



Оригинальная статья / Original article

УДК 504.6:63504.6:556.18

DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-99-119

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

¹Николай Н. Новиков, ¹Николай Т. Сорокин, ¹Николай Н. Грачев*,
¹Иван С. Машков, ¹Маргарита Э. Денисова, ¹Василий С. Никитин,
¹Мария М. Варфоломеева, ²Владимир Ф. Евтюхин

¹Институт технического обеспечения сельского хозяйства –
филиал ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
Рязань, Россия, vnims@rambler.ru

²ООО «Экопромпроект», Рязань, Россия

Резюме. Цель – оценка экологической опасности и охраны труда для осуществления наиболее эффективных способов защиты работников и окружающей среды от воздействия опасных и вредных факторов при использовании средств химизации в сельском хозяйстве. **Методы:** монографический, абстрактно-логический, математического и лингвистического моделирования, расчетно-конструктивный, теории вероятностей, экспертных оценок и др. **Результаты.** Разработана модель комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в сельском хозяйстве, включающая девять блоков оценки: 1) загрязнения почв пестицидами, агрохимикатами и тяжелыми металлами; 2) баланса азота, фосфора и калия, обеспечивающего охрану окружающей среды; 3) нагрузки скота на пастбищные угодья; 4) соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов; 5) опасности отходов и побочных продуктов; 6) производства экологически безопасной продукции; 7) условий труда на рабочем месте; 8) уровня инвестиций в охрану труда, окружающей среды и экологически безопасной продукции; 9) уровня экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения. **Заключение.** Модель проверена в условиях работы ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области в ручном режиме и может быть основой для реализации информационно-компьютерной технологии оценки.

Ключевые слова: экологические и профессиональные риски, сельское хозяйство, модель комплексной оценки, органическое земледелие, совершенствование управления экологической безопасностью и охраной труда.

Формат цитирования: Новиков Н.Н., Сорокин Н.Т., Грачев Н.Н., Машков И.С., Денисова М.Э., Никитин В.С., Варфоломеева М.М., Евтюхин В.Ф. Модель комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в сельском хозяйстве в условиях развития органического земледелия // Юг России: экология, развитие. 2019. Т.14, N2. С.99-119. DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-99-119



ENVIRONMENTAL HAZARDS AND LABOUR PROTECTION IN AGRICULTURE WITH THE ORGANIC FARMING DEVELOPMENT: A MODEL OF INTEGRATED ASSESSMENT

¹Nikolai N. Novikov, ¹Nikolai T. Sorokin, ¹Nikolai N. Grachev*,
¹Ivan S. Mashkov, ¹Margarita E. Denisova, ¹Vasiliy S. Nikitin,
¹Maria M. Varfolomeeva, ²Vladimir F. Evtyukhin

¹Institute for Technical Provision of Agriculture (branch of Federal Scientific
Agroengineering Center VIM), Ryazan, Russia, vnims@rambler.ru

²Ecopromproject, Ryazan, Russia

Abstract. The *aim* of the research is the assessment of environmental hazards and occupational safety to implement the most effective ways to protect workers, the environment from the effects of hazardous and harmful factors when using chemicals in agriculture. **Research methods:** monographic, abstract-logical, mathematical and logical-linguistic modeling, computational-constructive, probability theory, expert estimates, etc. **Results:** a model of integrated assessment of environmental hazards and labor protection in agriculture, including nine assessment blocks: 1) soil contamination by pesticides, agrochemicals and heavy metals; 2) the balance of nitrogen, phosphorus and potassium, ensuring environmental protection; 3) the load of livestock on pastures; 4) the ratio of stabilizing and destabilizing factors; 5) the risk of waste and by-products; 6) the production of environmentally safe products; 7) working conditions in the workplace; 8) the level of investment in labor protection, environment and environmentally safe products; 9) the level of environmental culture and culture of labor protection of workers and the population. **Conclusion:** the Model is tested in the working conditions of LLC "Malinichi" of the Pronsky district of the Ryazan region in manual mode and can be the basis for the implementation of information and computer technology assessment.

Keywords: environmental and occupational risks, agriculture, integrated assessment model, organic farming, improvement of environmental safety and labor protection management.

For citation: Novikov N.N., Sorokin N.T., Grachev N.N., Mashkov I.S., Denisova M.E., Nikitin V.S., Varfolomeeva M.M., Evtyukhin V.F. Environmental hazards and labour protection in agriculture with the organic farming development: a model of integrated assessment. *South of Russia: ecology, development*. 2019, vol. 14, no. 2, pp. 99-119. (In Russian) DOI: 10.18470/1992-1098-2019-2-99-119

ВВЕДЕНИЕ

Загрязнение природных ресурсов аграрным производством, промышленными, строительными и другими предприятиями ведет к профессиональным заболеваниям работников, снижению плодородия почв и их продуктивности, ухудшению качества воды, атмосферы, что снижает качество сельскохозяйственной продукции. Экологические проблемы сегодня являются одними из наиболее важных и глобальных. В указе Президента РФ №204 от 07.05.2018 года «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года» поручается Правительству РФ разработать до 01.10.2018 года национальные проекты (программы) в числе которых экология и здравоохранение.

Статистические данные о загрязнении почв пестицидами свидетельствуют о том, что допустимая концентрация пестицидов превышена на 90% площадей Волгоградской и Иркутской областей, на 64% площадей Краснодарского края, на 15% площадей Цен-



трально-Черноземного района и в Новосибирской области: в отдельных зонах превышение составляет от 20 до 192 ПДК.

Эти загрязнения, поступая по трофическим цепям в организм человека, ведут к профессиональным заболеваниям работников и наносят немалый ущерб здоровью. Например, если в 1959 г. на душу населения в СССР приходилось 5 кг химических продуктов, применяемых в сельском хозяйстве, то детей с генетическими отклонениями родилось 0,74% от общего числа. В 1983 г. масса химических препаратов, поступающих на сельскохозяйственные угодья страны, возросла до 25 кг на душу населения, и число детей, родившихся с генетическими нарушениями, возросло до 16,5% [1].

Ухудшающаяся экологическая ситуация и рост профессиональных заболеваний работников сельского хозяйства, связанные с использованием средств химизации, требуют углубленного исследования данных проблем. Поэтому вопросы оценки экологической опасности и охраны труда с разработкой мероприятий по их снижению являются весьма актуальными.

Ученые Института технического обеспечения сельского хозяйства (ИТОСХ) – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ разработали методику комплексной оценки показателей экологической опасности и охраны труда в условиях развития органического земледелия [2; 3].

Комплексная оценка показателей экологической опасности и охраны труда является весьма трудоемкой процедурой и поэтому требует разработки соответствующих моделей с дальнейшей реализацией их с помощью информационно-компьютерных технологий.

Обоснование методов моделирования данной задачи выполнено в работе [4].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Общая характеристика модели

Модель комплексной оценки экологической опасности и охраны труда разработана для создания информационно-компьютерной технологии и состоит из 9 блоков:

1. Оценки загрязнения почв пестицидами, агрохимикатами и тяжелыми металлами;
2. Оценки баланса азота, фосфора и калия обеспечивающего охрану окружающей среды;
3. Оценки нагрузки скота на пастбищные угодья;
4. Оценки соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов;
5. Оценки опасности отходов и побочных продуктов;
6. Оценки производства экологически безопасной продукции;
7. Оценки условий труда на рабочем месте;
8. Оценки уровня инвестиций в охрану труда, окружающей среды и экологически безопасной продукции;
9. Оценки экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения.

В данной модели используются комплекс задач «Специальная оценка условий труда», разработанного УФНПР НИИ «Охрана труда» (г. Иваново), в части результатов специальной оценки условий труда для целей разрабатываемого комплекса, а также математические модели задач по расчету баланса азота, фосфора и калия, разработанного учеными ФГБНУ ВНИМС [5; 6].

Разработка модели начинается с подготовки перечней и идентификаторов входной (табл. 1-10) и выходной информации (табл. 11-16).



Таблица 1

Перечень пестицидов и их идентификаторы по видам продукции и почве
(фрагмент полного перечня)

Table 1

List of pesticides and their identifiers by product and soil (fragment of the full list)

Наименование пестицидов Pesticide	Идентификаторы фактического / нормативного*) содержания пестицидов в продукции и почве Identifiers of actual / normative *) content of pesticides in products and soil							
	Мясная Meat	Рыбная Fish	Мо- лочная Dairy	Зерно Grain	Овощи Vegetables	Фрук- ты Fruits	Соки Juices	Почва Soil
Абамектин (инсектицид, акарицид) Abamectin (insecticide, acaricide)	П _{1м} / П _{1мн}	-/-	П _{1мп} / П _{1мпн}	-/-	П _{1ов} / П _{1овн}	П _{1ф} / П _{1фн}	-/-	П ₁ / П _{1п}
Бенсултап (инсектицид) Bensultap (insecticide)	П _{4м} / П _{4мн}	-/-	-/-	П _{4зх} / П _{4зхн}	П _{4ов} / П _{4овн}	-/-	-/-	П ₄ / П _{4п}
Малатион (инсектицид, акарицид) Malathion (insecticide, acaricide)	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	П _{7со} / П _{7со} н	-/-
Циперметрин (включая альфа-, бета- и зета-) (инсектицид) Cypermethrin (including alpha-, beta- and zeta-) (insecticide)	-/-	П _{8р} / П _{8рн}	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-

*) Нормативы содержания пестицидов в продукции и почве взяты из гигиенических нормативов [7-9].

*) Standards of pesticide content in products and soil are taken from hygienic standards [7-9].

Таблица 2

Перечень тяжелых металлов и их идентификаторы по видам продукции
и почве (фрагмент полного перечня)

Table 2

List of heavy metals and their identifiers by product and soil (fragment of the full list)

Наименование тяжелых металлов Heavy metal	Идентификаторы фактического / нормативного*) содержания тяжелых металлов в продукции и почве Identifiers of actual / normative*) content of heavy metals in products and soil							
	Мяс- ная Meat	Рыбная Fish	Мо- лочная Dairy	Зерно Grain	Овощи Vegeta- bles	Фрукты Fruits	Соки Juices	Почва Soil
Ртуть Mercury	Т _{1м} / Т _{1мн}	Т _{1р} / Т _{1рн}	Т _{1мп} / Т _{1мпн}	Т _{1хз} / Т _{1хзн}	Т _{1ов} / Т _{1овн}	Т _{1ф} / Т _{1фн}	Т _{1сн} / Т _{1снн}	М ₁ / М _{1п}
Кадмий Cadmium	Т _{2м} / Т _{2мн}	Т _{2р} / Т _{2рн}	Т _{2мп} / Т _{2мпн}	Т _{2хз} / Т _{2хзн}	Т _{2ов} / Т _{2овн}	Т _{2ф} / Т _{2фн}	Т _{2сн} / Т _{2снн}	М ₂ / М _{2п}
Свинец Lead	Т _{3м} / Т _{3мн}	Т _{3р} / Т _{3рн}	Т _{3мп} / Т _{3мпн}	Т _{3хз} / Т _{3хзн}	Т _{3ов} / Т _{3овн}	Т _{3ф} / Т _{3фн}	Т _{3сн} / Т _{3снн}	М ₃ / М _{3п}
Мышьяк Arsenic	Т _{4м} / Т _{4мн}	Т _{4р} / Т _{4рн}	Т _{4мп} / Т _{4мпн}	Т _{4хз} / Т _{4хзн}	Т _{4ов} / Т _{4овн}	Т _{4ф} / Т _{4фн}	Т _{4сн} / Т _{4снн}	М ₄ / М _{4п}



**) Нормативы содержания тяжелых металлов в продукции и почве взяты из гигиенических нормативов [10].*

**) Standards of heavy metals content in products and soil are taken from hygienic standards [10].*

Таблица 3

Перечень и идентификаторы информации по балансу азота, фосфора, калия

Table 3

List and identifiers of information on the balance of nitrogen, phosphorus, potassium

Номер поля и культура Field number and culture	Плано- вая уро- жай- ность Planned yield	Предше- ственник Predeces- sor	Доза внесения органиче- ских удобрений Dose of organic fertilizers	Результаты агрохимического обследования Results of agrochemical analysis		
				Азот Nitro- gen	Фосфор Phospho- rus	Калий Potas- sium
№ 1 – пшеница озимая No. 1 – winter wheat	Уп	Пр ₁	Д ₁ орг	А ₁	Ф ₁	К ₁
№ 2 – ячмень яровой No. 2 – spring barley	Уя	Пр ₂	Д ₂ орг	А ₂	Ф ₂	К ₂
№ 3 – кукуруза на зелень No. 3 – green maize	Ук	Пр ₃	Д ₃ орг	А ₃	Ф ₃	К ₃
№ 4 – рожь озимая No. 4 – winter rye	Ур	Пр ₄	Д ₄ орг	А ₄	Ф ₄	К ₄
№ 5 – овес No. 5 – oats	Уо	Пр ₅	Д ₅ орг	А ₅	Ф ₅	К ₅
№ n No. n	Уn	Прn	Дnорг	Аn	Фn	Кn

Таблица 4

Перечень и идентификаторы информации по переводу скота в условные головы

Table 4

**List and identifiers of information on converting livestock numbers
into livestock units**

Показатели Indicators	Идентификаторы / Identifiers	
	Группы животных Animal group	Коэффициент перевода в условные головы Conversion factor for livestock units
Крупный рогатый скот: / Cattle:		
Коровы / Cows	Ко	ККо
Быки – производители / Sires	Бп	КБп
Нетели / Heifers	Не	КНе
Молодняк 1-2 лет Young cattle, 1-2 years of age	М ₁	КМ ₁
Молодняк 6-12 месяцев Young cattle, 6-12 months of age	М ₂	КМ ₂
Молодняк до 6 месяцев Young cattle, up to 6 months of age	М ₃	КМ ₃
Свиньи / Pigs:		
Свиноматки основные / Main sows	Св	КСв
Хряки – производители / Stud boars	Хр	КХр
Свиноматки проверяемые / Sows under check	Свп	КСвп



Ремонтный молодняк / Replacement pigs	Рм	КРм
Поросята до 2 месяцев Piglets, up to 2 months of age	По	КПо
Подсвинки на откорме 2-8 мес. Gilts being fattened, 2-8 months of age	П ₁	КП ₁
Подсвинки на откорме 2-11 мес. Gilts being fattened, 2-11 months of age	П ₂	КП ₂
Овцы / Sheep:		
Овцематки / Ewes	Ов	КОв
Бараны-производители / Rams	Бпр	КБпр
Валухи / Wethers	Ва	КВа
Молодняк 1-2 лет Yearlings, 1-2 years of age	Мо	КМо
Молодняк до года Lambs, up to a year of age	Мол	КМол
Лошади / Horses:		
Взрослые / Adults	Вз	КВз
Молодняк 2-3 лет Young horses, 2-3 years of age	Мк	КМк
Молодняк 1-2 лет Yearlings, 1-2 years of age	Мк ₁	КМк ₁
Молодняк до 1 года Foals, up to a year of age	Мко	КМко

Таблица 5

Перечень и идентификаторы информации по расчету нагрузки скота на пастбище

Table 5

List and identifiers of information on the calculation of grazing pressure on a pasture

Показатели / Indicators	Идентификаторы / Identifiers
Площадь пастбищ / Pasture area	Ппас
Урожай зеленой массы с 1 га пастбища за летний период Fresh yield per 1 ha of pasture over the summer period	У
Потребность пастбищного корма на 1 условную голову в сутки Pasture forage for 1 livestock unit per day	К
Продолжительность использования пастбища Duration of pasture use	Д
Коэффициент страхового фонда площади пастбища Coefficient of pasture reserve area	Ксф
Критериальный балл нагрузки: Level of grazing pressure:	
Нормальная / Normal	Бнор
Повышенная / Increased	Бпов
Высокая / High	Бвыс



Таблица 6

Перечень и идентификаторы информации по расчету соотношения
стабилизирующих и дестабилизирующих факторов

Table 6

List and identifiers of information on the calculation of the ratio between stabilizing and
destabilizing factors

Показатели Indicators	Стабилизирующие факторы Stabilizing factors					Дестабилизирующие факторы Destabilizing factors				
	Сенокосы Hayfield	Пастбища Pastures		Сенокосы Hayfield	Пастбища Pastures		Сенокосы Hayfield	Пастбища Pastures		Сенокосы Hayfield
Идентификаторы Identifiers	Сен	Пас	Идентификаторы Identifiers	Сен	Пас	Идентификаторы Identifiers	Сен	Пас	Идентификаторы Identifiers	Сен

Таблица 7

Перечень и идентификаторы показателей соотношения стабилизирующих
и дестабилизирующих факторов

Table 7

List and identifiers of indicators of the ratio between stabilizing and destabilizing factors

Показатели Indicators	Идентификаторы / Identifiers	
	Показатели соотношения Ratio indicators	Значение показателей соотношения Value of ratio indicators
Оптимальное Optimal	Опт	Оптимальное Optimal
Слегка дестабилизирующее Slightly destabilizing.	СД	Слегка дестабилизирующее Slightly destabilizing.
Дестабилизирующее Destabilizing	Дес	Дестабилизирующее Destabilizing
Сильно дестабилизирующее Highly destabilizing	Сдес	Сильно дестабилизирующее Highly destabilizing

Таблица 8

Перечень и идентификаторы классов опасности отходов

Table 8

List of identifiers for classes of hazardous waste

Показатели Indicators	Класс опасности ^{*)} отходов Class of waste hazard ^{*)}				
	I	II	III	IV	V
Идентификаторы Identifiers	K _o ¹	K _o ²	K _o ³	K _o ⁴	K _o ⁵

^{*)} Определяется в соответствии с «Критериями отнесения отходов к I–V классам по степени негативного воздействия на окружающую среду», Приказ Минтруда России от 4.12.2014 г. № 536.



**Determined in accordance with the "Criteria for classifying waste as I – V classes according to the degree of their negative environmental impact", Order of the RF Ministry of Labour No. 536 passed December 4, 2014.*

Таблица 9

**Перечень и идентификаторы информации по уровню инвестиций
в охрану труда (ОТ), окружающей среды (ОС), экологически безопасную
продукцию (ЭБП)**

Table 9

**List and identifiers of information on the level of investments
in the labour protection (LP), environment protection (EP) and
environmentally safe products (ESP)**

Наименование показателя Indicator	Идентификаторы Identifiers
Объем производства валовой продукции Volume of gross output	Опвп
Расходы на ОТ, ОС, ЭБП Investment in LP, EP and ESP	Роот
Нормативный уровень инвестиций в ОТ, ОС, ЭБП: Normative level of investments in LP, EP, ESP:	
Низкий / Low	Унин
Средний / Average	Унис
Высокий / High	Унив

Таблица 10

**Перечень и идентификаторы информации по уровню экологической
культуры работников и населения**

Table 10

**List and identifiers of information on the level of environmental culture
of workers and population**

Показатели Indicators	Идентификаторы уровней Identifiers of level		
	Высокий High	Средний Average	Низкий Low
Направленность на безопасное взаимодействие человека со средой обитания Focus on safe interaction between the man and the environment	НБв	НБс	НБн
Наличие комплекса знаний обеспечения экологической безопасности A set of knowledge ensuring environmental safety	НКЗв	НКЗс	НКЗн
Умение прогнозировать деятельность и ее результаты с позиций экологической безопасности Ability to predict activities and their results from the standpoint of environmental safety	УПв	УПс	УПн
Способность к видению экологических проблем Ability to identify environmental problems	СВв	СВс	СВн

Входная информация по определению условий труда готовится в соответствии с комплексом задач «Специальная оценка условий труда» по факторам производственной среды и трудового процесса (химические, биологические, физические).



Выходная информация Output information

Таблица 11

Показатели и идентификаторы уровня загрязнения почв
пестицидами и тяжелыми металлами

Table 11

Indicators and identifiers of soil contamination by pesticides and heavy metals

Показатели Indicators	Соответствует ДОК, ПДК Corresponds to permissible residual amount and threshold limit value	Превышает ДОК, ПДК до 2-х раз Exceeds permissible residual amount and threshold limit value by up to 2 times	Превышает ДОК, ПДК от 2-х до 5-ти раз и более Exceeds the permissible residual amount and threshold limit value by 2-5 times or more
Пестициды / Pesticides:			
Абамектин (инсектицид, акарицид) Abamectin (insecticide, acaricide)	П _{1с}	П _{1п}	П _{1п1}
Аверсектин С (инсектицид, акарицид) Aversectin C (insecticide, acaricide)	П _{2с}	П _{2п}	П _{2п2}
Циперметрин (включая альфа-, бета- и зета-) (инсектицид) Cypermethrin (including alpha-, beta- and zeta-) (insecticide)	П _{8с}	П _{8п}	П _{8п8}
Тяжелые металлы / Heavy metal:			
Ртуть / Mercury	М _{1с}	М _{1п}	М _{1п1}
Кадмий / Cadmium	М _{2с}	М _{2п}	М _{2п2}
Свинец / Lead	М _{3с}	М _{3п}	М _{3п3}
Мышьяк / Arsenic	М _{4с}	М _{4п}	М _{4п4}
Молибден / Molybdenum	М _{17с}	М _{17п}	М _{17п17}

Таблица 12

Показатели и идентификаторы уровня загрязнения продукции
пестицидами и тяжелыми металлами

Table 12

Indicators and identifiers of the level of pesticide and heavy metals contamination
of products

Показатели Indicators	Идентификаторы в мясной, рыбной, молочной, зерновой продукции, в овощах, фруктах, соках соответственно Identifiers in meat, fish, dairy, grain, vegetables, fruits, juices, respectively			
	Отсутствует Absent	Соответствует ПДК и ДОК Corresponds to threshold limit value and permissible residual amount	Превышает ПДК и ДОК до 10% Exceeds threshold limit value and permissible residual amount up to 10%	Превышает ПДК и ДОК более 10% Exceeds threshold limit value and permissible residual amount, more than 10%
1	2	3	4	5
Пестициды / Pesticides:				
1. Абамектин (инсектицид, акарицид) 1. Abamectin (insecticide, acaricide)	П _{1ом} , П _{1ор} , П _{1омп} , П _{1озх} , П _{1оов} , П _{1оф} , П _{1осо}	П _{1см} , П _{1ср} , П _{1смп} , П _{1сзх} , П _{1сов} , П _{1сф} , П _{1cco}	П _{1пм} , П _{1пр} , П _{1пмп} , П _{1пзх} , П _{1пов} , П _{1пф} , П _{1пco}	П _{1п1м} , П _{1п1р} , П _{1п1мп} , П _{1п1зх} , П _{1п1ов} , П _{1п1ф} , П _{1п1co}
2. Аверсектин С (инсектицид, акарицид) 2. Aversectin C (insecticide, acaricide)	П _{2ом} , П _{2ор} , П _{2омп} , П _{2озх} , П _{2оов} , П _{2оф} , П _{2осо}	П _{2см} , П _{2ср} , П _{2смп} , П _{2сзх} , П _{2сов} , П _{2сф} , П _{2cco}	П _{2пм} , П _{2пр} , П _{2пмп} , П _{2пзх} , П _{2пов} , П _{2пф} , П _{2пco}	П _{2п2м} , П _{2п2р} , П _{2п2мп} , П _{2п2зх} , П _{2п2ов} , П _{2п2ф} , П _{2п2co}



Тяжелые металлы / Heavy metal:				
Ртуть / Mercury	M ₁ ом, M ₁ ор, M ₁ омп, M ₁ охз, M ₁ оов, M ₁ оф, M ₁ осн	M ₁ см, M ₁ ср, M ₁ смп, M ₁ схз, M ₁ сов, M ₁ сф, M ₁ ссн	M ₁ пм, M ₁ пр, M ₁ пмп, M ₁ пхз, M ₁ пов, M ₁ пф, M ₁ псн	M ₁ п ₁ м, M ₁ п ₁ р, M ₁ п ₁ мп, M ₁ п ₁ хз, M ₁ п ₁ ов, M ₁ п ₁ ф, M ₁ п ₁ сн
Кадмий / Cadmium	M ₂ ом, M ₂ ор, M ₂ омп, M ₂ охз, M ₂ оов, M ₂ оф, M ₂ осн	M ₂ см, M ₂ ср, M ₂ смп, M ₂ схз, M ₂ сов, M ₂ сф, M ₂ ссн	M ₂ пм, M ₂ пр, M ₂ пмп, M ₂ пхз, M ₂ пов, M ₂ пф, M ₂ псн	M ₂ п ₁ м, M ₂ п ₁ р, M ₂ п ₁ мп, M ₂ п ₁ хз, M ₂ п ₁ ов, M ₂ п ₁ ф, M ₂ п ₁ сн
Свинец / Lead	M ₃ ом, M ₃ ор, M ₃ омп, M ₃ охз, M ₃ оов, M ₃ оф, M ₃ осн	M ₃ см, M ₃ ср, M ₃ смп, M ₃ схз, M ₃ сов, M ₃ сф, M ₃ ссн	M ₃ пм, M ₃ пр, M ₃ пмп, M ₃ пхз, M ₃ пов, M ₃ пф, M ₃ псн	M ₃ п ₁ м, M ₃ п ₁ р, M ₃ п ₁ мп, M ₃ п ₁ хз, M ₃ п ₁ ов, M ₃ п ₁ ф, M ₃ п ₁ сн
Молибден / Molybdenum	M ₁₇ ом, M ₁₇ ор, M ₁₇ омп, M ₁₇ охз, M ₁₇ оов, M ₁₇ оф, M ₁₇ осн	M ₁₇ см, M ₁₇ ср, M ₁₇ смп, M ₁₇ схз, M ₁₇ сов, M ₁₇ сф, M ₁₇ ссн	M ₁₇ пм, M ₁₇ пр, M ₁₇ пмп, M ₁₇ пхз, M ₁₇ пов, M ₁₇ пф, M ₁₇ псн	M ₁₇ п ₁ м, M ₁₇ п ₁ р, M ₁₇ п ₁ мп, M ₁₇ п ₁ хз, M ₁₇ п ₁ ов, M ₁₇ п ₁ ф, M ₁₇ п ₁ сн

Таблица 13

Показатели и идентификаторы баланса азота, фосфора и калия,
обеспечивающие охрану окружающей среды

Table 13

Indicators and identifiers of the balance of nitrogen, phosphorus and
potassium ensuring protection of the environment

Показатели Indicators	Азот Nitrogen	Фосфор Phosphorus	Калий Potassium
Соответствует потребности под запланированный урожай Meets the needs for the planned yield	Асп	Фсп	Ксп
Превышает потребность под запланированный урожай Exceeds the need for the planned yield	Апп	Фпп	Кпп

Таблица 14

Показатели и идентификаторы опасных отходов и побочных продуктов

Table 14

Indicators and identifiers of hazardous wastes and by-products

Показатели Indicators	Экологиче- ская система не нарушена Ecosystem is intact	Экологическая система нарушена, период восстановления не менее 3 лет Ecosystem is upset, recovery period is not less than 3 years	Экологическая система нарушена, период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника Ecosystem is upset, at least a 10-year recovery period following the decrease in the influence of the existing source is required	Экологическая система сильно нарушена, период восстановления не менее 30 лет после полного устранения вредного источника воздействия Ecosystem is severely damaged, at least a 30-year recovery period following a complete elimination of the hazardous source is required	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует Ecosystem is irreversibly dam- aged. There is no recovery period
Иденти- фикаторы Identifiers	Эспс	Эсн3	Эсн10	Эссн	Эснн



Таблица 15

Показатели и идентификаторы условий труда на рабочем месте

Table 15

Indicators and identifiers of working conditions in the workplace

Показатели Indicators	Классы / Classes						
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
Идентификаторы Identifiers	K1	K2	K3.1	K3.2	K3.3	K3.4	K4

Показатели и идентификаторы уровня нагрузки скота на пастбищные угодья: нормальный – Ун; повышенный – Уп; высокий – Ув.

Показатели и идентификаторы соотношения дестабилизирующих и стабилизирующих факторов: не более 1.0 – оптимальное – Со; свыше 1.0-1.5 – слегка дестабилизирующее – Ссд; свыше 1.5 - 2.0 – дестабилизирующее – Сд; свыше 2.0 – сильно дестабилизирующее – Ссдс.

Показатели и идентификаторы уровня инвестиций в ОТ, ОС и ЭБП: низкий уровень – Уин; средний – Уис; высокий – Уив.

Таблица 16

Показатели и идентификаторы уровней сформированности экологической культуры

Table 16

Indicators and identifiers of levels of ecological culture formation

Показатели Indicators	Уровни сформированности экологической культуры Levels of ecological culture formation			
	Направленности на безопасное взаимодействие человека со средой обитания Focus on safe interaction between the man and the environment	Комплекса знаний обеспечения безопасности A set of knowledge ensuring environmental safety	Умения прогнозировать деятельность и ее результаты с позиций экологической безопасности Ability to predict activities and their results from the standpoint of environmental safety	Способности к видению проблем: Ability to identify environmental problems:
Высокий High	Унв	Узв	Уупв	Усвв
Средний Average	Унс	Узс	Уупс	Усвс
Низкий Low	Унн	Узн	Уупн	Усвн

Модель процесса оценки загрязнения почв сельскохозяйственной продукции пестицидами, тяжелыми металлами

Определение уровня загрязнения почв по n – видам пестицидов

$$\left. \begin{matrix} \text{Пнс} \\ \text{Ппп} \\ \text{Пппп} \end{matrix} \right\} = \left[\begin{matrix} \text{если } \text{Пн} \text{ соответствует } \text{Ппп} - \text{допустимому остаточному количеству, то } = 1 \text{ баллу} \\ \text{если } \text{Пн} \text{ превышает } \text{Ппп} \text{ до } 2\text{-х раз, то } = 30 \text{ баллов} \\ \text{если } \text{Пн} \text{ превышает } \text{Ппп} \text{ от } 2\text{-х до } 5 \text{ раз, то } = 50 \text{ баллов} \end{matrix} \right.$$

Определение уровня загрязнения почв по n – видам тяжелых металлов



$$\left. \begin{matrix} M_{nc} \\ M_{np} \\ M_{npi} \end{matrix} \right\} = \begin{cases} \text{если } M_{nc} \text{ соответствует } M_{nn} - \text{ПДК, то} = 1 \text{ баллу} \\ \text{если } M_{np} \text{ превышает ПДК } M_{nn} \text{ до } 2\text{-х раз, то} = 30 \text{ баллов} \\ \text{если } M_{npi} \text{ превышает ПДК } M_{nn} \text{ от } 2\text{-х до } 5 \text{ раз, то} = 50 \text{ баллов} \end{cases}$$

Определение уровня загрязнения мясной продукции по n –видам пестицидов

$$\left. \begin{matrix} P_{iom} \\ P_{icm} \\ P_{ipm} \\ P_{ipim} \end{matrix} \right\} = \begin{cases} \text{если } P_{nm} \text{ отсутствует, то} = 1 \text{ баллу} \\ \text{если } P_{nm} \text{ соответствует ДОК } P_{nmn}, \text{ то} = 20 \text{ баллов} \\ \text{если } P_{nm} \text{ превышает ДОК на } 10\% \text{ } P_{nmn}, \text{ то} = 50 \text{ баллов} \\ \text{если } P_{nm} \text{ превышает ДОК, более чем на } 10\% \text{ } P_{nmn}, \text{ то} = 150 \text{ баллов} \end{cases}$$

Аналогично определяются уровни загрязнения по рыбной, молочной продукции, в зерне и хлебе, овощах, фруктах, соках.

Определение уровня содержания в мясной продукции n – вида тяжелых металлов

$$\left. \begin{matrix} M_{iom} \\ M_{icm} \\ M_{ipm} \\ M_{ipim} \end{matrix} \right\} = \begin{cases} \text{если } T_{nm} \text{ отсутствует, то} = 1 \text{ баллу} \\ \text{если } T_{nm} \text{ соответствует ПДК } T_{nmn}, \text{ то} = 20 \text{ баллов} \\ \text{если } T_{nm} \text{ превышает ПДК } T_{nmn} \text{ на } 10\%, \text{ то} = 50 \text{ баллов} \\ \text{если } T_{nm} \text{ превышает ПДК } T_{nmn} \text{ более чем на } 10\%, \text{ то} = 150 \text{ баллов} \end{cases}$$

Аналогично определяются уровни загрязнения по рыбной, молочной продукции, в зерне и хлебе, овощах, фруктах, соках.

Оценки баланса азота, фосфора и калия, обеспечивающего охрану окружающей среды

Для определения баланса азота, фосфора и калия в почве, обеспечивающего охрану окружающей среды мы воспользовались математической моделью прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур, разработанный ФГБНУ ВНИМС [5; 6].

Она базируется на агрохимических показателях почвы поля (участка) по основным элементам питания, влияющим на урожайность: гумусу, фосфору, калию и кислотности.

Расчет потребности в гумусе, фосфоре и калии под запланированную урожайность осуществляется в общем виде по формуле:

$$Y_n = \frac{A_1 X_1 (1 + X_2)}{1 + A_2 X_2 + A_3 X_1 X_2}, \text{ где} \quad (1)$$

X_1 – содержание гумуса т/га (фосфора мг/100г, калия мг/100г);

A_1, A_2, A_3 – коэффициенты уравнения;

X_2 – агрегированная переменная (сумма всех источников поступления в почву: азот, фосфор, калий) кг.д.в.

При этом содержание гумуса в почвах в кг/га переводится в подвижный азот (в мг на 100г почвы) по формуле:

$$m_1 = \frac{m_2}{30 \times 0.3}, \text{ где} \quad (2)$$

m_1 – масса подвижного азота мг/100г почвы;

m_2 – масса подвижного азота, используемого растениями на урожай данного года кг/га;

30 – коэффициент перерасчета массы подвижного азота почвы в кг/ га, так как в 1 га пахотного слоя почвы, например, черноземных почв содержится $3 - 10^6$ кг почвы;

0.3 – коэффициент использования растениями подвижного азота.

Результаты расчетов потребности в азоте, фосфоре, калии под запланированную урожайность сравниваются с результатами агрохимических показателей почвы по гумусу, фосфору, калию и в соответствии с разработанным критерием [10] баланса азота,



фосфора, калия, обеспечивающего экологическую безопасность, делается оценка в баллах следующим образом:

по азоту:

если $A_{np} > A_{пп}$, то = 100 баллам,

если $A_{np} < A_{сп}$, то = 1 баллу

по фосфору:

если $P_{np} > P_{пп}$, то = 100 баллам,

если $P_{np} < P_{сп}$, то = 1 баллу

по калию:

если $K_{np} > K_{пп}$, то = 100 баллам,

если $K_{np} < K_{сп}$, то = 1 баллу

Модель процесса оценки нагрузки скота на пастбищные угодья

Определение нормального уровня нагрузки скота на 100 га пастбищных угодий

(Н):

$$H = \frac{Y \times K_{сф}}{K \times D} \times 100 \quad (3)$$

Определение количества условных голов скота в хозяйстве (УГ):

$УГ = K_o \times K_{Ко} + Бп \times K_{Бп} + Нe \times K_{Не} + M_1 \times K_{M_1} + M_2 \times K_{M_2} + M_3 \times K_{M_3} + Cв \times K_{Cв} + Xp \times K_{Xp} + Cвп \times K_{Cвп} + P_m \times K_{P_m} + По \times K_{По} + П_1 \times K_{П_1} + П_2 \times K_{П_2} + Ов \times K_{Ов} + Бпр \times K_{Бпр} + Ва \times K_{Ва} + Мо \times K_{Мо} + Мол \times K_{Мол} + В_3 \times K_{В_3} + M_k \times K_{M_k} + M_{k_1} \times K_{M_{k_1}} + M_{ко} \times K_{M_{ко}}$

Определение фактической нагрузки скота на пастбище (Нф):

$$H_f = \frac{УГ}{П_{пас}} \quad (4)$$

Оценка соответствия фактической нагрузки скота на пастбищные угодья нормальной в баллах.

Если $H_f = H$, то $У_n = 1$ балл

Если $H_f = H + 33$, то $У_n = 50$ баллам

Если $H_f = H > 250$, то $У_n = 150$ баллов.

Модель процесса оценки соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов

Определение площади стабилизирующих факторов (Пст):

$Пст = П_{пос} + М_{тр} + Д_{кн} + Вод$

Определение площади дестабилизирующих факторов (Пдст):

$Пдст = Оп + Зтер + Дор + Овр + Сот$

Определение соотношения C_f стабилизирующих и дестабилизирующих факторов и его оценка в баллах:

$$C_f = \frac{Пст}{Пдст} \begin{cases} \text{если } C_f = 1.0, \text{ то } C_o = 1 \text{ балл} \\ \text{если } C_f \text{ свыше } 1.0 - 1.5, \text{ то } C_{слд} = 20 \text{ баллов} \\ \text{если } C_f \text{ свыше } 1.5 - 2.0, \text{ то } C_d = 50 \text{ баллов} \\ \text{если } C_f \text{ свыше } 2.0, \text{ то } C_{сдес} = 100 \text{ баллов} \end{cases} \quad (5)$$

Модель процесса оценки опасности отходов и побочных продуктов

Определение класса опасности отходов в соответствии с критериями отнесения отходов в I – V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду. Эта информация и является входной.



$$\left. \begin{array}{l} \text{Эспс} \\ \text{Эснз} \\ \text{Эсн10} \\ \text{Эсн} \\ \text{Эснн} \end{array} \right\} = \left[\begin{array}{l} \text{если } K_0^1 = 5, \text{ то } = 1 \text{ балл} \\ \text{если } K_0^2 = 4, \text{ то } = 20 \text{ баллов} \\ \text{если } K_0^3 = 3, \text{ то } = 50 \text{ баллов} \\ \text{если } K_0^4 = 2, \text{ то } = 150 \text{ баллов} \\ \text{если } K_0^5 = 1, \text{ то } = 300 \text{ баллов} \end{array} \right] \quad (6)$$

Модель оценки условий труда на рабочем месте

Класс условий труда на рабочем месте определяется с помощью действующего программного комплекса «Специальная оценка условий труда», разработанного УФНПР НИИ «Охрана труда» (г. Иваново), который будет использован в данной модели.

Соответствие классов условий труда балльной оценке условий труда на рабочем месте устанавливается по результатам специальной оценки, выполненной с помощью этого программного комплекса.

$$\left. \begin{array}{l} K_1 \\ K_2 \\ K_{3.1} \\ K_{3.2} \\ K_{3.3} \\ K_{3.4} \\ K_4 \end{array} \right\} = \left[\begin{array}{l} 1 \text{ балл} \\ 2 \text{ балла} \\ 30 \text{ баллов} \\ 50 \text{ баллов} \\ 100 \text{ баллов} \\ 150 \text{ баллов} \\ 300 \text{ баллов} \end{array} \right] \quad (7)$$

Определение общего балла условий труда (K_{yo}) в конкретном предприятии

$$K_{yo} = \sum_i^n K_i \times P_i, \quad (8)$$

где n – количество классов условий труда;

K_i – балл условий труда на рабочем месте по i -му классу условий труда;

P_i – количество рабочих мест с i -тым классом условий труда.

Модели определения уровня инвестиций в охрану труда (ОТ),

окружающей среды (ОС) и экологически безопасной продукции (ЭБП)

Определение фактического уровня инвестиций ($Уф$) в ОТ, ОС и ЭБП.

$$Уф = \frac{Р_{оот}}{Опвп} \quad (9)$$

Оценка уровня инвестиций в ОТ, ОС и ЭБП в предприятии

$$\text{Если } Уф = \left[\begin{array}{l} У_{ин}, \text{ то } = 100 \text{ баллов} \\ У_{си}, \text{ то } = 50 \text{ баллов} \\ У_{ви}, \text{ то } = 1 \text{ балл} \end{array} \right] \quad (10)$$

Определение уровня экологической культуры работников и населения

Модель оценки экологической культуры базируется на результатах мониторинга работников и населения по критериям потребности в гармонизации отношений «общество-природа», теоретической подготовки по экологии, готовности к природоохранной деятельности, творческой активности в решении экологических проблем в данный момент времени.



Экологическая культура оценивается по каждому респонденту группой экспертов по каждому критерию и показателю и выводится средний уровень, что можно представить следующей логико-лингвистической моделью:

$$\begin{aligned}
 \text{Если НБ} &= \begin{cases} \text{НБв, то 1 балл} \\ \text{НБс, то 30 баллов} \\ \text{НБн, то 50 баллов} \end{cases} \\
 \text{Если НК} &= \begin{cases} \text{НКЗв, то 1 балл} \\ \text{НКЗс, то 30 баллов} \\ \text{НКЗн, то 50 баллов} \end{cases} \\
 \text{Если УП} &= \begin{cases} \text{УПв, то 1 балл} \\ \text{УПс, то 30 баллов} \\ \text{УПн, то 50 баллов} \end{cases} \\
 \text{Если СВ} &= \begin{cases} \text{СВв, то 1 балл} \\ \text{СВс, то 30 баллов} \\ \text{СВн, то 50 баллов} \end{cases}
 \end{aligned} \tag{11}$$

Далее выводится средний балл уровня экологической культуры по респонденту:

$$U_{\text{экс}} = \frac{\text{НБ} + \text{НК} + \text{УП} + \text{СВ}}{4} \tag{12}$$

Далее респонденты распределяются по уровням экологической культуры, при этом к высокому уровню относят респондентов, получивших 1 балл, к среднему уровню свыше 1 балла и до 30 баллов, к низкому уровню свыше 30 баллов и до 50 баллов. Таким образом, мы получаем структуру уровня экологической культуры работников в обследуемом предприятии.

Разработанная модель комплексной оценки экологической опасности и охраны труда прошла опытную проверку в ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области. Землепользование сельскохозяйственного предприятия ООО «Малинищи» расположено в северной части Пронского района Рязанской области. Пронский район входит в Юго-Западную природно-экономическую зону Рязанской области. Администрация предприятия находится в селе «Малинищи».

На территории предприятия находятся 3 населенных пункта – Малинищи, Гремяки, Добрая Слобода. Удаленность от Рязани составляет 20 км.

Почвы хозяйства представлены в основном серыми лесными. Общая земельная площадь составляет 8961 га. Полностью занята сельскохозяйственными угодьями, из них пашня – 8400 га, сенокосов – 234 га, пастбищ – 327 га.

Наибольшую посевную площадь занимают зерновые культуры, а именно яровые зерновые. Значительный удельный вес имеют многолетние травы и кукуруза на силос. Площадь, отведенная под картофель, занимает около 3% общей площади пашни.

ООО «Малинищи» специализируется на производстве продукции растениеводства и животноводства. Предприятие имеет зерно-молочное направление специализации. В период с 2005 по 2015 год зерно занимает основную долю в составе и структуре товарной продукции.

Основным направлением в животноводстве является разведение крупного рогатого скота. Количество крупного рогатого скота составляет 3500 голов, из них молочное стадо 700 голов.

Реки, протекающие через землепользование ООО «Малинищи», относятся к бассейну реки Ока. Речки Павловка и Казарь берут начало в северной части территории ООО «Малинищи». Речка Радбица протекает по юго-западной границе территории ООО



«Малинищи», реки Обалы, Гремячка, Ямна протекают в восточной части территории ООО «Малинищи» и впадают в реку Истья.

Большинство загрязнителей поступают в поверхностные воды со сточными водами, а также после смыва талыми и ливневыми водами. В подземные воды они могут мигрировать по почвенному профилю.

К основным источникам загрязнения почв и грунтовых вод относятся: бытовые стоки, нефтепродукты, сливаемые на землю при проведении ремонтных работ на площадках хозяйств, в поле, на дорогах, хранилища навоза, минеральные удобрения, гербициды и другие ядохимикаты, неправильно используемые на полях, а также соли тяжелых металлов.

Основными источниками загрязнения экосистемы ООО «Малинищи» являются предприятия теплоэнергетики (Рязанская ГРЭС, Рязанская ТЭЦ, Дягилевская ТЭЦ), металлургические предприятия («Рязцветмет», «Электроцветмет»), химический и нефтехимический комплексы (Рязанский нефтеперерабатывающий завод, АО «Виско-Р»), которые оказывали и оказывают наиболее сильное химическое воздействие на водную и почвенную экосистемы.

Один из наиболее токсичных элементов – свинец, в почвах содержится в значительных количествах, содержание свинца в корнеобитаемом слое почвы колеблется от 20-60 мг/кг. Содержание меди в среднем от 54 до 93 мг/кг, цинка в среднем от 30 до 200 мг/кг.

Наряду с вышеприведенными тяжелыми металлами зафиксировано присутствие оксида кадмия, ртути, хрома и других в количествах не превышающих ПДК.

Выполнено агрохимическое обследование пашни на площади 5836 га с оценкой содержания гумуса, подвижного фосфора, обменного калия и степени кислотности почв.

Проведены санитарно-гигиенические исследования мяса говядины на предмет содержания тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть, мышьяк) и пестицидов (гексахлорциклогексан (ГХЦГ), дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ)).

Наряду с этим проведены дополнительные обследования условий труда и состояние хранения отходов производства (навоза крупного рогатого скота), а также уточнены исходные данные для определения нагрузки скота на пастбищные угодья, соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов, инвестиций в охрану труда, окружающей среды и экологически безопасной продукции, экологической культуры работников.

Это позволило осуществить апробацию разработанной модели комплексной оценки показателей экологической опасности и охраны труда. По результатам апробации модели получены соответствующие оценки.

Первым и шестым блоками модели предусмотрена оценка загрязненности почв и продукции пестицидами и солями тяжелых металлов. Загрязнение почв тяжелыми металлами оценивается в баллах – свинцом 100 баллов, цинком – 100, медью – 100, ртутью – 1, кадмием – 1.

Анализ результатов санитарно-гигиенических исследований наличия тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть, мышьяк) и пестицидов (ГХЦГ, ДДТ) в мясе говядины в ООО «Малинищи» свидетельствует о непревышении величины допустимого уровня и может быть оценено в соответствии с разработанной моделью в 1 балл. Однако по двум позициям (ГХЦГ и ДДТ) эта величина составляет 50% от ПДК, что не может не настораживать. Достаточно велико содержание свинца (20% от ПДК) в мясе говядины.

К сожалению, на данном этапе нам не удалось провести в полном объеме подобные исследования, предусмотренные моделью по другим видам продукции и почв из-за недостатка финансовых и трудовых ресурсов.

Вторым блоком модели предусмотрена оценка баланса азота, фосфора и калия, обеспечивающего охрану окружающей среды. Расчет баланса азота, фосфора и калия, выполненных по озимой пшенице с запланированной урожайностью в 30 и 40 и 50 цн/га по полю площадью 90 га с учетом материалов агрохимического обследования в двух вариантах по минимальным и максимальным значениям наличия питательных веществ в почве свидетельствует о том, что они не превышают уровня их потребности под заплани-



рованный урожай и оцениваются как приемлемые и обеспечивающие охрану окружающей среды – в 1 балл.

Третьим блоком модели предусмотрена оценка нагрузки скота на пастбищные угодья. Расчеты по разработанной модели показывают, что нагрузка скота на пастбищные угодья в ООО «Малинищи» составляет до 578 голов на 100 га при нормативной нагрузке до 217 условных голов, что оценивается в соответствии с разработанной моделью как высокая – в 150 баллов.

Четвертым блоком модели предусмотрена оценка соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов. В ООО «Малинищи» доля дестабилизирующих угодий составляет 93%, в том числе на пашню приходится 79,6%, что оценивается как сильно дестабилизирующее – в 150 баллов.

Пятым блоком модели предусматривается оценка опасности отходов и побочных продуктов. Класс опасности отходов определяется в соответствии с «Критериями отнесения отходов к I-V классам по степени негативного воздействия на окружающую среду». Свежий навоз крупного рогатого скота относится к IV классу опасности, а перепревший к V классу. Поэтому чтобы минимизировать ущерб от воздействия свежего навоза на окружающую среду требуется особый порядок его складирования с соблюдением требований к охраняемым санитарно-защитным зонам, очистным сооружениям и хранилищам навоза.

Учитывая условия утилизации и использования навоза в ООО «Малинищи», его можно отнести к IV и V классам опасности с оценкой в баллах от 0-20.

Седьмым блоком модели предусмотрена оценка условий труда на рабочем месте. Специальная оценка условий труда, проведенная нами в ООО «Малинищи» показала, что в основном условия труда относятся к 1 и 2 классам, что оценивается от 1-2 баллов.

Восьмым блоком предусмотрена оценка инвестиций в охрану труда, окружающей среды и экологически безопасной продукции. Расходы на эти цели в ООО «Малинищи» составляют 0,1-0,3 процента от стоимости валовой продукции, что оценивается как низкий уровень инвестиций в 100 баллов.

Девятым блоком предусмотрена оценка экологической культуры работников и населения. Оценка группой экспертов уровня экологической культуры работников ООО «Малинищи» по каждому критерию, предусмотренному моделью, показывает, что он соответствует среднему уровню и оценивается в 30 баллов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модель комплексной оценки экологической опасности и охраны труда разработана для создания информационно-компьютерной технологии и состоит из 9 блоков: 1. Оценки загрязнения почв пестицидами, агрохимикатами и тяжелыми металлами; 2. Оценки баланса азота, фосфора и калия, обеспечивающего охрану окружающей среды; 3. Оценки нагрузки скота на пастбищные угодья; 4. Оценки соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов; 5. Оценки опасности отходов и побочных продуктов; 6. Оценки производства экологически безопасной продукции; 7. Оценки условий труда на рабочем месте; 8. Оценки уровня инвестиций в охрану труда, окружающей среды и экологически безопасной продукции; 9. Оценки экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения.

По результатам комплексной оценки выявлены проблемные вопросы в экологической обстановке и охране труда. Это высокий уровень загрязненности почв рядом тяжелых металлов, настораживающий остаточный уровень пестицидов в продукции (мясо % КРС), высокая нагрузка скота на пастбищные угодья и неблагоприятное соотношение стабилизирующих и дестабилизирующих факторов. По всем этим отклонениям от критерийных значений даны соответствующие рекомендации, которые подробно изложены в работе [3].



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Химизация сельского хозяйства // Мультипортал RV.RU. <http://www.wkm.ru/referats/1925575DA984490F84432FC045073D7E> (дата обращения: 22.09.2018)
2. Новиков Н.Н., Грачев Н.Н., Денисов А.В., Сорокин Н.Т., Денисова М.Э., Машков И.С., Федорова Е.А. Экологические аспекты продовольственной безопасности. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2017. 123 с.
3. Сорокин Н.Т., Новиков Н.Н., Грачев Н.Н., Денисов А.В., Машков И.С., Денисова М.Э. Рекомендации для сельскохозяйственных предприятий по совершенствованию управления экологической безопасностью и охраной труда в условиях развития органического земледелия. Рязань: ИТОСХ филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, 2018. 210 с.
4. Грачев Н.Н., Денисов А.В., Машков И.С., Денисова М.Э. К вопросу о методах моделирования комплексной оценки экологической и профессиональной опасности в сельском хозяйстве // Вестник РГАТУ им. П.А. Костычева. 2018. N 2(38). С. 14-20.
5. Любченко В.Б., Белых С.А., Никитин В.С. Математическая модель прогнозирования урожайности основных сельскохозяйственных культур // Проблемы механизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства: сборник научных трудов ФГБНУ ВНИМС. Рязань, 2016. С. 27-30.
6. Никитин В.С., Любченко В.Б. Математическая модель динамики гумуса почв нечерноземной зоны центрального региона РФ // Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: сборник научных трудов ФГБНУ ВНИМС. Рязань, 2015. С. 184-188.
7. ГН 1.2.3539-18 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)». Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 10.05.2018 N 33. М.: Стандартинформ, 2018. 134 с.
8. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». Гигиенические нормативы (с изменениями на 26.06.2017г.). Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 23.01.2006 г. N 1. М.: Стандартинформ, 2017. 15 с.
9. ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве». Гигиенические нормативы. Утвержден постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 18.05.2009 г. N 32. М.: Стандартинформ, 2009. 10 с.
10. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства (издание 2-е, дополненное). Утверждено Минсельхозом РФ 10.03.1992 г. М.: ЦИНАО, 1992. 62 с.

REFERENCES

1. *Khimizatsiya sel'skogo khozyaistva* [Chemicals used in agriculture]. Multiportal RV.RU. Available at: <http://www.wkm.ru/referats/1925575DA984490F84432FC045073D7E> (accessed 22.09.2018)
2. Novikov N.N., Grachev N.N., Denisov A.V., Sorokin N.T., Denisova M.E., Mashkov I.S., Fedorov E.A. *Ekologicheskie aspekty prodovol'stvennoi bezopasnosti* [Environmental aspects of food security]. Ryazan, FSBRI "All-russian research institute of mechanization and informatization of agrochemical support of agriculture" Publ., 2017, 123 p. (In Russian)
3. Sorokin N.T., Novikov N.N., Grachev N.N., Denisov A.V., Mashkov I.S., Denisova M.E. *Rekomendatsii dlya sel'skokhozyaistvennykh predpriyatii po sovershenstvovaniyu upravleniya ekologicheskoi bezopasnost'yu i okhranoi truda v usloviyakh razvitiya organicheskogo zemledeliya* [Recommendations for agricultural enterprises to improve the management of environmental safety and labor protection in the development of organic farming]. Ryazan, 2018, 210 p. (In Russian)



4. Grachev N.N., Denisova E.M., Mashkov I.S. On the question of methods of modeling the complex evaluation of ecological and professional hazards in agriculture. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P. A. Kostycheva* [Herald of Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev]. 2018, no. 2 (38), pp. 14-20. (In Russian)
5. Lyubchenko V.B., Belykh S.A., Nikitin V.S. [Mathematical model for predicting the yield of main agricultural crops]. In: *Problemy mekhanizatsii agrokhimicheskogo obespecheniya sel'skogo khozyaistva* [Problems of mechanization of agrochemical support of agriculture]. Ryazan, 2016, pp. 27-30. (In Russian)
6. Nikitin V.S., Lyubchenko V.B. [Mathematical model of soil humus dynamics in the non-chernozem zone of the central region of the Russian Federation]. In: *Problemy mekhanizatsii agrokhimicheskogo obespecheniya sel'skogo khozyaistva* [Problems of mechanization of agrochemical support of agriculture]. Ryazan, 2015, pp. 184-188. (In Russian)
7. GN 1.2.3539-18 «Gigienicheskie normativy sodержaniya pestitsidov v ob"ektakh okruzhayushchei sredy (perechen')». *Utverzhden Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 10.05.2018 N 33* [GN 1.2.3539-18 "Hygienic standards of the content of pesticides in objects of environment (list)". Approved. Resolution of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation of 10.05.2018, no. 33]. Moscow, Standartinform Publ., 2018, 134 p. (In Russian)
8. GN 2.1.7.2041-06 «Predel'no dopustimye kontsentratsii (PDK) khimicheskikh veshchestv v pochve». *Gigienicheskie normativy (s izmeneniyami na 26.06.2017g.)*. *Utverzhden Postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 23.01.2006 g. N 1* [GN 2.1.7.2041-06 "maximum permissible concentrations (MPC) of chemicals in soil". Hygienic standards (as amended on 26.06.2017). Approved. Resolution of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation of 23.01.2006, no. 1]. Moscow, Standartinform Publ., 2017, 15 p. (In Russian)
9. GN 2.1.7.2511-09 «Orientirovochno dopustimye kontsentratsii (ODK) khimicheskikh veshchestv v pochve». *Gigienicheskie normativy*. *Utverzhden postanovleniem Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 18.05.2009 g. N 32* [GN 2.1.7.2511-09 "Approximate permissible concentrations (UEC) of chemicals in soil". Health standards. Approved. resolution of the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation of 18.05.2009, no. 32]. Moscow, Standartinform Publ., 2009, 10 p. (In Russian)
10. *Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v pochvakh sel'khozogodii i produkcii rastenievodstva (izdanie 2-e, dopolnennoe)*. *Utverzhdeno Minsel'khozom RF 10.03.1992 g.* [Guidelines for the determination of heavy metals in soils of farmland and crop production (2nd edition, supplemented). Approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on 10.03.1992]. Moscow, Central Institute of Agricultural Agricultural Service Publ., 62 p. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Николай Н. Новиков, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, врио директора Института технического обеспечения сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Рязань, Россия.

Николай Т. Сорокин, доктор экономических наук, зам. директора Института технического обеспечения сельского хозяйства

AUTHOR INFORMATION

Affiliations

Nikolai N. Novikov, Cand. Sci. (Agric.), Associate Professor, acting Director of the Institute for Technical Provision of Agriculture (branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM), Ryazan, Russia.

Nikolai T. Sorokin, Dr. Sci. (Econ.), Deputy Director, Institute for Technical Provision of Agriculture (branch of Federal Scientific



– филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Рязань, Россия.

Николай Н. Грачев*, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник Института технического обеспечения сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»; ул. Щорса, 38/11, г. Рязань, 390025 Россия; тел.: 8-960 569 80 09, e-mail: vnims@rambler.ru

Иван С. Машков, специалист I категории Института технического обеспечения сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Рязань, Россия.

Маргарита Э. Денисова, старший научный сотрудник Института технического обеспечения сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Рязань, Россия.

Василий С. Никитин, специалист I категории Института технического обеспечения сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Рязань, Россия.

Мария М. Варфоломеева, старший научный сотрудник Института технического обеспечения сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», г. Рязань, Россия.

Владимир Ф. Евтюхин, доктор биологических наук, директор ООО «Экопромпроект», г. Рязань, Россия; e-mail: attrm@mail.ru

Критерии авторства

Николай Н. Новиков подготовил предложения по балансу азота, фосфора и калия, обеспечивающему охрану окружающей среды, корректировке рукописи. Николай Т. Сорокин редактировал статью. Николай Н. Грачев разработал общую схему комплексной модели, отдельные ее блоки, мероприятия, написал рукопись. Иван С. Машков участвовал в сборе и подготовке входной и выходной информации по условиям труда, разработке мероприятий.

Agroengineering Center VIM), Ryazan, Russia.

Nikolai N. Grachev*, Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor, Leading Researcher, Institute for Technical Provision of Agriculture (branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM); 38/11 Shchorsa St., Ryazan, 390025 Russia; tel. 8-960 569 80 09, e-mail: vnims@rambler.ru

Ivan S. Mashkov, Specialist (1st category), Institute for Technical Provision of Agriculture (branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM), Ryazan, Russia.

Margarita E. Denisova, Senior Researcher, Institute for Technical Provision of Agriculture (branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM), Ryazan, Russia.

Vasiliy S. Nikitin, Specialist (1st category), Institute for Technical Provision of Agriculture (branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM), Ryazan, Russia.

Maria M. Varfolomeeva, Senior Researcher, Institute for Technical Provision of Agriculture (branch of Federal Scientific Agroengineering Center VIM), Ryazan, Russia.

Vladimir Evtyukhin, Dr. Sci. (Biol.), Director of Ecopromproekt, Ryazan, Russia; e-mail: attrm@mail.ru

Contribution

Nikolai N. Novikov prepared proposals on the balance of nitrogen, phosphorus and potassium, which ensures environmental protection, as well as improved on the manuscript. Nikolai T. Sorokin edited the article. Nikolai N. Grachev developed the general scheme of the complex model, its separate blocks, measures, as well as wrote the manuscript. Ivan S. Mashkov participated in the collection and preparation of input and output information on working conditions, as well as in the development



Маргарита Э. Денисова участвовала в разработке модели в части входной и выходной информации по оценке экологической культуры. Василий С. Никитин разработал блок модели баланса азота, фосфора и калия. Мария М. Варфоломеева участвовала в разработке модели в части входной информации по пестицидам. Владимир Ф. Евтюхин участвовал в разработке модели в части оценки экологической опасности воздействия тяжелых металлов. Все авторы несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 11.12.2018

Принята в печать 04.03.2019

of measures. Margarita E. Denisova participated in the development of the model in terms of input and output information on the assessment of environmental culture. Vasily S. Nikitin developed a block of the model pertaining to the balance of nitrogen, phosphorus and potassium. Maria M. Varfolomeeva participated in the development of the model in terms of input information on pesticides. Vladimir Evtyukhin participated in the development of the model in terms of assessing the environmental hazard of heavy metals. All the authors are equally responsible for plagiarism and self-plagiarism.

Conflict of interest

The authors state that there is no conflict of interest.

Received 11.12.2018

Accepted for publication 04.03.2019