

УДК 631.459

## МОНИТОРИНГ ПЛОДОРОДИЯ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНЫХ ОБЛАСТЕЙ РОССИИ

© 2013 г. П.А. Чекмарёв<sup>1</sup>, С.В. Лукин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Министерство сельского хозяйства РФ  
107139 Москва, Орликов переулок, 1/11, Россия  
<sup>2</sup>Центр агрохимической службы “Белгородский”  
308027 Белгород, ул. Щорса, 8, Россия  
E-mail: serg.lukin2010@yandex.ru

Поступила в редакцию 05.12.2012 г.

Обобщены материалы, характеризующие динамику основных показателей плодородия почв ЦЧО. Представлены картосхемы кислотности пахотных почв, обеспеченности органическим веществом, подвижными формами фосфора и калия. Проанализирована динамика использования органических и минеральных удобрений.

*Ключевые слова:* мониторинг плодородия почв, пахотные почвы, Центрально-Черноземные области России.

### ВВЕДЕНИЕ

Черноземы и в настоящее время остаются самыми плодородными почвами России. Однако в процессе длительного сельскохозяйственного использования их уникальное потенциальное плодородие было нарушено прогрессирующим развитием эрозии и другими видами деградации, поэтому существенно снизились их агрохимические показатели, о чем свидетельствуют многочисленные исследования [1, 2].

Оптимальной формой мониторинга плодородия почв является периодически повторяемое комплексное агрохимическое обследование на всей площади сельскохозяйственных земель России. Основными исследуемыми параметрами плодородия являются: содержание в пахотном слое почв органического вещества, подвижных форм фосфора и калия, степень кислотности.

В органической части почвы аккумулировано большое количество азота, серы, фосфора и других элементов питания. Органическое вещество улучшает способность почвы поглощать газы, пары воды и растворенные в воде вещества, регулирует питательный режим и водно-физические свойства почвы. Гумусовые вещества играют большую роль в образовании агрономически ценной структуры почвы. Дегумификация является одним из основных видов деградации черноземов. Восстановить содержание органического вещества в пахотных черноземах до уровня целинных земель практически невозможно из-за

большой разницы в количестве поступающих источников органического вещества на целине и на пашне [3].

Важным фактором почвенного плодородия, оказывающим значительное влияние на формирование урожая сельскохозяйственных культур, является кислотность почв. Главная причина повышения кислотности почв – декальцирование. Основные потери кальция происходят в результате внутрисочвенной миграции (до 300 кг СаО/га) [2]. Подкислению почвенного раствора способствует внесение физиологически кислых удобрений, однако за последние 20 лет уровень их применения существенно снизился. Следствием декальцирования, помимо подкисления почвенного раствора, являются потери органического вещества, ухудшение агрофизических параметров и микробиологической активности почвы, снижение (до 40%) эффективности удобрений, ухудшение качества растениеводческой продукции. В Российской Федерации кислые почвы занимают 32% обследованной пашни, в Центральном Федеральном округе – 53.7%. Ежегодные потери урожая, обусловленные влиянием неблагоприятной кислотности почв на растения, в масштабах страны оцениваются в 10–12 млн. т зерна [2].

Фосфор – один из важнейших биогенных элементов. Все процессы обмена веществ в растениях связаны с образованием фосфорной кислоты. Хорошая обеспеченность фосфором улучшает углеводный обмен, приводит к накоплению сахаров,

что способствует повышению морозоустойчивости и зимостойкости, экономному расходованию влаги и повышает засухоустойчивость растений. Обеспеченность подвижными формами фосфора – один из основных показателей окультуренности почв [2].

Калий наряду с фосфором является одним из основных зольных элементов. Оптимальное калийное питание повышает крахмалистость и вкусовые качества картофеля, сахаристость корнеплодов сахарной свеклы, накопление жира в семенах масличных культур, улучшает выполненность зерна злаковых культур. При недостатке калия задерживается синтез белка и накапливается небелковый азот [4].

По обобщенным данным, оптимальное содержание органического вещества в черноземах составляет 6–7%. Оптимальный уровень содержания подвижного фосфора (по Чирикову) для большинства сельскохозяйственных культур составляет 90–150 мг/кг. Оптимальный уровень содержания подвижного калия составляет: для оподзоленного чернозема – 100–140, для выщелоченного – 120–150, для типичного – 140–160, для обыкновенного – 170–180 мг/кг [1].

Целинный чернозем типичный (заповедный участок “Ямская степь”, Белгородская обл.) содержит в верхней части гумусово-аккумулятивного горизонта 10.1% органического вещества, 28 мг  $P_{2O_{5\text{подв}}}$ /кг, 101 мг  $K_{2O_{\text{подв}}}$ /кг, величина  $pH_{KCl}$  составляет 6.0.

Цель работы – анализ динамики содержания органического вещества, подвижных форм фосфора и калия, степени кислотности в пахотных почвах ЦЧО, оценка современного состояния плодородия черноземов по данным показателям.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

В работе использованы материалы сплошного агрохимического обследования пахотных почв, проведенного агрохимической службой в Белгородской, Воронежской, Курской, Липецкой и Тамбовской обл. В пробах почвы определяли: органическое вещество по методу Тюрина в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-93),  $pH_{KCl}$  (ГОСТ 26483-85), содержание подвижных форм фосфора и калия по Чирикову (ГОСТ 26204-91). В научной литературе калий, извлекаемый по методу Чирикова, часто называют обменным, а органическое вещество, определенное по методу Тюрина – гумусом.

Общая площадь территории ЦЧО составляет 16.8 млн. га, в том числе сельскохозяйственных

угодий – 13.0 млн. га, из них пашни – 10.7 млн. га. Лесостепная зона полностью охватывает площади Курской, Тамбовской, Липецкой, большую часть Белгородской, северную и центральную части Воронежской областей. Степная природная зона расположена лишь на крайнем юге и юго-востоке Белгородской и Воронежской обл.

В ЦЧО наибольшие площади (70.7% территории) занимают зональные почвы – черноземы. Преобладают черноземы выщелоченные и типичные, в меньшей степени представлены черноземы обыкновенные. Второе место по площади занято серыми лесными почвами (9.0%) и почвами овражно-балочного комплекса (8.0%). На значительной площади сформировались интразональные почвы: лугово-черноземные (4.5%) и пойменные луговые (4.9%). На долю остальных почв приходится 2.9% территории. Почвенный покров пашни представлен в основном черноземами (87%). Доля фактически эродированной пашни в ЦЧО составляет 20.1%, в наиболее эродированной Белгородской обл. – 48%.

Черноземы оподзоленные и выщелоченные в основном находятся в северной и северо-западной частях ЦЧО (Липецкая, Тамбовская и Курская обл.); черноземы обыкновенные, южные и остаточнок-карбонатные – в центральной и юго-восточной частях региона (Воронежская и Белгородская обл.). Серые лесные почвы сформировались в северной части региона и в большей мере распространены в Курской и Тамбовской обл. [4].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

*Органическое вещество.* Распашка целинных черноземов привела к заметному уменьшению содержания органического вещества как в пахотном, так и в полуметровом слое. За первые 5–10 лет после распашки черноземы могут терять примерно треть исходного содержания органического вещества, затем его содержание относительно стабилизируется [1].

В Белгородской обл. между первым (1950–1965 гг.) и вторым (1970–1985 гг.) турами почвенного картирования потери органического вещества в несмытых типичных и выщелоченных черноземах составили 0.4–0.6%. За последние 4 цикла агрохимического обследования (1985–2009 гг.) существенного изменения средневзвешенной величины содержания органического вещества в почвах не установлено. Данный показатель находится в пределах 4.8–5.0% (табл. 1). В почвах Курской и Воронежской обл. за период наблюдений снижения средневзвешенного содер-

**Таблица 1.** Динамика агрохимического состояния пахотных почв

Циклы	Годы	Органическое вещество, %	Подвижные формы фосфора	Подвижные формы калия	pH <sub>КС1</sub>	Доля кислых почв, % от обследованной площади	
			мг/кг				
<b>Белгородская область</b>							
I	1964–1970	Нет данных	55	105	Нет данных		
II	1971–1975		72	97			
III	1976–1983		86	120			5.8
IV	1984–1989	4.9	103	130	6.0	26.9	
V	1990–1994	4.8	119	120	5.9	35.9	
VI	1995–1999	4.9	131	128	6.0	33.5	
VII	2000–2004	4.9	121	121	5.9	36.4	
VIII	2005–2009	5.0	116	127	5.9	42.0	
<b>Воронежская область</b>							
I	1964–1970	5.6	74	115	Нет данных	Нет данных	
II	1972–1979	Нет данных	76	120			
III	1979–1985	5.6	78	119			23.4
IV	1986–1990	5.7	95	122			27.8
V	1991–1995	5.6	109	133			27.9
VI	1996–2000	5.6	98	127			27.3
VII	2001–2005	5.6	90	127	6.0	27.1	
VIII	2006–2010	5.7	94	123	5.9	29.2	
<b>Курская область</b>							
I	1964–1970	Нет данных	77	82	5.5	55.3	
II	1971–1975		91	82	5.5	59.0	
III	1976–1983		102	91	5.5	58.5	
IV	1984–1989		116	104	5.5	56.0	
V	1990–1994	4.5	126	111	5.5	59.5	
VI	1995–1999	4.5	139	104	5.5	58.3	
VII	2000–2004	4.5	133	96	5.5	61.5	
<b>Липецкая область</b>							
I	1964–1969	Нет данных	46	101	5.3	73.7	
II	1970–1975	6.1	52	102	5.2	86.0	
III	1976–1981	6.0	59	110	5.2	87.0	
IV	1982–1986	5.9	67	98	5.2	85.0	
V	1987–1989	5.8	82	92	5.1	84.0	
VI	1990–1993	5.7	96	99	5.2	80.0	
VII	1994–1997	5.6	103	99	5.3	71.0	
VIII	1998–2002	5.6	99	101	5.4	65.0	
IX	2003–2007	5.5	91	101	5.4	66.3	

Таблица 1 (окончание)

Циклы	Годы	Органическое вещество, %	Подвижные формы фосфора	Подвижные формы калия	рН <sub>КС1</sub>	Доля кислых почв, % от обследованной площади
			мг/кг			
Тамбовская область						
I	1964–1970	Нет данных	64	Нет данных	5.6	45.6
II	1971–1977		76	109	5.7	42.8
III	1978–1984		84	112	5.5	59.2
IV	1985–1990		92	110	5.4	66.0
V	1991–1995		93	104	5.5	62.4
VI	1996–2002		95	101	5.4	70.0
VII	2003–2009	6.5	90	102	5.3	74.3

жания органического вещества в пахотных почвах также не установлено. Видимо, содержание органического вещества в пахотных почвах этих областей приблизилось к точке так называемого “базисного минимума”. Это уровень устойчивости к биологическим потерям органического вещества, ниже которого практически не происходит дальнейшее снижение, если не накладываются эрозия и другие экстремальные факторы [5].

В почвах Липецкой обл., где 67% пахотных черноземов почв представлено выщелоченными черноземами, агрохимической службой зафиксировано довольно значительное уменьшение содержания органического вещества. Например, если в 1970–1975 гг. средневзвешенное содержание органического вещества в пахотном слое почв составляло 6.1%, то в 2003–2007 гг. – только 5.5% [6].

Для поддержания бездефицитного баланса органического вещества в зернопропашных севооборотах необходимо вносить подстилочный навоз 6–10 т/га пашни [1]. В зернотравяных севооборотах с долей многолетних трав не менее 40% положительный баланс органического вещества достигается без использования органических удобрений.

Применение органических удобрений в интенсивном земледелии не только не должно отставать от применения минеральных, но по возможности должно опережать его. Динамика внесения органических удобрений была достаточно похожей во всех областях Центрального Черноземья. С середины 1960-х до конца 1980-х гг. дозы внесения органических удобрений увеличивались. Максимальный уровень использования органических

удобрений составлял: в Белгородской обл. – 5.8, в Липецкой – 5.4, в Курской – 5.0, в Тамбовской – 4.1, в Воронежской – 3.8 т/га посевной площади. С начала 1990-х гг. дозы вносимых органических удобрений стали снижаться. В 2009 г. в Курской и Тамбовской обл. зафиксирован минимальный уровень использования органических удобрений: 0.3 и 0.2 т/га соответственно. В Белгородской, Воронежской и Липецкой обл. минимальный уровень использования органических удобрений, составлявший 0.7–0.9 т/га, за последние 3–5 лет существенно превзойден (соответственно до 1.4, 1.8 и 2.7 т/га), что является следствием увеличения производства органических удобрений в результате успешной реализации программ развития свиноводства и птицеводства (рис. 1).

По результатам последних завершенных циклов агрохимического обследования в ЦЧО, наименьшее содержание органического вещества отмечено в западных районах Белгородской и Курской обл., что связано как с особенностями почвенного покрова данных территорий, так и многолетним их использованием. Наиболее низкое средневзвешенное содержание органического вещества (2.8%) зафиксировано в почвах Дмитриевского, Коньшевского и Хомутовского р-нов Курской обл., где преобладают серые лесные почвы (рис. 2). В этих районах доля почв, содержащих <2% органического вещества, составляет: 16.9, 24.2 и 36.4% соответственно. В почвах Курской обл. средневзвешенное содержание органического вещества равно 4.5% и является самым низким в ЦЧО.

Несколько больше величина данного показателя в почвах Белгородской (5.0%) и Липецкой (5.5%) обл. В настоящее время большинство

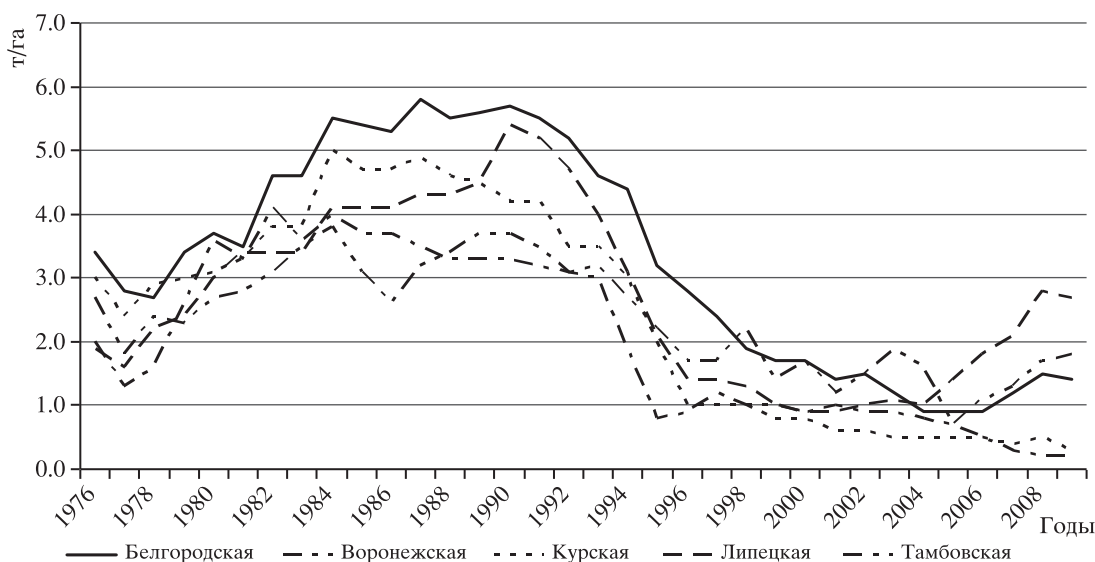


Рис. 1. Динамика внесения органических удобрений, т/га посевной площади.

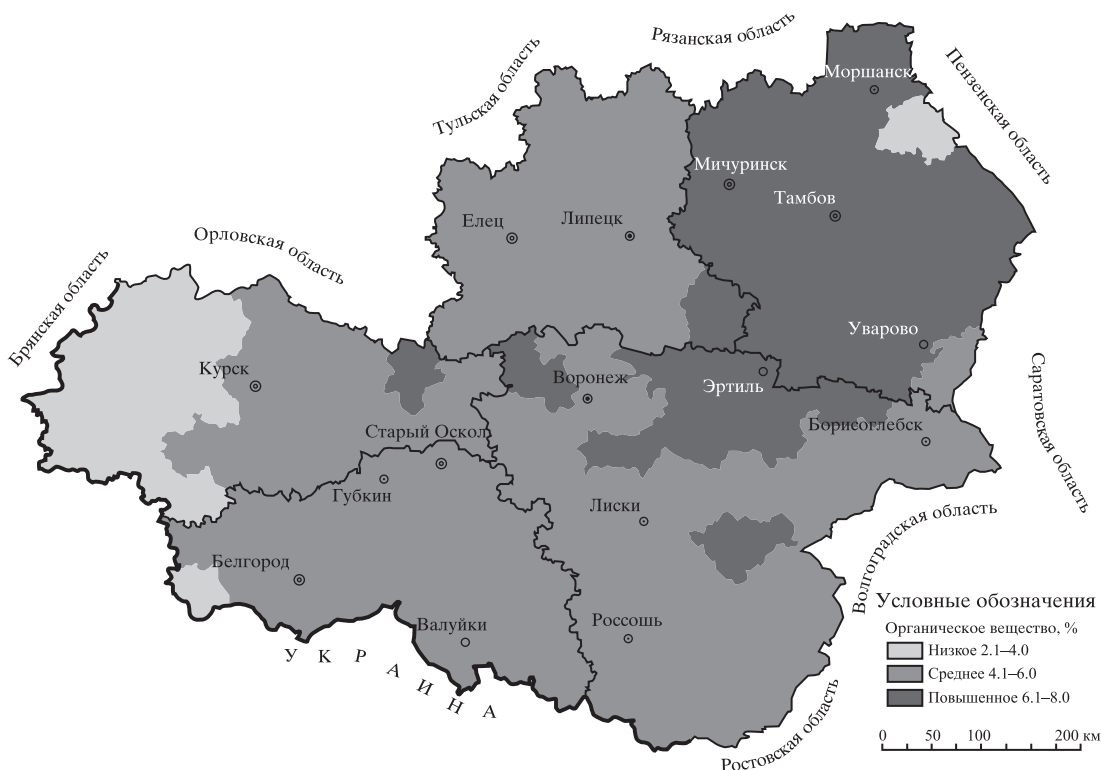


Рис. 2. Картограмма содержания органического вещества в почвах пашни.

пахотных почв этих регионов относится к категории среднеобеспеченных по содержанию органического вещества: 75 и 56% соответственно.

Наибольшее средневзвешенное содержание органического вещества зафиксировано в почвах Тамбовской обл. – 6.5%. Доля почв с повышенным содержанием данного показателя (6.1–8.0%) составляет 71.8%. В пределах области наиболее

хорошо обеспечены органическим веществом почвы южных районов, где преобладают типичные тучные черноземы. Например, в почвах Токаревского р-на средневзвешенное содержание органического вещества равно 7.5, Мордовского – 7.3%.

В почвах Воронежской обл. средневзвешенное содержание органического вещества составля-

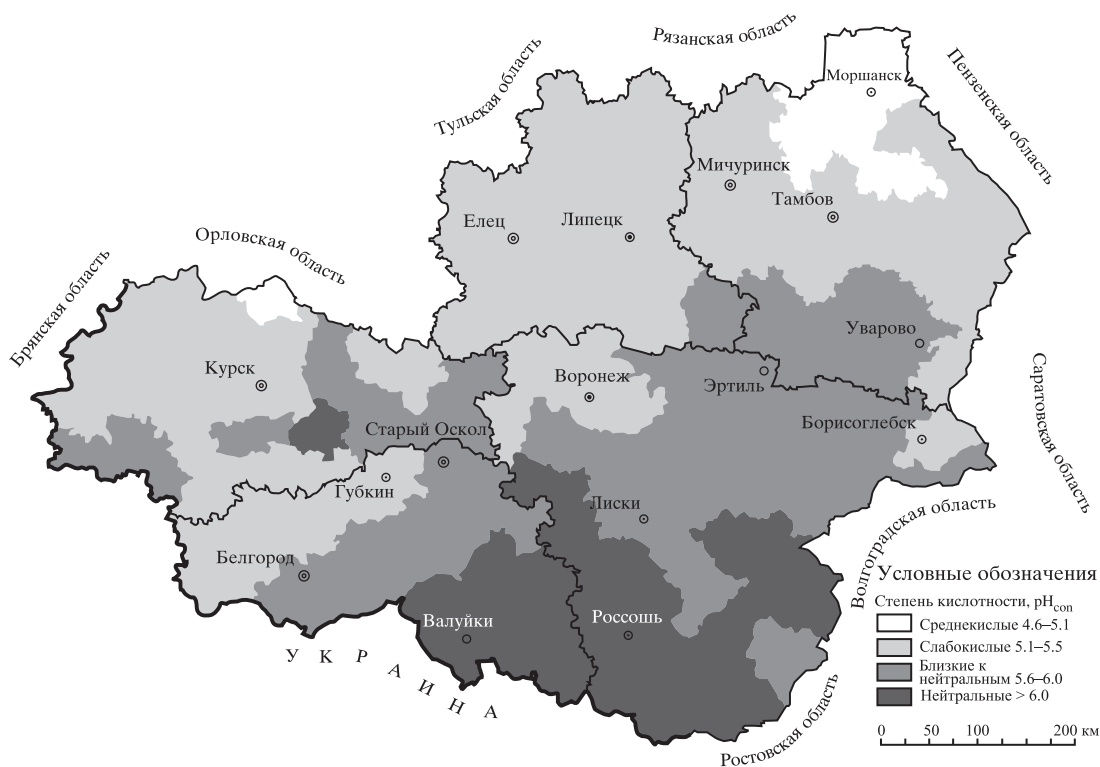


Рис. 3. Картограмма степени кислотности почв пашни.

ет 5.7%. Наиболее высокой обеспеченностью характеризуются северные районы области. Например, средневзвешенная величина данного параметра в почвах Верхнехавского р-на равна 7.1, Панинского – 7.6%.

**Кислотность почв.** В ходе активного агрогенного использования черноземов ЦЧО их поглощающий комплекс, как правило, значительно деградирует. В лесостепных подтипах отмечено постепенное снижение степени насыщенности ППК основаниями и подкисление реакции среды. В оподзоленных и выщелоченных черноземах за последние 20–30 лет величина  $pH_{KCl}$  снизилась в среднем на 0.3–0.7 ед. [7].

Наиболее существенно подкисляются почвы в Тамбовской обл., где за период с 1964 по 2009 гг. их доля выросла на 28.7%. В Белгородской обл. на протяжении 1976–2009 гг. доля кислых почв увеличилась на 19.2%. В Курской обл. доля кислых почв за годы наблюдений увеличилась на 6.2, в Воронежской – на 5.8% (табл. 1).

Единственным регионом Центрального Черноземья, где зафиксировано уменьшение доли кислых почв, является Липецкая обл. Максимальная доля кислых почв (87%) была отмечена в области в 1976–1981 гг., в 2003–2007 гг. она снизилась на 20.7%. Данный положительный результат является следствием широкомасштабной

программы известкования кислых почв, реализованной в 1980-е гг. [8]. Например, в Липецкой обл. в 1986–1990 гг. ежегодно известковали в среднем 144 тыс. га кислых почв (для сравнения: в Белгородской обл. – только 33 тыс. га). Однако если известкование не сопровождается достаточным применением органических удобрений, то в результате усиленной минерализации может снижаться содержание органического вещества в пахотном слое почвы [9]. Данный факт в какой-то степени объясняет отрицательную динамику содержания органического вещества в почвах Липецкой обл.

В настоящее время среднекислые почвы преобладают на севере Тамбовской и Курской обл. Почвенный покров в этих районах в основном представлен серыми лесными почвами (рис. 3).

Слабокислые почвы преобладают практически на всей территории Липецкой обл. (за исключением юго-восточного Добринского р-на), северо-западе и в меньшей степени на северо-востоке Воронежской обл. Они занимают большую часть Тамбовской и Курской обл., преобладают на западе и севере Белгородской обл. Почвенный покров в этих районах в основном представлен черноземами выщелоченными. С большой долей вероятности можно прогнозировать, что в будущем тренд к подкислению почв в лесостепной зоне

ЦЧО сохранится, если не проводить их химическую мелиорацию.

Почвы с близкой к нейтральной реакцией среды наиболее распространены в центральной части ЦЧО, в основном в Воронежской и Белгородской обл., где в почвенном покрове преобладают черноземы типичные, а также на юге Тамбовской обл. и юго-западе и востоке Курской обл.

Пахотные почвы с нейтральной реакцией среды расположены главным образом в степной зоне ЦЧО и Солнцевском р-не Курской обл. (в этом районе почвенный покров представлен в основном черноземами типичными остаточно-карбонатными, сформированными на элювии мела и мергеля).

Для степной зоны ЦЧО, где почвенный покров в основном представлен черноземами обыкновенными, типичными остаточно-карбонатными, а на юге Воронежской обл. – южными, подкисление почвенного раствора не характерно. Многие исследователи отмечают, что для этих почв свойственно перемещение карбонатов с восходящими токами влаги в пахотный слой и подщелачивание реакции среды [7]. Например, в степной зоне Белгородской обл. за период наблюдений с 1976 по 2009 гг. отмечено устойчивое увеличение средневзвешенной величины  $pH_{KCl}$  на 0.1–0.3 ед., в некоторых районах зафиксировано снижение гидролитической кислотности почв на 0.6 и 0.5 ммоль/100 г. Кроме того, почвы степной зоны в наибольшей степени страдают от развития водной эрозии, а в условиях ЦЧО с увеличением степени смывности кислотность пахотных почв уменьшается. Например, для условий Белгородской обл. величина  $pH_{KCl}$  несмытого типичного чернозема составляет 6.3, слабосмытого – 6.4, среднесмытого – 6.7, сильносмытого – 6.8 [4]. Подщелачивание почв негативным образом влияет на доступность фосфора для растений.

*Подвижный фосфор.* Основатель отечественной агрохимической школы Д.Н. Прянишников в первой половине прошлого века писал, что в черноземах имеется “...большой запас азота, пока хватит и калия: нужно добавить только один элемент – фосфор, чтобы обновить чернозем, истощенный многовековой культурой без удобрений” [10].

По данным первого цикла сплошного агрохимического обследования, в пахотных почвах Центрально-Черноземных областей было зафиксировано минимальное средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора. Величина данного параметра изменялась в пределах 46–77 мг/кг (табл. 1). Наименьшее средневзвешенное со-

держание подвижного фосфора отмечено в почвах Липецкой (46 мг/кг) и Белгородской (55 мг/кг) обл. Доля почв с низкой обеспеченностью подвижным фосфором (21–50 мг/кг) составляла в Липецкой обл. 57.0, в Белгородской – 46.6%. Средневзвешенное содержание подвижного фосфора в почвах Тамбовской обл. было равно 64, в Воронежской – 74, в Курской – 77 мг/кг. В этих областях преобладали пахотные почвы, характеризующиеся средней обеспеченностью подвижным фосфором (51–100 мг/кг), доля почв с низкой обеспеченностью составляла в Тамбовской области 37.0, в Воронежской – 21.3, в Курской – 24.1%. В этот период низкое содержание подвижного фосфора в почвах было основным агрохимическим фактором, лимитирующим урожайность сельскохозяйственных культур.

На протяжении 1964–1990 гг. поступление фосфора с удобрениями систематически увеличивалось. Максимальный уровень поступления фосфора в агроландшафты отмечен в Белгородской и Курской обл. в 1984–1989 гг. – 61.5 и 52.0 кг/га, в Липецкой обл. – в 1990–1993 гг. – 71.0, в Тамбовской обл. – в 1985–1990 гг. – 45.7, в Воронежской обл. – в 1986–1990 гг. – 41.9 кг/га. Расчеты показали, что с середины 1970-х и до 1990-х гг. баланс фосфора в земледелии ЦЧО был положительным, практически в эти годы фосфорные удобрения на большинстве площадей вносили “в запас” [11, 12]. Внесение на черноземных почвах фосфорных удобрений приводит к накоплению метастабильных фосфатов кальция и железа. Эти формы обладают большей растворимостью, чем природные фосфаты. Повышенная растворимость сохраняется долгое время, чем объясняется более высокое содержание в почвах усвояемой фосфорной кислоты и длительное последствие этих удобрений [13].

Максимальные величины средневзвешенного содержания подвижных форм фосфора в почвах зафиксированы в Белгородской и Курской обл. в 1995–1999 гг. – 131 и 139 мг/кг соответственно, в Воронежской – в 1991–1995 гг. – 109, в Липецкой – в 1994–1997 гг. – 103, в Тамбовской – в 1996–2002 гг. – 95 мг/кг. В этот период более 1/2 обследованных площадей относилось к категориям со средней и повышенной (101–150 мг/кг) обеспеченностью подвижными фосфатами (табл. 2).

С 1990-х гг. и по настоящее время поступление фосфора снизилось в несколько раз. Его минимальный уровень поступления с удобрениями по циклам агрохимического обследования составлял: в Белгородской обл. (2000–2004 гг.) – 11.7, в Курской (1995–1999 гг.) – 6.8, в Липецкой (1998–

**Таблица 2.** Динамика поступления фосфора и калия с минеральными и органическими удобрениями в агроландшафты, кг д.в./га

Циклы	Годы	Внесено P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> с удобрениями			Внесено K <sub>2</sub> O с удобрениями		
		минеральными	органическими	всего	минеральными	органическими	всего
Белгородская область							
I	1964–1970	12.3	4.8	17.1	10.0	11.4	21.4
II	1971–1975	15.0	5.8	20.8	16.0	13.8	29.8
III	1976–1983	23.0	9.0	32.0	32.0	21.6	53.6
IV	1984–1989	47.0	14.5	61.5	46.0	34.8	80.8
V	1990–1994	40.0	13.0	53.0	25.0	31.2	56.2
VI	1995–1999	12.0	6.0	18.0	5.3	14.4	19.7
VII	2000–2004	9.2	2.5	11.7	8.9	5.9	14.8
VIII	2005–2009	20.0	2.5	22.5	19.3	5.4	24.7
Воронежская область							
I	1964–1970	н. д.	н. д.	н. д.	11.2	10.9	22.1
II	1972–1979	16.1	5.8	21.9	19.0	12.3	31.3
III	1979–1985	18.8	7.6	26.4	22.6	20.3	42.9
IV	1986–1990	34.8	7.1	41.9	29.6	21.2	50.8
V	1991–1995	21.6	7.0	28.6	10.7	17.8	28.5
VI	1996–2000	3.3	3.2	6.5	1.7	10.5	12.2
VII	2001–2005	4.7	2.9	7.6	6.2	9.2	15.4
VIII	2006–2010	10.1	3.4	13.5	10.2	8.3	18.5
Липецкая область							
I	1964–1969	11.0	2.6	13.6	8.4	5.1	13.5
II	1970–1975	12.9	3.8	16.7	15.3	8.6	23.9
III	1976–1981	22.2	6.0	28.2	22.4	13.1	35.5
IV	1982–1986	38.2	9.5	47.7	25.5	20.6	46.1
V	1987–1989	53.2	10.9	54.1	36.4	23.7	60.1
VI	1990–1993	58.9	12.1	71.0	37.3	25.9	63.2
VII	1994–1997	7.9	5.0	12.9	6.1	9.5	15.6
VIII	1998–2002	5.4	2.6	8.0	3.6	4.7	8.3
XIX	2003–2007	17.4	3.7	21.1	11.3	6.4	17.7
Курская область							
III	1976–1983	24.8	7.2	32.1	29.1	15.9	45.0
IV	1984–1989	41.3	10.7	52.0	45.2	23.7	68.9
V	1990–1994	31.2	7.7	38.9	37.0	18.4	55.4
VI	1995–1999	3.9	2.9	6.8	2.6	5.8	8.4
VII	2000–2004	5.9	1.4	7.3	6.4	3.5	9.9
VIII	2005–2009				18.4	2.2	20.6
Тамбовская область							
II	1971–1977	11.1	2.8	13.9	8.9	6.6	15.5
III	1978–1984	22.5	7.1	29.6	19.6	16.3	35.9
IV	1985–1990	37.9	7.8	45.7	26.3	17.5	43.8
V	1991–1995	6.4	4.7	11.1	2.7	9.5	12.2
VI	1996–2002	0.7	2.0	2.7	0.4	4.9	5.3
VII	2003–2009	4.8	0.9	5.7	6.6	2.6	9.2



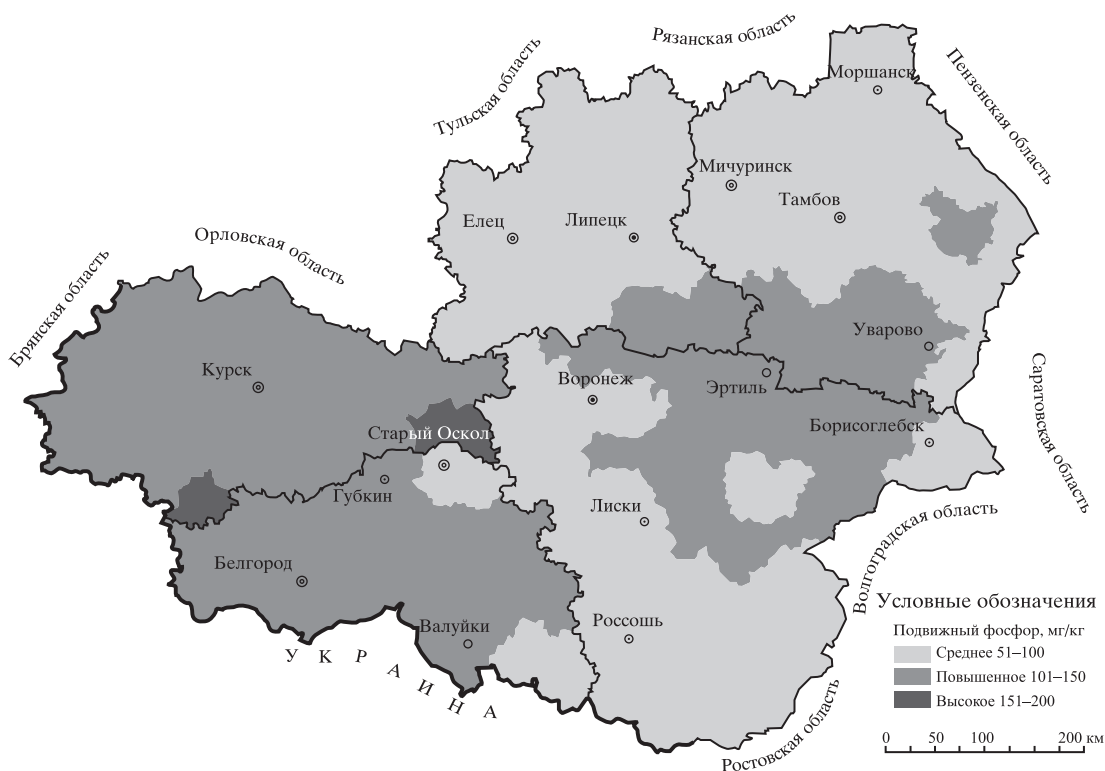


Рис. 4. Картограмма содержания подвижного фосфора в почвах пашни.

2002 гг.) – 8,0, в Воронежской (1996–2000 гг.) – 6,5, в Тамбовской (1996–2002 гг.) – 2,7 кг/га. В результате во всех областях зафиксировано снижение средневзвешенного содержания подвижного фосфора в пахотных почвах в пределах 5–15 мг/кг по сравнению с его максимальным содержанием.

По материалам последних завершенных циклов агрохимического обследования, наиболее высокое средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора зафиксировано в почвах Курской (133 мг/кг) и Белгородской (116 мг/кг) обл. В пахотных почвах Воронежской, Липецкой и Тамбовской обл. величина данного показателя составляет соответственно 94, 91 и 90 мг/кг [12]. Почвы со средней обеспеченностью подвижными формами фосфора (51–100 мг/кг) преобладают в Тамбовской и Липецкой обл., а также в степных юго-восточных районах Белгородской обл., центральных и южных районах Воронежской обл. (рис. 4).

*Подвижный калий.* В Белгородской обл. средневзвешенное содержание подвижных форм калия за период 1964–1989 гг. увеличилось на 23% (24 мг/кг), что было связано с увеличением использования калийных и органических удобрений. В 1984–1989 гг. в области впервые был достигнут положительный хозяйственный

баланс калия с интенсивностью 116%. По мнению Д.Н. Прянишникова, приемлемая интенсивность баланса калия должна составлять не менее 80% [10]. В 1990–2009 гг. баланс калия стал резко дефицитным с интенсивностью 32,1–74,3%, однако средневзвешенное содержание подвижного калия в почвах изменилось незначительно (в пределах 120–130 мг/кг).

В Липецкой обл., по данным первого цикла агрохимического обследования (1964–1969 гг.), средневзвешенное содержание подвижного калия составляло 101 мг/кг при отрицательном балансе этого элемента (–12 кг/га). Минимальное содержание подвижного калия (92 мг/кг) зафиксировано в 5-м цикле обследования (1987–1989 гг.) при положительном балансе 6 кг/га. В 8-м цикле (1998–2002 гг.) содержание подвижных форм калия увеличилось до 101 мг/кг, несмотря на отрицательный баланс этого элемента (–25 кг/га) [14].

В почвах Тамбовской обл. за годы наблюдений содержание подвижных форм калия было достаточно стабильным (101–112 мг/кг), несмотря на различный уровень использования удобрений.

В почвах Курской и Воронежской обл. за период 1964–1994 гг. средневзвешенное содержание подвижных форм калия увеличилось на 35 и 16%

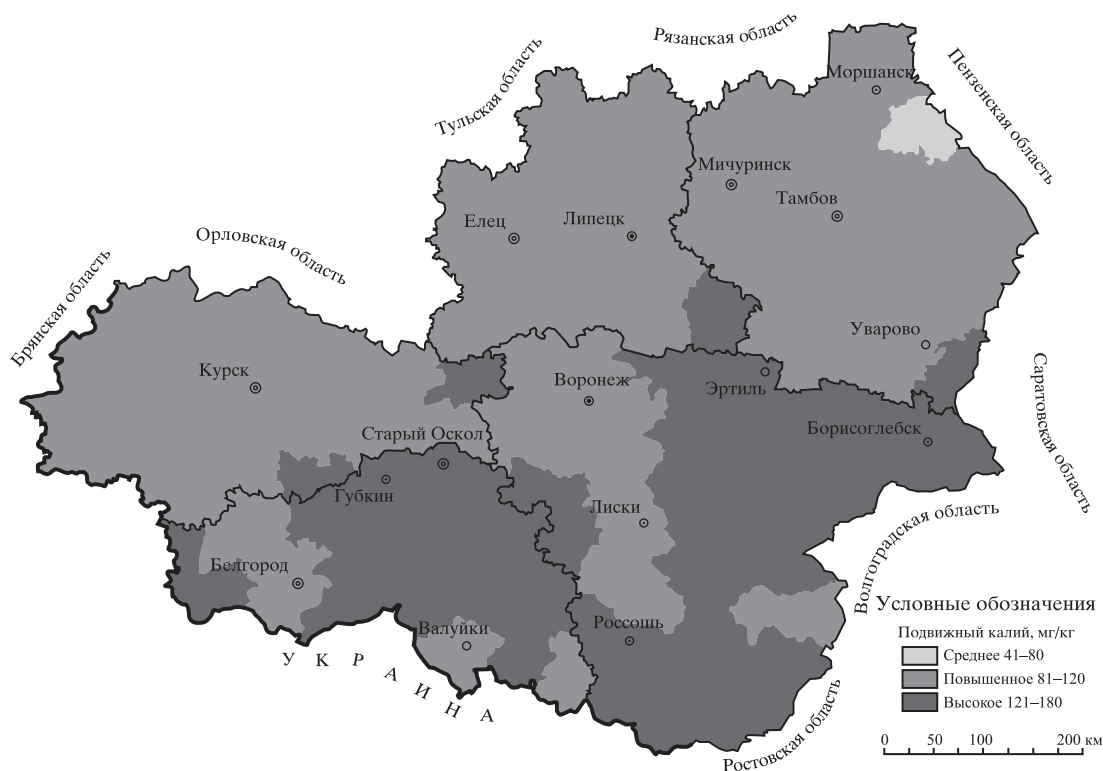


Рис. 5. Картограмма содержания подвижного калия в почвах пашни.

соответственно, но затем наметилась устойчивая тенденция к уменьшению величины данного показателя (табл. 1).

Динамика поступления калия в почву с органическими и минеральными удобрениями была примерно одинаковой во всех областях Центрального Черноземья. С середины 1960-х до конца 1980-х гг. поступление калия увеличивалось, затем стало снижаться и в начале текущего столетия достигло минимума. По результатам последних циклов агрохимического обследования, зафиксировано увеличение поступления этого элемента в пахотные почвы. Основное количество калия внесено с минеральными удобрениями, однако в конце 1990-х гг. главным источником поступления калия в агроландшафты стали органические удобрения. Наибольшее поступление калия с удобрениями отмечено в Белгородской обл., наименьшее – в Тамбовской (табл. 2).

Многими исследованиями установлено, что в процессе сельскохозяйственного использования содержание подвижного калия в почве изменяется незначительно. При низкой обеспеченности почвы усвояемым азотом, что характерно для типичных черноземов и темно-серых лесных почв, потребность растений в калии удовлетворяется за счет мобилизации его почвенных запасов. Установлено, что при взаимодействии калийных

удобрений с почвой в необменной форме фиксируется 70–90% внесенного калия, большая часть которого за 3–4 года выращивания сельскохозяйственных растений используется ими на формирование урожая [2]. Значительное количество органического вещества в пахотном горизонте черноземов в условиях недостаточного увлажнения и сравнительно высокой температуры способствует необменному поглощению калия. Поэтому в большинстве полевых опытов, проведенных в ЦЧО, прямого положительного эффекта от внесения калийных удобрений не отмечали [2, 4, 13].

Возможно, что причиной “благополучия” в состоянии калийного фонда черноземов является некорректное применение методов анализа. При pH 3.0, который устанавливается после взаимодействия раствора 0.5 М уксусной кислоты с почвой (по Чирикову), вероятно вовлечение механизмов растворения калийсодержащих минералов почвы, а также процессов гидролиза органического вещества, что искажает реальное представление о количестве доступного калия в почве [15].

Однако достаточно стабильное содержание подвижного калия в почвах при низком уровне химизации не является основанием для отказа от использования калийных удобрений на черноземах. Калийные удобрения необходимо в первую очередь вносить под культуры, выносящие много

калия урожаем, для обеспечения сбалансированного минерального питания. Например, только при совместном внесении калийных и азотных удобрений под сахарную свеклу можно добиться положительного эффекта [13].

В пределах ЦЧО наиболее обеднены подвижным калием западные и северные районы, что связано в основном с особенностями почвенного покрова отмеченных территорий. По результатам последних завершённых циклов агрохимического обследования, наименьшее средневзвешенное содержание подвижных форм калия (73.1 мг/кг) зафиксировано в почвах Пичаевского р-на Тамбовской обл., расположенного на северо-востоке ЦЧО. В этом же районе отмечена наибольшая доля среднеобеспеченных (41–80 мг/кг) калием почв – 62.3%. В ЦЧО наименьшее средневзвешенное содержание подвижных форм калия отмечено в Курской (96 мг/кг), Липецкой (101 мг/кг) и Тамбовской (102 мг/кг) обл. В этих регионах наиболее высока доля почв, среднеобеспеченных калием: в Курской обл. – 40.2, в Липецкой – 33.0, в Тамбовской – 23.8%. Но преобладают в них почвы с повышенным содержанием (81–120 мг/кг) подвижных форм данного элемента (рис. 5).

Наибольшее средневзвешенное содержание подвижного калия характерно для пахотных почв Белгородской (127 мг/кг) и Воронежской (123 мг/кг) обл. В Белгородской обл. высокое содержание подвижных форм калия (121–180 мг/кг) характерно для 36.1%, очень высокое содержание (>180 мг/кг) – для 11.0% обследованных почв. В Воронежской обл. эти показатели составляют 43.9 и 6.8% соответственно. Такие почвы в основном преобладают в степной зоне, расположенной на востоке и юго-востоке этих областей.

## ВЫВОДЫ

1. Содержание органического вещества в пахотных почвах Белгородской, Воронежской, Курской обл. за исследованный период было достаточно стабильно, в почвах Липецкой обл. – уменьшилось. Наибольшее средневзвешенное содержание органического вещества зафиксировано в почвах Тамбовской обл. (6.5%), наименьшее – в почвах Курской обл. (4.7%). В настоящее время дозы внесения органических удобрений недостаточны для поддержания бездефицитного баланса органического вещества почвы.

2. В пределах ЦЧО в направлении с юга на север отмечено увеличение кислотности пахотных почв. Данная закономерность в основном связана

с географией размещения преобладающих почв. В значительной мере уровень кислотности почв зависит от эффективности реализации областных программ химической мелиорации, осуществлённых в середине 1980-х гг. Наибольшая доля кислых почв (74.3%) зафиксирована в Тамбовской, наименьшая (29.2%) – в Воронежской обл.

3. В настоящее время отмечено снижение обеспеченности пахотных почв ЦЧО подвижными формами фосфора. Причина этого – отрицательный баланс фосфора в земледелии. Тем не менее средневзвешенное содержание подвижного фосфора в почвах Курской (133 мг/кг) и Белгородской (116 мг/кг) обл. пока остается на уровне, близком оптимальному.

4. Содержание подвижных форм калия в пахотных почвах ЦЧО за последние годы существенно не изменилось. Тем не менее для стабилизации калийного режима черноземов в перспективе и обеспечения сбалансированного минерального питания сельскохозяйственных культур необходимо увеличить поступление этого элемента в агроландшафты до уровня, обеспечивающего интенсивность баланса не менее 80%.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акулов П.Г. Воспроизводство плодородия и продуктивность черноземов. М.: Колос, 1992. 223 с.
2. Плодородие черноземов России / Под ред. Милащенко Н.З. М.: Агроконсалт, 1998. 688 с.
3. Паников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. М.: Колос, 1977. 416 с.
4. Минеев В.Г. Агрохимия и экологические функции калия. М.: Изд-во МГУ, 1999. 331 с.
5. Завьялова Н.Е. Методические подходы к изучению гумусного состояния пахотных почв // Плодородие. 2006. № 1. С. 11–15.
6. Чекмарев П.А., Лукин С.В., Сискевич Ю.И. Мониторинг содержания органического вещества в пахотных почвах ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 9. С. 23–26.
7. Черногоров А.Л., Чекмарев П.А., Васенев И.И., Гогмадзе Г.Д. Агроэкологическая оценка земель и оптимизация землепользования. М.: Изд-во МГУ, 2012. 268 с.
8. Чекмарев П.А., Лукин С.В., Сискевич Ю.И. Мониторинг кислотности пахотных почв Центрально-Черноземного района // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 7. С. 6–8.
9. Юлушев И.Г. Почвенно-агрохимические основы адаптивно-ландшафтной организации систем земледелия ВКЗП. М.: Академический Проспект; Киров: Константа, 2005. 74 с.
10. Прынишиков Д.Н. Агрохимия. М., 1952. 735 с.

11. *Адерихин П.Г.* Фосфор в почвах и земледелии Центрально-черноземной полосы. Воронеж: Изд-во ВГУ, 1970. 248 с.
12. *Чекмарев П.А., Лукин С.В., Сискевич Ю.И.* Фосфор в земледелии Центрально-Черноземного района // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 5. С. 21–23.
13. *Синягин И.И.* Агротехнические условия высокой эффективности удобрений. М.: Россельхозиздат, 1980. 222 с.
14. *Чекмарев П.А., Лукин С.В., Сискевич Ю.И.* Мониторинг калийного режима черноземов ЦЧР // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 3–6.
15. *Прокошев В.В., Носов В.В.* Уровень калийного питания – одно из условий устойчивого земледелия в Центральном Черноземье // Теория и практика использования агрохимических средств в современном земледелии Центрально-Черноземных областей России. Белгород: Крестьянское дело, 2002. С. 120–125.

## **Monitoring of Fertility of Arable Soils in the Central Chernozemic Regions of Russia**

**P.A. Chekmarev<sup>1</sup>, S.V. Lukin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Ministry of Agriculture of Russian Federation,  
Orlikov per. 1/11, Moscow, 107139 Russia*

<sup>2</sup>*Belgorodskii Center of Agricultural Service,  
ul. Shchersa 8, Belgorod, 308027 Russia,  
E-mail: serg.lukin2010@yandex.ru*

Data on the dynamics of the main soil fertility parameters in the Central Chernozemic region were generalized. Sketch maps for acidity of arable soils, organic matter supply, available phosphorus, and exchangeable potassium were composed. The dynamics of use of organic and mineral fertilizers was analyzed.

*Key words: monitoring of soil fertility, arable soils, Central Chernozemic regions of Russia.*