Authors' personal details

1. **Kruglova Natalia**, Doctor of Biology, professor, chief scientific researcher of the laboratory of plant physiology of Ufa Institute of Biology of UFRS RAS, Ufa, 450054, av. October, 69, tel./fax: +7 (347) 235-62-47, e-mail: kruglova@anrb.ru.
2. **Seldimirova Oksana**, Candidate of Biology, leading scientific researcher of the laboratory of plant physiology of Ufa Institute of Biology of UFRS RAS, Ufa, 450054, av. October, 69, tel./fax: +7 (347) 235-62-47, e-mail: seldimirova@anrb.ru.
3. **Zinatullina Anna**, Candidate of Biology, scientific researcher of the laboratory of plant physiology of Ufa Institute of Biology of UFRS RAS, Ufa, 450054, av. October, 69, tel./fax: +7 (347) 235-62-47, e-mail: aneta@anrb.ru.
4. **Nikonov Vladimir**, Candidate of Agriculture, head of laboratory of breeding and seed production of spring wheat of Bashkirian Research Institute of Agriculture of UFRS RAS, Ufa, 450071, Zorge str., 19, tel./fax: +7 (347) 223-07-08.

The drought tolerance of immature embryos (17,5–20,0 days after artificial pollination) of a number of varieties and hybrid combinations of spring soft wheat was assessed. Donor plants were grown in the field during vegetation season 2018.

The detection of drought resistance of immature embryos was conducted by their ability to give rise to a seedling developing to the phenophase of tillering *in vitro* in conditions simulating a moisture deficit. Moisture deficiency was achieved by introducing the PEG 6000 into composition of the nutrient medium MS. The embryos were incubated in the dark at +27 °C for 21 days. Conducted a visual assessment of morphological indicators of developing

seedlings of regenerants to the phenological phase of tillering. The development of the seedling to the phenophase of complete grain ripeness in soil conditions *ex vitro* and the laboratory germination of the obtained grains were evaluated. The wheat genotypes, characterized by both the ability of immature embryos to form seedlings in the conditions of drought simulation and a sufficiently high laboratory germination of the obtained grains were revealed. These wheat genotypes can be recommended for use in the creation of drought-resistant hybrid lines and for their inclusion in the breeding process as initial forms.

© Круглова Н.Н., Сельдиминова О.А., Зинатуллина А.Е., Никонов В.И.

УДК 681.3.06:(658.711.632.92)

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-52-4-41-48

Н.Н. Новиков, С.В. Митрофанов, Н.Т. Сорокин, Н.Н. Грачев,
В.С. Никитин, М.М. Варфоломеева, М.Э. Денисова

ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ И ОХРАНЫ ТРУДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Ключевые слова: сельское хозяйство; оценка экологической опасности; охрана труда работников; пакет программ; цифровая технология; мероприятия.

Введение. Экологические проблемы сегодня являются одними из наиболее важных и глобальных. В указе Президента РФ № 204 от 7.05.2018 г. «О национальных целях и стратегических задачах развития РФ на период до 2024 года» Правительству РФ поручается разработать национальные проекты (программы), в числе которых здравоохранение, экология, цифровая экономика и др. Исследования проблем охраны труда и экологической безопасности в

сельском хозяйстве ведутся нами на протяжении последних 15 лет [1–7]. В научно-исследовательских работах этого периода исследованы, обоснованы и разработаны теоретические положения и составляющие методологии формирования рационального состава показателей комплексной оценки экологической опасности и охраны труда, их критериев, а также методика и модель комплексной оценки экологической опасности и охраны труда при использовании

средств химизации сельхозорганизациями для оперативного мониторинга и принятия управленческих решений по улучшению состояния окружающей среды, сохранению работоспособности и снижению заболеваемости работников, занимающихся агрохимическим обеспечением сельского хозяйства, и членов их семей. Еще более остро будут обозначаться данные проблемы при реализации долгосрочной стратегии развития зернового комплекса Российской Федерации до 2025 года и на перспективу до 2035 года. Все это потребует дополнительных затрат, повышения обеспеченности средствами химизации, механизации сельского хозяйства с учетом современных тенденций в различных областях знаний, связанных с производством зерна.

Цель исследований – доказать необходимость создания информационно-компьютерной (цифровой) технологии для комплексной оценки экологической опасности и охраны труда, основанной на использовании разработанной модели. Данная технология предназначена для оперативного управления экологической безопасностью и охраной труда в сельскохозяйственных организациях.

Методикой предусматривается оценка показателей в баллах, при этом минимальному значению риска соответствует 1 балл, максимальному (критическому) – 150 баллов и более. В настоящее время практически не существует программных продуктов для мониторинга состояния загрязненных почв и продукции сельского хозяйства остаточными пестицидами и солями тяжелых металлов, а также контроля за балансом азота, фосфора, калия в полях севооборота, за отходами производства, за нагрузкой скота на пастбищные угодья, за соотношением стабилизирующих и дестабилизирующих факторов, за уровнем инвестиций в охрану окружающей среды, охрану труда, за уровнем экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения.

Использование информационных технологий для решения задачи оценки экологической опасности и охраны труда требует создания системы управления базой данных (СУБД), которая является незаменимым элементом информационно-программного комплекса, позволяющего аккумулировать воедино информацию из самых разных источников, а также позволяет оперативно получать необходимые сведения, представлять их заинтересованным лицам с помощью отчетов, диаграмм, графиков или таблиц. Схема алгоритма решения задачи комплексной оценки показателей экологической опасности и охраны труда представлена на рисунке 1.

Оценка проводится в соответствии с разработанной моделью с использованием соответствующих исходных данных и нормативов. Программный комплекс оценки экологической опасности и охраны труда предназначен для создания информационной технологии, которая включает 9 блоков оценки: загрязнения почв и продукции пестицидами; загрязнения почв и продукции тяжелыми металлами; класса опасности отходов и побочных продуктов; условий труда на рабочем месте; экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения; уровня инвестиций в охрану труда, окружающей среды и экологически безопасной продукции; влияния применения минеральных удобрений на экологию окружающей среды; нагрузки скота на пастбищные угодья и соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов.

Объектами при разработке программного обеспечения (ПО) информационной модели являются экологические и профессиональные риски в процессе сельскохозяйственного производства. Программный комплекс разработан в среде Visual Foxpro 9.0. Интерфейс программного комплекса и фрагменты входной и выходной информации представлены на рисунках 2–4. Программный продукт прошел опытную производственную апробацию в ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области. По результатам апробации установлено, что полученные оценки не превысили критического значения уровня рисков в 150 баллов. Первым и шестым блоками модели предусмотрена оценка загрязненности почв и продукции пестицидами и солями тяжелых металлов.

Загрязнение почв тяжелыми металлами оценивается в баллах: свинцом – 20 баллов, ртутью – 0 баллов, кадмием – 20 баллов, мышьяком – 150 баллов.

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 оценивается в соответствии с разработанной моделью в 20 баллов. 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.

Вторым блоком модели предусмотрена оценка баланса азота, фосфора и калия, обеспечивающего охрану окружающей среды, с использованием ранее разработанной институтом программы и включенной в данный комплекс.

Рисунок 1
Общая схема алгоритма цифровой технологии комплексной оценки показателей опасности и условий труда в сельхозорганизации

Рисунок 2
Главное окно программного комплекса

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И ПРОДУКЦИИ ПЕСТИЦИДАМИ

Входные данные

Нормы содержания пестицидов в почве и продукции, мг/кг

Наименование	Почва	Мясные	Рыба	Молочные	Зерно	Овощи	Фрукты	Соки
Тиам (фунгицид)	0.060	0.010	0.010	0.010	0.010	0.100	5.000	0.010
Циперметрин (включая альфа-, бет	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Гексахлорциклогексан		0.100						
ДДТ и его метаболиты		0.100						

Фактические данные содержания пестицидов в почве и продукции, мг/кг

Наименование	Почва	Мясные	Рыба	Молочные	Зерно	Овощи	Фрукты	Соки
Гексахлорциклогексан		0.050						
ДДТ и его метаболиты		0.050						

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И ПРОДУКЦИИ ПЕСТИЦИДАМИ

Рисунок 3
Форма для ввода данных оценки загрязнения почв и продукции пестицидами

Показатели уровня загрязнения продукции пестицидами, балл

Хозяйство 000 "Малинищи" Пронского района Рязанской области

Наименование пестицида	Соответствует ДОК, ПДК						
	мясо	рыба	молоч- ные	зерно	овощи	фрукты	соки
Гексахлор-циклогексан	20.000	.0000	.0000	.0000	0.0000	.0000	.0000
ДДТ (инсектицид)	20.000	.0000	.0000	.0000	0.0000	.0000	.0000

Рисунок 4
Фрагмент выходной формы

Расчет баланса азота, фосфора и калия, выполненных по озимой пшенице с запланированной урожайностью в 30, 40 и 50 ц/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 наличие питательных веществ в почве данного поля, по данным обследования, не превышает уровня их потребности под запланированный урожай и оценивается как приемлемое и обеспечивающее 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 541 голову 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 100 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 до 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 в 1–2 балла.

Восьмым блоком предусмотрена оценка инвестиций в охрану труда, окружающую среду и экологически безопасную продукцию. Расходы на эти цели составляют 0,35 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 от 15,5 до 35 баллов.

По результатам комплексной оценки выявлены узкие места в экологической обстановке и охране труда, которые по сумме баллов, полученных в процессе комплексной оценки, указывают на уровень опасности. Это высокий уровень загрязненности почв рядом тяжелых металлов и мышьяком. Относительно уровня ПДК

мышьяка в почве существуют разные мнения ученых. По мнению авторов Безугловой О.С. и Околеновой А.А [8], предлагается оценивать загрязнение как слабое при его значениях от фона до ПДК, которое рассчитывается как превышение фоновых величин на 2 мг/кг. Или с учетом кларка мышьяка в почвах, что для черноземов ООО «Малинищи» составляет 7,6 мг/кг (кларк – 5,6 мг/кг плюс ПДК 2 мг/кг, всего 7,6 мг/кг). Поэтому фактическое значение содержания мышьяка в почвах ООО «Малинищи» можно считать не превышающим норматив. Следует отметитьстораживающий остаточный уровень пестицидов в продукции (мясо КРС), высокую нагрузку скота на пастбищные угодья и неблагоприятное соотношение стабилизирующих и дестабилизирующих факторов. По всем этим отклонениям от критериальных значений даны соответствующие рекомендации, которые представлены в обобщенном виде на рисунке 5.

Рисунок 5
Пути снижения вредного воздействия сельскохозяйственных технологий и техники на компоненты природной среды и человека

Выводы. В ходе исследований разработана модель комплексной оценки показателей экологической опасности и охраны труда, включающая перечни и идентификаторы входной и выходной информации и алгоритм преобразования входной информации в выходную. Разработанная модель использована в качестве основы для разработки информационно-компьютерной технологии комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в сельском хозяйстве

и реализована в пакете программ с инструкциями для пользователя.

Проверка разработанной модели осуществлена на примере ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области с учетом данных агрохимического обследования почв и санитарно-гигиенического исследования продуктов на предмет содержания тяжелых металлов и пестицидов. Проведенная проверка модели комплексной оценки показателей экологической опасно-

сти и охраны труда по всем девяти блокам показала, что большинство оцениваемых показателей в ООО «Малинищи» в пределах допустимых критериальных значений и только соотношение стабилизирующих и дестабилизирующих факторов оценивается как сильно дестабилизирующее и требует разработки мероприятий по сокращению площади пашни и расширению доли других средостабилизирующих угодий (леса,

кустарника и лесополосы, кормовых угодий). Расширение кормовых угодий позволит также снизить высокую нагрузку скота на пастбища.

Предложены мероприятия по совершенствованию управления экологической безопасностью и охраной труда в условиях развития органического земледелия и современного развития цифровых технологий при организации севооборотов и поддержания плодородия почв.

Библиографический список

1. Грачев, Н.Н. Организационно-экономические аспекты совершенствования охраны труда в сельском хозяйстве [Текст]: монография / Н.Н. Грачев. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2015. 335 с.

2. Разработать методологию комплексной оценки экологической опасности при использовании средств химизации сельхозпредприятиями [Текст]: отчет о НИР / Науч. рук. Н.Н. Новиков; исполн. Н.Н. Грачев [и др.]. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2015. 83 с. № Г.Р. 115031770 02. Инв. № 2426.

3. Разработать методику комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в условиях развития органического земледелия [Текст]: отчет о НИР / Науч. рук. Т.Г. Солдатова; исполн. Н.Н. Грачев [и др.]. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2016. 114 с. № Г.Р. 116022010 0184. Инв. № 2435.

4. Разработать научно-обоснованные критерии комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в условиях развития органического земледелия [Текст]: отчет о НИР / Науч. рук. Н.Н. Грачев; исполн. Н.Н. Грачев [и др.]. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2017. 122 с. № Г.Р. АААА-А17-117021750026-2. Инв. № 2442.

5. Сорокин, Н.Т. Экологические аспекты продовольственной безопасности [Текст]: науч. изд. / Под рук. Н.Т. Сорокина; авт. коллектив: Н.Н. Новиков, Н.Н. Грачев, А.В. Денисов и др.; ФГБНУ ВНИМС. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2017. 123 с.

6. Сорокин, Н.Т. Рекомендации для сельскохозяйственных предприятий по совершенствованию управления экологической безопасностью и охраной труда [Текст]: науч. изд. / Под рук. Н.Т. Сорокина; авт. коллектив: Н.Н. Новиков, Н.Н. Грачев, А.В. Денисов, И.С. Машков, М.Э. Денисова; ФГБНУ ВНИМС. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2018. 210 с.

7. Новиков, Н.Н. Модель комплексной оценки показателей экологической опасности и охраны труда в условиях развития органического земледелия [Текст] / Н.Н. Новиков, Н.Т. Сорокин, Н.Н. Грачев, И.С. Машков, М.Э. Денисова, В.С. Никитин, М.М. Варфоломеева, В.Ф. Евтюхин // Юг России: экология, развитие. 2019. № 2.

8. Безуглова, О.С. О нормировании содержания мышьяка в почвах [Электронный ресурс] / О.С. Безуглова, А.А. Околелова // Живые и биокосные системы. 2012. № 1. Режим доступа: <http://www.jbks.ru/archive/issue-1/article-6>.

Сведения об авторах

1. **Новиков Николай Николаевич**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, врио директора, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

2. **Митрофанов Сергей Владимирович**, кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

3. **Сорокин Николай Тимофеевич**, доктор экономических наук, главный научный сотрудник, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

4. **Грачев Николай Николаевич**, кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государ-

ственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

5. **Никитин Василий Степанович**, специалист 1 категории, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

6. **Варфоломеева Мария Михайловна**, старший научный сотрудник, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

7. **Денисова Маргарита Эмильевна**, научный сотрудник, Институт технического обеспечения сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», 390025, Рязань, ул. Щорса, 38/11, тел.: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

На основе многолетних исследований разработаны методология, методика и модель комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в сельскохозяйственном производстве, которые явились основой для создания пакета программ цифровой технологии данного процесса для использования хозяйствами в практической деятельности. Пакет программ включает следующие блоки: оценку загрязнения почв и продукции пестицидами; оценку загрязнения почв и продукции тяжелыми металлами; оценку класса опасности отходов и побочных продуктов; оценку условий труда на рабочем месте; оценку экологической культуры и культуры охраны труда работников и населения; оценку уровня инвестиций в охрану труда, окру-

жающей среды и экологически безопасной продукции; оценку влияния применения минеральных удобрений на экологию окружающей среды; оценку нагрузки скота на пастбищные угодья и соотношения стабилизирующих и дестабилизирующих факторов. Программный продукт, разработанный в соответствии с моделью комплексной оценки экологической опасности и охраны труда, прошел опытную производственную апробацию в ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области, в результате которой выявлены отклонения показателей опасности от критериальных значений. На основе полученных данных разработаны мероприятия по снижению уровня воздействия негативных факторов на окружающую среду и человека.

N. Novikov, S. Mitrofanov, N. Sorokin, N. Grachev,
V. Nikitin, M. Varfolomeeva, M. Denisova

DIGITAL TECHNOLOGY FOR INTEGRATED ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL HAZARDS AND LABOR PROTECTION IN AGRICULTURE

Key words: *agriculture; environmental hazard assessment; labor safety; software package; digital technology; activities.*

Authors' personal details

1. **Novikov Nikolay**, Candidate of Agricultural Sciences, associate Professor, acting Director, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

2. **Mitrofanov Sergey**, Candidate of Agricultural Sciences, Deputy Director, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

3. **Sorokin Nikolay**, Dr. Economic Sciences, chief scientist, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

4. **Grachev Nikolay**, Candidate of Economic Sciences, associate Professor, leading researcher, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-

Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

5. **Nikitin Vasily**, specialist of 1 category, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

6. **Varfolomeeva Maria**, leading researcher, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

7. **Denisova Margarita**, Researcher, Institute of Technical Provision of Agriculture – branch of Federal Research Center of Agricultural Engineering of All-Russian Institute of Mechanization, 390025, Ryazan, Shchorsa st., 38/11, phone: +7 (0912) 98-56-73, e-mail: gnu@vnims.rzn.ru.

The methodology, technique and model of complex assessment of ecological danger and labor protection in agricultural production, which were the basis for creation of a package of programs of digital technology of this process for use by farms in practical activity, are developed on the basis of long-term researches. The program package includes the following blocks: assessment of soil and product contamination by pesticides; assessment of soil and product contamination by heavy metals; assessment of hazard class of waste and by-products; assessment of working conditions in the workplace; assessment of ecological culture and culture of labor protection of workers and the population; assess-

ment of the level of investment in labor protection, environment and environmentally safe products; assessment of the impact of mineral fertilizers on the environment; assessment of the load of cattle on pastures and the ratio of stabilizing and destabilizing factors. The software product developed in accordance with the model of integrated assessment of the environmental and occupational safety, held a pilot production testing in JSC «Malinichi» in Pronsky district of the Ryazan region, in which deviations from the risk indicators from criterion values were determined. On the basis of the obtained data, measures to reduce the impact of negative factors on the environment are developed.

© Новиков Н.Н., Митрофанов С.В., Сорокин Н.Т., Грачев Н.Н.,
Никитин В.С., Варфоломеева М.М., Денисова М.Э.

УДК 332.332:631.1-04736

DOI: 10.31563/1684-7628-2019-52-4-48-54

Н.Н. Солодков, О.М. Молчанов

МОНИТОРИНГ ЗАРАСТАНИЯ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА ОСНОВЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: геоинформационные системы; дешифрирование; неиспользуемые земли; лесостепь; Поволжье; мониторинг.

Введение. По итогам Всероссийской сельскохозяйственной переписи населения [4] 2016 г. общая площадь неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения составляет 97,2 млн га (44 % от общего числа сельскохозяйственных угодий). Основная доля этих площадей приходится на северные агроклиматические зоны с малоплодородными землями. Если для степи эта проблема не является острой, то в лесостепной полосе задача ввода в оборот неиспользуемых земель является актуальной задачей. С 2015 г. в Пензенской области функционирует система мониторинга и механизм вовлечения в сельскохозяйственный оборот неиспользу-

емых земель. За период 2015–2018 гг. было введено 22 тыс. га преимущественно в Мокшанском и Пензенском районах Пензенской области. Это одна из самых успешных систем в России. Основу её составляет наблюдение за состоянием сельскохозяйственных земель по данным космических снимков Goggle и Yandex с выездом на место и фотофиксацией выполненных работ.

Космические снимки высокого разрешения позволяют рассмотреть коренные изменения на сельскохозяйственных землях. Например, результаты водной эрозии, дефляции, зарастание древесной растительностью и пр. Однако выявление особенностей распространения рудераль-