

**УДК 662****А.М. КАСИМОВ**, д.т.н., профессор, заведующий лабораторией

Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем, г. Харьков

И.В. ВАРНАВСКАЯ, аспирант

Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно

**УЧАСТИЕ УКРАИНЫ В МЕЖДУНАРОДНОМ СОТРУДНИЧЕСТВЕ
ПО СТОЙКИМ ОРГАНИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНИТЕЛЯМ**

Рассмотрены проблемы обращения со стойкими органическими загрязнителями (СОЗ), накопленными на территории Украины. Определена опасность возможного попадания их в окружающую природную среду. Проанализированы статистические данные на 2006 г. об условиях хранения и состоянии СОЗ в промышленности Украины. Выявлены факторы, осложняющие ситуацию. Рассмотрены способы обращения с СОЗ в зарубежных странах и Украине.

стойкие органические загрязнители (СОЗ), анализ, состояние, условия хранения

Деятельность человека сопровождается образованием ряда соединений, характеризующихся высокой химической стабильностью и особой опасностью для окружающей природной среды (ОПС) и здоровья населения. Эти вещества называют стойкими органическими

загрязнителями (СОЗ). К ним относят некоторые соединения класса полициклических ароматических углеводородов, полихлорированные дифенилы, дибензофураны и дибензо-*p*-диоксины, а также пестициды, в т.ч. ДДТ, гексахлорбензол и ряд других органических соединений.

В странах ЕС работу по подготовке Протокола к Конвенции 1979 г. о стойких органических загрязнителях и трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния начали в 70-х гг. XX в. В 1998 г. этот документ подписали большинство стран Европы, в т.ч. Украина.

Следующим значительным шагом к решению проблемы в Европе стала Стокгольмская конвенция о СОЗ, в подписании которой весной 2001 г. приняла участие и наша страна.

Стокгольмская конвенция о СОЗ была принята и открыта для подписания на Конференции полномочных представителей 22–23 мая 2001 г. Конвенция предусматривает для стран-участниц выполнение следующих основных обязательств:

а) запрет и/или осуществление мероприятий по ликвидации производства и использования, а также импорта/экспорта следующих химических веществ: альдрина, хлордана, дилдрин, эндрин, гептахлора, гексахлорбензола, мирекса, токсафена, полихлорированных дифенилов (ПХД);

б) ограничение производства/использования ДДТ, полихлорированных би- и дифенилов, экологически безопасное удаление ПХД не позднее 2028 г.;

в) разработку плана действий и национальной стратегии относительно уменьшения или ликвидации выбросов в результате неумышленного образования следующих СОЗ:

- полихлорированных дибензо-п-диоксинов и дибензофуранов (ПХДД/ПХДФ);
- гексахлорбензола (ГХБ);
- полихлорированных дифенилов (ПХД);

г) содействие при внедрении лучших современных методов уменьшения или ликвидации выбросов СОЗ в ОПС источниками, которые уже существуют или будут созданы в будущем.

В настоящее время Конвенцию подписали 152 государства, включая страны Европейского Союза, ратифицировали – более 20.

В Украине накоплены значительные объемы СОЗ еще со времен бывшего СССР [1–4]. Вещества, которые известны как СОЗ, или POPs (PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS), являются наиболее токсичными и опасными химическими соединениями. Их объединяют четыре общих свойства:

- высокая стойкость в ОПС (устойчивость к фотохимическому и микробиологическому окислению);
- способность к биоаккумуляции, обусловленная высокой липофильностью, позволяющая накапливаться в жировых тканях и продвигаться по пищевым цепям;

- возможность перемещения в ОПС на большие расстояния с воздушными и водными потоками или мигрирующими видами животных;
- отдаленное воздействие (канцерогенное, мутагенное и др.).

По своим характеристикам двенадцать СОЗ, включенных в Стокгольмскую конвенцию о СОЗ, распределяются на три группы. Первая группа – высокотоксичные пестициды (ДДТ, дилдрин, альдрин, гептахлор, мирекс, токсафен, эндрин, хлордан, гексахлорбензол). Вторая группа (рис. 1а, б) – промышленные продукты (в т.ч. ПХБ). Третья группа представлена диоксинами – соединениями, которые образуются как побочные продукты некоторых производств. Они в незначительном количестве постоянно присутствуют при любых производствах, которые используют хлор, особенно при высокотемпературных процессах.

На рис. 1 приведены структурные формулы полихлорированного бифенила и полициклического ароматического гидроуглерода.

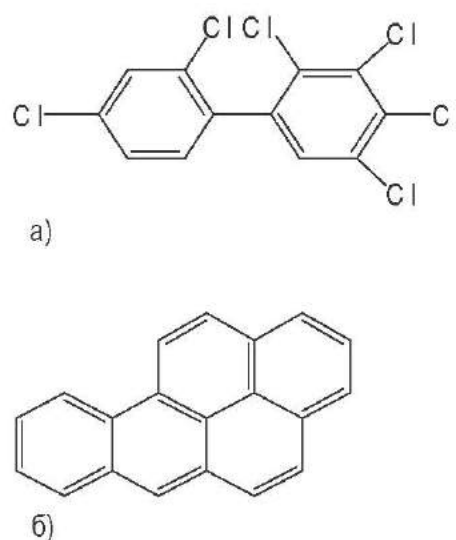


Рисунок 1 – Структурные формулы:

а) полихлорированного бифенила; б) полициклического ароматического гидроуглерода

Полихлорированные бифенилы (ПХБ) – это опаснейшие яды среди хлорсодержащих соединений. Они стойки и практически не разрушаются. ПХБ представляют собой смесь соединений с различным содержанием хлора (от 40 до 60 %), которая получается при хлорировании бифенила. Возможно существование более 200 соединений этого типа. ПХБ стали широко использовать в промышленности США в 1929 г. К 1986 г., когда прекратился их промышленный выпуск, в мире было произведено около 2 млн т ПХБ.



В СССР ПХБ выпускали с 1934 г. в виде двух препаратов – совола и трихлордифенила. Производство трихлордифенила в СССР было прекращено с 1980 г., совола – уменьшено до 500 т/год. Эти смеси отличаются по составу: совол содержит более высокохлорированные ПХБ – 53 % пента-, 23 % тетра-, 22 % гексахлорбифенилов, а трихлордифенил состоит на 49 % из три-, на 32 % – из тетра-, на 14 % – из ди-, на 4 % – из пентахлорбифенилов.

ПХБ используют как диэлектрические жидкости в трансформаторах и конденсаторах, как пластификаторы для пластмасс, лаков, как материалы-носители и растворители для пестицидов [1–4].

Полупериод существования ПХБ в грунте составляет 2,5–45 лет. Особую опасность представляет способность ПХБ (как и диоксинов) к синергизму, т.е. к усилению токсичных свойств другого токсиканта. Доказано, что ПХБ синергично влияют на токсические свойства такого опасного яда, как метилртуть. ПХБ могут быть выведены из организма человека только через 7–8 лет.

Во многих странах ввели запрет на производство ПХБ: в 1971 г. – в Швеции, 1972 г. – Японии, 1977 г. – Норвегии, 1977–1978 гг. – США. В Российской Федерации ПХБ не запрещены, но они не производятся с 1993 г. В 1939–1990 гг. в СССР было произведено 52 000 т совола, 57 000 т совтола (смесь 1-, 2-, 4-трихлорбензола с совтолом – совтол-10), 70 000 т трихлорбифенила (ТХБ). Всего было выпущено 180 000 т ПХБ, из них в настоящее время используют около 20 000 т. Известно, что часть ПХБ осталась в Украине, Узбекистане, Армении и других республиках бывшего СССР.

Полихлорированные дибензо-пара-диоксины (ПХДД) и дибензофураны (ПХДФ) являются смесью диоксинов и фуранов, образуются и существуют вместе, механизм их воздействия на человека и животных одинаков. Для них характерна чрезвычайно высокая токсичность. Расчетная средняя смертельная доза для человека при однократном поступлении диоксинов – 70 мкг/кг массы тела; минимально действующая доза составляет 0,5–1 мкг/кг.

Агентство охраны окружающей природной среды США признает, что опасность диоксинов – не только в канцерогенном эффекте. Последствия загрязнения диоксинами могут передаваться из поколения в поколение. Диоксины

всегда образуются при использовании хлора, при высокотемпературных процессах в металлургии, при сжигании пластмасс и ТБО.

На предприятиях Украины находится значительное количество веществ, содержащих ПХД (табл. 1, 2), [1–4].

Таблица 1 – Данные о количестве синтетических масел, содержащих ПХД, т

Наименование вещества	Кол-во	В резерве или выведено из эксплуатации
Аскарел	12	2,4
Гексол	0,177	0,177
Делор	8,68	–
Клофен	0,305	0,305
Пиранол	4,195	4,195
Совол	0,867	0,741
Совтол	218,823	100,891
Трихлордифенил	5	–
Всего	250,047	108,709

Таблица 2 – Долевой вклад областей Украины по наличию ПХД-содержащего оборудования

Область	%
Трансформаторы	
Донецкая	25
Днепропетровская	11
Киевская	11
Конденсаторы	
Запорожская	18
АР Крым	12
Днепропетровская	7
Синтетические масла с ПХД	
Донецкая	27
Днепропетровская	26
Киевская	14

В табл. 3, 4 приведены данные о выбросах ПХДД/ПХДФ различными отраслями народного хозяйства Украины (с использованием материалов [1–3]).

Таблица 3 – Объемы выбросов ПХДД/ПХДФ, г ТЕQ/год

Категории источников выбросов	Сферы ОПС						Объекты			
	воздух		вода		грунт		продукты		отходы	
	1990	2002	1990	2002	1990	2002	1990	2002	1990	2002
Сжигание ТБО	44	14,692	–	–	–	–	–	–	453,2	141,8
Черная и цветная металлургия	1028,9	714,68	–	–	–	–	–	–	763,6	471,3
Промышленная энергетика	104,683	46,906	–	–	–	–	–	–	–	–

Таблица 3 – Продолжение

Категории источников выбросов	Сферы ОПС						Объекты			
	воздух		вода		грунт		продукты		отходы	
	1990	2002	1990	2002	1990	2002	1990	2002	1990	2002
Производство минерального сырья	5,408	1,640	–	–	–	–	–	–	2,3	0,7
Транспорт	9,832	7,945	–	–	–	–	–	–	–	–
Неконтролируемое сжигание	0,234	0,228	–	–	0,187	0,182	0,187	–	–	–
Химическая промышленность	0,042	0,016	–	–	–	–	–	0,185	104,0	41,2
Разное	0,004	0,006	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего	1193,1	786,1	0	0	0,19	0,18	0,19	0,19	1323,2	655

На рис. 2 приведены данные о годовых выбросах ПХДД/ПХДФ из разных источников на территории Украины.

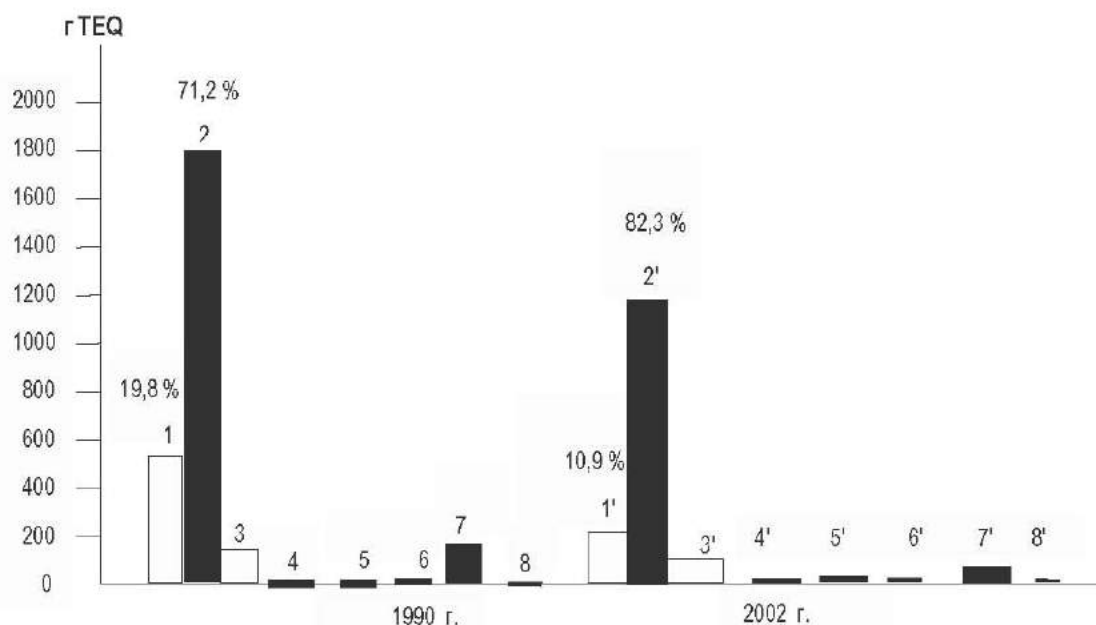


Рисунок 2 – Суммарные выбросы ПХДД/ПХДФ в Украине в 1990–2002 гг.:

1–1' сжигание ТБО	497,2	156,5
2–2' черная и цветная металлургия	1792,5	1186
3–3' промышленная энергетика	104,7	46,9
4–4' производство минерального сырья	7,7	2,3
5–5' транспорт	9,8	7,9
6–6' неконтролируемое сжигание	0,4	0,4
7–7' химическое производство	104,2	41,4
8–8' разное	0,006	0,006
Всего	2516,5	1441,4

На рис. 3 приведены данные о вкладе основных хозяйственных комплексов Украины в общее количество ПХД по результатам инвентаризации 2005 г. Показатели загрязнения ОПС отдельными видами СОЗ в 1970–1998 гг. – на рис. 4 [3]. На рис. 5а, б объемы выпадения и концентрации бенз(а)пирена (Б(а)П) в воздушном

бассейне Украины сравниваются с показателями в других странах Европы, на рис. 6 приведены данные о выбросах и концентрации Б(а)П на территории Украины. На рис. 7 – схема размещения конденсаторов, содержащих ПХД, по регионам Украины.



Таблица 4 – Суммарный выброс ПХД и ГХБ в Украине в 2002 г.

Виды источников	Масса токсикантов, создающая выбросы, т	Коэффициент утечки ПХД	Коэффициент выбросов ПХД	Коэффициент выбросов ГХБ	Утечки ПХД, кг	Выбросы ПХД, кг	Выбросы ГХБ, кг
Конденсаторы	1774,125	2 кг/т	0,8 кг/т	–	3548,25	2,84	–
Трансформаторы	2000,01	0,3 кг/т	0,06 кг/т	–	600,00	0,04	–
Сжигание ТБО	276 407 211	–	5 мг/т	2 г/т	–	1,38	552,8
Сжигание дров населением	1 828 210	–	5 мг/т	0,06 мг/т	–	9,14	0,11
Сжигание каменного угля населением	2 097 109	–	18 мг/т	0,125 мг/т	–	37,75	0,26
Сжигание бурого угля населением	42 310,0	–	10 мг/т	–	–	0,42	–
Всего					4148,25	51,57	553,17

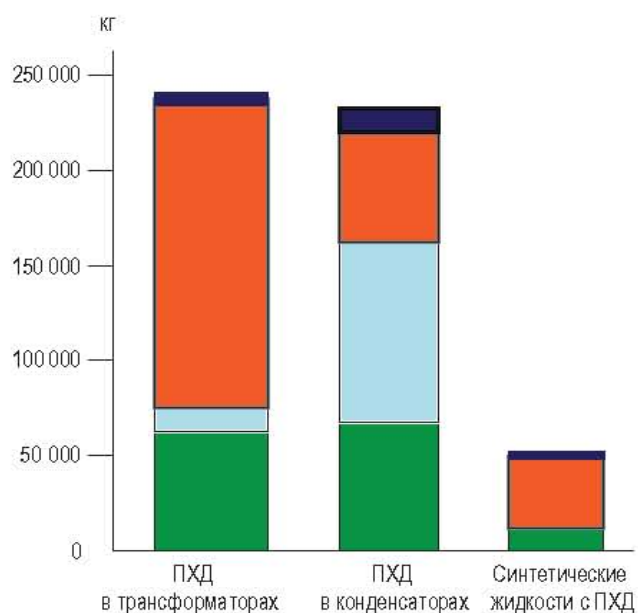
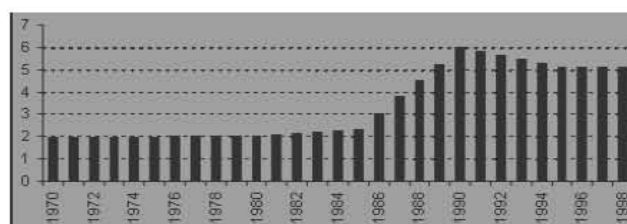
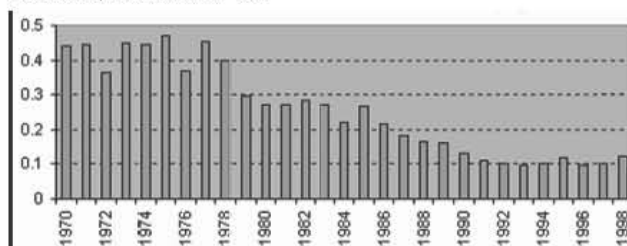


Рисунок 3 – Вклад основных хозяйственных комплексов в общее количество ПХД,:

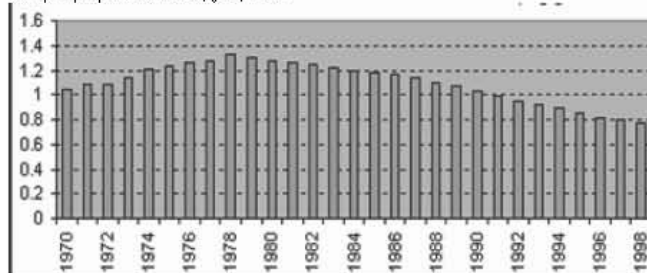
■ Транспорт	16 845	44 783	9905
■ Промышленность	1 564 635	695 020	196 776,3
■ Топливо-энергетический комплекс	81 950	766 061	0
■ Другие области	397 730	432 744	43 366
Всего	2 061 160	1 938 608	250 047



Объем выбросов ПХБ, мг/м²-год



Концентрация ПХБ в воздухе, пг/м³



Концентрация ПХБ в почве, пг/г

Рисунок 4 – Загрязнение ОПС Украины отдельными видами СОЗ в 1970–1998 гг.

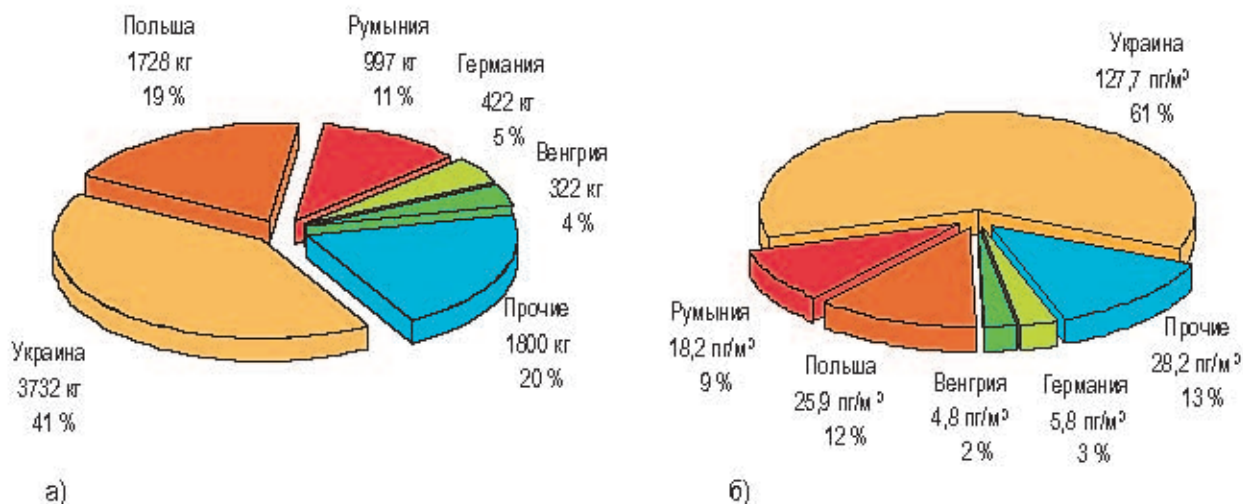


Рисунок 5 – Объем выпадений Б(а)П в 2000 г. и его содержание в воздушном бассейне Украины в сравнении с другими странами Европы:
 а) объем выпадений, б) его содержание

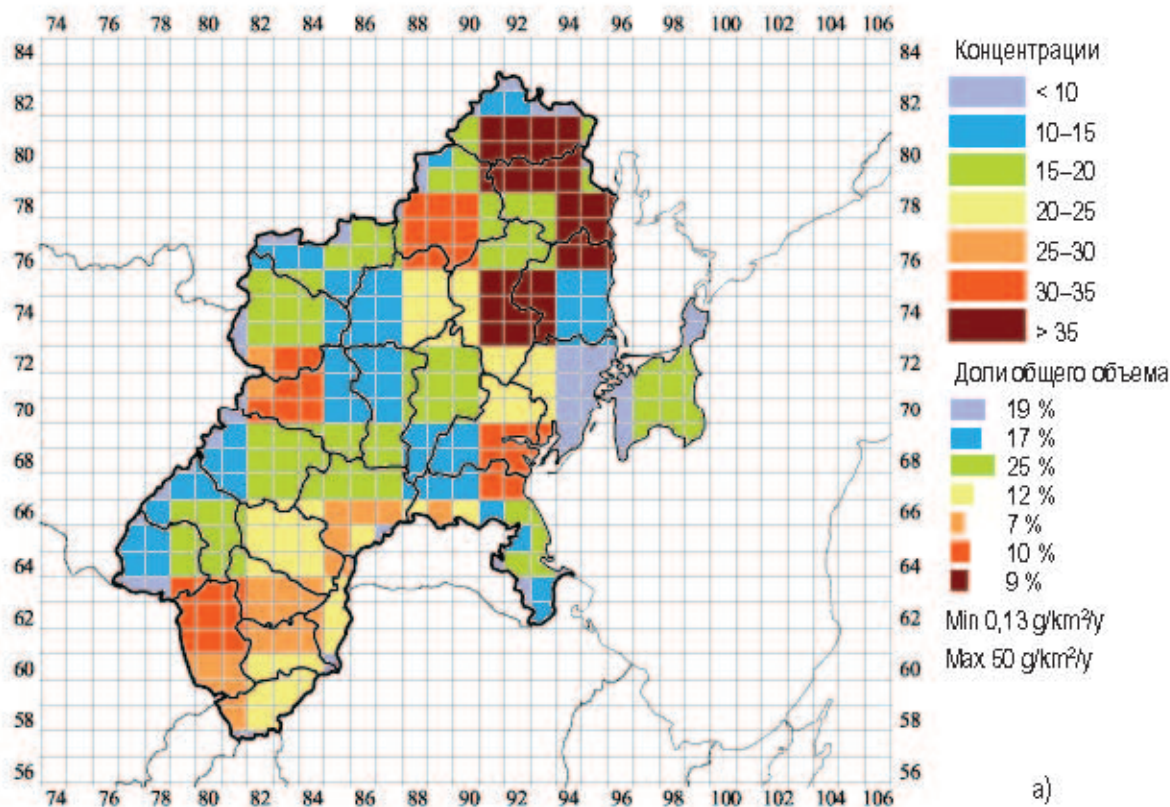


Рисунок 6 – Выбросы, концентрация и объем выпадений Б(а)П на территории Украины:
 а) выбросы, мкг/м² · год

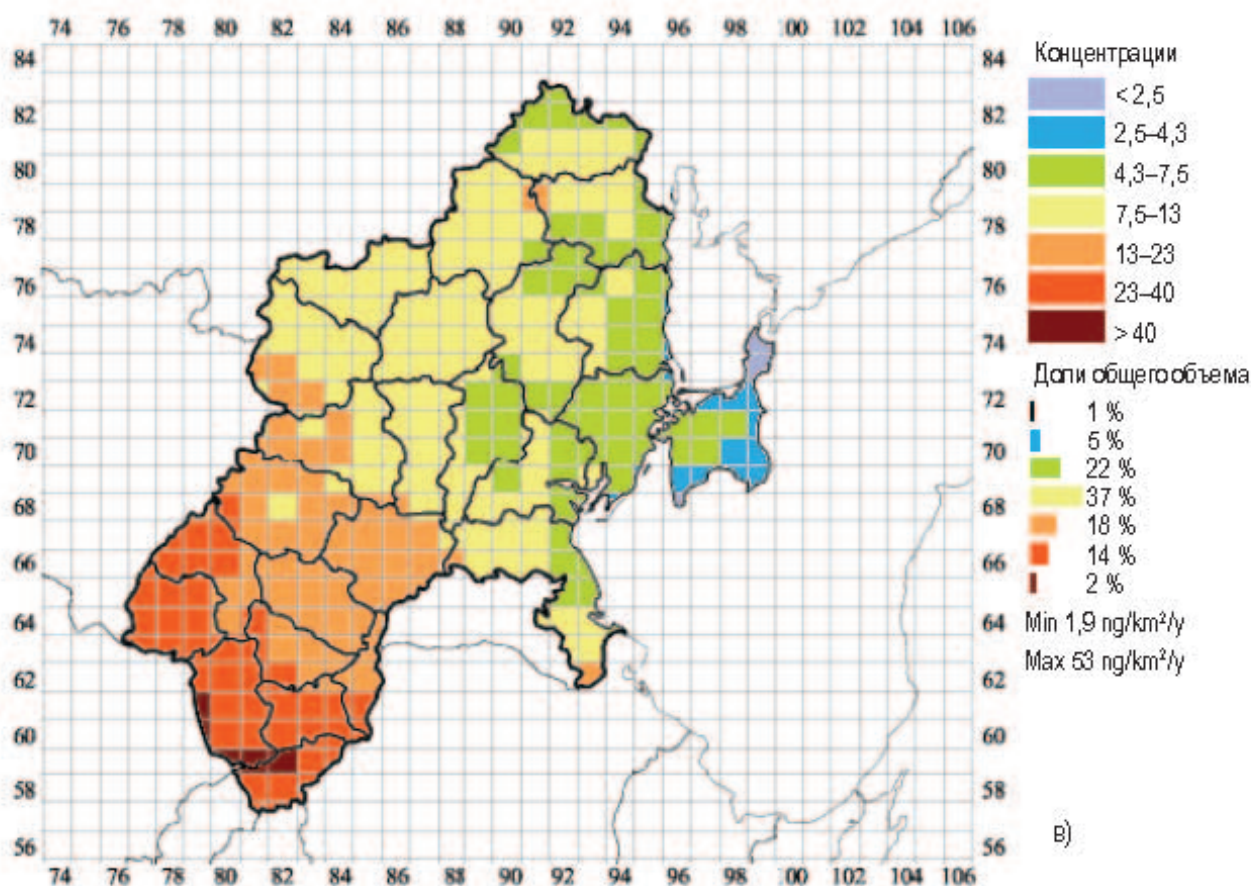
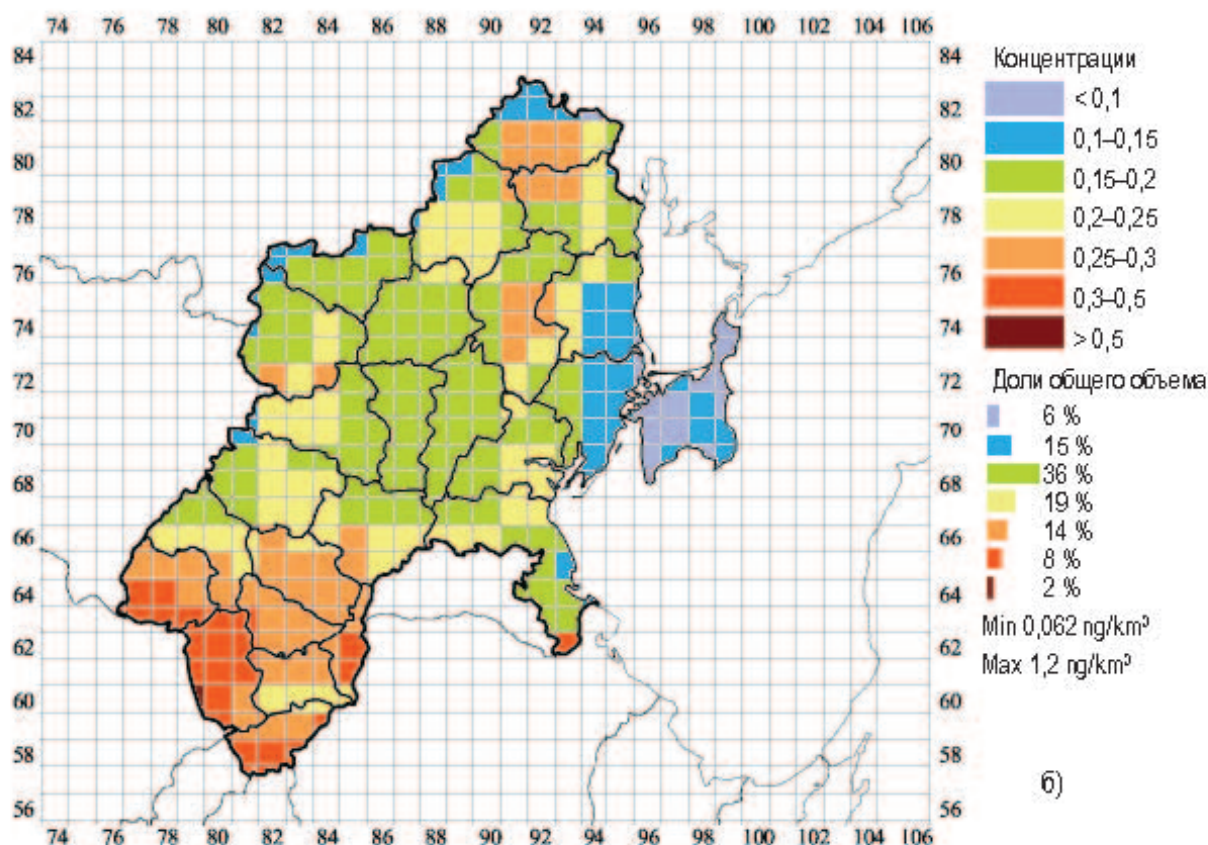


Рисунок 6 – Выбросы, концентрация и объем выпадений Б(а)П на территории Украины:
б) концентрация в воздухе, $\text{нг}/\text{м}^3$; в) объем выпадений, $\text{г}/\text{км}^2 \cdot \text{год}$

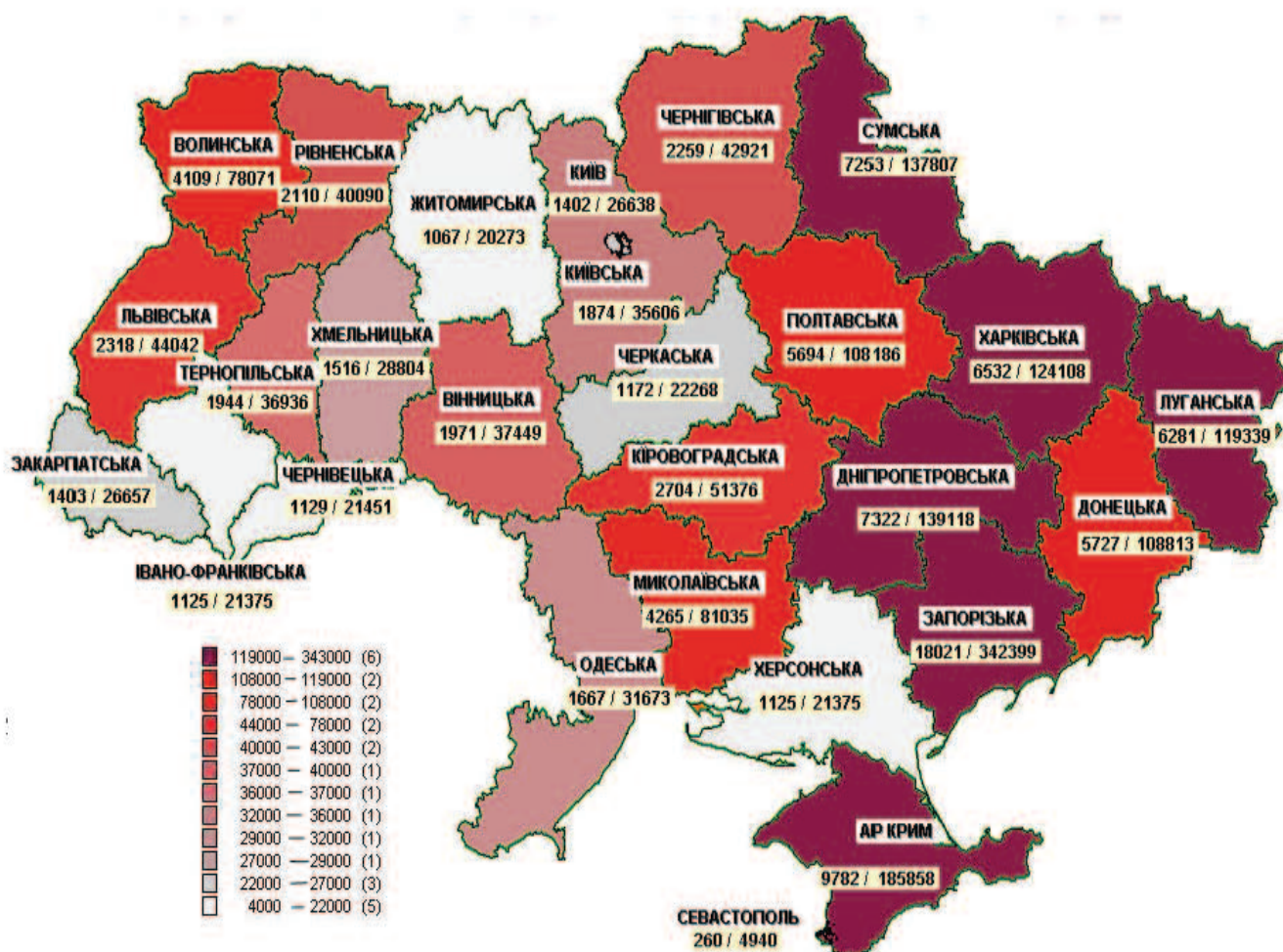


Рисунок 7 – Размещение конденсаторов, содержащих ПХД, по регионам Украины (2005 г.)

ВЫВОДЫ

Наиболее экологически напряженными регионами Украины по наличию оборудования, содержащего СОЗ, являются Донецкая, Днепропетровская, Киевская области, Автономная Республика Крым.

Основные мероприятия по эколого-экономически целесообразному сбору и уничтожению оборудования, содержащего СОЗ, включают:

- прекращение использования ПХБ, ПХД, ПХДД и других СОЗ до 2028 г.;
- выявление и вывод из эксплуатации оборудования, содержащего СОЗ, до 2015 г.;
- выявление участков земной поверхности, загрязненных ПХБ, ПХД, ПХДД и другими СОЗ, проведение комплекса производственно-технических и экологически-гигиенических работ по их очистке.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Касимов, А.М.** Проблема СОЗ в Украине и международное сотрудничество [Текст] / А.М. Касимов, О.М. Полищук // Восточноевропейский журнал передовых технологий. – № 3/1(15). – 2005. – С. 65–69.
2. **Антонов, Д.В.** Стан і шляхи розв'язання проблеми знешкодження в Україні стійких органічних забруднювачів (СОЗ) [Текст] / В.О. Дунюшкін, О.В. Лігостаєва // Сб. матеріалів XI Научно-практ. конференції «Переробка енергоресурсних відходів». – К.: Об-во «Знання України», 2006. – С. 5–7.
3. **Дутчак, С.В.** Использование экспертных оценок выбросов СОЗ для модельных расчетов [Текст] / С.В. Дутчак. – ЕМЕП/МСЦ-Восток, 2003.
4. **Касимов, А.М.** Участие Украины в международном сотрудничестве по СОЗ [Текст] / А.М. Касимов, Д.В. Сталинский, И.В. Варнавская // Сб. матеріалів Міжнародної науково-практичної конференції «Рециклінг, переробка відходів і чисті технології». – М.: Інститут «Гінцветмет», 2007. – С. 55–57.

Поступила в редакцию 02.07.07 г.



Розглянуто проблеми поводження зі стійкими органічними забруднювачами (СОЗ), які були накопичені на території України. Визначено небезпеку при можливому потраплянні СОЗ у навколишнє природне середовище. Проаналізовано статистичні дані станом на 2006 р. щодо умов зберігання та стану СОЗ у промисловості України. Виявлено фактори, що ускладнюють ситуацію. Розглянуто шляхи поводження з СОЗ за кордоном та в Україні.

Problems of manipulation with persistent organic pollutants (POPs), which have been accumulated at the territory of Ukraine, are considered. Danger of their possible ingress into natural environment is determined. Statistic data in 2006 about storage conditions and the state of POPs in Ukrainian industry are analyzed. The factors, which complicate the situation in the sphere of manipulation with POPs are revealed. Alternative ways of manipulation with POPs in foreign countries and in Ukraine are considered.