

# ЭКОЛОГИЯ

УДК 504.03+62.8.5

\*А.М. Касимов, д.т.н., профессор,

\*\*И.В. Удалов, к.т.н., доцент,

\*ГП «Украинский научно-технический центр металлургической промышленности «Энергосталь»,

\*\*Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина

## ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СОКРАЩЕНИЯ УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, НАНОСИМОГО НАКОПИТЕЛЯМИ ОТХОДОВ

*Рассмотрены вопросы определения факторов, влияющих на окружающую природную среду (ОПС) со стороны шламонакопителя промышленного предприятия. Определены объекты и субъекты влияния, приведены схемы воздействия шламонакопителя промышленных отходов на все сферы ОПС, определены методы компенсации, предотвращения, сокращения и ликвидации последствий ущерба окружающей природной среде.*

**Ключевые слова:** окружающая природная среда, эколого-экономический ущерб, шламонакопитель, рекультивация, экологические последствия, токсичные и опасные отходы, объекты и субъекты влияния.

**А.М. Касимов, И.В. Удалов. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ СОКРАЩЕНИЯ УЩЕРБА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ, НАНОСИМОГО НАКОПИТЕЛЯМИ ОТХОДОВ.** Рассмотрены вопросы определения факторов, влияющих на окружающую природную среду (ОПС) со стороны шламонакопителя промышленного предприятия. Определены объекты и субъекты влияния, приведены схемы воздействия шламонакопителя промышленных отходов на все сферы ОПС, определены методы компенсации, предотвращения, сокращения и ликвидации последствий ущерба окружающей природной среде.

**Ключевые слова:** окружающая природная среда, эколого-экономический ущерб, шламонакопитель, рекультивация, экологические последствия, токсичные и опасные отходы, объекты и субъекты влияния.

**Актуальность.** Предприятия горнодобывающего и перерабатывающего комплексов, черной и цветной металлургии, крупные ТЭЦ и др. оперируют большими объемами твердых, жидких и газообразных компонентов (в т.ч. отходов), формируют терриконы пустой породы, шлакоотвалы и шламонакопители (ШН). Непосредственное воздействие на окружающую природную среду (ОПС) оказывают фильтрационные потери из ШН в почву и грунтовые воды, вторичное пыление и испарение газообразных веществ с их поверхности, отчуждение и загрязнение значительных земельных участков, трансформация природного ландшафта и т.д.

ШН являются серьезным источником гидродинамического воздействия на ОПС, вызывая изменение уровня подземных вод, что, в свою очередь, оказывает отрицательное влияние на селитебную зону. Подотвальными водами загрязняются поверхностные и грунтовые воды и почвы токсичными элементами. Вторичное пыление и газовыделение с поверхности ШН вызывают загрязнение токсичными соединениями не только атмосферы в районе размещения ШН, но и почвы вокруг них.

**Постановка проблемы, решаемые задачи.** Возникла необходимость классификации объектов, подвергающихся отрицательному воздействию со стороны накопителей крупнотоннажных промышленных отходов (КПО) и

индикаторов этого воздействия. Объекты воздействия могут быть природными, и техногенными. Природные объекты представляют собой пространственно ограниченные комплексы с конкретными геометрическими размерами [1–4], к техногенным относятся хозяйственные, селитебные, инженерные, рекреационные и др. объекты, созданные человеком. Индикаторами техногенного воздействия являются показатели влияния источника на объекты, для которых характерны четкость и простота определения. Индикаторы должны отражать максимальные показатели ущерба ОПС.

Индикаторами пылегазового воздействия в районе размещения ШН могут служить пылевыделения, имеющие химический состав твердой фазы размещаемых КПО. При этом должен вестись отдельный учет содержания тяжелых металлов, органических соединений, используемых при обогащении руд, водоподготовке и др.

Индикаторами химического воздействия ШН на ОПС могут служить концентрации ионов тяжелых и редких металлов и рН растворов, фильтрующихся в почву и грунтовые воды; изменение состава поверхностных стоков, концентрации и химический состав взвешенных веществ в поверхностных водоемах в районе размещения ШН.

Объектами гидродинамического воздействия являются грунтовые воды и связан-

ные с ними природные объекты – родники, водоемы и водотоки, земная поверхность (подтопление, затопление, заболачивание и т.п.) и недра (карстообразование и изменение активности инженерно-геологических процессов). Воздействию подвергаются также рыбохозяйственные объекты, объекты водопитьевого назначения, лесо- и сельскохозяйственные объекты.

Объектами механического воздействия на ОПС, которое приводит к нарушению целостности и других физических свойств геологического массива, являются участки, испытывающие деформацию (вследствие техногенных землетрясений, образования трещин в массиве, нарушений экранов и водоупоров), а также грунтовые воды и земная поверхность (просадки, оползни).

Отчуждение и изъятие земель под ШН, связано с невозможностью последующего их использования (или с существенными ограничениями в использовании) при попытке рекультивации таких земель для хозяйственной или иной деятельности. Объектами воздействия при этом являются участки природного ландшафта, сельскохозяйственные земли, объекты производственной деятельности и другие антропогенные объекты. Индикаторами воздействия могут служить размеры изымаемых и отчуж-

даемых земель, их ресурсная ценность и удельная емкость участка (величина отводимой площади на 1 т размещаемых КПО).

Нарушение природного ландшафта связано с различного рода механическими воздействиями на ОПС при размещении шламов энергетических и металлургических предприятий, а также с другими факторами. Объекты воздействия - природный ландшафт, трансформируемый в техногенный, строительные объекты вблизи ШН. Индикаторами воздействия служат площадь деградированных территорий и их удельная емкость относительно размещаемых КПО.

На рис. 1 приведена принципиальная схема взаимодействия ШН на ОПС в районе его размещения. Для минимизации негативных последствий размещения крупных партий промышленных отходов в ШН необходима оценка влияния накопленных шламов на состояние водного, воздушного бассейнов и почвы.

Важным этапом работ является разработка комплекса мер по предупреждению, сокращению (ограничению), компенсации и ликвидации потенциального и реального ущерба ОПС от влияния ШН [5,6]. Основные меры по предупреждению ущерба:

**Виды техногенных воздействий ШН на ОПС**

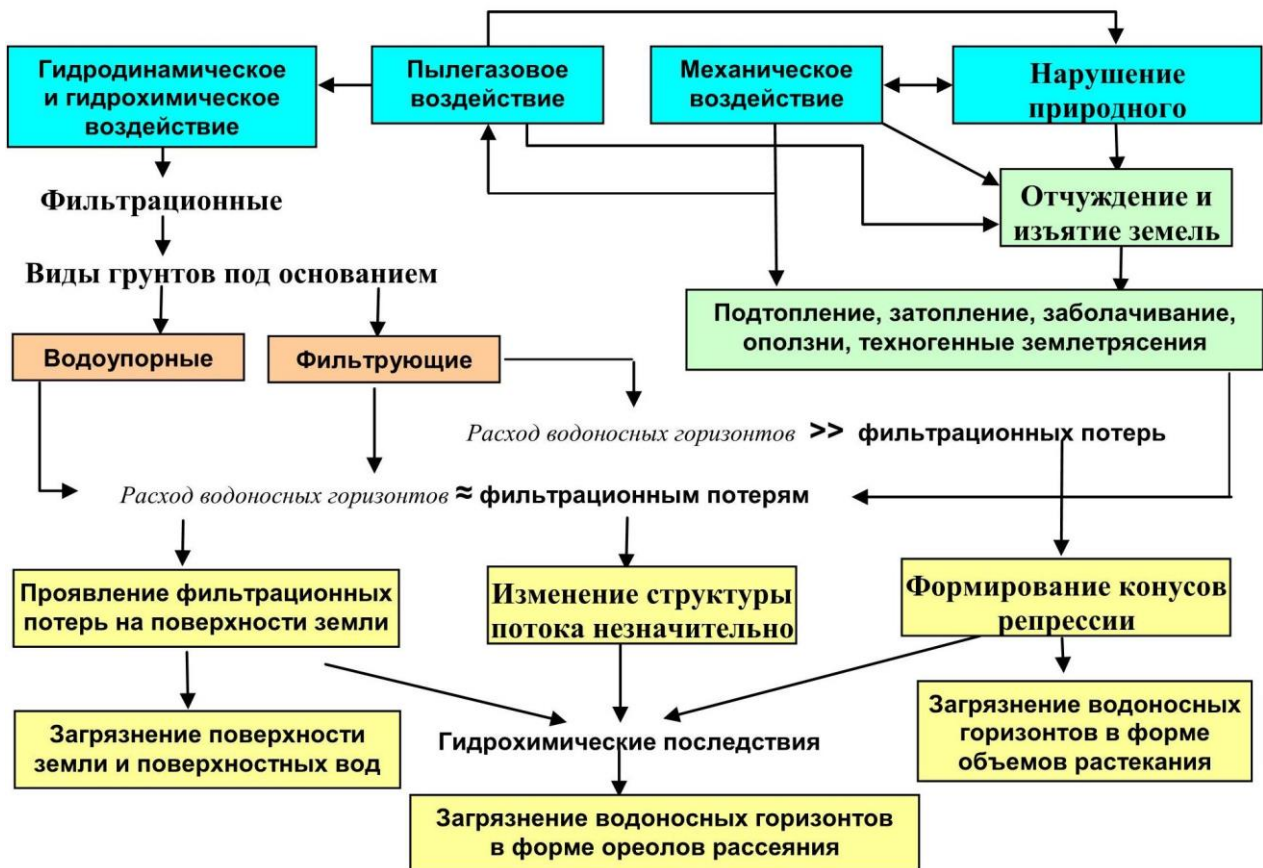


Рис. 1. Факторы воздействия ШН металлургических заводов на ОПС

- разработка альтернативных технологий с меньшими объемами образования шламов или со снижением класса их опасности;

- разработка методов, аппаратурных схем для отвода подотвальных вод, станций по их обезвреживанию и возврату в основное производство;

- размещение ШН (после детального изучения ситуации) в выработанных пространствах карьеров с учетом планирования рельефа;

- вынос объектов агропромышленного комплекса из районов, подвергающихся отрицательному воздействию ШН.

К мерам по ограничению ущерба относятся:

- утилизация ценных компонентов из складированных отходов (с учетом их минерального состава), использование их физико-механических свойств (в качестве кладочного и/или строительного материала), оставшейся после извлечения ценных компонентов;

- использование обезвоженных шламов для закладки подземных горных выработок, строительства водоотводных сооружений, дорог в районе промышленного предприятия – «хозяина» шламов;

- выбор новых площадок под расширяющиеся ШН с учетом стоимости отводимых земель, удельной емкости участков, объемов размещаемых отходов, рельефа местности, розы ветров. Размещение отходов необходимо прои-

зводить с предварительным снятием плодородного слоя почвы и его складированием на ровных, возвышенных, сухих местах. Особое внимание следует уделять разделному складированию отходов по видам ценных компонентов потенциальных техногенных месторождений.

Меры по ликвидации (компенсации) наносимого ущерба связаны с вложением финансовых и других средств для возмещения потерь (снижения вреда) по принципу «загрязнитель платит». Они определяются характером отводимых под ШН земель, свойствами шламов и включают:

- планирование рельефа путем перемещения нейтральных шламов с последующей рекультивацией и использованием территорий бывших ШН в рекреационных и других целях;

- консервацию токсичных шламов с последующей обваловкой, захоронением и использованием образующихся участков в хозяйственных целях;

- биологическую рекультивацию нарушенных земель (засыпка песком, галькой, гипсование и т.п.) с учетом их новых физико-химических свойств и последующей пригодности;

- захоронение токсичных отходов в специальных хранилищах, оборудованных под размещение конкретных видов отходов и/или утилизацию из них ценных компонентов;



а)



б)

Рис. 2. Общие виды золошлакоотвалов Углегорской - а) и Старобешевской - б) ТЭС (аэрофотоснимки)

Таблиця 1

Фазово-минералогический состав золы донецких углей, сжигаемого на ряде ТЭС

Вид угля и ТЭС	Состав
Ладыженская	Стеклофаза, кварц, кальцит, ангидрит, оксиды Fe, силикаты Ca
Мионовская	Стеклофаза, кварц, магнетит, гематит, силикаты Ca
Молдавская	Стеклофаза, кварц, оксиды Fe, обожженное глинистое вещество
Новочеркасская	Стеклофаза, кварц, магнетит, гематит, силикаты Ca

Таблиця 2

Фазово-минералогический состав золы донецких углей

Фаза, минерал	Содержание, % масс.	Размеры, мкм	Форма и др. особенности
Полие гранулы	3	18-60	Прозрачные, близкие к натроизвестковым кремнеземистым стеклам
Угольная часть.	3	50-120	--
Плавленный гранулят	15	12-240	Гранулы неправильной формы, кремнеземистого состава
Кварц	4	6-30	Обломки неправильной формы
Кремнистые породы	10	40-60	Обломки и агрегаты неправильной формы, полуплавленные
Плагиоклазы	10	30-60	Слабоплавленные обломки
Полевые шпаты	8	10-20	Слабоплавленные обломки
Гипс, его полугидраты	1,5	15-20	Обломки неправильной формы
Глинистые минералы	1	6-30	Слабоплавленные обломки
Плавленный гранулят	2	6-100	Прозрачные бесцветные стекла состава $K_2O_xNa_2O_xAl_2O_3 \cdot xCuO_2$
Карбонаты	0,5	60	Кальцит, доломит, магнезит
Рудные минералы	2	30-80	Полностью изменены и оплавлены
Черный магнитный плавленный гранулят	22	6-30	Оплавленные непрозрачные обломки
Кристобалит, тридимит	15	120	Оплавленные зерна
Кварцполевошпат-ные сростки с примесью руд	3	60-80	Оплавленные зерна, стекла железистые типа шпинелей

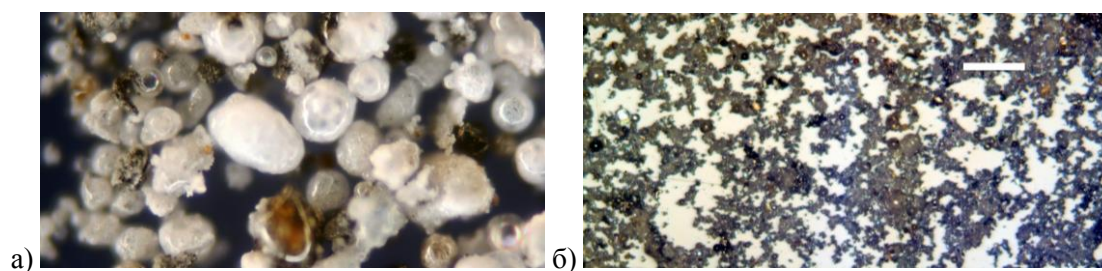


Рис. 3. Крупная - а) и тонкая - б) фракции частиц золы уноса

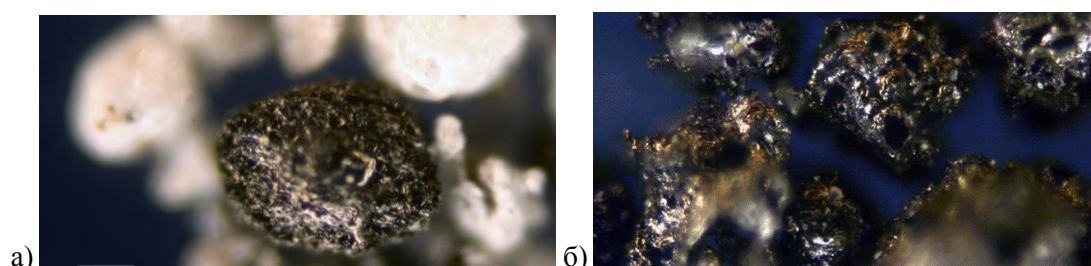


Рис. 4. Частица несгоревшего угля - а) и кокса - б) в золе уноса

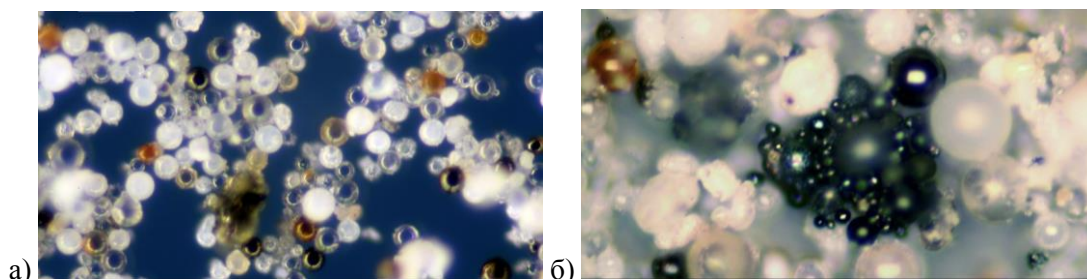


Рис. 5. Микросферы стекловидной фазы - а) с размером частиц  $\leq 25$  мкм и агрегат микросфер с высоким содержанием ванадиевой шпинели - б)

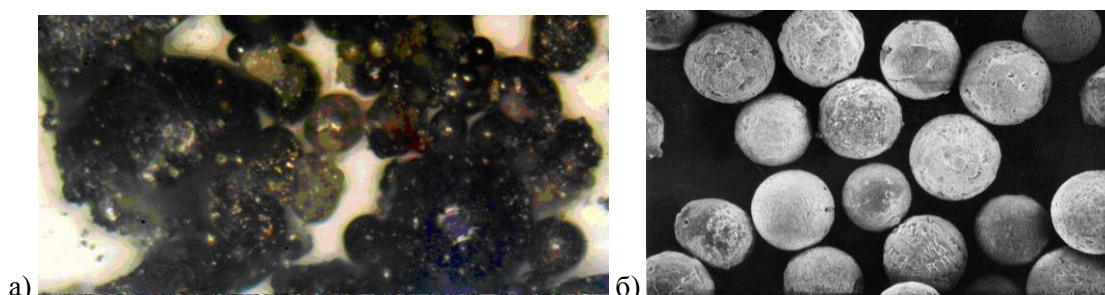


Рис. 6. Магнитная фракция а) и отдельные частицы магнетита в золе уноса б). Диаметр частиц  $\leq 100$  мкм

Таблиця 3

Элементный состав золошлаков Змиевской ТЭС, мг/кг

№ пробы	Fe	V	Cu	Ti	Mn	Cr	P	As	Cd	Ni
1	2000	490	100	105	60	15	3	27	1,8	195
2	1930	373	94	104	65	13	8	26	1,3	169
3	2011	481	85	117	78	18	5	39	1,7	156

– захоронение и/или утилизацию жидкой фазы шламов;

– рекультивацию сельскохозяйственных угодий в зоне влияния ШН.

Общие виды золо-шламонакопителей крупных твердотопливных ТЭС Украины приведены на рис. 2. Результаты наших исследований проб золоотвалов ряда ТЭС приведены в табл. 1-3. и на рис. 3-6. Принципиальная схема мероприятий по минимизации ущерба и экологических последствий влияния ШН на ОПС приведена на рис. 7 [1-6].

Приготовление препаратов для микроскопа осуществляли по в соответствии с [1,7]. На рис. 3-6 приведены электронные микрофотографии частиц летучей золы, образовавшейся при сжигании углей Донбасса на ряде ТЭС. Для исследований применяли электронный микроскоп ЭМВ-100Б при общем увеличении  $15-20 \times 10^3 \times$ .

**Выводы.** Для системного подхода к эколого-экономической оценке методов сокращения ущерба ОПС со стороны ШН промышленных отходов необходимо осуществить научно-исследовательские работы:

- разработать современные технологии утилизации ценных компонентов из ШН, часто являющихся техногенными месторождениями (ТеМ), включая определение запасов, состава,

агрегатного состояния и адаптацию разработанных утилизационных технологий к конкретным ШН;

- выполнить эколого-экономическую оценку воздействия источников образования крупнотоннажных отходов на состояние ОПС в районе предприятия с учетом потенциального, предотвращенного и остаточного ущерба объектам ОПС;

- составлять рекомендации по природоохранным мерам при создании предприятия по разработке конкретного ТеМ;

- провести инвентаризацию, оценку объемов и стоимости накопленных в ТеМ ценных компонентов, создать их проблемно-ориентированные классификаторы;

- разработать стратегию решения проблемы КПО, стимулирующую предприятия к созданию малоотходных схем их переработки или реализации ресурсно-ценных КПО на межотраслевом рынке.

В современных условиях этого можно достичь только на основе комплексности использования первичного и вторичного сырья, при внедрении малоотходных технологий, росте уровня межотраслевой кооперации, координации выполняемых научно-исследовательских работ.

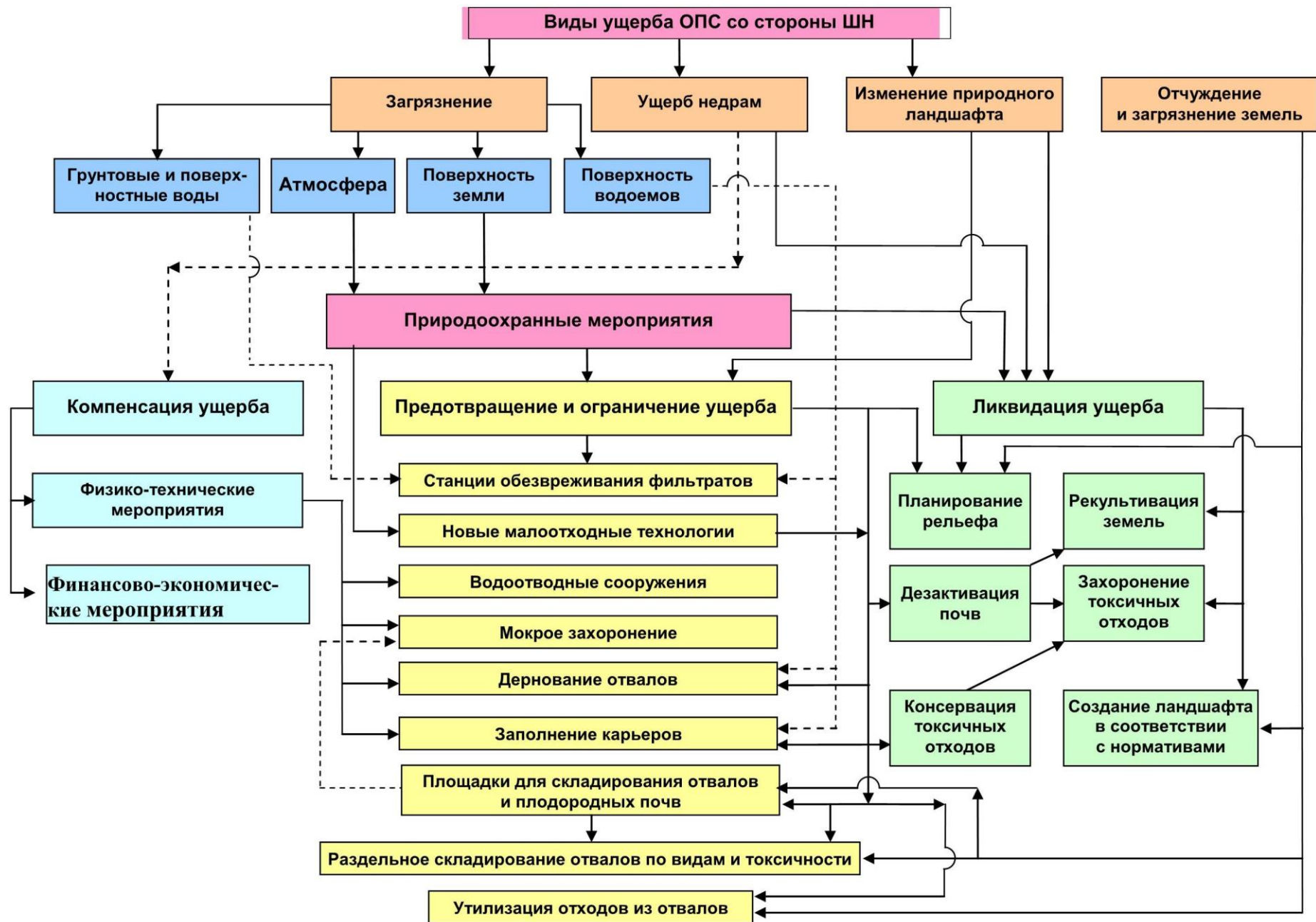


Рис. 7. Принципиальная схема мероприятий по минимизации ущерба от влияния ШН на ОПС

*Литература*

1. Галецький, Л. С. Геолого-економічні і геоекологічні передумови вивчення, оцінка та очікувані наслідки розробки техногенних родовищ України [Текст] / Л. С. Галецький, В. Ф. Макогон, А. Д. Пилипчук // *Продукция, технологии, оборудование переработки отходов производства и потребления : сб. тезисов докл. конф., Киев, 1–2 декабря 1999 г. – К., 1999. – С. 2–33.*
2. Галецький, Л. С. Новий потужний потенціал мінеральної сировини України [Текст] / Л. С. Галецький, А. Д. Пилипчук // *Економіка природокористування і охорони довкілля. – К.: РВПС України НАН України, 2000. – С. 85–87.*
3. Касимов, А. М. Шламонакопители металлургических заводов – техногенная минерально-сырьевая база тяжелых металлов (Zn, Pb, Fe) [Текст] / А. М. Касимов // *Металлургия-Интехэко. Инновационные технологии и экология: сб. докл. Междунар. конф. – М., 2008. – С. 57–60.*
4. Касимов, А. М. Эколого-экономическая целесообразность утилизации отходов газоочисток доменного и сталеплавильного производств [Текст] / А. М. Касимов, Л. В. Жадан, А. А. Романовский // *Зб. наук. праць Луганського національного аграрного університету. – Л. : Елтон-2, 2008. – № 81. – С. 470–476.*
5. Касимов, А. М. Основные мероприятия по ликвидации ущерба окружающей природной среде в районе размещения накопителей отходов металлургических заводов [Текст] / А. М. Касимов // *Черная металлургия. – 2011. – Вып. 12 (1344). – С. 70–72.*
6. Семиноженко, В. П. Промышленные отходы: проблемы и решения: монография [Текст] / В. П. Семиноженко, Д. В. Сталинский, А. М. Касимов. – Х. : Изд-во «Индустрия», 2011. – 544 с.
7. Кратенко, І. С. Санітарно-гігієнічна характеристика стану оточуючого середовища в зоні впливу Зміївської ТЕС / І. С. Кратенко, Л. М. Мовчан, Т. Ф. Сотнікова // *Епідеміологія, екологія, гігієна : сб. мат. 6-ї загальної регіональної науково-практичної конференції. Харківська обласна санепідеміологічна станція. – Х., 2003. – С. 90–91.*

УДК 550.8.053:551

*Д.В. Касіяничук, аспірант,  
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

## СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ПРИРОДНОЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ СКЛАДОВОЇ РОЗВИТКУ ЗСУВІВ

У статті обґрунтовано вибір факторів прогнозування екзогенних геологічних процесів на прикладі зсувів. Проведений статистичний аналіз даних дозволив визначити приналежність факторних характеристик до природної чи техногенної складової розвитку зсувів.

**Ключові слова:** екзогенні геологічні процеси (ЕГП), зсув, фактор, факторна характеристика, природна складова, техногенна складова, статистичний аналіз.

**Д.В. Касіяничук. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕЙ.** В статье обоснован выбор факторов прогнозирования экзогенных геологических процессов на примере оползней. Проведенный статистический анализ данных позволил определить принадлежность факторных характеристик к природной или техногенной составляющей развития оползней.

**Ключевые слова:** экзогенные геологические процессы (ЭГП), оползень, фактор, факторная характеристика, природная составляющая, техногенная составляющая, статистический анализ.

**Постановка проблеми.** Щороку в світі відбувається велика кількість небезпечних природних (геологічних) процесів, значна частка яких припадає на зсувні процеси (близько 17 %). Зростаючий інтерес європейських країн до вивчення зсувних процесів і розвитку теорії ризиків пояснюється тим, що 30% усіх активних зсувів проходять на території Європи, приносячи значні матеріальні збитки [7]. Важливість роздільного дослідження складових екзогенних геологічних процесів (ЕГП) залишається актуальною проблемою, оскільки такого розподілу не здійснено або зроблені тільки перші спроби. На сьогоднішній день створено та впроваджено ряд геоінформаційних систем, які забезпечують комплексний просторово-часовий прогноз розвитку і активізації зсувів на прикладі території Івано-Франківської, Чернівецької, Львівської областей України. Однак складові

процесу зсувів мають різну динаміку та різні фактори, що сприяють їх розвитку на окремих територіях.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Дослідження статистичних розподілів багатьма науковцями полягає в аналізі природної або природно-техногенної складової розвитку й активізації зсувів. Це пов'язане з необхідністю складного пошуку причинно-наслідкового зв'язку між процесами активізації та вибору тієї чи іншої складової (фактора), що призвела до виникнення зсуву. Фактор як умова розвитку ЕГП володіє факторною характеристикою, тобто мірою визначення фактора, її числовим значенням.

Важливість досліджень зсувів демонструють такі заходи, як Міжнародна програма зсувів і Світові форуми зсувів, що пройшли у Токіо (2008р.), Римі (2011р.), Пекіні (2014р.), де розг-