная открытыми порами, обеспечивающими фильтрационную способность, аэрацию и влагоемкость почв. При земледельческом освоении, уже в молодой пашне почвенная масса уплотняется, и общая видимая пористость сокращается более чем в 2 раза. При этом принципиально меняется структура поровых пространств: количество открытых пор сокращается более чем в 8 раз,

что значительно ухудшает водно-воздушный режим сформированного при распашке агрогоризонта. С увеличением возраста пашни общий объем пор не меняется, но увеличивается доля открытых пор, составляющая в агрогоризонте пашни с 1952 г. половину общей пористости.

В столетней пашне в 1.5 раза (до 34.5%) возрастает общий объем пор, среди которых открытые составляют около трети. Полученные данные в очередной раз позволяют говорить о постепенном восстановлении в агрогоризонтах свойств, присущих целинным почвам.

Как известно, **структура почвы**, обеспечивая удержание влаги во внутриагрегатных порах и способствуя устойчивости почв и растений при атмосферных и почвенных засухах, является важнейшим свойством почв. Разрушение структуры приводит к неустойчивости гидрологических профилей агрочерноземов относительно погодных условий ([Лебедева, 2002](#)).

Исследования структурного состояния пахотных черноземов по данным сухого просеивания выявили относительно быстрое изменение структуры и основные тенденции перестройки агрегатов в агрогоризонтах. Они проявляются в существенном возрастании по сравнению с почвами залежи количества крупных ( $>5$  мм) отдельностей, в основном, за счет разрушения агрономически ценных фракций. Естественным следствием процесса является снижение коэффициента структурности – отношения суммы агрономически ценных фракций к сумме самых крупных ( $>10$  мм) и самых мелких ( $<0.25$  мм) элементов. Темпы разрушения структуры существенно замедляются по мере длительности землепользования, и это позволяет полагать, что структурное состояние агрочерноземов со временем приходит в относительное равновесие. Актуальной задачей было проследить минимальные сроки изменения структуры и установления ее относительного равновесия. Результаты сухого просеивания образцов слоя 0–20 см, приводимые в табл. 7, подтверждают отмеченный выше факт изменения структуры уже на самых ранних сроках земледельческого использования.

Общим трендом во всех случаях является резкое увеличение доли крупных отдельностей ( $>5$  мм) и, в меньшей степени, тонких фракций. Наиболее контрастно меняется содержание глыбистых

**Таблица 7.** Структурное состояние разновозрастного агрогоризонта (0–20 см) пашни методом сухого просеивания; содержание фракций, %

Размер фракций, мм	Залежь	Пашня						
		9 лет	12 лет	15 лет	17 лет	20 лет	50 лет	100 лет
>10	2	13	12	17	15	12	16	18
10–5	14	22	19	22	21	25	23	21
5–1	78	58	55	53	54	51	52	51
1–0.25	5	6	8	6	7	9	7	7
<0.25	1	1	6	3	3	3	2	3
КС*	32.3	6.1	4.6	4.1	4.6	5.7	4.6	3.8

\* Коэффициент структурности.

отдельностей (>10 мм), возрастающее по сравнению с залежью в 6–8 раз. Одновременно эта фракция является самой непостоянной, представляя значительный разброс значений по срокам и не обнаруживая закономерных тенденций в изменениях по мере длительности освоения. Такой факт можно объяснить тем, что эти структурные отдельности создаются искусственно в процессе механической обработки почв и зависят от плотности почвенной массы, влажности почвы во время обработки и других причин. В отличие от пашни в естественных почвах прочные зернистые агрегаты обеспечивают рассыпчатость крупных комков.

Содержание фракций <1 мм в почвах залежи невелико (в сумме 6%) и не оказывает решающего влияния на их структурное состояние. В агрочерноземах количество агрегатов этой размерности заметно увеличивается через 12 лет и во все последующие сроки наблюдений удерживается на уровне 10–14%.

Наиболее важную роль в структурном состоянии агрочерноземов играет агрономически ценная фракция 5–1 мм, содержание которой, хотя и сокращается по сравнению с залежью на 20% и более, остается достаточно высоким, чтобы определить структурное состояние агрогоризонтов как хорошее.

Таким образом, структурное состояние верхней части гумусового горизонта черноземов залежи определяют две фракции: 10–5 и 5–1 мм, включающие более 90% структурных отдельностей. Однако существенную роль начинает играть фракция крупных глыбистых отдельностей (>10 мм), сформировавшаяся вскоре после распашки (через 9 лет) при разрушении агрономически ценной

структуры. Соотношение основных фракций в агрогоризонтах черноземов сохраняется с небольшими колебаниями на протяжении всех лет сельскохозяйственного использования.

Коэффициент структурности агрогоризонта в девятилетней пашне снижается очень резко – в 5.5 раз, еще через 3 года – примерно на четверть, и эта величина с небольшими отклонениями держится во все последующие сроки наблюдений. Можно допустить, что рубежом относительной стабилизации структурного состояния является 12-летний срок землепользования. Заметим, что все значения коэффициента структурности, приведенные в табл. 7, характеризуют почвенную структуру как хорошую (Шеин, 2005).

Для всех объектов определены значения основных **почвенно-гидрологических констант**: предельной полевой (наименьшей) влагоемкости почв (**НВ**), влажности завядания (**ВЗ**) растений, а также диапазона активной (продуктивной) влаги (**ДАВ**).

Водоудерживающую способность почв всех объектов определяли классическим методом залива площадок размером 1 м<sup>2</sup>, ограниченных рамами, а также путем анализа величин влажности, полученных в годы со сквозным осенне-зимне-весенним промачиванием почв. Средние значения величины НВ представлены в табл. 8. Различия этих показателей как в пахотном, так и полуметровом слоях всех объектов исследования невелики, хотя можно отметить некоторую тенденцию к уменьшению величин НВ в верхнем полуметровом слое агрочерноземов по мере увеличения возраста пашни.

Глубже залегающие полуметровые слои всех объектов характеризуются практически одинаковыми значениями НВ. Запасы влаги в слое 200–300 см (158–172 мм) явно превышают ее запасы при НВ и обеспечиваются капиллярно-подпертой влагой, накапливающейся над водоупорным слоем глин, залегающих, как указывалось выше, на глубине около 300 см. За величину НВ этих горизонтов можно принять таковую для тяжелого суглинка (запас воды в полуметровом слое около 145 мм).

Значения критической для растений величины ВЗ слабо различаются между агрогоризонтами (0–30 см) и полуметровыми слоями исследованных объектов и остаются практически постоянными в глубжележащих слоях почв залежи и разновозрастных па-

**Таблица 8.** Запасы влаги при предельно-полевой (наименьшей) влагоемкости, влажности завядания и диапазон активной влаги в почвах залежи и разновозрастных пашен, мм

Глубина, см	Косиная залежь			Пашня								
				с 1992 г.			с 1952 г.			с 1892 г.		
	НВ	ВЗ	ДАВ	НВ	ВЗ	ДАВ	НВ	ВЗ	ДАВ	НВ	ВЗ	ДАВ
0–10	38.7	17.9	20.8	38.3	20.0	18.3	37.2	19.0	18.2	36.9	18.6	18.3
10–20	38.3	18.4	19.9	37.7	19.5	18.2	36.5	19.8	16.7	36.1	18.6	17.5
20–30	33.4	19.7	13.7	37.0	21.0	16.0	35.3	20.6	14.7	32.1	18.5	13.6
0–30	110.0	56.0	54.4	113.0	60.0	52.5	109	59.0	49.6	105.0	56.0	49.4
30–40	33.4	18.7	14.7	34.7	20.0	14.7	33.6	19.5	14.1	32.3	18.4	13.9
40–50	33.6	20.5	13.1	32.8	19.8	13.0	32.8	19.4	13.4	32.8	18.2	14.6
0–50	177.0	95.0	82.1	180.0	100.0	80.2	175.0	98.0	77.1	170.0	92.0	77.9
50–60	31.4	20.5	10.9	32.0	19.4	12.6	31.0	18.4	12.6	31.4	18.2	13.2
60–70	31.1	20.1	11.0	32.8	19.0	13.8	31.3	19.4	11.9	31.1	19.0	12.1
70–80	31.1	19.8	11.3	32.6	19.6	13.0	30.9	20.8	10.1	31.4	18.8	12.6
80–90	31.2	19.3	11.9	30.2	19.3	10.9	31.2	19.5	11.7	31.0	19.9	11.1
90–100	31.1	18.8	12.3	30.6	19.8	10.8	29.6	19.0	10.6	31.0	20.1	10.9
50–100	155.9	98.5	57.4	158.2	97.1	61.1	154.0	97.1	56.9	156.0	96.0	59.9
100–150	150	105	45	150	108	42	150	107	43	150	104	46
150–200	150	111	39	150	114	36	150	112	38	150	115	35
200–250	168*	Не опр.		156	Не опр.		162	Не опр.		158	Не опр.	
250–300	172	»		163	»		164	»		165	»	

\* Курсивом выделены запасы влаги больше НВ.

шен. Такое постоянство величины ВЗ в большой степени связано, по-видимому, с методом ее определения посредством пересчета с использованием величины максимальной гигроскопичности, который не учитывает сложение почв и особенности ее структуры. Можно отметить тенденцию к некоторому убыванию количества ДАВ в агрогоризонтах и в целом в верхних полуметровых слоях разновозрастной пашни по сравнению с почвой залежи причем наименьшие значения характерны для старой пашни. Следует отметить, что влияние сроков сельскохозяйственного использования на такие важные показатели плодородия черноземов, как ВЗ и ДАВ, требует дальнейшего изучения более точными методами.

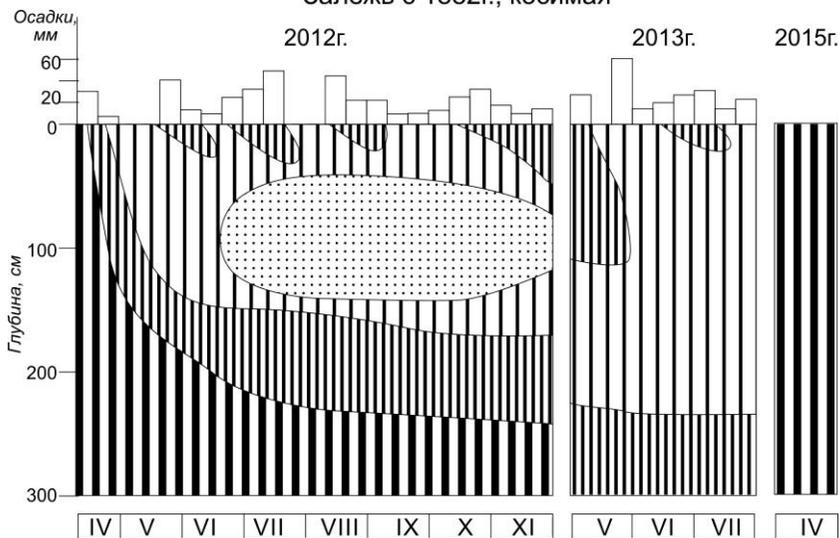
Таким образом, даже длительное использование черноземов под пашню при общепринятых агротехнологиях возделывания почв не вызывает значительного ухудшения их водно-физических свойств, которые остаются оптимальными, хотя и смещаются к нижней границе оптимума. Факт ухудшения физических свойств

почв преимущественно в первые годы их земледельческого освоения и последующей относительной стабилизации на достаточно высоком уровне отмечался и другими исследователями этой проблемы ([Санжарова и др., 1988, 1989](#); [Королев, 2002, 2008](#); [Кузнецова, 1968, 2013](#); [Тихонравова, Перевалов, 2007](#); [Тихонравова, 2009](#); [Кузнецова и др. 2014](#)).

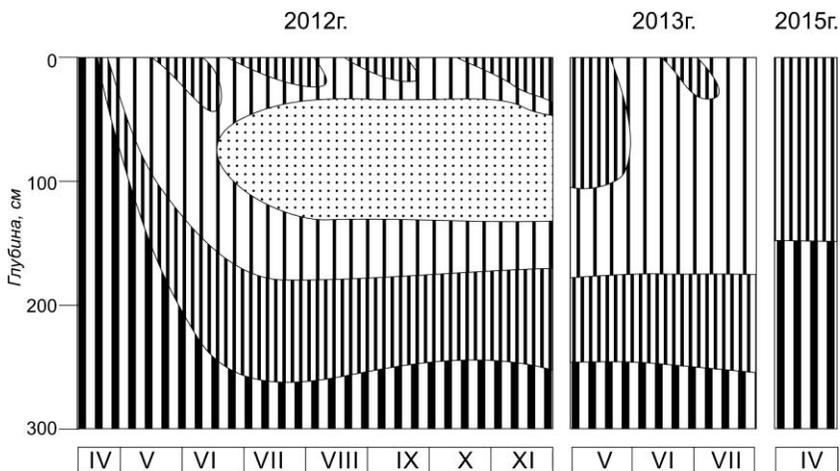
Как показали наблюдения за **режимом влажности черноземов** залежи и разновозрастных пашен в 2012, 2013 и 2015 гг., на всех объектах дважды (в 2012 и 2015 гг.) отмечалась влагозарядка всей почвенной толщи в результате сквозного осенне-зимне-весеннего промачивания. Этот факт иллюстрируют хроноизоплеты категорий влажности (рисунок). В эти годы после осенней влагозарядки и снеготаяния двухметровая толща черноземов всех изучаемых объектов имела влажность, превышающую НВ, т.е. соответствующую капиллярной влагоемкости. В процессе стекания гравитационной влаги в двухметровой толще устанавливалась влажность, равная НВ, тогда как в слое 200–300 см, который находится над горизонтом коричневато-бурых плотных глин, являющихся водоупором, длительное время сохранялась капиллярно-подпертая влага, создавая зону капиллярной влагоемкости. Отметим, что последняя не является капиллярной каймой грунтовых вод.

В течение вегетационных сезонов из толщи черноземов происходил расход почвенной влаги растительностью и отчасти за счет физического испарения, особенно на пашне до смыкания посевов. В погодных условиях вегетационного сезона 2012 г., умеренно теплого и обеспеченного атмосферными осадками (их суммарная величина за апрель–июль составила 207 мм при средней многолетней норме 219 мм), корнеобитаемый слой почв разновозрастных пашен и залежи, увлажненный весной до НВ, постепенно иссушался до влажности разрыва капиллярной связи (**ВРК**), а затем до влажности в диапазоне ВРК–ВЗ. Зона иссушения в черноземах под косимой залежью и посевами кукурузы достигла в конце вегетационного сезона глубины 150 см. Некоторые различия в степени и глубине иссушения почв на разных объектах объясняются разным состоянием растительности, величиной ее десукции и физического испарения с поверхности почвы при этом.

Залежь с 1882г., косиная

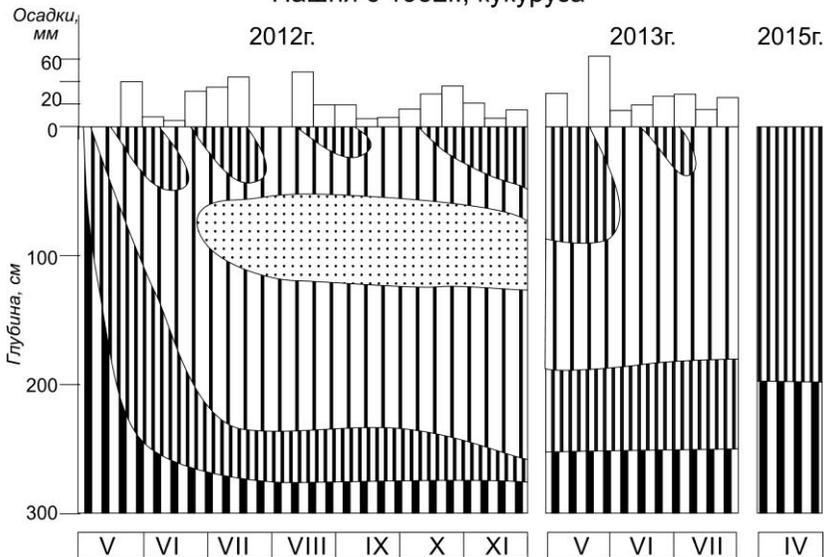


Пашня с 1892г., кукуруза

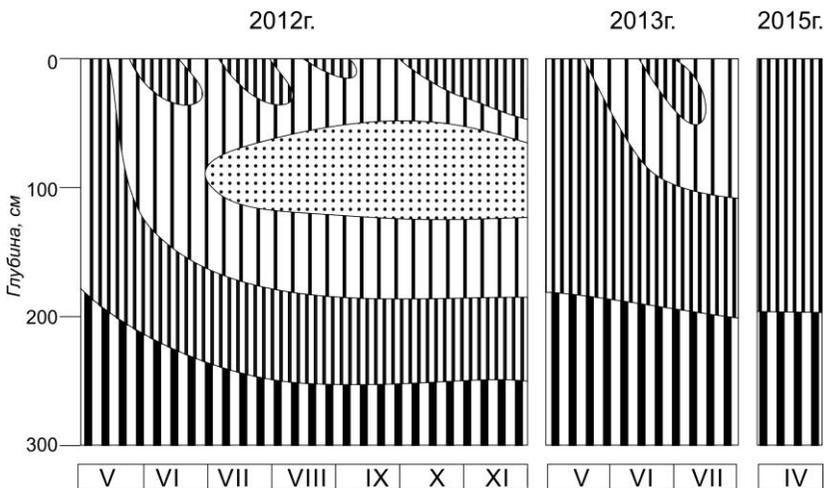


>HB   
  HB   
  HB-BPK   
  BPK-B3

Пашня с 1952г., кукуруза



Пашня с 1992г., кукуруза



>НВ
  НВ
  НВ-ВРК
  ВРК-ВЗ

Хроноизоплеты категорий влажности агрочерноземов залежи и разно-возрастных пашен.

В 2013 г. почвы всех объектов наблюдений были промочены в результате осенне-зимне-весенней влагозарядки до глубины 70–80 см. При этом слой капиллярно-подпертой влаги, образовавшийся в предыдущий год, сохранялся. В условиях достаточного количества осадков (193 мм при норме 219 мм и их равномерном распределении) иссушение почв было незначительным (до НВ–ВРК).

В засушливые годы повышенные влагозапасы слоя 250–300 см улучшают влагообеспечивающую способность почв и благоприятно сказываются на водообеспеченности растений, благодаря существованию токов влаги, восходящих по градиенту всасывающего давления к иссушаемым слоям. В годы с повышенным атмосферным увлажнением вегетационного сезона, которые часто наблюдаются в последние десятилетия в результате климатических изменений, наличие горизонта с капиллярно-подпертой влагой часто играет отрицательную роль, создавая излишнее увлажнение нижних горизонтов почвенной толщи. Исходя из изложенных фактов, можно определить водный режим исследуемых почв Каменной степи как периодически промывной с дополнительным грунтовым увлажнением.

**Температурный режим.** Наблюдения за температурой проводили весной 2015 и 2014 гг., летом 2013 и осенью 2012 гг. Несмотря на то, что данные относятся к разным годам, в целом они образуют последовательный временной ряд, позволяющий сделать некоторые выводы, особенно если учесть скудность подобных сведений в литературе.

В ранневесенний срок (табл. 9), вскоре после снеготаяния температурный фон в почвах под залежью и разновозрастной пашней практически одинаков. К концу апреля разница в температуре объектов начинает проявляться: верхний полуметр пахотных почв становится теплее примерно на 2°C. Сравнение летних температур 2–3 июля 2013 г. в почвах под залежью и пашней показало значительно больший прогрев последних, причем возрастание теплообеспеченности прослеживается не только в верхних слоях, но и по всему профилю до 200 см включительно.

Очень наглядны показатели, рассчитанные как суммы температур для отдельных слоев почв на 2–3 июля 2013 г. (табл. 10). По данным октябрьского срока наблюдений, в почвах залежи теплая волна опустилась к этому времени до глубины наблюдений. Одновременно остыла верхняя часть профиля, практически дости-

**Таблица 9.** Температура в почвах залежи и разновозрастной пашни, °С

Глубина, см	Косиная залежь	Пашня		
		с 1992 г.	с 1952 г.	с 1892 г.
4 апреля 2015 г.				
20	11.3	11.4	11.3	12.5
50	9.8	10.0	10.2	10.5
100	8.0	8.2	9.2	9.3
150	7.2	7.4	7.6	7.6
200	7.0	7.2	7.4	7.2
29 апреля 2014 г.				
20	13.0	10.9	12.6	15.1
50	11.5	10.0	12.3	13.8
100	10.0	9.4	11.5	12.8
150	8.5	8.2	9.8	11.5
200	7.0	7.0	7.5	8.8
2–3 июля 2013 г.				
20	24.7	26.2	23.0	35.5
50	21.5	22.3	21.0	30.2
100	18.3	20.0	19.1	25.8
150	15.5	18.4	17.5	21.8
200	13.4	16.3	15.8	17.4
1–2 октября 2012				
20	15.5	20.2	24.3	13.7
50	15.2	15.3	22.5	13.7
100	15.0	14.8	20.8	14.2
150	15.0	14.8	18.7	14.5
200	14.8	14.8	17.8	14.7

**Таблица 10.** Сумма температур в почвах залежи и разновозрастной пашни (2–3 июля 2013 г.), °С

Слой, см	Косиная залежь	Пашня		
		с 1992 г.	с 1952 г.	с 1892 г.
0–30	720	782	690	1070
30–50	435	464	430	631
50–100	968	1051	1009	1389
100–150	820	940	915	1146
150–200	705	850	825	954
0–50	1155	1246	1120	1701
0–80	1763	1903	1739	2320
0–100	2123	2297	2129	3193
0–200	3648	4087	3869	5293

гнув равновесия с температурой воздуха, в результате чего температура в профиле почвы установилась практически одинаковая. Аналогичная картина наблюдалась в почве под 20-летней пашней: температура прогретого агрогоризонта снизилась, и в почвенном профиле, как и под залежью приняла значения, близкие к 15°C. Исключение составляют почвы участка, на котором отмечалось слабое развитие и плохое состояние посевов кукурузы (пашня с 1952 г.), сильнее прогревавшиеся вследствие этого и накопившие за лето больше тепла: в их профиле отмечалась температура на несколько градусов выше.

Таким образом, по результатам наблюдений в 2012–2015 гг., пахотные почвы всех участков, независимо от срока их земледельческого использования, больше обеспечены теплом, чем почвы залежи под естественной растительностью, что оказывает влияние на гумусное и карбонатное состояние почв, описанное выше. Различия в теплообеспеченности почв связаны, в основном, с типом и состоянием биоценозов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведены исследования миграционно-мицелярных агрочерноземов 20-, 60- и 120-летней пашни Каменной степи по сравнению с почвами 130-летней косимой залежи. Установлена морфологическая устойчивость агрогоризонтов черноземов во времени. Они практически не меняются при длительном земледельческом использовании и их остаточные признаки сохраняются даже под многолетней залежью.

В первые 10–20 лет освоения отмечается дегумификация агрочерноземов: уменьшение содержания гумуса, в том числе лабильных гумусовых веществ, а также запасов углерода. В дальнейшем происходит стабилизация их гумусного состояния, хотя и на несколько более низком уровне, за счет относительного равновесия с процессами новообразования органических веществ.

Отмечено увеличение теплообеспеченности почв пашни по сравнению с залежью, причем не только агрогоризонтов, но и всего двухметрового профиля. Это явление зависит не от возраста пашни, а от типа и состояния биогеоценоза.

Для глубины вскипания и появления карбонатных новообразований не обнаружена зависимость от возраста агрочерноземов,

но она отличается от этих показателей в почвах залежи. Наличие аккумуляции карбонатов в поверхностных слоях почв пашен связано с более интенсивным физическим испарением и восходящим потоком почвенной влаги в условиях более открытой и прогреваемой поверхности пашни.

В течение 10–20 лет земледельческого освоения происходит ухудшение физических свойств агрогоризонтов черноземов. Отмечается некоторое ухудшение их структурного состояния за счет увеличения содержания крупных и уменьшения агрономически ценных агрегатов, увеличения плотности сложения и уменьшения общей пористости. В дальнейшем эти показатели стабилизируются на более низком, но оптимальном уровне.

Водный режим черноземов как разновозрастных пашен, так и многолетней залежи Каменной степи можно определить как периодически промывной с дополнительным грунтовым увлажнением. Причиной последнего является наличие влагоаккумулирующего слоя (200–300 см) над контактом с водоупором – коричневатобурными глинами, залегающими на глубине около 300 см.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быстрицкая Т.Л., Герасимова М.И. О годовом цикле современного черноземного процесса // Почвоведение. 1988. № 6. С. 5–15.
2. Вальков В.Ф., Клименко Г.Г., Крыщенко В.С. Дифференциация почвенной массы в генетических горизонтах черноземов // Почвоведение. 1981. № 12. С. 11–125.
3. Гиляров М.С. Почвенная фауна черноземов // Черноземы СССР. Т. 1. М.: Колос, 1974. С. 215–229.
4. Громько Е.П. Микроорганизмы черноземов СССР // Черноземы СССР. Т. 1. М.: Колос, 1974. С. 198–214.
5. Иванов А.Л., Лебедева И.И., Гребенников А.М. [Факторы и условия антропогенной трансформации черноземов. Методология изучения эволюции почвообразования](#) // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2013. Вып. 72. С. 26–46.
6. Иванов А.Л., Лебедева И.И., Гребенников А.М. Эволюция черноземов как компонента агроэкосистемы // [Мат-лы докл. VI съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева](#). Кн. 1. Петрозаводск, 2012. С. 363–365.
7. Караваева Н.А., Жариков С.Н. О проблеме окультуривания почв // Почвоведение. 1998. № 11. С. 1327–1338.
8. Караваева Н.А., Лебедева И.И., Герасимова М.И., Жариков С.Н. [Опыт генетической интерпретации данных по водно-тепловому режиму естественных и агрогенных почв](#) // Почвоведение. 1998. № 9. С. 1038–1048.

9. *Караваева Н.А., Лебедева И.И., Скворцова Е.Б., Герасимова М.И.* [Географо-генетическая концепция пахотных горизонтов и опыт их типизации](#) // Почвоведение. 2003. № 12. С.1413–1421.
10. *Караваева Н.А., Лебедева И.И., Скворцова Е.Б.* [Географо-генетический подход к изучению пахотных горизонтов: диагностика подклассов](#) // Почвоведение. 2004. № 6. С. 645–653.
11. [Классификация и диагностика почв России](#). Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
12. *Клименко Г.Г., Крыщенко В.С.* К характеристике химического состава южных черноземов правобережья Нижнего Дона // Почвоведение. 1978. № 3. С. 18–25.
13. *Коковина Т.П.* Водный режим мощных черноземов и влагообеспеченность на них сельскохозяйственных культур. М.: Колос, 1974. 302 с.
14. *Коковина Т.П.* О почвенных процессах в типичном мощном черноземе под пашней // Почвоведение. 1978. № 9. С. 13–23.
15. *Коковина Т.П., Лебедева И.И.* Черноземы как элемент агроэкосистемы // Земледелие. 1988. № 1. С. 28–29.
16. *Королев В.А.* Изменение физических свойств черноземов обыкновенных при длительном сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 2002. № 6. С. 697–704.
17. *Королев В.А.* Современное физическое состояние черноземов центра Русской равнины. Воронеж, 2008. 313 с.
18. *Кузнецова И.В.* Влияние длительности обработки на структуру и сложение мощных черноземов // Теоретические вопросы обработки почвы: Докл. на Всес. науч.-техн. сов. Л.: Гидрометеиздат, 1968. С. 166–172.
19. *Кузнецова И.В.* [Изменение физического состояния черноземов типичных и выщелоченных Курской области за 40 лет](#) // Почвоведение. 2013. № 4. С. 434–441.
20. *Кузнецова И.В., Уткаева В.Ф., Бондарев А.Г.* [Нормативы изменения физических свойств пахотных черноземов лесостепной зоны европейской России в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования](#) // Почвоведение. 2014. № 1. С.71–81.
21. *Лебедева И.И.* [Гидрологические профили миграционно-карбонатных \(типичных\) черноземов и агрочерноземов](#) // Почвоведение. 2002. № 10. С. 1214–1225.
22. *Лебедева И.И.* Современные гумусовые аккумуляции в черноземах Русской равнины // Современные проблемы почвоведения: Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. М., 2000. С. 55–67.
23. *Лебедева И.И.* Черноземы Восточной Европы: Автореф. дис. ... д. геогр. н. М., 1992. 49 с.
24. *Лебедева И.И., Овечкин С.В.* [Карбонатные новообразования в черноземах Левобережной Украины](#) // Почвоведение. 1975. № 11. С. 14–30.

25. *Лебедева И.И., Овечкин С.В.* Карбонатный профиль восточно-европейских черноземов // Почвоведение: аспекты, проблемы, решения. Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева М., 2003. С. 34–55.
26. [Полевой определитель почв России](#). М., 2008. 182 с.
27. *Санжарова С.И., Бганцов В.Н., Скворцова Е.Б.* Структурное состояние чернозема типичного разной длительности сельскохозяйственного использования // Микроморфология антропогенно измененных почв. М.: Наука, 1988. С. 64–74.
28. *Санжарова С.И., Санжаров А.И., Шульга С.А.* Влияние сельскохозяйственного использования на структурное состояние типичных черноземов // Экологические проблемы сохранения и воспроизводства почвенного плодородия: Сб. научн. трудов. Курск, 1989. С. 126–138.
29. *Тихонравова П.И.* К вопросу о структурном составе и сложении почв Каменной степи // Разнообразие почв Каменной степи. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2009. С. 284–298.
30. *Тихонравова П.И., Первалов И.А.* Результаты полевых исследований физических свойств черноземов агролесоландшафта Каменная степь // Каменная степь: проблемы изучения почвенного покрова. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2007. С. 145–163.
31. *Францессон В.А.* Черноземные почвы СССР // Избр. тр. М.: Сельхозиздат, 1963. 383 с.
32. *Хитров Н.Б., Лебедева И.И., Чевердин Ю.И., Чижикова Н.П., Ямнова И.А.* Морфологические свойства почв Каменной степи // Каменная степь: проблемы изучения почвенного покрова. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. 2007. С. 36–71.
33. *Шеин Е.В.* [Курс физики почв](#). Изд-во Моск. ун-та, 2005. 432 с.

## THE EXPERIENCE OF THE COMPLEX ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE LENGTH OF AGRICULTURAL USE ON PROPERTIES AND REGIMES OF AGROCHERNOZEMS OF STONY STEPPE

I. I. Lebedeva<sup>1</sup>, G. S. Bazykina<sup>1</sup>, A. M. Grebennikov<sup>1</sup>,  
Yu. I. Cheverdin<sup>2</sup>, V. A. Besspalov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 119017, Russia, Moscow, Pyzhevskii 7, bld. 2*

<sup>2</sup>*V.V. Dokuchaev Agriculture Research Institute of Central Chernozem Strip, 397463, Voronezh region, Talovsky district, pos. 2 section of V.V. Dokuchaev Institute quarter 5-81*

The comparative study of impact of long term agricultural use (for 20, 60, and 120 years) on migratory-micellar (typical) chernozems of Stony Steppe (Vo-

ronezh oblast, Russia), was conducted. The following properties were investigated: morphology, humus state, structure, water and physical properties, and water and temperature regimes. It is revealed that agro-layers of chernozems are sustainable in time. Their residual specificities are preserved even under long-term (130 years) layland. During the first 10–20 years of agricultural use the decrease of humus content is revealed: the decrease of the humus content including the labile humus matter, and also the decrease of organic carbon content. Hereafter, there occurs the stabilization of their humus state, though on the lower layer, due to relative equilibrium with the processes of organic matter new formation. In the first years of the agricultural use there is observed the insignificant increase of the bulk density, deterioration of the structure and the decrease of the porosity, water capacity and plant available water content. Further the physical state of these layers of chernozems is preserved on the optimal level. The heat provision of the plowland is higher than that under the natural vegetation due to the heating to the higher temperatures which causes the physical desiccation and accumulation of carbonates in the surface layers. The water regime of chernozems as mixed-aged plowlands, and long-termed layland of Stony Steppe may be determined as periodically percolative regime with additional ground moistening. The main reason of that may be the presence of water-accumulating layer (200–300 cm) above the aquiclude, which is composed of clays lying at the depth of 300 cm.

*Keywords:* morphology, carbonates, humus, structure, water and physical properties, heat provision, water regime.