

*Олениченко Ю.А., ад'юнкт, НУГЗУ,  
Соболь А.Н., д-р техн. наук, нач. каф., НУГЗУ*

## **СИСТЕМА ОГРАНИЧЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ЛИКВИДАЦИИ ТЕХНОГЕННЫХ АВАРИЙ НА ПОЛИГОНАХ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ**

(представлено д-ром хим. наук Калугиным В.Д.)

В статье проведен анализ современного состояния вопроса, связанного с управлением твердыми бытовыми отходами. Исследована система ограничений для последующей постановки задач предупреждения и ликвидации техногенных аварий на полигонах твердых бытовых отходов.

**Ключевые слова:** твердые бытовые отходы, полигоны, техногенная авария

**Постановка проблемы.** Проблема накопления твердых бытовых отходов (ТБО) приобретает в Украине масштаб национальной катастрофы. Общая площадь полигонов и свалок (более 6 тыс. га) сравнима с территориями заповедников и парков, причем количество данных свалок и полигонов превышает 3600 [1]. Большинство этих объектов перегружены и не отвечают требованиям техногенной безопасности. Из-за отсутствия надлежащей системы сбора ТБО в частном секторе ежегодно образуются тысячи мелких стихийных свалок, которые не поддаются учету.

При эксплуатации многих полигонов и свалок не принимаются меры по минимизации их негативного воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Полигоны часто занимают большие территории, а не ограниченные по размеру, четко определенные участки, что приводит к образованию больших объемов фильтрата. Редко функционирует надлежащая система его сбора и обработки. Обычно полигоны и свалки не ограждены и не накрыты почвой. Это приводит к рассеиванию отходов ветром. Часто имеют место возгорания и проседания грунта. Системы обращения со свалочным газом отсутствуют, что обуславливает самовозгорание отдельных участков. Открытые площадки свалок являются причиной распространения грызунов и носителей инфекции.

Следует отметить, что перечисленные выше негативные тенденции для города Харькова и Харьковской области имеют большую динамику, поскольку связаны с особенностями расположения мегаполиса, качественным и количественным составом населения, объектов производства и инфраструктуры. Данный вывод подтверждают официальные цифры статистики.

Так, объемы образования отходов в Харьковской области в 6,5 раз больше, чем в аналогичных регионах США, и в 3,5 раза больше, чем в странах Европейского Союза [2]. Ежегодный объем образовавшихся в области отходов составляет 0,499 млн. м<sup>3</sup>, а в г. Харькове – около 1,5 млн. м<sup>3</sup>. Всего в Харьковской области ежегодно образуется около 2,5 млн. тонн отходов. В области отсутствует контролируемый объект приема и складирования ТБО, при этом функционирует 31 полигон твердых бытовых отходов площадью 136,5 га, при этом большинство полигонов требует реконструкции. В городах области расположено 14 полигонов площадью 85,9 га, в селах и поселках городского типа – 17 полигонов площадью 50,6 га. Захоронение ТБО, собираемых в г. Харькове, осуществляется на Дергачевском и Роганском полигонах. Если мощности первого почти исчерпаны на сегодня, то второй подлежит полному закрытию до июня 2012 года, так как попадает в санитарную зону Харьковского аэропорта.

Тем не менее, выведенный из эксплуатации полигон ТБО на протяжении 20 лет продолжает быть объектом повышенной пожарной и техногенной опасности, в связи с продолжающимися на его территории биохимическими процессами. При этом сегодняшние реалии таковы, что мониторинг данных процессов при эксплуатации полигонов ТБО – нормирован, а по истечении эксплуатации – отсутствует.

Не менее важной проблемой является неготовность органов управления и подразделений МЧС Украины, органов Государственной инспекции по техногенной безопасности к проведению как профилактических мероприятий, так и мероприятий по ликвидации аварий на данных объектах. Так, масштабные техногенные аварии, для ликвидации которых привлекались крупные силы МЧС Украины, на двух приведенных объектах только в 2011 году были зафиксированы дважды (июнь – пожар на Дергачевском полигоне ТБО – площадь пожара – 400 кв. м; сентябрь – пожар на Роганском полигоне ТБО – площадь пожара – 1500 кв. м). Отрицательный рекорд был зафиксирован в мае 2007 года, когда пло-

---

Система ограничений в задачах предупреждения и ликвидации техногенных аварий на полигонах твердых бытовых отходов

щадь пожара на Роганском полигоне ТБО составила 4000 кв. м. Пожары с распространением по меньшей площади носят постоянный характер.

Таким образом, существует научно-прикладная проблема повышения пожарной и техногенной безопасности полигонов ТБО. Одними из задач, направленных на решение указанной проблемы, являются задачи предупреждения и ликвидации техногенных аварий на полигонах ТБО.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Научные исследования, направленные на разработку современных технологий обращения с отходами носят эпизодический характер [3-7]. Что касается работ, связанных с повышением пожарной и техногенной безопасности полигонов, то на сегодня они практически отсутствуют [8,9]. Методические рекомендации по обращению с ТБО, утвержденные в феврале 2010 г. МинЖКХ Украины [10], ориентированы на их захоронение без учета возможной переработки и анализа последних научных достижений в этой сфере [10-12]. Предложенная методика не позволяет классифицировать ТБО для разработки эффективных приемов обращения. Контроль состава коммунальных отходов, поступающих на полигоны, часто отсутствует или крайне ограничен. Это приводит к бесконтрольному размещению опасных отходов, несанкционированному изъятию вторсырья с нарушением эксплуатационных (инженерно-проектировочных и временных) норм складирования [13], что, в свою очередь, увеличивает риск возникновения пожаров и техногенных ЧС на полигонах ТБО. Следовательно, анализ последних исследований подчеркивает актуальность проблемы повышения пожарной и техногенной безопасности полигонов ТБО.

**Постановка задачи и ее решение.** Целью данной работы является проведение систематизации и обоснование ограничений (требований) с последующей их формализацией для комплексной задачи минимизации возможности возникновения техногенных аварий на полигонах ТБО с одной стороны, и повышения эффективности действий аварийно-спасательных подразделений при проведении мероприятий по ликвидации возможной аварии с другой стороны.

При организации полигонов ТБО важное значение имеют:

- правильный выбор площадки;
- создание необходимых инженерных сооружений;
- порядок заполнения полигона отходами;

- глубина предварительной обработки отходов;
- проведение мониторинга окружающей среды.

Анализ существующих подходов к управлению ТБО позволил сформировать следующие группы требований к обращению с отходами.

Первая группа требований – *инженерно-проектировочные*.

Так, благоприятными земельными участками с точки зрения размещения полигонов считаются [14,15]:

- открытые, хорошо продуваемые (проветриваемые), незатопляемые и неподтопляемые, допускающие проведение природоохранных мероприятий и выполнение инженерных решений, обеспечивающих предотвращение загрязнения окружающей среды;
- расположенные с подветренной стороны относительно нахождения населенных пунктов и рекреационных зон, в соответствии с розой ветров;
- расположенные ниже водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения, рыбоводных хозяйств;
- удаленные от аэропортов на 15 км и более, от сельскохозяйственных угодий и транзитных магистральных дорог на 200 м, от лесных массивов и лесопосадок, не предназначенных для рекреации, на 50 м;
- на которых обеспечивается соблюдение 500 м санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границ полигона;
- с преобладающими уклонами в сторону населенных пунктов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных угодий и лесных массивов не более 1,5%;
- с залеганием грунтовых вод при наибольшем подъеме их уровня не менее 1 м от нижнего уровня складироваемых отходов;
- с преобладанием в геологическом разрезе экранирующих пород;
- с развитым региональным водоупорным горизонтом, характеризующимся отсутствием «гидрогеологических окон» и значительных по площади трещиноватых зон;
- с отсутствием опасных геологических процессов (оползневых, карстово-суффозионных, овражно-эрозионных и т.д.).

Таким образом, данные ограничения (требования) позволяют выделить области допустимых размещений полигонов ТБО, а также области запрета

$$S_i \in D_j; i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m; \quad (1)$$

$$S_i \cap B_k = \emptyset; k = 1, \dots, p. \quad (2)$$

Следует отметить, что в выражениях (1) и (2)  $S_i$  - полигоны ТБО, необходимые для обслуживания соответствующих городов и населенных пунктов;  $D_j$  - области допустимых размещений полигонов ТБО;  $B_k$  - области запрета на размещение полигонов ТБО.

При выборе площадки для обустройства полигона ТБО следует учитывать, что площадь данного участка выбирается, как правило, из условия срока его эксплуатации не менее 15-20 лет. Более того, участок складирования ТБО разбивается на очереди эксплуатации с учетом обеспечения приема отходов в течение 3-5 лет. Естественно, разбивка участка складирования на очереди выполняется с учетом рельефа местности. Таким образом, можно сформулировать следующие требования к проектированию полигона ТБО

$$\bigcup_{l=1}^q S_{il}(t) \leq 0,95 \cdot S_i, i = 1, \dots, n; \quad (3)$$

$$h_{il}(t) \leq h_{il}^*; l = 1, \dots, q. \quad (4)$$

В выражениях (3) и (4):  $S_{il}(t)$  - очереди, на которые разбивается участок складирования ТБО (площадь данных очередей изменяется в течение времени  $t$ );  $0,95 \cdot S_i$  - площадь участка складирования ТБО, составляющая 95% полигона (остальная часть – хозяйственная зона, инженерные сооружения и коммуникации);  $h_{il}(t)$  - высота  $l$ -той очереди  $i$ -го полигона ТБО в момент времени  $t$ ;  $h_{il}^*$  - допустимые высоты очередей.

Также необходимо отметить, что полигоны ТБО должны на протяжении установленного времени обслуживать соответствующие города и населенные пункты в полном объеме. Иначе говоря, объем ТБО, который могут принять полигоны, должен быть не менее общего объема ТБО, вырабатываемого различными объектами инфраструктуры городов и населенных пунктов. Данные объемы приведены в таблице 1 [6].

Таблица 1 – Источники образования и нормы накопления отходов

<b>Источник образования отходов</b>	<b>Среднегодовая норма образования и накопления отходов</b>
Жилищно-коммунальное хозяйство	350-450 кг (1,2-1,5 куб.м.) на человека
Гостиница	120 кг (0,7 куб.м) на место
Детский сад, ясли	95 кг (0,4 куб.м.) на место
Школа, техникум, институт	24 кг (0,12 куб.м.) на учащегося
Театр, кинотеатр	30 кг (0,2 куб.м.) на место
Учреждение, предприятие	40-70 кг (0,2-0,3 куб.м.) на сотрудника
Продовольственный магазин	160-250 кг (0,8-1,5 куб.м.) на кв.м. торговой площади
Промтоварный магазин	80-200 кг (0,5-1,3 куб.м.) на кв. м. торговой площади
Рынок	100-200 кг (0,6-1,3 куб.м.) на кв.м. торговой площади
Санатории, пансионаты, дома отдыха	250 кг (1 куб.м.) на место
Вокзал, аэропорт, аэровокзал	125 кг (0,5 куб.м.) на кв.м площади
Накопление ТБО в благоустроенных домах: при отборе пищевых отходов без отбора пищевых отходов	180-200 кг (0,9-1,0 куб.м.) на человека в год 210-225 кг (1,0-1,1 куб.м.) на человека в год
Общая норма накопления ТБО по благоустроенным жилым и общественным зданиям для городов с населением более 100 тыс. чел.	260-280 кг (1,4-1,5 куб.м.) на человека в год

Следовательно, ограничение на объем ТБО, который будут способны принять полигоны, будет иметь следующий вид

$$\sum_{i=1}^n V_i(t) \geq \sum_{r=1}^v V_{r,1}. \quad (5)$$

Здесь  $V_i(t)$  - объем ТБО, который способны принять полигоны на момент времени  $t$ ;  $V_{r,1}$  - объем ТБО, вырабатываемый  $r$ -м городом или населенным пунктом на протяжении одного года.

Также следует отметить, что полигоны должны размещаться таким образом, чтобы обеспечивалось эффективное использование технических средств вывоза ТБО из городов и населенных пунктов. Таким образом, необходимо учитывать следующее условие

$$W^* = \arg \min_{g=1, \dots, z} T(W_g). \quad (6)$$

Здесь  $W^*$  - оптимальная сеть подъездных дорог;  $W_g$  - допустимый вариант подъездных дорог;  $T(W_g)$  - время использования технических средств вывоза ТБО.

Таким образом, группу инженерно-проектировочных требований представим в следующем виде

$$F_{u-n}(S_i, D_j, B_k, S_{il}(t), h_{il}(t), V_i(t), W^*). \quad (7)$$

Вторая группа ограничений – *экологическая*.

При выборе участка для устройства полигона ТБО определяющими являются климатогеографические и почвенные особенности, геологические и гидрологические условия местности. Вопросы техногенной безопасности рассматриваются только через призму перечисленных выше факторов. Эти же факторы являются доминирующими при проведении профилактической работы.

Экологическая группа ограничений может быть представлена следующим образом

$$F_{ПДК}(S_i, TB_i(t), MA_i(t), MB_i(t), OC_i(t), P^*). \quad (8)$$

В зависимости от пути миграции химических веществ в определенные среды существует 4 разновидности ПДК почвы [14]:

- $TB$  – транслокационный показатель, характеризующий переход химического вещества из почвы через корневую систему в зеленую массу и плоды растений;
- $MA$  – миграционный воздушный показатель, характеризующий переход химических веществ из почвы в атмосферу;
- $MB$  – миграционный водный показатель, характеризующий переход химических веществ из почвы в грунтовые и поверхностные воды;
- $OC$  – общесанитарный водный показатель, характеризующий влияние химических веществ из почвы на самоочищающуюся способность почвы и микробиоценоз.

Таким образом

$$\begin{aligned} TB_i(t) \leq TB^*; MA_i(t) \leq MA^*; MB_i(t) \leq MB^*; \\ OC_i(t) \leq OC^*; i = 1, \dots, n. \end{aligned} \quad (9)$$

Здесь  $TB^*$ ,  $MA^*$ ,  $MB^*$ ,  $OC^*$  - предельно допустимые показатели. Также необходимо рассмотреть условие, касающееся оптимального количества и мест размещения постов мониторинга окружающей среды  $P^*$ .

При рассмотрении задачи ликвидации техногенных аварий на полигонах ТБО необходимо учитывать наличие в воздушном пространстве полигонов опасных объемов диоксина, что может вызвать тяжелое отравление личного состава аварийно-спасательных подразделений.

Третья группа ограничений – *морфологические* (состав и степень опасности ТБО).

При проведении мероприятий по повышению эффективности профилактической работы на полигонах необходимо учитывать морфологический состав ТБО и ограничения, накладываемые на совместное их захоронение и степень опасности как источника возникновения техногенной аварии.

Средний морфологический состав ТБО в Украине [5] включает в себя следующие компоненты:

- пищевые отходы – 30...38%,
- отходы бумаги и картона – 25...30%,
- текстильные отходы – 4...7%,
- стеклотарой и стеклотара – 5...8%,
- отходы пластмасс - 2-5%,

- черные металлы - 0,2...0,3%,
- кости - 0,5...2%.

Из приведенного выше перечня особое внимание следует уделить первым двум позициям в силу их органического происхождения и возможности протекания в них неконтролируемых термических реакций.

Следует также отметить, что на полигонах ТБО разрешено захоронение отдельных промышленных отходов (третьей и четвертой группы опасности) [16] в установленном процентном соотношении.

Таким образом, можно сформулировать следующие требования для организации полигонов ТБО

$$\bigcap A_{i\alpha} = \emptyset; \bigcap frA_{i\alpha} = \emptyset; i = 1, \dots, n; \alpha = 1, \dots, \gamma; \quad (10)$$

$$Tp_i(t) \leq Tp_{\max}; \beta_i(t) \geq \beta_{\min}. \quad (11)$$

В выражениях (10) и (11):  $A_{i\alpha}$  - группы отходов, совместное захоронение которых недопустимо;  $\gamma$  - количество данных групп отходов;  $frA_{i\alpha}$  - границы областей захоронения соответствующих групп отходов;  $Tp_i(t)$  и  $\beta_i(t)$  - параметры хранения ТБО, описывающие, соответственно, температуру в слоях ТБО и влажность.

Необходимо учитывать то, что параметры хранения имеют как четко выраженную сезонность проявления, так и носят накопительный характер.

Накопительный процесс можно разделить на 5 фаз, а именно:

- 1 фаза – аэробное разложение;
- 2 фаза – анаэробное разложение без выделения метана (кислое брожение);
- 3 фаза – анаэробное разложение с непостоянным выделением метана;
- 4 фаза – анаэробное разложение с постоянным выделением метана;
- 5 фаза – затухание анаэробного процесса;

Так, для климатической зоны Харьковской области длительность 1 и 2 фазы составляет 20 – 40 суток с момента укладки, 3 – 700 суток, 4 – порядка 20 лет.

Сезонность связана в первую очередь с колебаниями процентных характеристик морфологического состава ТБО, вызванного увеличением органических составляющих в летне-осенний период, и критичным уменьшением влажности в летний период.

Следовательно, морфологическую группу ограничений можно представить в следующем виде

$$F_m(S_i, A_{i\alpha}, Tp_i(t), \beta_i(t)). \quad (12)$$

В отдельную группу ограничений следует выделить *очаговую взрывоопасность*.

Как и предыдущая группа ограничений, данная группа зависит от объемно-проектировочных решений по складированию различных групп ТБО, параметров хранения ТБО и ряда неопределенностей  $K_i(t)$ ,  $i = 1, \dots, n$ , вызванных наличием локальных пустот в закладке ТБО и образованием в них критических концентраций взрывоопасных газов (таблица 2) [4].

Таблица 2 – Состав и свойства свалочного газа

Компонент	Свойства
Метан	Нетоксичен, взрывоопасен при содержании в воздухе 5-15 %, легче воздуха, температура вспышки 600 С.
Углекислый газ	Ядовит, не горюч, тяжелее воздуха
Окись водорода	Токсичен
Водород	Горюч, при взаимодействии с воздухом взрывоопасен
Сероводород	Токсичен
Меркаптан	Токсичен, имеет неприятный запах

Экспериментальные исследования [4] показывают, что ТБО при уменьшении их влажности до 40% склонны к самовозгоранию, а температура биопроцессов не опускается ниже 60°C, что в свою очередь является иницилирующим фактором возникновения техногенной аварии. Наличие на полигоне промышленной техники и резервуаров ЛВЖ не исключает влияния человеческого фактора (возникновение аварии вследствие нарушения техники безопасности и условий эксплуатации техники).

Система ограничений в задачах предупреждения и ликвидации техногенных аварий на полигонах твердых бытовых отходов

Таким образом, данную группу ограничений можно представить в виде

$$F_{o-b}(F_m, K_i(t)). \quad (13)$$

Пятая группа ограничений – *тактическая*.

Инженерно-проектировочные и экологические требования значительно влияют на процесс ликвидации техногенной аварии на полигонах ТБО и определяют группу тактических ограничений

$$F_m(F_{u-n}, F_{ПДК}, V_i^a, R^*, S_i^*), \quad (14)$$

где  $V_i^a$  - объем аварии на  $i$ -м полигоне,  $R^*$  - необходимое количество сил и средств ликвидации аварии,  $S_i^* \in S_i$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$ , - области допустимых размещений технических средств ликвидации аварии на полигоне ТБО.

Введение понятия объема аварии (традиционно – площадь аварии) необходимо для учета возможных методов ликвидации аварии (например, в случае тушение пожара, перекапывание горящего пласта с проливкой его водой), а также учета инженерно-проектировочных ограничений (не нарушение дренажной системы полигона и др.).

Шестая группа ограничений – *обеспечение бесперебойной работы полигона*.

Данная группа ограничений связана с тем, что в случае продолжительной аварии на  $i$ -м полигоне необходимо распределить доставку ТБО на другие полигоны или (и) запустить соответствующие очереди на рассматриваемом полигоне. Таким образом

$$F_{b-p}(V_i^a, S'_{il}, S'_\delta(T^*)), \quad (15)$$

где  $V_i^a$  - объем аварии на  $i$ -м полигоне;  $S'_{il} \in S_i$ ,  $i \in \{1, \dots, n\}$ , - допустимые для запуска очереди  $i$ -го полигона;  $S'_\delta(T^*)$  - полигоны, на которые распределяется доставка ТБО

$$S'_\delta(T^*) \in S_i; \delta \in \{1, \dots, n\}; \delta \neq i. \quad (16)$$

Выражение (16) описывает процесс выбора допустимого множества полигонов исходя из того, что  $T_{\delta}(W^*) \leq T^*$ , т.е. время достижения технических средств вывоза ТБО по сети подъездных дорог не превосходит заданное.

**Выводы.** В данной работе выполнена систематизация и обоснование ограничений для комплексной задачи минимизации возможности возникновения техногенных аварий на полигонах ТБО с одной стороны, и повышения эффективности действий аварийно-спасательных подразделений при проведении мероприятий по ликвидации возможной аварии с другой стороны. Дальнейшие исследования будут направлены на формулирование общей постановки данной комплексной задачи, исследование ее особенностей с целью построения математических моделей и разработки методов решения задач предупреждения и ликвидации техногенных аварий на полигонах ТБО.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гриценко А.В. Проблемы и перспективы комплексной утилизации ТБО в Харьковском регионе / А.В. Гриценко, И.В. Коринько, Н.П. Горох, А.И. Зайцев // Проблемы охорони навколишнього природного середовища та техногенної безпеки: Зб. наук. праць. Вип. XXV. – Харків: УкрНДІЕП, 2001.– С. 51-62.
2. EUWID – Europischer Wirtschaftsdienst. Recycling and Waste Management. Packaging Markets. – European Economic Service // Germany, 20 April 2005, <http://europa.eu.int/eur-lex/accessible/en>.
3. Голубин А. Обращение с отходами как объект системного анализа / А. Голубин, И. Клепацкая // Журнал «РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция», №4 / 2008. – С. 28-32.
4. Гладышев Н.Г. Полигон как элемент логистической цепи в сфере обращения с отходами / Н.Г. Гладышев, Д.Е. Быков, К.Л. Чертец // Экология и промышленность России, сентябрь, 2007. - С. 16-19.
5. Санитарная очистка и уборка населенных мест / А.Н. Мирный и др. // Справочник. – М.: Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 1997 год – 152 с.

6. Беренгартен М.Б. Управление отходами в городском хозяйстве. / М.Б. Беренгартен, И.А. Васильева, В.В. Девяткин, Н.Е. Николайкина // Учебное пособие под ред. В.Г. Систера. - М.: МГУИЭ, 1999. – 120 с.
7. Коринько И.В. Проблемы и перспективы комплексной утилизации твердых бытовых отходов / И.В. Коринько, Н.П. Горох, С.С. Пилиграмм // Екологія та виробництво. – Харків: Сфера, 2002. – С. 94-102.
8. Гладышев Н.Г. Логистические аспекты управления отходами / Н.Г. Гладышев, Д.Е. Быков, А.А. Шишканова // Вестник Самарского государственного экономического университета. – Самара: СГЭУ, 2006, №5(23). - С. 31-37.
9. Касимов А.М. Концептуальные подходы к разработке программы управления твердыми отходами в Харьковской области / А.М. Касимов, В.С. Зализный, И.Э. Линник // Коммунальное хозяйство города: Научно-технический сборник. – Харьков: ХГАГХ, №53, 2003. – С. 128-135.
10. Шмарін С.Л. Порівняння європейського і вітчизняного досвіду визначення морфологічного складу твердих побутових відходів / С.Л. Шмарін // Житлово-комунальне господарство України, № 7 (30), 2010. - С. 174-189.
11. ЕЕА Signals 2004. A European Environment Agency update on selected issues // ЕЕА, Copenhagen 2004, <http://www.eel.nl>.
12. Federal Waste Management Plan 2001. – Austrian Federal Ministry of Agriculture and Forestry, Environment and Water Management // Wien, 2001, <http://www.oecd.org>.
13. Виговська Г.П. Поводження з відходами в Україні: підсумки і перспективи / Г.П. Виговська, В.С. Міщенко //Сотрудничество для решения проблемы отходов: Матер. V Междунар. конф. – Харьков, 2008, <http://waste.com.ua/cooperation/2008/theses/vygovska.html>.
14. Инженерная экология. /Под ред. В.Т.Медведева. – М.: Гардарики, 2002. – 687 с.
15. СНиП 11-101-95 «Порядок разработки, согласования, утверждения и состав обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений».
16. СНиП 2.01.28-85. «Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию». [nuczu.edu.ua](http://nuczu.edu.ua)

Олениченко Ю.А., Соболев О.М.

**Система обмежень в задачах попередження та ліквідації техногенних аварій на полігонах твердих побутових відходів**

У статті проведено аналіз сучасного стану питання, пов'язаного з управлінням твердими побутовими відходами. Досліджено систему обмежень для подальшої постановки задач попередження та ліквідації техногенних аварій на полігонах твердих побутових відходів.

**Ключові слова:** тверді побутові відходи, полігони, техногенна аварія

Olenychenko Yu.A., Sobol A.N.

**Systems of restrictions in problems of prevention and liquidation anthropogenic accidents on the refuse dumps**

In this paper the modern state of the waste management is analyzed. System of restrictions for further problem statement of prevention and liquidation anthropogenic accidents on the refuse dumps is researched.

**Key words:** waste, refuse dumps, anthropogenic accident

**УДК 614.876:355.58**

*Попов В.М., канд. техн. наук, проректор, НУЦЗУ,  
Ромін А.В., канд. техн. наук, нач. фак.-проректор, НУЦЗУ,  
Фесенко Г.В., канд. техн. наук, доц., ХНАМГ*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ НА ІНДИВІДУАЛІЗОВАНУ  
ЕФЕКТИВНУ РІЧНУ ДОЗУ ВНУТРІШНЬОГО ОПРОМІНЕННЯ  
НАСЕЛЕННЯ ВІД ЇСТІВНИХ ГРИБІВ РІЗНИХ СПОСОБІВ  
ЇХ КУЛІНАРНОЇ ОБРОБКИ**

(представлено д-ром техн. наук Бодяньським Е.В.)

Наведені результати оцінки індивідуалізованої річної ефективної дози внутрішнього опромінення населення від їстівних грибів, зібраних в зоні гарантованого добровільного відселення у свіжих і вологих борах та грудях

**Ключові слова:** індивідуалізована річна ефективна доза внутрішнього опромінення, кулінарна обробка, гриби

**Постановка проблеми.** Внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС значна площа лісових масивів Українського Полісся зазнала значного радіоактивного забруднення. На відміну від сільськогосподарських угідь, на яких в післячорнобильський пері-

---

Дослідження впливу на індивідуалізовану ефективну річну дозу внутрішнього опромінення населення від їстівних грибів різних способів їх кулінарної обробки