

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА
AGRICULTURE AND PLANT CULTIVATION

УДК 631.452:004(476)
<https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-292-303>

Поступила в редакцию 06.05.2021
Received 06.05.2021

В. В. Лапа¹, А. В. Пилипук², Г. В. Гусаков², Я. Н. Бречко²

¹*Институт почвоведения и агрохимии, Национальная академия наук Беларуси, Минск, Беларусь*

²*Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь*

**НАЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
ПОЧВЕННЫМ ПЛОДОРОДИЕМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ:
ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

Аннотация: В статье представлено комплексное исследование на тему развития системы управления почвенным плодородием в Республики Беларусь. Подробно изучена история развития, а также современная схема функционирования служб агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель, в том числе источники их финансирования, оказываемые услуги, перечень предоставляемых сводных аналитических материалов в качестве результата и др. Особое внимание уделено республиканскому банку данных агрохимических и радиационных показателей почв сельскохозяйственных земель, который посредством автоматизированной информационной системы является основой для моделирования почвенного плодородия с целью разработки рекомендаций по применению минеральных удобрений на отдельных полях и рабочих участках, в хозяйствах, районах, области с расчетом их потребности под сельскохозяйственные культуры. Сделан вывод о том, что банк данных агрохимических и радиологических свойств почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь, а также аналитическая информационная система, функционирующая на его основе, имеют высокую практическую ценность и носят прикладной характер для экономики страны. Однако в современном мире цифровые решения, на основании которых функционирует банк данных, морально изношены. Исследования свидетельствуют о том, что технические требования к функционированию и использованию электронного банка данных агрохимического и радиологического мониторинга почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь должны быть формализованы в виде положений (либо правил) и закреплены в национальном нормативно-правовом поле. Кроме того, необходимо разработать схему информационного наполнения банка данных посредством оптимизации организационного взаимодействия агрохимических служб Республики Беларусь. Целесообразно организовать доступ к огромному массиву аналитической информации в виде геоинформационной системы, что позволит осуществить ведение электронного реестра почв сельскохозяйственных земель, а также электронной паспортизации полей и элементарных участков. Реализация ряда мероприятий по развитию системы управления почвенным плодородием Республики Беларусь может привести к росту спроса на работы, связанные с агрохимическим обслуживанием сельского хозяйства на 50–60 % к 2030 г.

Ключевые слова: плодородие почв сельскохозяйственных земель, система управления почвенным плодородием, банк данных почвенно-минерального состава (Big Data), автоматизированная система управления, автоматизированная информационная система, внутрихозяйственное планирование, планирование обеспечения сельскохозяйственных организаций агрохимической продукцией, геоинформационная система, точное земледелие

Для цитирования: Национальная система управления почвенными плодородием Республики Беларусь: текущее состояние и перспективы развития / В. В. Лапа, А. В. Пилипук, Г. В. Гусаков, Я. Н. Бречко // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2021. – Т. 59, № 3. – С. 292–303. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-292-303>

Vitaliy V. Lapa¹, Andrey V. Pilipuk², Gordei V. Gusakov², Jaroslav N. Brechko²¹The Institute for Soil Science and Agrochemistry, National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus²The Institute of System Research in Agro-Industrial Complex of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus**NATIONAL SYSTEM OF SOIL FERTILITY MANAGEMENT IN THE REPUBLIC OF BELARUS:
CURRENT STATE AND DEVELOPMENT PROSPECTS**

Abstract: The paper presents a comprehensive study on development of soil fertility management system in the Republic of Belarus. The history of development, as well as the modern scheme of functioning of services for agro-chemical and radiological examination of soils of agricultural lands has been studied in detail, including the sources of their financing, services provided, the list of provided consolidated analytical materials as a result, etc. Special attention is paid to the republican databank of agro-chemical and radiation indicators of agricultural soil, which, through automated information system, is considered an information basis for modeling soil fertility in order to develop recommendations for using mineral fertilizers in individual fields and working plots, farms, districts, regions calculated under requirements for agricultural crops. The authors concluded that the data bank of agro-chemical and radiological properties of soils of agricultural lands of the Republic of Belarus, as well as the analytical information system functioning on its basis, were of high practical value and of an applied nature for the country's economy. However, in the modern world, digital solutions, on the basis of which the data bank functions, are worn out morally. Studies indicate that the technical requirements for functioning and use of electronic databank of agro-chemical and radiological monitoring of soils of agricultural lands in the Republic of Belarus should be formalized in the form of regulations (or rules) and enshrined in the national regulatory framework. In addition, it is necessary to develop a scheme for information content of the databank by optimizing organizational interaction of agro-chemical services of the Republic of Belarus. It is feasible to give access to a huge array of analytical information in the form of geographic information system, which will make it possible to maintain electronic register of agricultural land soils, as well as electronic certification of fields and elementary plots. Implementation of a number of measures to develop the soil fertility management system in the Republic of Belarus may lead to increase in demand for work related to agro-chemical services for agriculture by 50-60 % by 2030.

Keywords: soil fertility of agricultural lands, soil fertility management system, data bank of soil-mineral composition (Big Data), automated management system, automated information system, on-farm planning, planning of providing agricultural organizations with agrochemical products, geographic information system, precision farming

For citation: Lapa V. V., Pilipuk A. V., Gusakov G. V., Brechko Ja. N. National system of soil fertility management of the Republic of Belarus: current state and development prospects. *Vesti Natsyyanal'nyay akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk* = *Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2021, vol. 59, no 3, pp. 292-303 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2021-59-3-292-303>

Введение. В 1980 г. Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Академии аграрных наук БССР (в настоящее время Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси) на основе проведенных исследований предложил новое перспективное направление для АПК страны. Его суть заключалось в разработке методических основ по созданию в республике автоматизированной системы управления (АСУ) плодородием почв. Основой АСУ плодородием почв стал Банк данных агрохимических свойств почв, который был создан по результатам четвертого тура агрохимического обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь (1981–1985 гг.). С этого времени всем хозяйствам республики наряду с агрохимическими картограммами стали выдаваться агрохимические паспорта полей и сводные материалы по агрохимической характеристике почв полей и рабочих участков. Однако время не стоит на месте и требует развития разработанных ранее подходов к решению прикладных задач, основанных на материалах агрохимического и радиобиологического обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. Например, существует объективная необходимость концентрации аналитической информации в современной автоматизированной информационной системе, предоставляющей регламентированный доступ к ней на основе схемы «участок – хозяйство – район – область – республика», а также имеющей возможность виртуальной накладки на цифровую картографическую основу. На микроуровне это позволит квалифицированному специалисту сельскохозяйственной организации детализировать внутривладельческое планирование, на макроуровне – иметь подробную систему планирования посевов сельскохозяйственных культур с учетом соблюдения требований севооборотов и специализации сельскохозяйственных предприятий. Кроме того, исходя из специфики органического земледелия актуализации требует схема учета, а также алгоритм планирования объемов внесения минеральных удобрений для различных категорий земель. В этой связи нами определены принципиальные направления совершенствования системы управления почвенным плодородием Республики Беларусь.

Основная часть. Результаты научных исследований стали основанием для развития в республике системы служб агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель. Целью агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель является получение достоверной информации об уровне плодородия почв по комплексу агрохимических показателей и плотности загрязнения их радионуклидами. Проведение обследования регламентировано методикой, разрабатываемой и перманентно обновляемой Институтом почвоведения и агрохимии НАН Беларуси и предназначенной для специалистов областных проектно-исследовательских станций по химизации (ОПИСХ) сельского хозяйства, районных и областных комитетов по сельскому хозяйству, министерств и ведомств, в системе которых имеются сельскохозяйственные земли. Новейшая методика¹ рассмотрена и одобрена Ученым советом Института почвоведения и агрохимии (протокол № 12 от 29 ноября 2019 г.), утверждена Научно-техническим советом Главного управления растениеводства Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (протокол № 1 от 5 марта 2020 года), а также согласована с Департаментом по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь (протокол согласования от 24 марта 2020 г.). В новейшей методике изложены требования, предъявляемые к проведению крупномасштабного агрохимического и радиационного обследования почв сельскохозяйственных земель, порядок утверждения и согласования результатов и др. [1].

Согласно требованиям, базовое агрохимическое и радиационное обследование проводится на сельскохозяйственных землях землепользователей всех форм собственности: пашне, многолетних насаждениях, луговых землях, а также на приусадебных участках, вынесенных в поля севооборотов с частотой один раз в четыре года в соответствии с планом, утверждаемым Министерством сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Базовое обследование финансируется за счет средств республиканского и местных бюджетов. Так, почвенно-агрохимическое обследование сельскохозяйственных земель (полевое обследование, анализ почв на кислотность, гумус, содержание макро- и микроэлементов, тяжелых металлов и радионуклидов, камеральная обработка материалов, составление агрохимических паспортов) включено в комплекс мероприятий подпрограммы «Развитие растениеводства, переработки и реализация продукции растениеводства» Государственной программы «Аграрный бизнес»² на 2021–2025 годы. Кроме того, ОПИСХ на договорной основе имеют право проведения внеплановых более глубоких исследований и оказания прочих услуг за счет средств землепользователей при их обращении. Продуктом базового обследования для землепользователей являются: обобщенные материалы агрохимических характеристик почв по видам сельскохозяйственных земель и гранулометрическому составу; агрохимические паспорта полей с разбивкой на рабочие участки; картограммы кислотности со схемой паспортизуемых участков и нанесенной схемой элементарных участков; картограммы плотности загрязнения почв цезием (¹³⁷Cs) и стронцием (⁹⁰Sr), а также пояснительная записка к указанным аналитическим материалам.

Полевые результаты радиологического обследования земель направляются на контроль в Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, затем, при получении согласования Института, – в Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, а также в Центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. В то же время ОПИСХ формируют областные электронные базы данных результатов базового обследования. После обработки и утверждения материалов по хозяйствам и району они передаются в Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси для занесения в Республиканский банк данных агрохимических и радиационных показателей почв сельскохозяйственных земель.

Накопленный за продолжительный период массив аналитической информации [2] свидетельствует о разнокачественном составе почв пахотных и других сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. Так, например, на межобластном уровне максимальную оценку плодородия почв традиционно имеют пахотные земли Гродненской области (в 2019 г. – 35,5 балла), минималь-

¹ Методика крупномасштабного агрохимического и радиационного обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И. М. Богдевич [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т почвоведения и агрохимии. Минск: Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2020. 48 с.

² О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100059_1612904400.pdf. Дата доступа: 15.03.2021.

ную – Витебской (в 2019 г. – 28,3 балла), по административным районам самый высокий балл плодородия пахотных земель – в Несвижском районе Минской области (в 2019 г. – 43,9), самый низкий – в Городокском районе Витебской области (в 2019 г. – 22,5). На межхозяйственном уровне лучшие показатели плодородия земель наблюдались в ОАО «Туровщина» Житковичского района (в 2019 г. – 50,6 балла), минимальные – в ОАО «Комаринский» Брагинского района Гомельской области (в 2019 г. – 17,6 балла) [3].

Сравнительный анализ, проведенный по совокупности сельскохозяйственных организаций системы Минсельхозпрода Республики Беларусь по итогам 2019 г., свидетельствует о существенном влиянии уровня плодородия почв на производственно-экономические показатели их функционирования (табл. 1). Так, группа сельскохозяйственных организаций с плодородием почв сельскохозяйственных земель свыше 39 баллов, занимая порядка 5,2 % в общей структуре сельскохозяйственных угодий анализируемой совокупности, формирует 11,2 % валовой продукции в сопоставимых ценах, 12,4 % выручки от реализации продукции, товаров, работ и услуг, 18,3 % чистой прибыли. При этом сельскохозяйственные организации с уровнем плодородия до 24 баллов, занимая 11,6 % в общей структуре сельскохозяйственных угодий анализируемой совокупности, формируют лишь 6,0 % валовой продукции в сопоставимых ценах, 5,8 % выручки от реализации продукции, товаров, работ и услуг, 2,6 % чистой прибыли [4, 5].

Т а б л и ц а 1. Зависимость основных финансовых результатов от уровня плодородия сельскохозяйственных угодий, 2019 г.

Table 1. Dependence of the main financial results on the level of agricultural land fertility, 2019

Группы хозяйств по баллу сельхозугодий, балл	Валовая продукция в сопоставимых ценах, тыс. руб.		Выручка от реализации продукции, товаров, работ и услуг, тыс. руб.		Чистая прибыль (убыток), тыс. руб.		Производительность труда (выручка на 1 среднегодового работника), тыс. руб.	Рентабельность, %			
	всего	на 1 га сельхозугодий	всего	на 1 га сельхозугодий	всего	на 1 га сельхозугодий		по КФР с учетом господдержки	по КФР без учета господдержки	продаж	реализации
До 20,5	53334	763,8	36654	524,9	1612	23,1	22,70	3,4	-18,4	-17,5	-16,4
20,6–24,0	481455	809,1	408787	686,9	13703	23,0	30,66	3,1	-15,3	-4,1	-4,5
24,1–28,0	1922378	1055,8	1589753	873,1	99410	54,6	33,47	6,0	-6,5	-1,1	-1,3
28,1–32,0	2227007	1455,4	1777582	1161,7	118177	77,2	38,35	6,7	-3,9	2,4	2,8
32,1–35,5	2054427	2271,2	1886627	2085,7	167435	185,1	57,56	9,3	3,5	6,8	8,2
35,5–39,0	1206772	2455,8	1051972	2140,8	90533	184,2	53,74	9,1	4,2	6,7	8,1
Свыше 39,0	1005457	3387,5	959248	3231,8	109654	369,4	66,24	12,6	8,3	10,0	12,5
Итого по совокупности	8950830	1568,0	7710623	1350,7	600524	105,2	43,90	7,9	-1,0	3,8	4,5

Примечание. Таблица рассчитана авторами на основании статистических материалов Главного информационно-вычислительного центра Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Уровень отдачи от 1 гектара высокоплодородных сельскохозяйственных угодий превышает показатели низкоплодородных и среднереспубликанский уровень: по валовой продукции в сопоставимых ценах – в 4,2 и 2,2 раза, по выручке от реализации – в 4,7 и 2,4 раза, по чистой прибыли – в 16,0 и 3,5 раза соответственно. Прослеживается четкая зависимость влияния плодородия земель на эффективность возделывания отдельных видов продукции как в растениеводстве, так и животноводстве: с ростом плодородия земель отмечается поступательное наращивание продуктивности продукции растениеводства и животноводства, снижение себестоимости производства единицы продукции и, как следствие, наращивание уровня рентабельности реализации. (табл. 2, 3). Так, например, в сельскохозяйственных организациях с плодородием пашни свыше 42 баллов урожайность зерновых 2,4 раза выше, себестоимость производства на 17–20 % ниже, уровень рентабельности реализации на 40–45 п.п. выше, чем на низкоплодородных землях. Кроме того, потенциально возможная урожайность зерновых культур на почвах до 20 баллов составляет 1,0 ц на 1 балло-га (20 ц/га), а на почвах с баллом 30 – 45 ц/га (1,5 ц/балло-га). При этом затраты органических и минеральных удобрений для получения 1 т зерна на почвах с баллом 20 в 1,3 раза выше, чем на почвах с баллом 30, и в 1,7 раза выше по сравнению с почвами с баллом плодородия 40 [6, 7].

Т а б л и ц а 2. Зависимость производства продукции растениеводства от уровня плодородия пашни, 2019 г.

Table 2. Dependence of crop production on the level of arable land fertility, 2019

Группы хозяйств по баллу пашни, балл	Зерновые, всего			Картофель			Сахарная свекла			Рапс		
	Урожайность, ц/га	Себестоимость 1 т, руб.	Рентабельность, %	Урожайность, ц/га	Себестоимость 1 т, руб.	Рентабельность, %	Урожайность, ц/га	Себестоимость 1 т, руб.	Рентабельность, %	Урожайность, ц/га	Себестоимость 1 т, руб.	Рентабельность, %
До 22,0	24,4	257,4	2,3	102,1	196,0	0,0				10,6	611,4	-16,4
22,1–26,0	20,4	245,5	3,9	221,3	222,7	-1,2				8,9	567,8	5,1
26,1–30,0	22,8	239,1	12,4	208,2	226,2	-5,9	421,7	57,7	6,6	11,6	586,6	7,8
30,1–34,0	25,9	230,8	16,6	270,2	178,7	-3,1	501,6	52,2	16,0	14,9	527,7	18,1
34,1–38,0	33,0	224,8	25,6	251,5	181,8	-0,8	528,3	51,0	18,1	21,7	490,9	30,6
38,1–42,0	39,1	226,4	36,3	291,8	157,3	4,9	510,1	48,5	29,3	23,5	506,1	29,8
Свыше 42,0	50,8	214,7	46,6	298,0	177,3	0,9	647,1	47,9	26,3	31,1	408,5	55,4
Итого по совокупности	28,0	231,1	19,8	256,3	184,8	-1,3	528,2	50,5	21,0	16,6	516,0	22,1

Примечание. Таблица рассчитана авторами на основании статистических материалов Главного информационно-вычислительного центра Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Т а б л и ц а 3. Зависимость производства продукции животноводства от уровня плодородия сельскохозяйственных угодий, 2019 г.

Table 3. Dependence of livestock production on the level of agricultural land fertility, 2019

Группы хозяйств по баллу сельхозугодий, балл	Производство молока					Производство мяса КРС				
	валовое производство		среднегодовой удой на 1 корову, кг	себестоимость производства 1 т, руб.	рентабельность реализации, %	валовое производство		среднесуточный привес, г	себестоимость производства 1 т, руб.	рентабельность реализации, %
	всего, т	на 1 га сельхозугодий, кг				всего, т	на 1 га сельхозугодий, кг			
До 20,5	42471	608,2	3570	518,3	7,5	4866	69,7	437,6	5155,6	-52,2
20,6–24,0	496046	833,6	3949	496,6	20,7	39738	66,8	464,7	4998,2	-50,8
24,1–28,0	1186352	651,6	4069	495,9	21,4	104145	57,2	495,3	4695,7	-49,3
28,1–32,0	1600168	1045,8	4828	471,6	30,2	140298	91,7	563,2	4400,7	-42,1
32,1–35,5	986343	1090,4	5644	470,1	31,4	84906	93,9	610,3	4257,7	-38,1
35,5–39,0	706163	1437,0	5961	476,4	29,3	62662	127,5	652,5	4155,3	-37,0
Свыше 39,0	399086	1344,6	6933	449,8	37,0	37416	126,1	722,1	3931,4	-34,7
Итого по совокупности	5416629	948,9	4874	478,3	27,7	474031	83,0	562,8	4428,2	-42,6

Примечание. Таблица рассчитана авторами на основании статистических материалов Главного информационно-вычислительного центра Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь.

Таким образом, анализируя приведенные выше результаты статистических группировок, сделаем вывод о том, что в условиях ограниченности финансовых ресурсов (и, как следствие, материально-технических) для достижения показателей эффективности растениеводства экономист-аграрий будет моделировать концентрацию производства [8, 9] на землях, характеризующихся максимальной отдачей для тех либо иных сельскохозяйственных культур, в первую очередь товарного зерна, картофеля, рапса, сахарной свеклы, льна и др. Более того, с позиции экономики в ряде случаев целесообразно трансформировать под кормовые угодья (или даже вывести из оборота) земли с баллом ниже 21–23 [10, 11].

В этой связи отметим, что в период 1996–2000 гг. в Белорусском научно-исследовательском институте аграрной экономики Академии аграрных наук Республики Беларусь (в настоящее время Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси) проводился широкий перечень исследований по моделированию эколого-экономических и экономико-математических процессов в растениеводстве с применением методов информатизации. В результате для агрохимических служб был разработан и на технической базе ОПИСХ внедрен комплекс программных средств

автоматизированного рабочего места абонента (АРМа), использующих в качестве основы базу данных агрохимических и радиологических свойств почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь. АРМа предполагает четыре расчетные модели – для уровня рабочего участка, хозяйства, района и области. Моделирование потребности в минеральных удобрениях на каждом уровне позволяет формировать выходные документы в разрезе отдельных культур (их групп) и видам удобрений (для озимых зерновых, яровых зерновых, зернобобовых, картофеля и др.), в разрезе угодий (пашня, сенокосы, пастбища) с выделением основных, повторных культур и культур урожая будущего года.

Применение АРМа дает возможность автоматизировать трудоемкие расчеты, которые учитывают основные факторы, определяющие урожайность сельскохозяйственных культур и эффективность применения удобрений по таким параметрам, как биологические особенности культур, структура посевных площадей, особенности почвенного покрова, содержание элементов питания, уровень применения органических удобрений, загрязненность почв радиоактивными веществами, оценочный балл по качеству и плодородию земель в результате хозяйственного использования. Алгоритмы, отвечающие за планирование применения удобрений, позволяют повысить эффективность их использования посредством моделирования оптимальных доз, которые соответствуют фактической потребности растений в каждом конкретном случае на каждом участке. Специалистами БелНИИ аграрной экономики установлено³, что внедрение комплекса экономико-математических моделей и его программной реализации способствует расширенному воспроизводству плодородия почв с ежегодным увеличением продуктивности пашни на 1,5–2,0 % и более.

Отметим, что банк данных агрохимических и радиологических свойств почв сельскохозяйственных земель является информационной основой для моделирования почвенного плодородия с целью разработки рекомендаций по применению минеральных удобрений на отдельных полях и рабочих участках, в хозяйствах, районах, области с расчетом их потребности под сельскохозяйственные культуры. На основании накопленной и занесенной в банк данных информации решается ряд прикладных задач по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства. К настоящему времени к ним относятся:

- 1) ведение агрохимического и радиационного мониторинга почв;
- 2) оценка состояния плодородия почв;
- 3) оценка почв по их пригодности для возделывания различных видов сельскохозяйственных культур;
- 4) разработка предложений по сохранению и поддержанию плодородия почв сельскохозяйственных земель;
- 5) расчет потребности в минеральных удобрениях;
- 6) разработка планов применения удобрений и проектно-сметной документации по известкованию кислых почв;
- 7) оценка эффективности применения средств химизации и ведения сельскохозяйственного производства;
- 8) прогноз уровней накопления радионуклидов в продукции;
- 9) разработка защитных мероприятий, обеспечивающих получение нормативно чистой продукции по содержанию радионуклидов;
- 10) оценка возможности ввода земель отчуждения в хозяйственное пользование и (или) вывода радиационно опасных земель из пользования.

Указанные задачи решаются для всех хозяйств республики в Главном информационно-вычислительном центре Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь с применением расчетно-экономических нормативных материалов⁴.

³ Сводный отчет Белорусского научно-исследовательского института аграрной экономики о НИР, пропаганде и внедрению результатов исследований ГНТП за 1996–2000 гг. «Экономика АПК»: утв. Отд-нием экономики АПК Акад. аграр. наук Респ. Беларусь (Протокол №2 от 19.12.2000 г.)

⁴ Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / сост.: Я.Н. Бречко, М.Е. Сумонов; ред. В.Г. Гусаков; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т экономики НАН Беларуси – Центр аграр. экономики. Минск: Белорус. наука, 2006. 709 с.

Вышеизложенное свидетельствует о том, что Банк данных агрохимических и радиологических свойств почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь имеет высокую практическую ценность, а также носит прикладной характер для экономики страны. Кроме того, развитие банка данных открывает огромные перспективы как для научной, так и для практической составляющей национального АПК [12–15]. Например, при должной проработке его целесообразно трансформировать в геоинформационную систему, на основе которой развивать полноценные цифровые решения точного земледелия. Еще одним перспективным направлением использования банка данных может стать построение на его основе автоматизированной системы учета и прослеживаемости продукции растительного происхождения. Однако обострившаяся конкуренция на рынке информационных услуг может привести к утечке данных из банка и использованию их как подложки для коммерческих, в том числе иностранных систем в их собственных интересах. Таким образом, крайне актуальным становится повышение степени защищенности информационной составляющей банка данных, а также определение уровней доступа к ней. В этой связи в ближайшее время важно разработать технические требования по ведению и использованию электронного банка данных (ЭБД) агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь с последующим их закреплением в Национальном реестре правовых актов в виде положений либо правил. Технические требования должны включать:

- 1) функционирование ЭБД в защищенном центре обработки данных (ЦОД);
- 2) согласованный перечень актуальных исходных показателей для занесения;
- 3) схему информационного наполнения ЭБД посредством организационно-управленческого взаимодействия агрохимических служб Республики Беларусь (их оптимизации при необходимости).

Кроме того, необходимо разработать проектные решения по оптимизации архитектуры ЭБД и его составным частям:

- 1) схема регистрации и защиты информации в системе ЭБД;
- 2) схема ведения современного электронного реестра почв сельскохозяйственных земель (в том числе мелиорированных, органических и др.);
- 3) схема ведения электронных (цифровых) паспортов полей и др.

Также, согласно проведенным нами исследованиям, заключим, что автоматизированное рабочее место абонента, функционирующее на основе банка данных агрохимических и радиологических свойств почв сельскохозяйственных земель, на данный момент морально изношено и требует обновления программного обеспечения. В этой связи целесообразно разработать проектные решения по функционированию на базе ЭБД автоматизированной информационной системы (АИС), предполагающей АРМа нового поколения с возможностью визуализации аналитической информации на виртуальной картографической основе, разработанной, например, НИРУП «Геоинформационные системы» Национальной академии наук Беларуси [16]. Кроме того, АРМа нового поколения обеспечит ведение личного кабинета пользователя под примерным названием «Рабочее место агронома», что потребует пересмотра ряда алгоритмов существующей системы, в том числе реализацию двусторонней связи по принципу «запрос – ответ». Все это позволит квалифицированному специалисту сельскохозяйственной организации детализировать внутрихозяйственное планирование и дать экономическую оценку производства растениеводческой продукции с позиции формирования севооборотов, а также направлять в банк данных фактическую информацию о внесении минеральных удобрений и производстве сельскохозяйственных культур (с учетом специализации) с целью прогнозирования почвенно-минерального баланса на будущий период [17–19].

Следует отметить и то, что новейшая методика крупномасштабного агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь и, следовательно, банк данных в настоящий момент не учитывают сертификацию органических земель, в то время как ряд нормативно-правовых документов и программ социально-экономического развития Республики Беларусь закрепляют значение показателя «доля земель под производство органической продукции» в размере 3–4 %⁵ в общей площади сельскохозяйственных земель

⁵ Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года (Раздел 5.3.2); «О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года» (Гл. 6): постановление Совета Министров Респ. Беларусь №962 от 15 дек. 2017 г.

к 2030 г. [20, 21]. Научная проработка схемы учета, а также алгоритма планирования объемов внесения минеральных удобрений для различных категорий земель позволит перманентно сравнивать качество почвенно-минерального состава при интенсивном и органическом сельхозпроизводстве [22]. По сути это будет являться своеобразным экспериментом, результатом которого станет накопление дифференцированной информации и формирование временных рядов аналитических данных, позволяющих сделать объективный вывод об эффективности того либо иного способа ведения сельского хозяйства.

Кроме того, обязательным условием построения надежных и безопасных цепочек поставок продуктов питания является необходимость создания системы идентификации, учета и прослеживаемости сырья и готовых агропродовольственных товаров. В этой связи отметим, что в Республике Беларусь уже функционирует автоматизированная информационная система (АИС) идентификации, регистрации, прослеживаемости животных и товаров животного происхождения (АИТС). Разработка аналогичной АИС для идентификации, регистрации и прослеживаемости товаров растительного происхождения – крайне актуальное направление научных исследований. Оно может проводиться параллельно с разработкой современного программного обеспечения для ЭБД агрохимического и радиологического обследования почв сельскохозяйственных земель, используя единый блок WEB-сервисов, обеспечивающих интеграцию смежных информационных систем. Так, например, информация, планируемая к занесению в бланк паспорта отдельного элементарного участка (урожайность сельскохозяйственных культур), может быть оперативно зарегистрирована ERP-системой сельскохозяйственного предприятия и передана в систему прослеживаемости товаров растительного происхождения. В этой связи сделаем вывод об актуальности реализации ряда мероприятий по развитию системы управления почвенным плодородием Республики Беларусь (рис. 1).

Заключение. Развитие национальной системы управления почвенным плодородием Республики Беларусь – крайне востребованное мероприятие, обладающее практической и научной значимостью для национального АПК. Исследования свидетельствуют о том, что технические требования к функционированию и использованию электронного банка данных агрохимического и радиологического мониторинга почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь должны быть формализованы в виде положений (либо правил) и закреплены в национальном НПА. Кроме того, необходимо разработать схему информационного наполнения ЭБД посредством оптимизации организационного взаимодействия агрохимических служб Республики Беларусь. Цифровые решения по организации доступа в удобной форме к огромному массиву аналитической информации позволят осуществить ведение электронного реестра почв сельскохозяйственных земель, а также электронной паспортизации полей и элементарных участков. Все это направлено на оперативное использование сельскохозяйственными организациями информационно-телекоммуникационных, электронных и цифровых технологий для решения прикладных задач по агрохимическому обслуживанию сельского хозяйства Республики Беларусь [23, 24]. Внедрение комплекса экономико-математических моделей и его программной реализации будет способствовать расширенному воспроизводству плодородия почв с ежегодным увеличением продуктивности пашни на 1,5–2,0 % и выше. По предварительным оценкам, землепользователи, агрохимические службы, а также профильные министерства и ведомства⁶ заинтересованы в осуществлении описанных мероприятий, а их реализация к 2030 г. может привести к росту спроса на работы, связанные с агрохимическим обслуживанием сельского хозяйства страны, на 50–60 %.

Актуальность реализации описанных мероприятий подтверждается рядом документов стратегического планирования и программ социально-экономического развития Республики Беларусь. Среди них: Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года (раздел 5.3.2); Директива Президента Республики Беларусь № 6 от 4 марта 2019 г. «О развитии села и повышении эффективности аграрной отрасли»; Указ Президента Республики Беларусь № 156 от 7 мая 2020 г. «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 годы (Раздел 1);

⁶ Отчет о деятельности Национальной академии наук в 2020 году / Нац. акад. наук Беларуси. Минск: Беларуская навука, 2021. 569 с.

1. Разработать технические требования к функционированию электронного банка данных (ЭБД) агрохимического и радиологического мониторинга почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь
<p>Определить перечень актуальных исходных показателей для занесения в ЭБД</p> <p>Разработать схему информационного наполнения ЭБД посредством оптимизации организационного взаимодействия агрохимических служб Республики Беларусь</p> <p>Разработать проектные решения по архитектуре ЭБД</p> <p>Разработать технический проект схемы регистрации и защиты информации в системе ЭБД с регламентацией уровней доступа к ней</p> <p>Разработать технический проект схемы ведения современного электронного реестра почв сельскохозяйственных земель (в том числе мелиорированных, органических и др.) в системе ЭБД</p> <p>Разработать технический проект схемы ведения электронных (цифровых) паспортов полей (с возможностью разбивки на рабочие участки) в системе ЭБД</p>
2. Разработать комплекс научно-методических рекомендаций по учету в системе ЭБД
<p>Алгоритма планирования нормативных объемов внесения минеральных удобрений с целью поддержания и улучшения почвенного плодородия</p> <p>Алгоритма планирования замещения объемов внесения минеральных удобрений (с целью их экономии) для земель, сертифицированных под ведение органического сельского хозяйства</p> <p>Алгоритма планирования мероприятий по известкованию кислотных почв сельскохозяйственных земель</p> <p>Алгоритма оценки сельскохозяйственных убытков от ухудшения почвенно-минерального баланса</p> <p>Алгоритма оптимизации производственной логистики в сельском хозяйстве</p> <p>Алгоритма планирования обеспечения сельскохозяйственных организаций агрохимической продукцией</p> <p>Алгоритма планирования посевов сельскохозяйственных культур с учетом соблюдения требований севооборотов и специализации сельскохозяйственных предприятий</p> <p>Алгоритм прогноза почвенно-минерального баланса, учитывающего соблюдение нормативных объемов внесения удобрений и севооборотов сельскохозяйственных культур</p>
3. Разработать макетный образец программной реализации автоматизированной информационной системы (АИС), функционирующей на базе ЭБД
<p>Разработать макетный образец программного обеспечения (ПО) для АИС ЭБД с учетом рекомендаций по моделированию системы управления почвенным плодородием Республики Беларусь, в котором:</p> <p>1) предусмотреть реализацию электронного личного кабинета пользователя с учетом регламентированного уровня доступа (хозяйство, район, область, республика);</p> <p>2) предусмотреть возможность реализации в личном кабинете пользователя автоматизированного рабочего места абонента (АРМа) с учетом двусторонней связи по принципу «запрос – ответ»;</p> <p>3) предусмотреть возможность синхронизации ПО с готовыми продуктами УП «Геоинформационные системы» НАН Беларуси либо РУП «Проектный институт БЕЛГИПРОЗЕМ» с целью накладки аналитической информации на виртуальную картографическую основу</p> <p>Организовать тестирование макетного образца АИС</p>
4. Разработать опытный образец АИС
<p>Разработать рабочую документацию на опытный образец АИС</p> <p>Ввести опытный образец АИС в опытную эксплуатацию (ОЭ)</p>
5. Завершить ОЭ опытного образца АИС
<p>Доработать опытный образец АИС по результатам ОЭ</p> <p>Доработать рабочую документацию</p> <p>Разработать эксплуатационную документацию (ЭД) на АИС</p>
6. Разработать программу и методику приемочных испытаний
<p>Провести приемочные испытания АИС</p> <p>Устранить недостатки, выявленные при испытаниях АИС</p> <p>Доработать комплект эксплуатационной документации на АИС</p> <p>Ввести АИС в опытно-промышленную эксплуатацию</p>
7. Разработать научно-методические рекомендации по перспективам развития системы управления почвенным плодородием Республики Беларусь, включая:
<p>Научно-методические рекомендации по развитию системы «Точное земледелие» в Республике Беларусь до 2030 г.</p> <p>Научно-методические рекомендации по развитию механизма оценки сельскохозяйственных земель</p> <p>Научно-методические рекомендации по развитию механизма идентификации, регистрации и прослеживаемости товаров растительного происхождения</p>

Рис. 1. «Дорожная карта» развития системы управления почвенным плодородием Республики Беларусь и их содержание

Fig. 1. “Road Map” for development of soil fertility management system in the Republic of Belarus and its content

Примечание. Рисунок составлен авторами на основании проведенных исследований.

постановление Совета Министров Республики Беларусь № 173 от 29 марта 2021 года «О перечнях государственных и региональных научно-технических программ на 2021–2025 годы»; постановление Совета Министров Республики Беларусь № 59 от 1 февраля 2021 г. «О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы» (Глава 7); постановление Совета Министров Республики Беларусь № 962 от 15 декабря 2017 года «О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года»; постановление Президиума Национальной академии наук Беларуси № 17 от 26 февраля 2018 года «О Стратегии «Наука и технологии: 2018–2040» (раздел 3.2.1); и др.

Список использованных источников

1. Лапа, В. В. Ферментативная диагностика почвы и ее применение для нормирования нагрузки по удобрениям / В. В. Лапа, Н. А. Михайловская, Т. В. Погирицкая // Земледелие и защита растений. – 2018. – № 3 (118). – С. 26–28.
2. Почвы Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.
3. Сравнительная эффективность сельскохозяйственного производства в разрезе районов Республики Беларусь : аналит. обзор / В. И. Бельский [и др.]. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси, 2010. – 106 с.
4. Бречко, Я. Н. Анализ развития отрасли растениеводства Республики Беларусь за период 2011–2017 гг. и направления повышения ее эффективности / Я. Н. Бречко, С. В. Макрак, Н. М. Чеплянская // Молодежь и научно-технический прогресс : сб. докл. XI Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Губкин, 19 апр. 2018 г. : в 4 т. / Белгор. гос. технол. ун-т [и др.]. – Губкин ; Старый Оскол, 2018. – Т. 2. – С. 92–94.
5. Комплекс неотложных мер по повышению эффективности сельскохозяйственного производства в контексте выполнения государственной программы возрождения и развития села на 2005–2010 годы / В. Г. Гусаков [и др.]; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Ин-т экономики НАН Беларуси, 2008. – 255 с.
6. Бречко, Я. Н. Нормативные критерии возделывания сельскохозяйственных культур / Я. Н. Бречко // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XX Междунар. науч.-практ. конф., Гродно, 21 апр., 12 мая, 19 мая 2017 г. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно, 2017. – Вып. : Экономика. Бухгалтерский учет. Общественные науки. – С. 18–20.
7. Исследование методологии формирования показателей сравнительной эффективности сельскохозяйственного производства / Я. Н. Бречко [и др.] // Проблемы научного обеспечения современного развития АПК: вопросы теории и методологии / Ин-т систем. исслед. в АПК Нац. акад. наук Беларуси; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск, 2015. – Гл. 3, § 3.5. – С. 116–122.
8. Блауг, М. Экономическая мысль в ретроспективе / М. Блауг; пер. с англ. О. В. Буклемишева [и др.]. – М. : Акад. нар. хоз-ва при Правительстве Рос. Федерации; Дело Лтд, 1994. – 687 с.
9. Вклад аграрной экономической науки в обеспечение продовольственной безопасности страны : материалы круглого стола, Минск, 28 сент. 2017 г. / Ин-т систем. исслед. в АПК Нац. акад. наук Беларуси. – Минск : Ин-т систем. исслед. в АПК Нац. акад. наук Беларуси, 2017. – 191 с.
10. Бречко, Я. Н. Направления повышения эффективности растениеводства в Республике Беларусь / Я. Н. Бречко // Актуальные вопросы экономики и агробизнеса : сб. ст. IX Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 1–2 марта 2018 г. : в 4 т. / Брян. гос. аграр. ун-т; отв. ред. О. В. Дьяченко. – Брянск, 2018. – Ч. 1. – С. 84–89.
11. Исследование научных основ интенсификации растениеводства в различных почвенно-экологических условиях на современном этапе / Я. Н. Бречко [и др.] // Современные проблемы устойчивого развития АПК: вопросы теории и методологии / Ин-т систем. исслед. в АПК Нац. акад. наук Беларуси; под ред. В. Г. Гусакова. – Минск, 2017. – Гл. 3, § 3.2. – С. 84–92.
12. Гусаков, В. Как обеспечить устойчивость, конкурентность и эффективность национального АПК / В. Гусаков // Аграр. экономика. – 2020. – № 2 (297). – С. 3–11.
13. Гусаков, В. Г. Конкурентоустойчивое развитие производства продуктов здорового питания в предприятиях пищевой промышленности Беларуси / В. Г. Гусаков, А. В. Пилипук; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т систем. исслед. в АПК НАН Беларуси. – Минск : Беларус. навука, 2018. – 367 с.
14. Гусаков, Г. В. Комплексная система управления продовольственной безопасностью / Г. В. Гусаков. – Минск : Беларус. навука, 2018. – 211 с.
15. Продовольственная безопасность Республики Беларусь: достижения и перспективы / А. В. Пилипук [и др.] // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. аграр. навук. – 2020. – Т. 58, № 1. – С. 24–41. <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2020-58-1-24-41>
16. Подсистема Белорусской космической системы дистанционного зондирования Земли. Мониторинг земельного фонда / Н. П. Бобер [и др.] // Земля Беларуси. – 2018. – № 2. С. 23–24.
17. Земельный фонд и перспективы его использования / В. В. Гракун [и др.] // Научные системы ведения сельского хозяйства Республики Беларусь / Нац. акад. наук Беларуси, М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь; редкол.: В. Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2020. – Гл. 2, § 2.1. – С. 60–67.
18. Лапа, В. В. Модели прогнозирования пригодности почвенного покрова для различных целей сельскохозяйственного использования / В. В. Лапа, Д. В. Матыченко // Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия : сб. докл. XV Междунар. науч.-практ. конф. Кур. отд-ния МОО «Общество почвоведов имени В. В. Докучаева», г. Курск, 28–29 мая 2020 г. / Кур. федер. аграр. науч. центр. – Курск, 2020. – С. 214–216.

19. Lana, V.B. Продуктивность сельскохозяйственных культур и применение минеральных удобрений в Республике Беларусь / В.В. Лапа, Е.Г. Мезенцева, О.Г. Кулеш // Почвоведение и агрохимия. – 2020. – №1 (64). – С. 7–14.
20. Гусаков, Г. Сельское хозяйство: прошлое, настоящее, будущее / Г. Гусаков // Наука и инновации. – 2019. – №5 (195). – С. 68–73.
21. Гусаков, Г. Сельское хозяйство: прошлое, настоящее, будущее / Г. Гусаков // Наука и инновации. – 2019. – №6 (196). – С. 69–74.
22. Гусаков, Г. Экологизация сельского хозяйства: мифы и реальность / Г. Гусаков // Наука и инновации. – 2020. – №2 (204). – С. 24–31.
23. Lana, V.B. Перспективы повышения плодородия почв пахотных земель Беларуси (по материалам второго тура кадастровой оценки) / В.В. Лапа, Л.И. Шибут, Т.Н. Азаренок // Почвоведение и агрохимия. – 2018. – №2 (61). – С. 7–14.
24. Lana, V.B. Плодородие почв – основа устойчивого развития аграрной отрасли Республики Беларусь / В.В. Лапа // Земледелие и защита растений. – 2018. – Прил. к №2. – С. 3–9.

References

1. Lapa V.V., Mikhailovskaya N.A., Pogirnikskaya T.V. Enzymatic diagnostics of soil and its application for standardization of fertilizer load. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2018, no. 3 (118), pp. 26-28 (in Russian).
2. Lapa V.V., Azarenok T.N., Shul'gina S.V., Shibus L.I., Matychenkov D.V., Matychenkova O.V., Dydysko S.V., Tsybul'ko N.N., Ustinova A.M., Tsyribko V.B. *Soils of the Republic of Belarus*. . Minsk, IVTs Minfina Publ., 2019. 632 p. (in Russian).
3. Bel'skii V.I., Brechko Ya.N., Bondarchuk V.F., Sednev E.V., Meleshchenya D.I., Makrak S.V., Cheplyanskaya N.M., Artyushevskii N.V., Apal'kova I.F. *Comparative efficiency of agricultural production in the context of regions of the Republic of Belarus*. Minsk, The Institute of System Studies in the Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 2010. 106 p. (in Russian).
4. Brechko Ya.N., Makrak S.V., Cheplyanskaya N.M. Analysis of the development of the plant growing industry in the Republic of Belarus for the period 2011–2017 and ways to improve its efficiency. *Molodezh' i nauchno-tekhnicheskii progress: sbornik dokladov XI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii studentov, aspirantov i molodykh uchenykh, Gubkin, 19 aprelya 2018 g.* [Youth and scientific and technological progress: a collection of papers of the XI International scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists, Gubkin, April 19, 2018]. Gubkin; Stary Oskol, 2018, vol. 2, pp. 92-94 (in Russian).
5. Gusakov V.G. (ed.). *A set of urgent measures to improve the efficiency of agricultural production in the context of the implementation of the state program for the revival and development of the village for 2005-2010*. Minsk, The Institute of Economics of the National Academy of Sciences of Belarus, 2008. 255 p. (in Russian).
6. Brechko Ya.N. Normative criteria for the cultivation of agricultural crops. *Sovremennye tekhnologii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh statei po materialam XX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Grodno, 21 aprelya, 12 maya, 19 maya 2017 g.)*. *Ekonomika. Bukhgalterskii uchet. Obshchestvennye nauki* [Modern technologies of agricultural production: a collection of scientific articles based on the materials of the XX International scientific and practical conference (Grodno, April 21, May 12, May 19, 2017). Economy. Accounting. Social Sciences]. Grodno, 2017, pp. 18-20 (in Russian).
7. Brechko Ya.N., Golovach A.A., Makrak S.V., Sednev E.V., Ivanovich E.A. Research of methodology of the formation of indicators of the comparative efficiency of agricultural production. *Problemy nauchnogo obespecheniya sovremennogo razvitiya APK: voprosy teorii i metodologii* [Problems of scientific support of modern development of the agro-industrial complex: questions of theory and methodology]. Research of the methodology for the formation of indicators of the comparative efficiency of agricultural production / Problems of scientific support of modern development of the agro-industrial complex: questions of theory and methodology /.
8. Blaug M. *Economic theory in retrospect*. Cambridge, Cambridge University Press, 1985. 737 p.
9. *The contribution of agrarian economic science to ensuring food security of a country: proceedings of a round table, Minsk, September 28, 2017*. Minsk, The Institute of System Studies in the Agro-Industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus, 2017. 191 p. (in Russian).
10. Brechko Ya.N. Directions for increasing the efficiency of crop production in the Republic of Belarus. *Aktual'nye voprosy ekonomiki i agrobiznesa: sbornik statei IX Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Bryansk, 1–2 marta 2018 g.* [Actual issues of economics and agribusiness: a collection of articles of the IX International scientific and practical conference, Bryansk, March 1-2, 2018]. Bryansk, 2018, pt. 1, pp. 84-89 (in Russian).
11. Brechko Ya.N., Goloovach A.A., Makrak S.V., Sednev E.V., Cheplyanskaya N.M. Investigation of the scientific foundations of intensification of crop production in various soil and ecological conditions at the present stage. *Sovremennye problemy ustoychivogo razvitiya APK: voprosy teorii i metodologii* [Modern problems of sustainable development of the agro-industrial complex: questions of theory and methodology]. Minsk, 2017, pp. 84-92 (in Russian).
12. Gusakov V. How to ensure the stability, competitiveness and efficiency of the national Agroindustrial complex. *Agrarnaya ekonomika = Agrarian Economics*, 2020, no. 2 (297), pp. 3-11 (in Russian).
13. Gusakov V.G., Pilipuk A.V. *Competitive development of healthy food production in food industry enterprises of Belarus*. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2018. 367 p. (in Russian).
14. Gisakov G.V. *Integrated food safety management system*. Minsk, Belaruskaya navuka Publ., 2018. 211 p. (in Russian).

15. Pilipuk A.V., Gusakov G.V., Karpovich N.V., Yonchik L.T., Lobanova L.A., Svistun O.V. Food security of the Republic of Belarus: achievements and prospects. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya agrarnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Agrarian series*, 2020, vol. 58, no. 1, pp. 24-41 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1817-7204-2020-58-1-24-41>

16. Bober N., Tereneva A., Sharokh N., Kosilo A., Strashko I. The subsystem of the Belarusian space system for the Earth remote sensing. Monitoring of the land fund. *Zemlya Belarusi = Land of Belarus*, 2018, no. 2, pp. 23-24 (in Russian).

17. Grakun V.V., Lapa V.V., Azarenok T.N., Matychenkova O.V., Shibut L.I. The land fund and prospects for its use. *Nauchnye sistemy vedeniya sel'skogo khozyaistva Respubliki Belarus'* [Scientific farming systems of the Republic of Belarus]. Minsk, 2020, pp. 60-67 (in Russian).

18. Lapa V.V., Matychenkov D.V. Models for predicting the suitability of soil cover for various purposes of agricultural use. *Aktual'nye problemy pochvovedeniya, ekologii i zemledeliya: sbornik dokladov XV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii Kurskogo otdeleniya MOO «Obshchestvo pochvovedov imeni V.V. Dokuchaeva», g. Kursk, 28-29 maya 2020 g.* [Actual problems of soil science, ecology and agriculture: a collection of reports of the XV International scientific-practical conference of the Kursk branch of the Society of Soil Scientists n.a. V.V. Dokuchaev, Kursk, May 28-29, 2020]. Kursk, 2020, pp. 214-216 (in Russian).

19. Lapa V.V., Mezentseva E.G., Kulesh O.G. Productivity of agricultural crops and application of mineral fertilizers in the republic of Belarus. *Pochvovedenie i agrokimiya = Soil Science and Agrochemistry*, 2020, no. 1 (64), pp. 7-14 (in Russian).

20. Gusakov G. Agriculture: past, present, future. *Nauka i innovatsii = Science & Innovations*, 2019, no. 5 (195), pp. 68-73 (in Russian).

21. Gusakov G. Agriculture: past, present, future. *Nauka i innovatsii = Science & Innovations*, 2019, no. 6 (196), pp. 69-74 (in Russian).

22. Gusakov G. Greening of agriculture: myths and reality. *Nauka i innovatsii = Science & Innovations*, 2020, no. 2 (204), pp. 24-31 (in Russian).

23. Lapa V.V., Shibut I., Azarenok T.N. Prospects for increasing soil fertility in arable land in Belarus (based on the second round of the cadastral valuation). *Pochvovedenie i agrokimiya = Soil Science and Agrochemistry*, 2018, no. 2 (61), pp. 7-14 (in Russian).

24. Lapa V.V. Soil fertility as the basis for sustainable development of the agricultural sector of the Republic of Belarus. *Zemledelie i zashchita rastenii = Agriculture and Plant Protection*, 2018, suppl. no. 2, pp. 3-9 (in Russian).

Информация об авторах

Лана Виталий Витальевич – академик, доктор с.-х. наук, профессор, директор, Институт почвоведения и агрохимии, Национальная академия наук Беларуси (ул. Казинца, 90, 220108 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: brissagro@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-7036-0568>

Пилипук Андрей Владимирович – доктор экономических наук, профессор, директор, Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси (ул. Казинца, 103, 220108 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: pilipuk@list.ru

Гусаков Гордей Владимирович – кандидат экономических наук, заместитель директора, Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси (ул. Казинца, 103, 220108 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: gordei.v.gusakov@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-5746-3642>.

Бречко Ярослав Николаевич – заведующий сектором, Институт системных исследований в АПК Национальной академии наук Беларуси (ул. Казинца, 103, 220108 г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: brechkojar@mail.ru

Information about the authors

Vitaliy V. Lapa - Academician, D. Sc. (Agricultural), Professor. The Institute for Soil Science and Agrochemistry, the National Academy of Sciences of Belarus (90 Kazintsa Str., Minsk 220108, Republic of Belarus). E-mail: brissagro@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-7036-0568>

Andrey V. Pilipuk - D. Sc. (Economic), Professor. The Institute of System Research in Agro-Industrial Complex of National Academy of Sciences of Belarus (103 Kazintsa Str., Minsk 220108, Republic of Belarus). E-mail: pilipuk@list.ru

Gordei V. Gusakov - Ph.D. (Economic). The Institute of System Research in Agro-Industrial Complex of National Academy of Sciences of Belarus (103 Kazintsa Str., Minsk 220108, Republic of Belarus). E-mail: gordei.v.gusakov@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-5746-3642>.

Jaroslav N. Brechko - The Institute of System Researches in Agro-industrial Complex of the National Academy of Sciences of Belarus (103, Kazintsa Str., Minsk 220108, Republic of Belarus). E-mail: brechkojar@mail.ru.