



ОПЫТ БИОЛОГИЗАЦИИ АГРОТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОСВОЕНИИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.С. Савченко¹, В.И. Кирышин², С.В. Лукин^{3,4}

¹Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, Москва, Россия

²Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Москва, Россия

³Центр агрохимической службы «Белгородский», Белгород, Россия

⁴Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород, Россия

Аннотация. Работа посвящена анализу итогов реализации программы биологизации агротехнологий и освоения проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия, которая была принята в Белгородской области в 2011 г. Результаты исследований свидетельствуют о существенном улучшении агрохимических характеристик почвы, увеличении урожайности сельскохозяйственных культур и рентабельности растениеводства. За годы реализации программы существенно возросли площади посева сидеральных культур и одновременно снизилось использование чистых паров, доля бобовых культур в структуре посевных площадей достигла 26,1%, увеличились объемы луго- и лесомелиоративных мероприятий, широко стала использоваться технология прямого посева. За период 2011-2020 гг. было произведено 580,5 тыс. га кислых почв, в результате их доля снизилась на 12,3%. При достигнутом в 2016-2020 гг. уровне внесения органических (8,84 т/га) и минеральных (109,1 кг д.в./га) удобрений, накопления биологического азота (24,1 кг/га) содержание в почве органического вещества увеличилось на 0,3%, подвижных форм фосфора — на 25 мг/кг, калия — на 35 мг/кг. В эти же годы по сравнению с 2006-2010 гг. урожайность кукурузы на зерно увеличилась в 2,06 раза, озимой пшеницы — в 1,59, ярового ячменя — в 1,44, подсолнечника — в 1,75, сои — в 2,16 раза, а средняя рентабельность растениеводства возросла в 2,22 раза, достигнув уровня 47,2%.

Ключевые слова: адаптивно-ландшафтные системы земледелия, биологический азот, известкование, пестициды, рентабельность, сидераты, удобрения, урожайность

Original article

EXPERIENCE OF BIOLOGIZATION OF AGRICULTURAL TECHNOLOGIES DURING THE DEVELOPMENT OF ADAPTIVE-LANDSCAPE AGRICULTURAL SYSTEMS IN BELGOROD REGION

E.S. Savchenko¹, V.I. Kiryushin², S.V. Lukin^{3,4}

¹Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation, Moscow, Russia

²V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, Moscow, Russia

³Belgorod Center for Agrochemical Service, Belgorod, Russia

⁴Belgorod State National Research University, Belgorod, Russia

Abstract. The work is devoted to the analysis of the results of the implementation of the program of biologization of agricultural technologies and the development of projects of adaptive landscape systems of agriculture, which was adopted in the Belgorod region in 2011. The research results indicate a significant improvement in the agrochemical characteristics of the soil, an increase in crop yields and the profitability of crop production. Over the years of the program implementation, the area of sowing of sideral crops has significantly increased and at the same time the use of pure vapors has decreased, the share of legumes in the structure of sown areas has reached 26,1%, the volume of meadow reclamation and forest reclamation measures has increased, and direct sowing technology has become widely used. For the period 2011-2020 580,5 thousand hectares of acid soils were limed, as a result, their share decreased by 12,3%. With the achieved in 2016-2020 the level of application of organic (8,84 t/ha) and mineral (109,1 kg a.i./ha) fertilizers, the accumulation of biological nitrogen (24,1 kg/ha), the content of organic matter in the soil increased by 0,3%, mobile forms of phosphorus — by 25, potassium — by 35 mg/kg. In the same years compared with 2006-2010 the yield of corn for grain increased by 2,06, winter wheat — by 1,59, spring barley — by 1,44, sunflower — by 1,75, soybeans — by 2,16 times, and the average profitability of crop production increased by 2,22 times, reaching the level of 47,2%.

Keywords: adaptive-landscape farming systems, biological nitrogen, liming, pesticides, profitability, green manure, fertilizers, productivity

Введение. Биологизация агротехнологий является перспективным направлением в земледелии государств разного уровня развития. Отдельные приемы биологизации давно и хорошо изучены, однако опыта их комплексного и системного внедрения в масштабах высококоразвитого аграрного субъекта России не было [1, 2].

В 2011 г. Правительством Белгородской области была принята программа биологизации земледелия как составная часть программы экологизации сельского хозяйства. Основная цель этой программы — создать такую почвенную среду, которая бы самовосстанавливалась и самообогащалась за счет биологических, природных факторов, при этом продуктивность почвы должна быть увеличена как минимум в 1,5 раза [3].

На практике реализация этой программы осуществляется через проектирование и освоение

проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия (АЛСЗ) для каждого хозяйства области. Методологические подходы и практические рекомендации по проектированию АЛСЗ подготовлены под руководством академика РАН В.И. Кирышина [4-6].

Для реализации программы биологизации земледелия была сформирована региональная нормативно-правовая база, которая, в частности, регламентирует структуру проектов АЛСЗ, срок действия, механизм согласования и реализации. В современной редакции все эти вопросы отражены в постановлении Правительства Белгородской области от 25 апреля 2022 г. № 249-пп «Об утверждении Положения о проекте адаптивно-ландшафтной системы земледелия и охраны почв». Проект действует в течение 5 лет, по истечении этого времени подводятся итоги его реализации и изготавливается обновленный вариант на следующий

пятилетний срок. Основными разработчиками проектов АЛСЗ являются специалисты агрохимической службы, а контроль за их исполнением возложен на Министерство сельского хозяйства и продовольствия Белгородской области. За 2014-2022 гг. проектные работы выполнены на площади более 1620 тыс. га. Для разработки проектов АЛСЗ используется геоинформационная система (ГИС) «Агроэколог онлайн» [7].

Цель работы заключается в анализе итогов реализации программы биологизации агротехнологий и освоения проектов адаптивно-ландшафтных систем земледелия в Белгородской области.

Методика исследований. Почвенный покров в лесостепной части Белгородской области в основном представлен черноземами типичными и выщелоченными, а в степной зоне — черноземами обыкновенными. Доля эродированных пахотных



почв составляет в среднем 47,9% [8]. Среднегололетнее значение гидротермического коэффициента по Селянину (ГТК) находится в пределах от 0,9 на юго-востоке до 1,2 на западе области. Общая площадь посева сельскохозяйственных культур в 2006-2010 гг. составляла в среднем за год 1324 тыс. га, в 2011-2015 гг. — 1408,4 тыс. га, в 2016-2020 гг. — 1425,2 тыс. га. [9]

В работе использованы материалы мониторинга плодородия пахотных почв, проводимого агрохимической службой [10]. В почвенных пробах содержание подвижных форм фосфора и калия определялось по методу Чирикова, органического вещества — по методу Тюрина. В работе проанализированы и обобщены опубликованные данные Росстата по урожайности и площади посевов сельскохозяйственных культур, площади производственной пашни, а также доз внесения органических и минеральных удобрений [9]. При расчетах накопления симбиотически связанного азота использовались нормативы его содержания в продукции бобовых культур [11].

Результаты и обсуждение

Структура посевных площадей за время освоения проектов АЛСЗ существенно изменилась. В 2016-2020 гг. по сравнению с 2006-2010 гг. площадь посева бобовых культур (многолетние и однолетние травы, зернобобовые, соя) увеличилась с 241,7 тыс. га (18,3% от общей посевной площади) до 371,6 тыс. га (26,1%), в том числе площадь посева сои возросла с 38,0 тыс. га (2,9%) до 237,0 тыс. га (16,6%) (рис. 1). В то же время снизилась площадь посева ярового ячменя на 127,1 тыс. га, сахарной свеклы — на 31,2 тыс. га, кукурузы на силос — на 31,8 тыс. га и увеличились посевы кукурузы на зерно на 36,8 тыс. га [9].

Большое внимание стало уделяться возделыванию сидеральных культур, которые в течение вегетационного периода хорошо защищают почву от развития эрозийных процессов и обогащают ее органическим веществом [12-14]. В 2006-2010 гг. сидеральные культуры практически не возделывались, а в 2016-2020 гг. ежегодная площадь посева составила в среднем 296,2 тыс. га (20,8% от общей посевной площади). В основном в качестве сидератов используются поживные посевы горчицы белой. За этот же период существенно уменьшилась (на 99,2 тыс. га) площадь под чистыми парами, где происходит усиленная минерализация почвенного органического вещества (рис. 2).

Размещение полей севооборотов проводится дифференцированно, с учетом агроэкологической типизации земель. На эродированных почвах, как правило, размещаются почвозащитные севообороты и проектируется комплекс противоэрозийных агротехнических, луго- и лесомелиоративных мероприятий.

Система обработки почвы в последнее десятилетие претерпела существенные изменения. В основном земледельцы отказались от традиционной вспашки и перешли на использование безотвальных и минимальных обработок почвы. Результаты длительных полевых исследований свидетельствуют об отсутствии существенного влияния способов основной обработки почвы (вспашки, чизелевания, культивации) на продуктивность зернопаровых севооборотов. Однако затраты при использовании минимальных обработок существенно сокращаются [15].

За годы освоения АЛСЗ очень широко, особенно в звене севооборота соя-озимая пшеница, стала использоваться технология прямого посева. В течение 2016-2020 гг. хозяйствами области было приобретено 75 сеялок прямого сева, что составляет 34,6% от общего объема закупок. Некоторые хозяйства (ООО «Мясная ферма — Искра», ОАО «Са-

маринское» и др.) полностью перешли на систему no-till, которая позволяет существенно уменьшить энергетические затраты и тем самым снизить себестоимость растениеводческой продукции, хорошо защитить почву от развития эрозийных процессов. В 2020 г. прямой посев использовался на площади 335 тыс. га (23,5% от общей посевной площади), а система no-till — 168 тыс. га (11,8%).

Система защиты растений в условиях биологизации земледелия должна предусматривать максимально возможную замену использования химических средств биологическими методами. Поэтому Правительством Белгородской области была разработана «дорожная карта», направленная на совершенствование системы фитосанитарного мониторинга сельскохозяйственных угодий, разработку регламентов интегрированной системы защиты растений с использованием биологического метода и адьювантов, внедрение «умных» опрыскивателей с автоматическими системами регулирования доз внесения пестицидов. Однако в связи с широким использованием минимальных и «нулевых» обработок почвы в течение последнего десятилетия наблюдается увеличение уровня пестицидной нагрузки.

По данным филиала ФГБУ «Россельхозцентр» по Белгородской области, в 2006-2010 гг. средствами защиты растений (СЗР) обрабатывалось в среднем за год 1868 тыс. га посевов в однократном исчислении, из них биологическим методом — 36,7 тыс. га. В 2016-2020 гг. общая площадь использования СЗР увеличилась до 3000 тыс. га, в том

числе биологическими методом — до 46,9 тыс. га. В эти же годы пестицидная нагрузка увеличилась с 1,02 до 1,84 кг/га пашни [16].

Система удобрения при разработке проектов АЛСЗ строится на основе максимально полного учета и использования имеющихся в хозяйстве ресурсов органических удобрений и биологического азота. Применение удобрений является важнейшим условием повышения плодородия почв и продуктивности агроценозов. Белгородская область располагает значительными ресурсами органических удобрений, поскольку имеет развитое животноводство [17, 18]. В 2020 г. в хозяйствах всех категорий было произведено свиней и птицы в живом весе на убой, соответственно, 913,9 тыс. т (16,6% от уровня РФ) и 782,8 тыс. т (11,7%). Поэтому уровень использования органических удобрений увеличился в 5,8 раза (с 1,52 т/га в 2006-2010 гг. до 8,84 т/га в 2016-2020 гг.) [9]. В ЦЧР, помимо Белгородской области, наиболее высокий уровень использования органических удобрений в 2016-2020 гг. отмечался в Воронежской (3,34 т/га), а самый низкий — в Тамбовской (0,24 т/га) областях [19].

Количество элементов питания, которое необходимо для формирования планируемой урожайности культур, но не вносится в почву с органическими удобрениями, восполняется за счет применения минеральных туков. Использование минеральных удобрений в 2016-2020 гг. составило в среднем 109,1 кг д.в./га, что на 11,2% выше, чем в 2006-2010 гг. (табл. 1). При этом внесение азотных

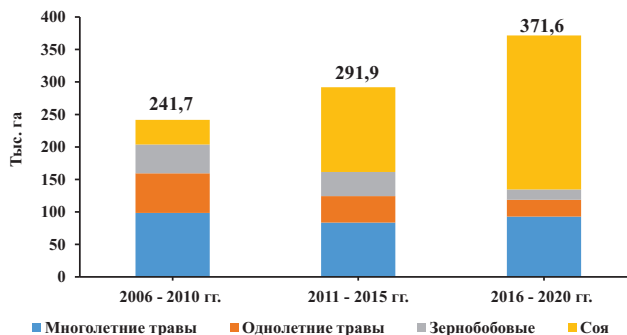


Рисунок 1. Динамика площади посева бобовых культур, тыс. га
Figure 1. Dynamics of the area under crops of leguminous crops, thousand ha

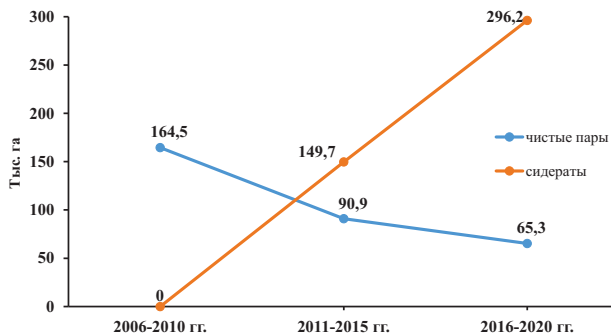


Рисунок 2. Динамика площадей чистых паров и посевов сидеральных культур, тыс. га
Figure 2. Dynamics of areas of unoccupied land and green manure crops, thousand ha

Таблица 1. Динамика внесения удобрений и известкования кислых почв
Table 1. Dynamics of fertilization and liming of acidic soils

Годы	Произведено в сумме за 5 лет, тыс. га	Внесено удобрений				
		органических, т/га	всего	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
2006 — 2010	16,6	1,52	98,1	55,6	21,6	20,9
2011 — 2015	251,1	5,83	93,8	57,2	19,4	17,2
2016 — 2020	329,4	8,84	109,1	72,4	19,0	17,7



удобрений увеличилось, а фосфорных и калийных снизилось. В основном азотные удобрения используются для подкормок и при посеве культур (вместе с фосфорными и калийными). Эти способы внесения минеральных удобрений являются наиболее окупаемыми. Для сравнения: в Липецкой области за эти же годы внесение минеральных удобрений увеличилось в 4,2 раза, достигнув уровня 156 кг д.в./га.

Накопление биологического азота напрямую зависит от площади посева и урожайности бобовых культур и является важнейшим условием стабилизации азотного фонда почвы. Если в 2006-2010 гг. размеры накопления симбиотически фиксированного бобовыми культурами азота оценивались на уровне 14,4 тыс. т в год (10,9 кг/га посевной площади), то в 2016-2020 гг. величина этого параметра увеличилась в 2,38 раза, достигнув 34,4 тыс. т

(24,1 кг/га) (рис. 3). В 2016-2020 гг. среднее количество накопленного симбиотически фиксированного азота было эквивалентно ежегодному внесению 101,2 тыс. т аммиачной селитры (содержание азота 34%) общей стоимостью (из расчета 21220 руб./т) 2147,5 млн руб. В эти годы вклад сои в общее накопление симбиотически связанного азота составил 67,2%.

Известкование кислых почв является необходимым условием эффективного использования удобрений, тем более что Белгородская область является зоной возделывания сахарной свеклы, которая очень сильно снижает урожайность при повышенной кислотности. Этот мелиоративный прием используется очень давно, причем даже ортодоксальными сторонниками биологического земледелия. Подкисление пахотных почв в лесостепной зоне Центрального Черноземья является

достаточно масштабной экологической проблемой. Например, в Курской, Липецкой и Тамбовской областях доля кислых почв составляет, соответственно, 71,0, 77,9, 77,3% [19]. За 2006-2010 гг. в Белгородской области было произведено только 16,6 тыс. га кислых почв, а за 2011-2020 гг. — уже 580,5 тыс. га.

Динамика агрохимического состояния пахотных почв во многом определяется эффективностью освоения систем земледелия. По данным агрохимического обследования за 2018-2021 гг., по сравнению с 2005-2009 гг. доля кислых почв в Белгородской области уменьшилась на 12,3% (до 29,6%), в том числе среднекислых и сильнокислых — на 8,7% (до 3,3%) (табл. 2). За этот же период средневзвешенное содержание органического вещества в пахотных почвах возросло с 5,0 до 5,3%, а запасы увеличились в среднем на 9 т/га. В этом количестве органического вещества депонировано 5,2 т/га углерода, что эквивалентно фиксации 19 т/га углекислого газа. Существенное увеличение обеспеченности почв органическим веществом произошло благодаря высоким дозам внесения органических удобрений, существенно возросшей площади посева сидеральных культур, снижению площади чистых паров, использованию жестких административных мер по недопущению сжигания пожнивных остатков. За счет использования органических и минеральных удобрений средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора и калия в почвах увеличилось, соответственно, на 25 и 35 мг/кг, достигнув уровня 141 и 162 мг/кг. По уровню содержания подвижных форм этих важнейших макроэлементов почвы Белгородской области являются наиболее обеспеченными в ЦЧР.

Урожайность сельскохозяйственных культур является интегральным показателем плодородия почв. В 2016-2020 гг. по сравнению с 2006-2010 гг. урожайность кукурузы на зерно увеличилась в 2,06 раза (до 7,05 т/га), озимой пшеницы — в 1,59 раза (до 4,89 т/га), ярового ячменя — в 1,44 раза (до 3,65 т/га), подсолнечника — в 1,75 раза (до 3,65 т/га), сои — в 2,16 раза (до 2,22 т/га) (рис. 4).

Рентабельность возделывания сельскохозяйственных культур является важнейшим экономическим показателем. В 2016-2020 гг. по сравнению с 2006-2010 гг. средняя рентабельность возделывания кукурузы на зерно увеличилась в 4,21 раза, озимой пшеницы — в 3,15, ярового ячменя — в 2,71, подсолнечника — в 1,43 раза. За эти же годы соя из убыточной культуры (-10,2%) стала высокорентабельной (52,9%). В целом по растениеводству рентабельность увеличилась в 2,22 раза, достигнув уровня 47,2% (табл. 3).

Заключение. Таким образом, анализ итогов реализации программы биологизации земледелия и освоения проектов АИСЗ в Белгородской области свидетельствует о существенном улучшении агрохимических характеристик почвы, увеличении урожайности сельскохозяйственных культур и рентабельности растениеводства. За период 2011-2020 гг. было произведено 580,5 тыс. га кислых почв, в результате их доля снизилась на 12,3%. При достигнутом в 2016-2020 гг. уровне внесения органических (8,84 т/га) и минеральных (109,1 кг д.в./га) удобрений, накопления биологического азота (24,1 кг/га) содержание в почве органического вещества увеличилось на 0,3%, подвижных форм фосфора — на 25 мг/кг, калия — на 35 мг/кг. В эти же годы по сравнению с 2006-2010 гг. урожайность кукурузы на зерно увеличилась в 2,06 раза, озимой пшеницы — в 1,59, ярового ячменя — в 1,44, подсолнечника — в 1,75, сои — в 2,16 раза, а средняя рентабельность растениеводства возросла в 2,22 раза, достигнув уровня 47,2%.

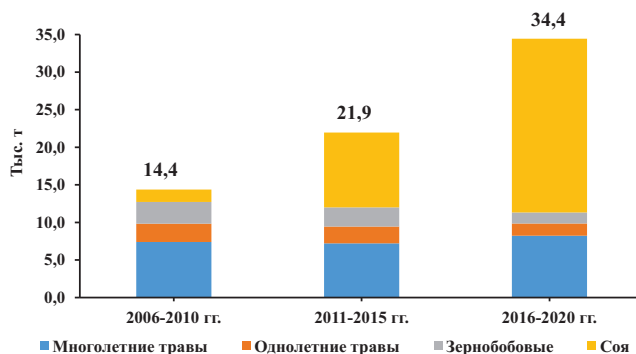


Рисунок 3. Динамика накопления симбиотически связанного азота, тыс. т в год
Figure 3. Dynamics of accumulation of symbiotically bound nitrogen, thousand tons per year

Таблица 2. Динамика основных агрохимических показателей плодородия пахотных почв
Table 2. Dynamics of the main agrochemical indicators of arable soil fertility

Показатель	Годы		Отклонение, ±	
	2005-2009	2018-2021		
Содержание органического вещества, %	5,0	5,3	0,3	
Доля кислых почв, % от обследованной площади	всего	41,9	29,6	-12,3
	том числе среднекислых и сильнокислых	12,0	3,3	-8,7
Содержание подвижных форм по Чирикову, мг/кг	P ₂ O ₅	116	141	25
	K ₂ O	127	162	35

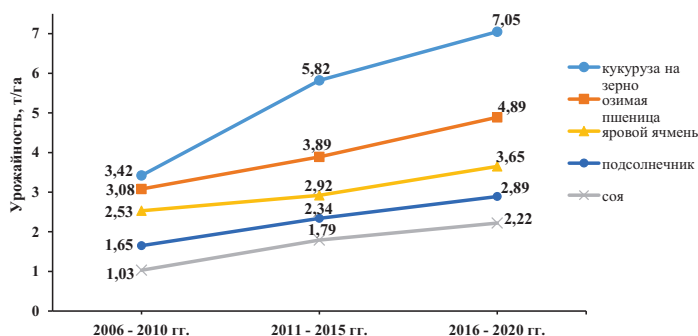


Рисунок 4. Динамика урожайности сельскохозяйственных культур, т/га
Figure 4. Dynamics of agricultural crop yield, t/ha

Таблица 3. Динамика рентабельности возделывания основных сельскохозяйственных культур, %
Table 3. Dynamics of profitability of cultivation of the main agricultural crops, %

Годы	Сельскохозяйственная культура					В среднем по растениеводству
	озимая пшеница	яровой ячмень	кукуруза на зерно	подсолнечник	соя	
2006 — 2010	21,7	16,8	12,3	54,8	-10,2	21,2
2011 — 2015	56,8	44,1	45,9	73,9	28,9	41,1
2016 — 2020	68,4	45,6	51,8	78,5	52,9	47,2



Список источников

1. Беляк В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства. Пенза: Пензенская правда, 2008. 320 с.
2. Соколов М.С. Оздоровление почвы и биологизация земледелия — важнейшие факторы оптимизации экологического статуса агрорегиона (Белгородский опыт) // *Агрохимия*. 2019. № 11. С. 3-16. doi: 10.1134/S0002188119110127
3. Савченко Е.С. Выступление Губернатора Белгородской области, члена-корреспондента РАН Е.С. Савченко // *Вестник Российской академии наук*. 2019. Т. 89. № 5. С. 525-526. doi: 10.31857/S0869-5873895525-526
4. Кирюшин В.И. Экологические функции ландшафта // *Почвоведение*. 2018. № 1. С. 17-25. doi: 10.7868/S0032180X1801002
5. Кирюшин В.И. Управление плодородием почв и продуктивностью агроценозов в адаптивно-ландшафтных системах земледелия // *Почвоведение*. 2019. № 9. С. 1130-1139. doi: 10.1134/S0032180X19070062
6. Кирюшин В.И. Методология комплексной оценки сельскохозяйственных земель // *Почвоведение*. 2020. № 7. С. 871-879. doi: 10.31857/S0032180X20070060
7. Malysheva, E.S., Malyshev, A.V., Kostin, I.G. (2021). Complex Analysis of Data from Agrochemical and Soil Erosion Monitoring Using Geoinformation Systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (electronic journal), Ussurijsk, 20-21 June. Ussurijsk, pp. 032070. doi: 10.1088/1755-1315/937/3/032070
8. Соловченко В.Д. Плодородие и рациональное использование почв Белгородской области. Белгород: Отчий дом, 2005. 292 с.
9. <http://www.fedstat.ru/indicators/stat.do> (дата обращения: 24.04.2021).
10. Сычев В.Г. и др. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения. М.: Росинформгротех, 2003. 240 с.
11. Иванов А.Л. и др. Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в ресурсосберегающих технологиях адаптивно-ландшафтного земледелия: инструктивно-методическое издание. М.: Росинформгротех, 2010. 464 с.
12. Семенов В.М., Когут Б.М., Зинякова Н.Б. и др. Биологически активное органическое вещество в почвах Европейской части России // *Почвоведение*. 2018. № 4. С. 457-472. doi: 10.7868/S0032180X1804007X
13. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. 223 с.
14. Пилипенко Н.Г. Влияние длительного применения элементов биологизации на основные показатели плодородия почвы и продуктивность севооборота на малогумусном малокарбонатном черноземе Забайкалья // *Агрохимия*. 2022. № 2. С. 3-12. doi: 10.1134/S0002188122020120
15. Смуров С.И., Лукин С.В., Ермолаев С.Н., Григоров О.В. Влияние способов основной обработки почвы на урожайность сельскохозяйственных культур и агрохимические показатели почвы в условиях ЦЧР // *Земледелие*. 2022. № 5. С. 20-24. doi: 10.24412/0044-3913-2022-5-1-48
16. <http://rosselhoscenter.ru> (дата обращения: 24.04.2021).

17. Лукин С.В. Динамика агрохимических показателей плодородия пахотных почв юго-западной части Центрально-Черноземных областей России // *Почвоведение*. 2017. № 11. С. 1367-1376. doi: 10.7868/S0032180X17110090
18. Surinov, A.V. (2022). Fertility dynamics of the forest-steppe zone's arable soils in the central chernozem region (on the example of the Prokhorovsky district of the Belgorod region). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (electronic journal), no. 1043, pp. 012014. doi: 10.1088/1755-1315/1043/1/012014
19. Некрасов Р.В., Лукин С.В., Кунитин Д.А. и др. Мониторинг основных агрохимических показателей плодородия пахотных почв в Центрально-Черноземном районе России // *Достижения науки и техники АПК*. 2021. Т. 35. № 9. С. 4-10. doi: 10.53859/02352451_2021_35_9_4

References

1. Belyak, V.B. (2008). *Biologizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva* [Biologization of agricultural production]. Penza, Penzenskaya pravda Publ., 320 p.
2. Sokolov, M.S. (2019). Oздоровление pochvy i biologizatsiya zemledeliya — vazhneishie faktory optimizatsii ehkologicheskogo statusa agroregiona (Belgorodskii opyt) [Soil improvement and biologization of land farming are the most important factors for optimization of the ecological status of the agroregion (Belgorod experience)]. *Agrokhi-miya* [Agricultural chemistry], no. 11, pp. 3-16. doi: 10.1134/S0002188119110127
3. Savchenko, E.S. (2019). Vystuplenie Gubernatora Belgorodskoi oblasti, chlena-korrespondenta RAN E.S. Savchenko [Speech of the governor of the Belgorod region, the corresponding member of the RAS]. *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk* [Bulletin of the Russian academy of sciences], vol. 89, no. 5, pp. 525-526. doi: 10.31857/S0869-5873895525-526
4. Kiryushin, V.I. (2018). Ehkologicheskie funktsii landshafta [Ecological functions of landscapes]. *Pochvovedenie*, no. 1, pp. 17-25. doi: 10.7868/S0032180X1801002
5. Kiryushin, V.I. (2019). Upravlenie plodorodiem pochv i produktivnost'yu agrotsenozov v adaptivno-landshaftnykh sistemakh zemledeliya [The management of soil fertility and productivity of agrocenoses in adaptive landscape farming systems]. *Pochvovedenie*, no. 9, pp. 1130-1139. doi: 10.1134/S0032180X19070062
6. Kiryushin, V.I. (2020). Metodologiya kompleksnoi otsenki sel'skokhozyaystvennykh zemel' [Methodology for integrated assessment of agricultural land]. *Pochvovedenie*, no. 7, pp. 871-879. doi: 10.31857/S0032180X20070060
7. Malysheva, E.S., Malyshev, A.V., Kostin, I.G. (2021). Complex Analysis of Data from Agrochemical and Soil Erosion Monitoring Using Geoinformation Systems. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (electronic journal), Ussurijsk, 20-21 June. Ussurijsk, pp. 032070. doi: 10.1088/1755-1315/937/3/032070
8. Solovichenko, V.D. (2005). *Plodorodie i ratsional'noe ispol'zovanie pochv Belgorodskoi oblasti* [Fertility and rational use of soils of the Belgorod region]. Belgorod, Otchii dom Publ., 292 p.
9. <http://www.fedstat.ru/indicators/stat.do> (accessed: 24.04.2021).

10. Sychev, V.G. i dr. (2003). *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu kompleksnogo monitoringa plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya* [Methodological guidelines for conducting comprehensive monitoring of soil fertility of agricultural lands]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 240 p.
11. Ivanov, A.L. i dr. (2010). *Rekomendatsii po proektirovaniyu integrirovannogo primeneniya sredstv khimizatsii v resursoberegayushchikh tekhnologiyakh adaptivno-landshaftnogo zemledeliya: instruktivno-metodicheskoe izdanie* [Recommendations for the design of integrated application of chemicals in resource-saving technologies of adaptive landscape farming: instructional and methodological publication]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 464 p.
12. Semenov, V.M., Kogut, B.M., Zinyakova, N.B. i dr. (2018). Biologicheski aktivnoe organicheskoe veshchestvo v pochvakh Evropeiskoi chasti Rossii [Biologically active organic matter in soils of European Russia]. *Pochvovedenie*, no. 4, pp. 457-472. doi: 10.7868/S0032180X1804007X
13. Semenov, V.M., Kogut, B.M. (2015). *Pochvennoe organicheskoe veshchestvo* [Pochvennoe organicheskoe veshchestvo]. Moscow, GEOS Publ., 223 p.
14. Piliipenko, N.G. (2022). Vliyaniye dlitel'nogo primeneniya ehlementov biologizatsii na osnovnye pokazateli plodorodiya pochvy i produktivnost' sevooborota na malogumusnom malokarbonatnom chernozeme Zabaikal'ya [Comparative assessment of ways to improve soil fertility and productivity of arable land in grain steam crop rotation in forest-steppe zone of Transbaikalia]. *Agrokhi-miya* [Agricultural chemistry], no. 2, pp. 3-12. doi: 10.31857/S0002188122020120
15. Smurov, S.I., Lukin, S.V., Ermolaev, S.N., Grig-orov, O.V. (2022). Vliyaniye sposobov osnovnoi obrabotki pochvy na oznacheniye sel'skokhozyaystvennykh kul'tur i agrokhimicheskie pokazateli pochvy v usloviyakh TSCHR [Influence of methods of basic tillage on crop yields and agrochemical indicators of soil under the conditions of the central black earth region]. *Zemledelie*, no. 5, pp. 20-24. doi: 10.24412/0044-3913-2022-5-1-48
16. <http://rosselhoscenter.ru> (accessed: 24.04.2021).
17. Lukin, S.V. (2017). Dinamika agrokhimicheskikh pokazatelei plodorodiya pakhotnykh pochv yugo-zapadnoi chasti Tsentral'no-Chernozemnykh oblastei Rossii [Dynamics of the agrochemical fertility parameters of arable soils in the southwestern region of Central Chernozem zone of Russia]. *Pochvovedenie*, no. 11, pp. 1367-1376. doi: 10.7868/S0032180X17110090
18. Surinov, A.V. (2022). Fertility dynamics of the forest-steppe zone's arable soils in the central chernozem region (on the example of the Prokhorovsky district of the Belgorod region). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (electronic journal), no. 1043, pp. 012014. doi: 10.1088/1755-1315/1043/1/012014
19. Nekrasov, R.V., Lukin, S.V., Kunitsin, D.A. i dr. (2021). Monitoring osnovnykh agrokhimicheskikh pokazatelei plodorodiya pakhotnykh pochv v Tsentral'no-Chernozemnom raione Rossii [Monitoring of the main agrochemical indicators of arable soil fertility in the central chernozem region of Russia]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the AIC], vol. 35, no. 9, pp. 4-10. doi: 10.53859/02352451_2021_35_9_4

Информация об авторах:

Савченко Евгений Степанович, доктор экономических наук, член-корреспондент РАН, сенатор, Совет Федерации Федерального Собрания Российской Федерации, serg.lukin2010@yandex.ru
Кирюшин Валерий Иванович, доктор биологических наук, академик РАН, Почвенный институт имени В.В. Докучаева, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3766-1932>, kiryushin_vi@esoil.ru
Лукин Сергей Викторович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, директор Центра агрохимической службы «Белгородский», заведующий кафедрой агроэкологии Белгородского государственного национального исследовательского университета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0986-9995>, Scopus ID: 7003586209, Researcher ID: AAU-3689-2020, serg.lukin2010@yandex.ru

Information about the authors:

Evgeny S. Savchenko, doctor of economic sciences, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, senator, Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation, serg.lukin2010@yandex.ru
Valeriy I. Kiryushin, doctor of biological sciences, academician of the Russian Academy of Sciences, V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3766-1932>, kiryushin_vi@esoil.ru
Sergey V. Lukin, doctor of agricultural sciences, professor, director of the Belgorod Center for Agrochemical Service, head of the department of agroecology of Belgorod State National Research University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0986-9995>, Scopus ID: 7003586209, Researcher ID: AAU-3689-2020, serg.lukin2010@yandex.ru

