

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ХРАНЕНИЯ УСТАРЕВШИХ ПЕСТИЦИДОВ

**А. В. Кошелев, В. Ф. Головков,  
Е. И. Тихомирова, О. Ю. Ксенофонтова**

*ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва, Россия;  
ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.»; ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия*

*Рецензент д-р техн. наук, профессор О. В. Атаманова*

**Ключевые слова:** долевые коэффициенты; пестициды; фактор риска; хромато-масс-спектрометрия; экологические риски.

**Аннотация:** Разработаны подходы к оценке экологических рисков, вызываемых устаревшими пестицидами для здоровья населения и окружающей среды. Дан анализ официальных данных экологического мониторинга одного из регионов. Выполнена работа по сбору, перетариванию и размещению пришедших в негодность пестицидов. Комплексный анализ органических пестицидов выполнен методом хромато-масс-спектрометрии. Идентификация проведена по библиотеке масс-спектров NIST08. Для определения токсичности изготовлены усредненные пробы по каждому складу. Определение токсичности усредненных проб осуществлены согласно общепринятым методикам.

### Введение

Запасы пестицидов представляют серьезную угрозу для здоровья населения и окружающей среды. В Российской Федерации к настоящему времени на хранении находятся десятки тысяч тонн устаревших пестицидов. Пестициды – химические или биологические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растения-

---

Кошелев Алексей Васильевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник; Головков Владимир Федорович – доктор химических наук, главный научный сотрудник, ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии», г. Москва, Россия; Тихомирова Елена Ивановна – доктор биологических наук, профессор, заведующая кафедрой «Экология», e-mail: tichomirova\_ei@mail.ru, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А.»; Ксенофонтова Оксана Юрьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии и физиологии растений, ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет им. Н. Г. Чернышевского», г. Саратов, Россия.

ми, вредителями хранящейся сельскохозяйственной продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а также для регулирования роста растений, предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты) [1].

Основное применение получили три группы пестицидов – гербициды (используются для борьбы с сорняками), инсектициды (для борьбы с вредными насекомыми) и фунгициды (для борьбы с болезнями и фитопатогенными грибами). Широкое применение пестицидов в СССР привело к большой концентрации агрохимикатов на складах крупных сельхозпредприятий. В девяностые годы прошлого столетия в связи с банкротством данных предприятий значительная часть ядохимикатов оказалась брошенной. Хранение пестицидов в ветхих складских строениях или на открытых площадках привело к потере целостности упаковки и маркировки на ней.

Устаревшие пестициды оказывают негативное воздействие на человека и окружающую среду через загрязнение атмосферы, поверхностных и грунтовых вод, почвы. Загрязнение атмосферы определяется высокой летучестью таких пестицидов, как бромистый метил, глифтор, гранозан, динитроортокрезол (ДНОК), метафос, препараты гексахлорана, полихлоркамфен, пропанид, препарат 242, тиодан, фосфид цинка и др. Активное загрязнение почвы осуществляется водорастворимыми неорганическими (соединения мышьяка, меди, железа, цинка, серы, фосфора) и органическими (соли карбоновых, сульфоновых кислот, водорастворимые феноляты) пестицидами. Водонерастворимые органические микрокапсулированные и размолотые (порошкообразные) пестициды мигрируют в почве в виде суспензий и эмульсий. Из атмосферы и почвы пестициды попадают в поверхностные и грунтовые воды. Некоторые пестициды, например дихлордифенилтрихлор-метилметан (ДДТ), обладая малой растворимостью в воде, накапливаются в водных организмах до опасных концентраций. Пестициды, относящиеся к стойким органическим загрязнителям (СОЗ), в настоящее время запрещены к производству и применению. Однако значительная часть пестицидов, выпущенных 30 – 50 лет тому назад в Советском Союзе, относилась именно к СОЗ.

В последнее десятилетие в большинстве субъектов Российской Федерации ведется активная работа по сбору, перетариванию и складированию устаревших пестицидов. Концентрирование устаревших пестицидов в значительных количествах на крупных складах представляет существенную экологическую угрозу для окружающей среды и требует проведения ряда химико-аналитических и токсикологических исследований для выполнения расчетов по оценке экологических рисков хранения собранных пестицидов и выбора технологии их утилизации.

В соответствии с Федеральным законом от 1 декабря 2014 г. № 384-ФЗ «О федеральном бюджете на 2015 год и на плановый период 2016 и 2017 годов» предусмотрено выполнение работ по утилизации собранных и перезатаренных устаревших пестицидов в регионах РФ в рамках федеральной целевой программы «Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2015 – 2020 годы)».

Цель работы – разработка подходов к оценке экологических рисков, вызываемых устаревшими пестицидами для здоровья населения и окружающей среды.

## Материалы и методы

В работе представлен анализ официальных данных экологического мониторинга одного из регионов, где выполнена работа по сбору, перетариванию и размещению на специально подготовленных складах более четырех тысяч тонн устаревших и пришедших в негодность пестицидов [2]. В таблице 1 приведены данные по инвентаризации перезатаренных пестицидов, размещенных на шести складах комплекса.

В каждом из шести складов осуществлен отбор проб в соответствии с ГОСТ 14189–81 [4]. Комплексный анализ органических пестицидов выполнен методом хромато-масс-спектрометрии. Идентификацию проводили по библиотеке масс-спектров NIST08. Использовали газовый хроматограф HP 7890 с МСД 5975.

Для определения токсичности готовили усредненные пробы по каждому складу. Определение токсичности усредненных проб осуществляли согласно общепринятым методикам: ФР.1.39.2007.03222 «Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодovitости дафний» и ФР.1.39.2007.03223 «Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей».

Таблица 1

### Результаты инвентаризации складов перезатаренных пестицидов

Параметр	Номер склада						
	1	2	3	4	5	6	Всего
Площадь склада, м <sup>2</sup>	126,6	211,2	193,6	564,1	880,6	226,1	2202,2
Число стеллажей, шт.	3	4	2	11	11	7	38
Площадь стеллажей, м <sup>2</sup>	60,9	170,6	99,5	318,6	517,8	121,8	1289,2
Площадь, занимаемая стеллажами, %	48,3	80,6	51,4	56,5	58,8	53,9	58,5
Число мешков на складе, шт.	5200	13 700	5800	29 000	46 600	9200	109 500
Масса одного мешка, кг	35						
Наличие прочих типов тары, заполненной пестицидами:							
тип	Стальные 200 л	Пластиковые 100 л	–		Пластиковые 100 л	–	
общая масса пестицидов в ней, кг	4000	600			25400		
Общая масса пестицидов, т	186,0	480,1	203,0	1015,0	1656,4	322,0	3862,5

## Полученные результаты и их обсуждение

В результате выполненных исследований выяснилось, что все перезатаренные пестициды являются многокомпонентными смесями. Максимальное число ингредиентов в одной пробе достигало значения 21, а среднее значение количества пестицидов и продуктов их превращений составило от 5 до 8. Примерно в каждой второй пробе обнаружены пестициды, отнесенные к СОЗ. В основном это гексахлорбензол и гексахлорциклогексан (изомеры). Ртутьсодержащий пестицид гранозан обнаружен в каждой двухсотой пробе. Полученные результаты и результаты определения токсичности усредненных проб и их класс опасности сведены в табл. 2.

Для определения эффективности метода термообезвреживания [5, 6] пестицидов выполнены модельные исследования на объединенной пробе перезатаренных пестицидов. Исходное содержание в пробе СОЗ: гексахлорбензол – 26,33 мг/кг (ПДК в почве 0,03мг/кг), гексахлорциклогексан – 13,17 мг/кг (ПДК в почве 0,1 мг/кг). Температура термообезвреживания – 750 °С, общее время термообработки – 1 ч. Зола анализировалась на содержание СОЗ и токсичность. Результаты выполненных анализов: гексахлорбензол – 0,0024 мг/кг, гексахлорциклогексан – менее 0,001 мг/кг, класс опасности золы – 5.

Полученные результаты по количеству перезатаренных пестицидов, токсичности размещенных на шести складах ядохимикатов, токсичности полученных зольных остатков позволили выполнить расчеты по оценке экологических рисков собранных пестицидов и продуктов их обезвреживания по методике FAO UN (Продовольственная и сельскохозяйственная организации ООН) [7].

Подход, используемый в методике, основывается на понятии «оценка экологических рисков» и позволяет количественно определять риски, вызываемые устаревшими пестицидами для здоровья населения и окружающей среды [8]. В методике исключается субъективный фактор в оценке рисков благодаря использованию единого формата, который обеспечивает идентичные результаты независимо от исполнителя. Методика проверена на многочисленных проектах по сбору, хранению и уничтожения устаревших пестицидов в развивающихся странах (Танзании, Сирии, Эритрее, Эфиопии и др.). Алгоритм методики оценки рисков, вызываемых складом с устаревшими пестицидами, характеризуется расчетом двух составляющих –  $F_n$  и  $F_0$ .

Таблица 2

### Токсичность, наличие СОЗ и гранозана в пробах пестицидов

Номер склада	Число проб, шт.	Число проб, содержащих СОЗ, шт.	Содержание СОЗ, %	Число проб с гранозаном, шт.	Содержание проб с гранозаном, %	Класс опасности усредненной пробы
1	59	20	33,9	0		2
2	136	70	51,5	1	0,7	
3	60	27	45,0	0		1
4	204	124	60,8	1	0,5	
5	384	229	59,6	2		
6	98	47	48,0	1,0		2

Фактор риска  $F_0$  определяется реальными условиями хранения пестицидов и находится при суммировании долевых коэффициентов анкетирования по 36 вопросам (табл. 3). Эти вопросы сгруппированы по девяти критериям: 1) порядок работы; 2) условия безопасности; 3) основные опасности, влияющие на склад; 4) населенные пункты; 5) источники воды и почва; 6) сельское хозяйство, животноводство, дикая природа и биоразнообразие; 7) состояние склада; 8) состояние его содержимого; 9) условия безопасности.

Таблица 3

**Анкета для количественного определения фактора риска  $F_0$**

№ п/п	Критерии оценки факторов риска, связанного с условиями окружающей среды	Ответ Да/Нет	Долевой коэффициент	Сумма баллов
1	2	3	4	5
<b>1</b>	<b>Состояние склада: порядок работы</b>			<b>max = 4</b>
1.1	Имеется ли назначенный кладовщик, отвечающий за работу склада?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
1.2	Проверяет ли кладовщик контейнеры с пестицидами как минимум еженедельно?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
1.3	Имеется ли охрана?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
1.4	Имеется ли круглосуточная охрана?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
<b>2</b>	<b>Состояние склада: безопасность</b>			<b>max = 5</b>
2.1	Имеется ли на объекте противопожарное оборудование?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
2.2	Имеется ли на объекте аптечка первой помощи?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
2.3	Имеются ли средства связи (радио, телефон и т.д.)?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
2.4	Имеются ли у кладовщика необходимые средства индивидуальной защиты?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
2.5	Работает ли кладовщик в средствах индивидуальной защиты?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
<b>3</b>	<b>Экологические условия: основные опасности, влияющие на склад</b>			<b>max = 15</b>
3.1	Располагается ли склад в опасной зоне (наводнения, землетрясения, ураганы, пожары и т.д.)?	Да = 1, Нет = 0	×10=	
3.2	Располагается ли склад неподалеку от химического предприятия, склада горючих материалов или других опасных промышленных объектов (менее 1 км)?	Да = 1, Нет = 0	×5=	

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5
<b>4</b>	<b>Экологические условия: населенные пункты</b>			<b>max = 20</b>
4.1	Располагается ли склад в пределах городской черты?	Да = 1, Нет = 0	×5=	
4.2	Имеется ли населенный пункт в радиусе 500 м от склада?	Да = 1, Нет = 0	×5=	
4.3	Имеется ли в радиусе 500 м от склада общественное учреждение (больница, школа и т.д.)?	Да = 1, Нет = 0	×5=	
4.4	Жалуются ли жители на запах пестицидов около склада?	Да = 1, Нет = 0	×5=	
<b>5</b>	<b>Экологические условия: источники воды и почва</b>			<b>max = 20</b>
5.1	Располагается ли склад в радиусе 250 м от скважины или колодца?	Да = 1, Нет = 0	×5=	
5.2	Располагается ли склад в радиусе 500 м от озера, пруда или реки?	Да = 1, Нет = 0	×5=	
5.3	Располагается ли склад выше скважины или колодца или выше по течению водостока?	Да = 1, Нет = 0	×5=	
5.4	Имеются ли сообщения о загрязнении почвы?	Да = 1, Нет = 0	×5=	
<b>6</b>	<b>Экологические условия: сельское хозяйство, животноводство, дикая природа и биоразнообразие</b>			<b>max = 9</b>
6.1	Располагается ли склад в радиусе 250 м от полей и пастбищ?	Да = 1, Нет = 0	×3=	
6.2	Располагается ли склад в радиусе 250 м от мест хранения продуктов питания и кормов?	Да = 1, Нет = 0	×3=	
6.3	Располагается ли склад в национальном парке или в зоне отдыха?	Да = 1, Нет = 0	×3=	
<b>7</b>	<b>Состояние склада</b>			<b>max = 20</b>
7.1	Имеется ли крыша?	Да = 0, Нет = 1	×4=	
7.2	Является ли крыша водонепроницаемой?	Да = 0, Нет = 1	×4=	
7.3	Имеются ли целые стены?	Да = 0, Нет = 1	×4=	
7.4	Являются ли стены прочными и непроницаемыми?	Да = 0, Нет = 1	×4=	
7.5	Имеется ли прочный и непроницаемый пол?	Да = 0, Нет = 1	×4=	

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5
<b>8</b>	<b>Состояние склада: содержимое склада</b>			<b>max = 6</b>
8.1	Хранится ли вместе с пестицидами какое-либо оборудование?	Да = 1, Нет = 0	×1=	
8.2	Хранятся ли вместе с пестицидами какие-либо продукты питания?	Да = 1, Нет = 0	×1=	
8.3	Хранятся ли вместе с пестицидами удобрения и семена?	Да = 1, Нет = 0	×1=	
8.4	Хранятся ли вместе с пестицидами ветеринарные продукты?	Да = 1, Нет = 0	×1=	
8.5	Хранятся ли вместе с пестицидами другие химические вещества (кроме пестицидов, удобрений и ветеринарных препаратов)?	Да = 1, Нет = 0	×1=	
8.6	Размещены ли контейнеры с пестицидами на стеллажах или поддонах безопасным образом?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
<b>9</b>	<b>Состояние склада: безопасность</b>			<b>max = 3</b>
9.1	Имеется ли на складе запирающаяся дверь?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
9.2	Имеется ли вокруг склада сплошной забор?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
9.3	Имеются ли в заборе запирающиеся ворота?	Да = 0, Нет = 1	×1=	
<b>ОБЩАЯ СУММА БАЛЛОВ</b>				<b>max=100</b>

Каждый критерий соотносится с областью, необходимой в оценке условий внутри и снаружи склада. Все вопросы подразумевают только ответ «да/нет». Когда ответ соотносится с худшим сценарием, сумма увеличивается на 1. Особый долевым коэффициент применяется к каждому из вопросов, отражая степень его существенности в общей оценке. Самые высокие долевым коэффициенты применяются в отношении:

- к состоянию склада, так как строение является первым барьером в предотвращении загрязнения окружающей среды пестицидами;
- населенным пунктам, так как склады вблизи населенных пунктов должны иметь высокий приоритет;
- источникам воды, так как склады рядом или выше источника воды должны иметь высокий приоритет;
- опасностям, влияющим на склад, так как склады, расположенные в местах повышенной экологической опасности могут подвергаться воздействию неблагоприятных условий окружающей среды.

Такие долевым коэффициенты проходили обширные полевые испытания и были выбраны группой экспертов на основе подсчетов, наилучшим образом отражающих реальную ситуацию;  $F_0$  является суммой всех подсчитанных значений и не может превышать 100, что соотносится с наилучшими условиями [7].

Фактор риска  $F_n$  определяется количеством пестицидов на складе, их токсичностью и состоянием тары. Расчетная формула  $F_n$  для склада, на котором размещены устаревшие пестициды условно одного состава и токсичности:

$$F_n = (3S_T + S_K)Q,$$

где  $(3S_T + S_K)$  – коэффициент риска, зависящий от токсичности пестицида  $S_T$  и состояния контейнеров (тары)  $S_K$ , в которой он находится;  $Q$  – количество пестицида на складе в килограммах независимо от физического состояния пестицида (жидкий или твердый);  $S_T$  – показатель токсичности, который зависит от класса токсичности пестицида по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ):  $S_T = 1$  – класс пестицидов U;  $S_T = 2$  – класс III;  $S_T = 4$  – класс II;  $S_T = 8$  – класс Ib;  $S_T = 16$  – класс Ia;  $S_K$  показывает состояние контейнеров (тары):  $S_K = 1$  – неповрежденная упаковки,  $S_K = 8$  – при повреждении менее 50 % тары;  $S_K = 16$  – при повреждении упаковки более 50 % тары [7].

Фактор риска  $F_n$  является суммой всех значений  $S_n$ . В теории,  $F_n$  может достигнуть любого значения, так как он зависит от количества пестицидов на складе. Модифицированный (относительный) фактор риска  $F_{ni}^*$ , %, для каждого  $i$ -го склада рассчитывается как отношение  $F_{ni}$  к максимальному  $F_{ni}^{\max} = \max_i F_{ni}$ :  $F_{ni}^* = F_{ni} / F_{ni}^{\max}$ . Далее строится график с нанесением значений  $F_{ni}^*$  на ось  $Y$ , а  $F_{0i}$  – на ось  $X$ . На рисунке 1 проводится одна вертикальная и одна горизонтальная линии, для  $F_0 = 50$  и, соответственно,  $F_n^* = 50$ . Склады классифицируются в соответствии с четвертью на графике, в которой они находятся, и условно делятся на три категории – критические, проблемные и низкоприоритетные. Чем ближе координаты  $(F_{ni}^*$  и  $F_{0i})$   $i$ -го склада приближаются к правому верхнему углу графика, тем выше экологический риск и, соответственно, приоритет  $i$ -го склада.

С помощью рассмотренного инструментария выполнены модельные расчеты для определения приоритетности складов при размещении в них пестицидов и отходов термообезвреживания при реализации трех сценариев. Первый – пестициды располагаются на шести открытых площадках вне складских помещений (пропорционально по массе их настоящего хранения на складах №№ 1 – 6). Состояние тары – неудовлетворительное (тара повреждена или отсутствует). Представленный сценарий сопоставим с реальными условиями нахождения брошенных ядохимикатов. Второй сценарий соответствует реализованному к настоящему времени –

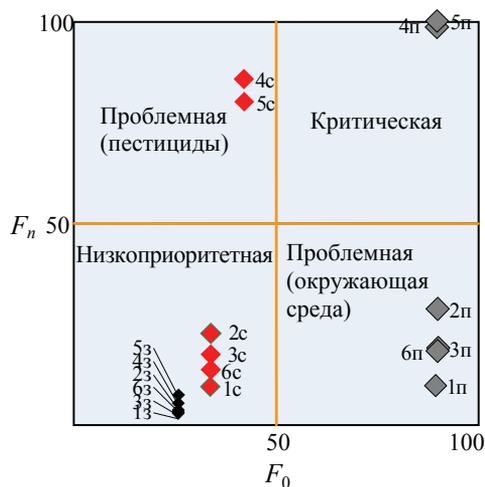


Рис. 1. Категорирование экологической ситуации

собранные пестициды перезатарены в мешки и находятся на охраняемых складах в удовлетворительных условиях. Третий, планируемый к реализации сценарий – пестициды уничтожены по предлагаемой технологии, образовавшиеся отходы пятого класса опасности затарены в герметичную упаковку и пропорционально размещены в помещениях шести существующих складов, которые приведены в идеальное состояние.

Принято, что потеря 30 % веса пестицидов при термообезвреживании для всех складов одинакова. Расчетные данные по исходным и конечным результатам ранжирования представлены в табл. 4.

На рисунке 1 представлены расчетные данные по ранжированию. К критическим относятся 4 и 5 площадки размещения пестицидов. После перезатаривания и размещения в закрытых складах последние переходят в категорию проблемных по фактору риска  $F_n$ . После термообезвреживания пестицидов все склады переводятся в категорию низкоприоритетных. Необходимо отметить определяющую роль в моделируемой экологической ситуации количественной составляющей  $Q$  (количество пестицидов), размещенных на складе (см. табл. 1).

Таблица 4

**Расчетные данные по ранжированию складов и площадок**

Исходные данные			Ранжирование, $F_0$			Ранжирование, $F_n$			Подсчет, $F_n^*$			Координаты (X, Y)		
Склад	$F_n$	$F_0$	Склад	$F_n$	$F_0$	Склад	$F_n$	$F_0$	Склад	$F_n^*$	$F_0$	Склад	$F_n^*$	$F_0$
1п*	7,4	90	1п	7,4	90	5п	66,3	90	5п	100,0	90	5п	100,0	90
2п	19,2	90	2п	19,2	90	4п	65	90	4п	98,0	90	4п	98,0	90
3п	13	90	3п	13	90	4с	56,8	43	4с	85,7	43	4с	85,7	43
4п	65	90	4п	65	90	5с	53	42	5с	79,9	42	5с	79,9	42
5п	66,3	90	5п	66,3	90	2п	19,2	90	2п	29,0	90	2п	29,0	90
6п	12,9	90	6п	12,9	90	2с	15,4	36	2с	23,2	36	2с	23,2	36
1с**	6	34	4с	56,8	43	3п	13	90	3п	19,6	90	3п	19,6	90
2с	15,4	36	5с	53	42	6п	12,9	90	6п	19,5	90	6п	19,5	90
3с	11,4	36	2с	15,4	36	3с	11,4	36	3с	17,2	36	3с	17,2	36
4с	56,8	43	3с	11,4	36	6с	10,3	34	6с	15,5	34	6с	15,5	34
5с	53	42	1с	6	34	1п	7,4	90	1п	11,2	90	1п	11,2	90
6с	10,3	34	6с	10,3	34	1с	6	34	1с	9,0	34	1с	9,0	34
1з***	0,5	26	1з	0,5	26	5з	4,6	26	5з	7,0	26	5з	7,0	26
2з	1,3	26	2з	1,3	26	4з	2,8	26	4з	4,3	26	4з	4,3	26
3з	0,6	26	3з	0,6	26	2з	1,3	26	2з	2,0	26	2з	2,0	26
4з	2,8	26	4з	2,8	26	6з	0,9	26	6з	1,4	26	6з	1,4	26
5з	4,6	26	5з	4,6	26	3з	0,6	26	3з	0,9	26	3з	0,9	26
6з	0,9	26	6з	0,9	26	1з	0,5	26	1з	0,8	26	1з	0,8	26

Примечание: \* – «п» соответствует открытой площадке размещения пестицидов (сценарий 1); \*\* – «с» соответствует складу, на котором в настоящее время хранятся пестициды (сценарий 2); \*\*\* – «з» соответствует складу, на котором предполагается хранить золу после уничтожения пестицидов (сценарий 3).

## Заключение

Проведенный анализ данных, полученных при обследовании складского комплекса перезатаренных пестицидов, а также собственных исследований – количественного химического анализа отобранных проб и расчетов по методике FAO UN оценки экологических рисков собранных пестицидов и продуктов их обезвреживания, показал, что склады под №№ 1, 2, 3, 6 относятся к проблемным по их воздействию на окружающую среду, склады №№ 4 и 5 – критическим.

Представленный на примере указанного складского комплекса порядок работ по обследованию складов и их последующему категорированию может быть применен на других объектах хранения и переработки запрещенных к применению пестицидов. На основе результатов выполненных работ осуществляется разработка проектной и рабочей документации на утилизацию собранных и перезатаренных устаревших пестицидов.

### Список литературы

1. О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами (с изменениями и дополнениями) : федер. закон от 19.07.1997 г. № 109-ФЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://base.garant.ru/11900732/> (дата обращения: 14.09.2017).
2. Банщиков, Б. П. Угроза экологии должна быть отведена / Б. П. Банщиков // Защита и карантин растений. – 2007. – № 5. – С. 7–8.
3. Рассельхознадзор. Управление по Алтайскому краю и республике Алтай : офиц. сайт. – Режим доступа : [www.rshn-alt.ru](http://www.rshn-alt.ru) (дата обращения: 14.09.2017).
4. ГОСТ 14189–81. Пестициды. Правила приемки, методы отбора проб, упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. – Введ. 1982–07–01. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 25 с.
5. ГОСТ Р 55829–2013. Ресурсосбережение. Наилучшие доступные технологии. Ликвидация отходов, содержащих стойкие органические загрязнители. – Введ. 2015–01–01. – М. : Стандартинформ, 2016. – 25 с.
6. Комплексная санация техногенного грунта при ликвидации накопленного экологического ущерба / А. В. Кошелев [и др.] // Экологические проблемы промышленных городов : сб. науч. тр. 7-й Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, г. Саратов, 8–10 апр. 2015 г. : в 2 т. / под ред. Е. И. Тихомировой. – Саратов, 2015. – Т. 1. – С. 178–180.
7. Серия FAO по уничтожению пестицидов. Инструментарий рационального природопользования в отношении устаревших пестицидов [Электронный ресурс] / Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. – Рим, 2009. – 54 с. – Режим доступа : [https://obsoletepesticides.net/site/wp-content/uploads/resources/reference/fao\\_emtk\\_vol\\_1\\_rus\\_draft.pdf](https://obsoletepesticides.net/site/wp-content/uploads/resources/reference/fao_emtk_vol_1_rus_draft.pdf) (дата обращения: 14.09.2017).
8. Применение методологии анализа риска для прогнозирования воздействия на окружающую среду объектов накопленного экологического ущерба / Т. Н. Швецова-Шиловская и др. // Проблемы анализа риска. – 2016. – Т. 13, № 3. – С. 70–77.

### References

1. <http://base.garant.ru/11900732/> (accessed 14 September 2017). (In Russ)
2. Bانشchikov В.Р. [The threat of ecology should be allocated], *Zashchita i karantin rastenii* [Protection and quarantine of plants], 2007, no. 5, pp. 7-8.(In Russ)
3. [www.rshn-alt.ru](http://www.rshn-alt.ru) (accessed 14 September 2017). (In Russ)

4. GOST 14189–81. *Pestitsidy. Pravila priemki, metody otbora prob, upakovka, markirovka, transportirovanie i khranenie* [Russian Interstate Standard 14189-81. Pesticides. Acceptance rules, sampling methods, packaging, marking, transportation and storage], Moscow: Izdatel'stvo standartov, 1996, 25 p. (In Russ)

5. GOST R 55829–2013. *Resursosberezhenie. Nailuchshie dostupnye tekhnologii. Likvidatsiya otkhodov, soderzhashchikh stoikie organicheskie zagryazniteli* [State Standard of the Russian Federation 55829-2013. Resource-saving. Best available technologies. Elimination of wastes containing persistent organic pollutants], Moscow: Standartinform, 2016, 25 p. (In Russ)

6. Koshelev A.V., Golovkov V.F., Bogoyavlenskaya Yu.S., Surovtsev V.V., Korol'kov M.V. *Ekologicheskie problemy promyshlennykh gorodov* [Ecological problems of industrial cities], Proceedings of the 7th All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation, Saratov, 8-10 April 2015, vol. 1 of 2, pp. 178-180. (In Russ)

7. [https://obsoletepesticides.net/site/wpcontent/uploads/resources/reference/fao\\_mtk\\_vol\\_1\\_rus\\_draft.pdf](https://obsoletepesticides.net/site/wpcontent/uploads/resources/reference/fao_mtk_vol_1_rus_draft.pdf) (accessed 14 September 2017). (In Russ)

8. Shvetsova-Shilovskaya T.N., Afanas'eva A.A., Gromova T.V., Koshelev A.V., Nazarenko D.I., Orlov A.Yu. [Application of the risk analysis methodology for forecasting the impact of the accumulated environmental damage on the environment], *Problemy analiza riska* [Problems of risk analysis], 2016, vol. 13, no. 3, pp. 70-77. (In Russ)

---

### Assessing Environmental Risks of Expired Pesticides Storage

A. V. Koshelev, V. F. Golovkov,  
E. I. Tikhomirova, O. Yu. Ksenofontova

*State Scientific Research Institute of Organic Chemistry and Technology,  
Moscow; Yuri Gagarin Saratov State Technical University, Saratov;  
N.G. Chernyshevsky Saratov State University, Saratov*

**Keywords:** chromatography-mass spectrometry; environmental risks; pesticides; risk factor; weighting factor.

**Abstract.** The work was aimed at finding approaches to the assessment of the environmental risks posed by expired pesticides for people's health and the environment. Materials and methods included the environmental monitoring of data of the region where unusable pesticides were collected, re-packed and stored. A complex analysis of organic pesticides was performed by chromatography-mass spectrometry. The identification was carried out from the NIST08 mass spectrometer library. To determine the toxicity, the averaged samples were prepared for each warehouse. The determination of the toxicity of the averaged samples was carried out according to generally accepted procedures.

---

© А. В. Кошелев, В. Ф. Головков,  
Е. И. Тихомирова, О. Ю. Ксенофонтова, 2017