



## Тренинг

в рамках проекта по повышению безопасности объектов  
горной промышленности, включая хвостохранилища,  
в Казахстане и Средней Азии

Кокшетау (Казахстан) 11-13 июня 2019



## Визуальная инспекция хвостохранилищ

UNECE Convention on the  
Transboundary Effects of  
Industrial Accidents

**Assistance  
Programme**



## Введение в каталог мероприятий методологии хвостохранилищ



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

**Проф. Д. Пикареня**  
**Днепровский государственный**  
**технический университет**  
**Каменское, Украина**

# Введение

Визуальный осмотр является важнейшим элементом оценки безопасности хвостохранилищ.

Он позволяет выявить отклонения от проекта и нарушения нормального режима эксплуатации объекта.

Очевидно, что со временем количество и качество таких отклонений будет увеличиваться, что отразится в появлении признаков, указывающих на проблемы безопасного функционирования хвостохранилищ.

Данные признаки можно разбить на две группы – явные, хорошо проявляющиеся визуально и допускающие однозначную оценку, и неявные, скрытые, неочевидные.

Эти признаки не всегда заметны, вызывают разные толкования, однако они являются первыми сигналами того, что на хвостохранилище начались процессы, которые могут привести к серьезным проблемам в будущем, но их можно предотвратить сейчас.

# 1. Дренаж и водосброс

К ответам на вопросы № 5-9 подгруппы В1  
(«Детальная визуальная проверка»)  
Контрольного списка хвостохранилищ





Водосброс туннельного типа.  
Защитная решетка водосброса разрушена (вандализм)





Туннельный водосброс из хвостохранилища.  
Разрушенная стенка – участок будущего прорыва дамбы





Водосброс шахтного типа.  
Засоренная шахта – причина перелива через дамбу





Водосброс шахтного типа.  
Защитная решетка разрушена коррозией – водосброс не функционирует.





Аварийный водосброс хвостохранилища.  
Входы заблокированы наносами





Засоренный водосбросный канал хвостохранилища

## 2. Обводнение дамб, фильтрация и протечки

К ответам на вопросы № 15, 19 подгруппы В1  
(«Детальная визуальная проверка»)  
Контрольного списка хвостохранилищ



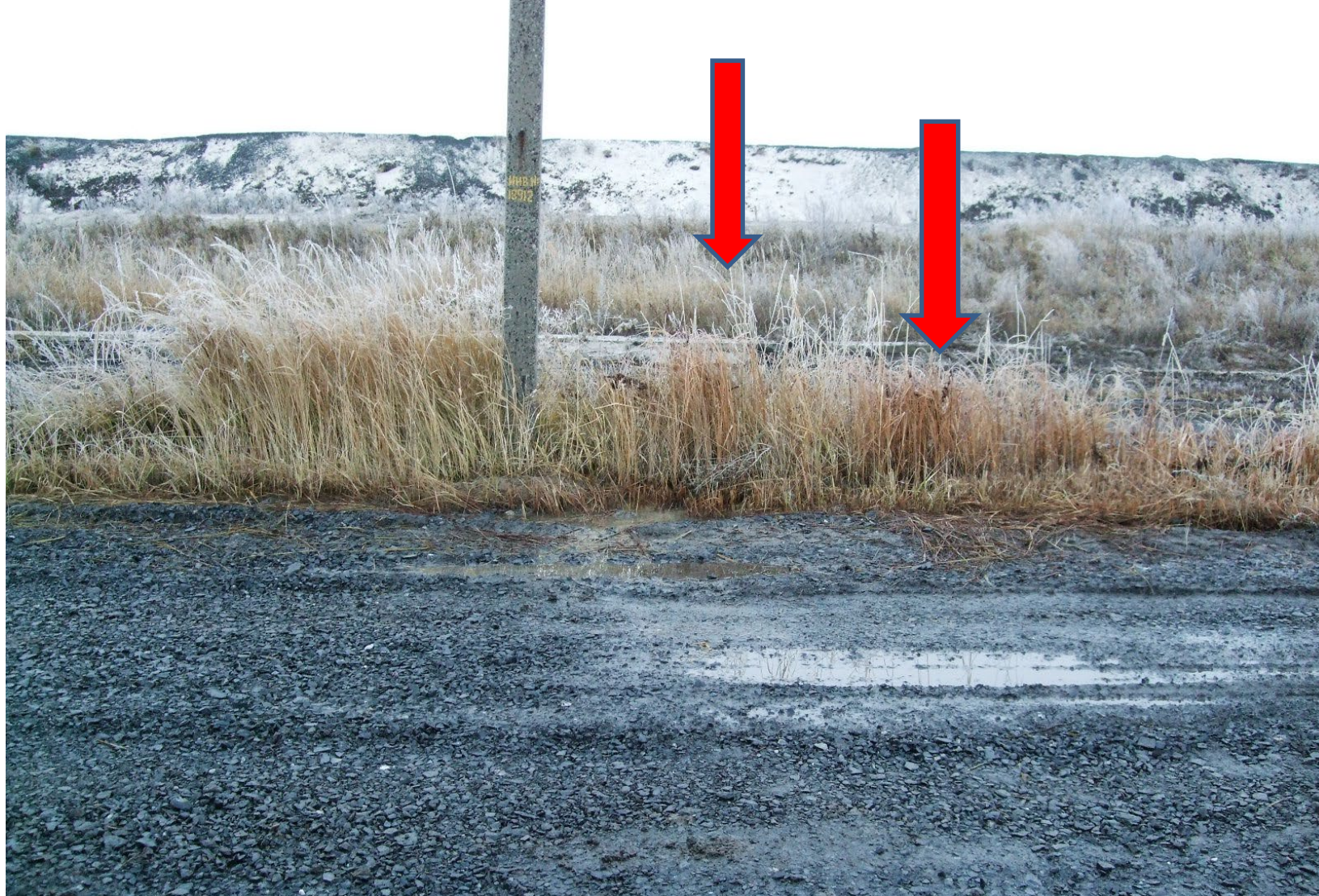


Третий верхний уступ дамбы хвостохранилища.

Избыточное переувлажнение дамбы, атмосферные осадки не  
впитываются.

(Вид со второго уступа)





Второй сверху внешний уступ дамбы хвостохранилища.  
Неявный признак фильтрации - развитие влаголюбивой  
растительности





Внешний склон дамбы.  
Протечка воды мимо водосбросной трубы





Внешнее подножье дамбы хвостохранилища.  
Фильтрация воды через дамбу и выход в виде родника.  
(Вид с дамбы)





Бетонная дамба  
хвостохранилища.  
Фильтрация воды через  
поры в монолите  
(«слеза»)





Центральная часть внешнего склона дамбы хвостохранилища.  
Фильтрация в виде слабого замачивания почвы





Внешние склоны дамбы хвостохранилища.

Отложения солей в результате фильтрации растворов через тело дамбы

### 3. Гидроизоляция хвостохранилищ

К ответам на вопрос № 20 подгруппы В1  
(«Детальная визуальная проверка»)  
Контрольного списка хвостохранилищ





Внутренняя часть дамбы хвостохранилища.

Сползание бетонных плит, обнажение и нарушение пленочной гидроизоляции





Придонная внутренняя часть дамбы хвостохранилища.  
Нарушение гидроизоляции вследствие разрушения защитного  
покрытия





Внутренняя чаша хвостохранилища.

Шахтный водосброс возвышается над уровнем воды.  
Неявный признак фильтрации из хвостохранилища вследствие нарушения гидроизоляции

## 4. Эрозия дамб хвостохранилищ

К ответам на вопросы № 13, 16, 21 подгруппы  
В1 («Детальная визуальная проверка»)  
Контрольного списка хвостохранилищ





Внутренний откос дамбы хвостохранилища.  
Размыв вследствие утечек из шламовых труб





Внешний откос дамбы хвостохранилища.  
Промоина, возникшая в результате неорганизованного стока  
атмосферных вод





Внешний откос дамбы хвостохранилища: дождевые промоины.  
В этих местах могут возникнуть овраги





Гребень и склон дамбы,  
сложенной рыхлыми  
материалами.  
Суффозионные промоины и  
каналы







Гребень дамбы хвостохранилища.  
Скопление соленой воды на приводящее к суффозии материала  
дамбы. Начальная стадия





Защитный экран на хвостохранилище с опасными отходами.

Линейная эрозия, вызвана атмосферными осадками. Борозды образовались в результате неправильного формирования защитного экрана при помощи бульдозера. Атмосферные воды разрушают экран и накапливаются с внутренней стороны дамбы, что может привести к её размыву и выходу отходов на поверхность. Это неявный признак плохого состояния хвостохранилища с серьезными проблемами, отодвинутыми во времени.





Нагорные дренажные канавы и лотки.

Донная эрозия тальвега балки или оврага, вызванная неправильным отводом вод с территории хвостохранилища.

При дальнейшем развитии эрозии дренажная система будет разрушена

## 5. Оползни и проседания в теле дамбы

К ответам на вопросы № 16, 19 подгруппы В1  
(«Детальная визуальная проверка»)  
Контрольного списка хвостохранилищ





Внешний склон дамбы.

Текучий оползень (оплывина), свидетельствующий о её сильном обводнении. (Вид с дамбы)





Внешний склон дамбы заброшенного хвостохранилища.  
Неявный признак: деревянный свайный ряд указывает на  
сошедший ранее оползень





Внешний борт дамбы  
хвостохранилища.  
Трещина отрыва оползня



Гребень дамбы  
хвостохранилища.  
Трещина отрыва – неявный  
признак зарождающегося  
оползня





Внешний склон дамбы  
хвостохранилища.

Неявные признаки  
формирующегося оползня:  
покосившийся автодорожный  
отбойник и трещина отрыва в этом  
месте

# ВЫВОДЫ

- 1. Явные визуальные признаки неудовлетворительного состояния хвостохранилищ и их дамб свидетельствуют об активной стадии развития неблагоприятных процессов, которые могут привести к возникновению аварийной ситуации. Для остановки этих процессов требуется комплекс краткосрочных мероприятий
- 2. Неявные визуальные признаки неудовлетворительного состояния объектов могут говорить о начальных стадиях развития неблагоприятных процессов и явлений. Применяемые здесь мероприятия относятся к среднесрочным, в некоторых случаях – к краткосрочным и позволят предотвратить переход опасных процессов в активную стадию



**Введение в каталог  
мероприятий  
методологии хвостохранилища**



# Введение

Каталог мероприятий включает в себя перечень действий, которые необходимо предпринять в случае установления несоответствия (частичного или полного) состояния хвостохранилища современным требованиям и нормам безопасности. Он основан на мировом опыте устойчивого развития горнодобывающей промышленности и восстановления окружающей среды, на современных и передовых стандартах безопасности.

Мероприятия охватывают все стадии жизненного цикла хвостохранилища и сгруппированы таким образом, чтобы решить конкретные проблемы (несоответствия), выявленные в ходе оценивания хвостохранилища.

Эксперты должны определить соответствующие меры для каждой проблемы, обнаруженной на хвостохранилище.



# Структура Каталога мероприятий

Каталог мероприятий включает такие элементы:

- Проблема, подлежащая решению;
- Предписанные меры;
- Приоритет.

№	Проблема, подлежащая решению	Предписанные меры	Приоритет
<b>ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО</b>			
1	Неполная проектная документация	1А. Обновить проектную документацию, с помощью лицензированной компании	Краткосрочное
		1В. Обновить проектную документацию, привлекая к этому опытный персонал, имеющий соответствующую лицензию	Краткосрочное
		1С. Выполнить экспертную оценку проектной документации для компетентных органов	Краткосрочное
		1D. Подготовить или доукомплектовать проектную документацию в соответствии с нормативными требованиями	Краткосрочное
		1Е. Подготовить детальную карту площадки хвостохранилища и окружающей зоны	Краткосрочное
2	Проект хвостохранилища не прошел обсуждение с местными органами власти и общественностью	2А. Обсудить проекты хвостохранилища с местными органами власти и общественностью	Краткосрочное
		2В. Проинформировать местную общественность и общественные организации о сущности проектов хвостохранилища и получить их мнение	Краткосрочное



***Проблема, подлежащая решению*** – это четко и кратко сформулированное несоответствие между требованиями безопасности и фактическим состоянием компонентов хвостохранилища или его функционированием. Каждый вопрос Группы В или С соотносится с определенной проблемой, решение которой предложено в Каталоге Мероприятий.

***Предусмотренные меры*** – это одно или несколько мероприятий, предназначенных для повышения уровня безопасности хвостохранилища. Может быть предложено несколько мероприятий, направленных для решения или смягчения остроты одной и той же проблемы.

***Приоритет*** зависит от срочности и затрат на реализацию предписанного мероприятия и может быть определен как кратко-, средне- и долгосрочный.



# Краткосрочные мероприятия

Цель и применимые стандарты	Ресурсы	Рекомендованные сроки
Срочно устранить несоответствия требованиям безопасности на хвостохранилище согласно национальным техническим стандартам	Имеющиеся ресурсы оператора хвостохранилища, достаточные для обеспечения малозатратных мероприятий или действий	Должны быть выполнены, как правило, не позднее, чем через 3 месяца после предписания



# Среднесрочные мероприятия

Цель и применимые стандарты	Ресурсы	Рекомендованные сроки
Устранить несоответствия требованиям безопасности, на которые необходимо нескольких месяцев по геотехническим и технологическим причинам, в соответствии с национальным или международным техническим стандартом	Имеющиеся ресурсы оператора хвостохранилища и внешние источники; мероприятия должны быть обоснованы по критерию “затраты – эффективность”	Должны быть выполнены, не позднее, чем через 1 год после предписания

# Долгосрочные мероприятия

Цель и применимые стандарты	Ресурсы	Рекомендованные сроки
Техническая трансформация проверяемого хвостохранилища с целью обеспечить соответствие требованиям безопасности и рекомендациям с учетом внедрения современных международных стандартов промышленной и экологической безопасности	Имеющиеся ресурсы оператора хвостохранилища и внешние источники, включая государственные источники; мероприятия должны быть обоснованы по критерию “затраты – эффективность”	Должны быть выполнены, не позднее, чем через 5 лет после предписания



# Общие рекомендации по выбору мероприятий из Каталога мероприятий

1. Выделить все вопросы, на которые были даны неположительные ответы («Скорее да», «Скорее нет», «Нет»), учитывая этап жизненного цикла хвостохранилища.
2. Выбрать сначала все предлагаемые меры по каждому вопросу и создать соответствующую таблицу.
3. Проанализировать степень выявленных несоответствий и оптимизировать перечень выбранных мер, учитывая приоритетность мероприятий и имеющиеся ресурсы.
4. Предварительно оценить стоимость и эффективность предложенных мероприятий с учетом имеющихся экспертных оценок.
5. Разработать инвестиционную программу по повышению уровня безопасности хвостохранилища.

# Наиболее опасные (критические) проблемы

При выборе мероприятий первоочередное внимание следует уделять тем из них, которые позволят предотвратить возникновение наиболее опасных (критических) ситуаций и аварий. К таким ситуациям по степени значимости относятся следующие:

1. Опасность разрушения дамбы хвостохранилища и растекания отходов по территории.
2. Опасность залпового попадания отходов из хвостохранилища и шламовых трубопроводов в окружающую среду.
3. Опасность раздувание сухих отходов ветром.

Все остальные проблемы на хвостохранилищах могут устраняться совместно или после ликвидации отмеченных угроз.

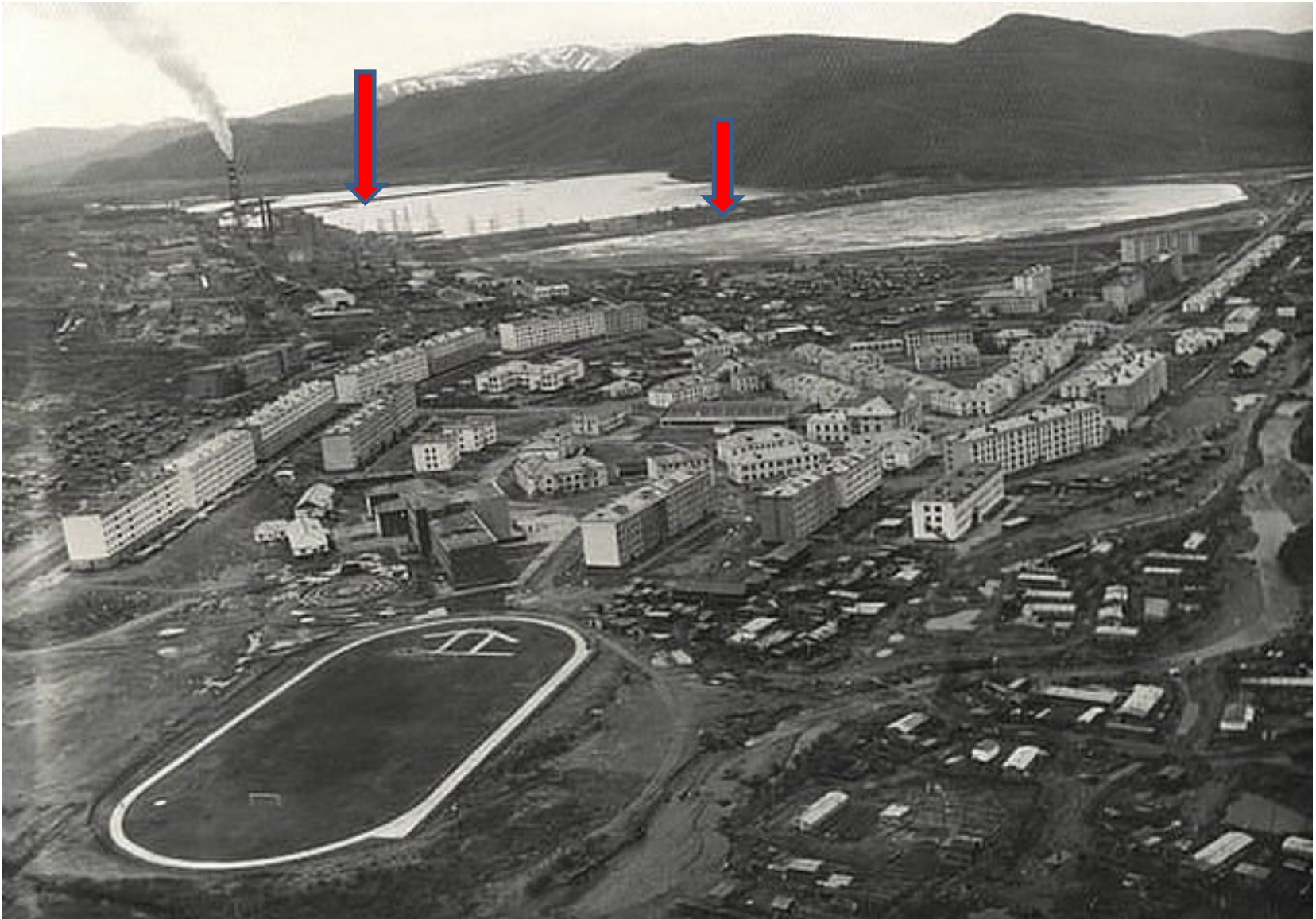
В случае наличия хотя бы одной критической ситуации для ее решения должны применяться краткосрочные и/или неотложные мероприятия.



# 1. Критическая проблема «Опасность разрушения дамбы хвостохранилища и растекания отходов по территории»

- (Проблемы из каталога мероприятий  
№ 19, 21, 32, 33, 36)

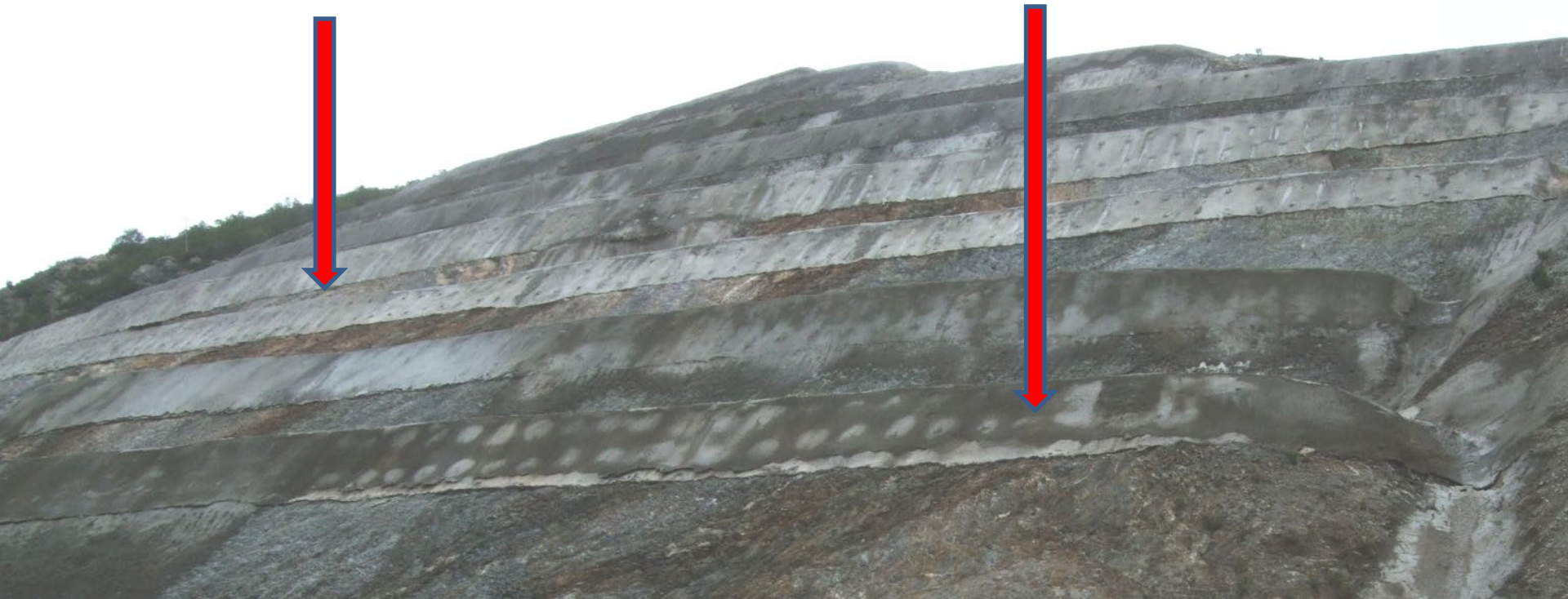
# Рекомендация 19В. Нарастить разделительные насыпные плотины



Разделительные дамбы золоотвала тепловой электростанции



# Рекомендация 19С. Укрепить дамбу с помощью цементации или дренажных завес



Цементация склона дамбы хвостохранилища



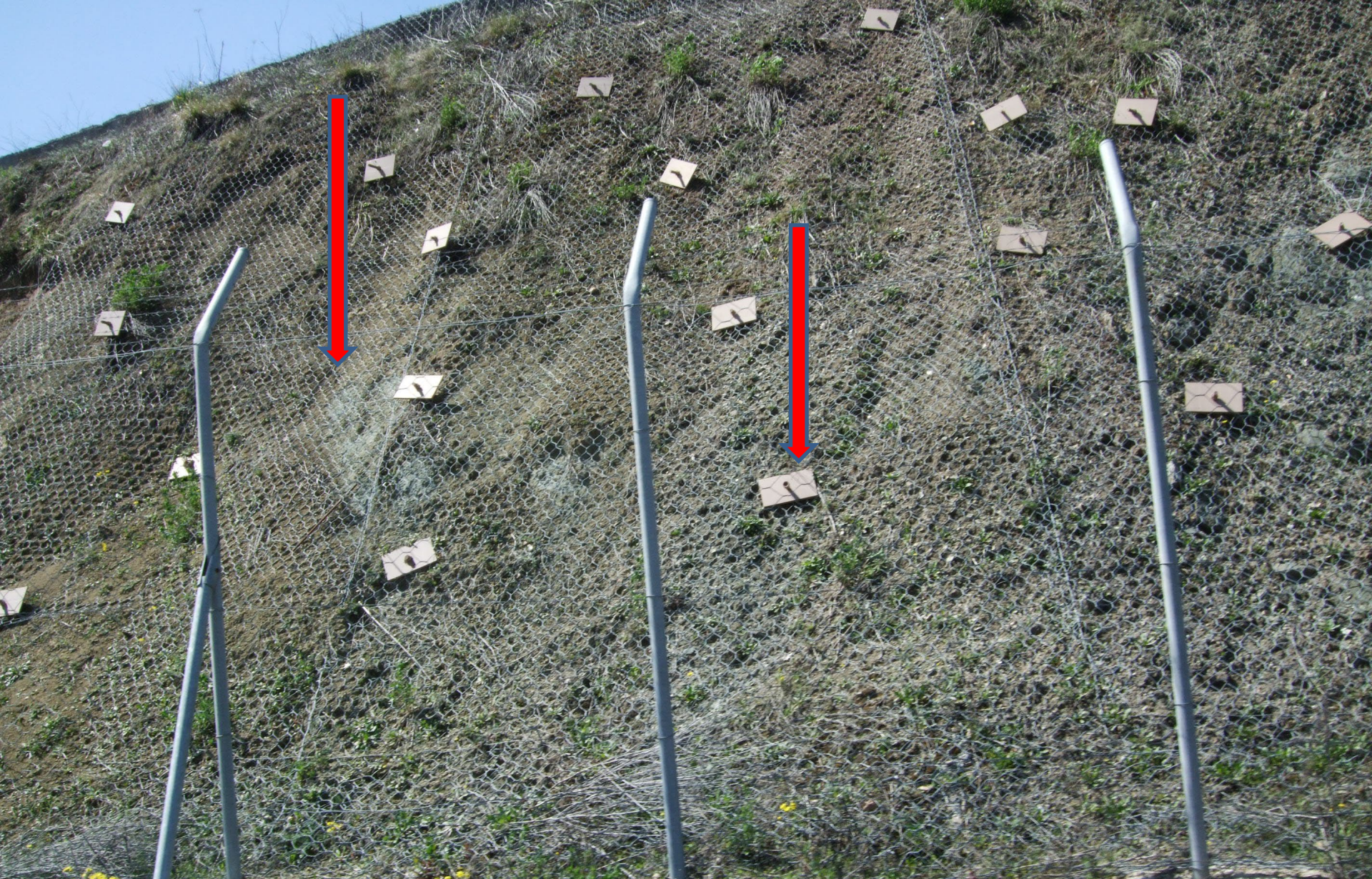
Бетонная подпорная стенка, предотвращающая сползание участка дамбы





Подпорные склоны, защищающие дамбу от разрушения





Фиксация склона дамбы хвостохранилища анкерной и сетчатой крепью

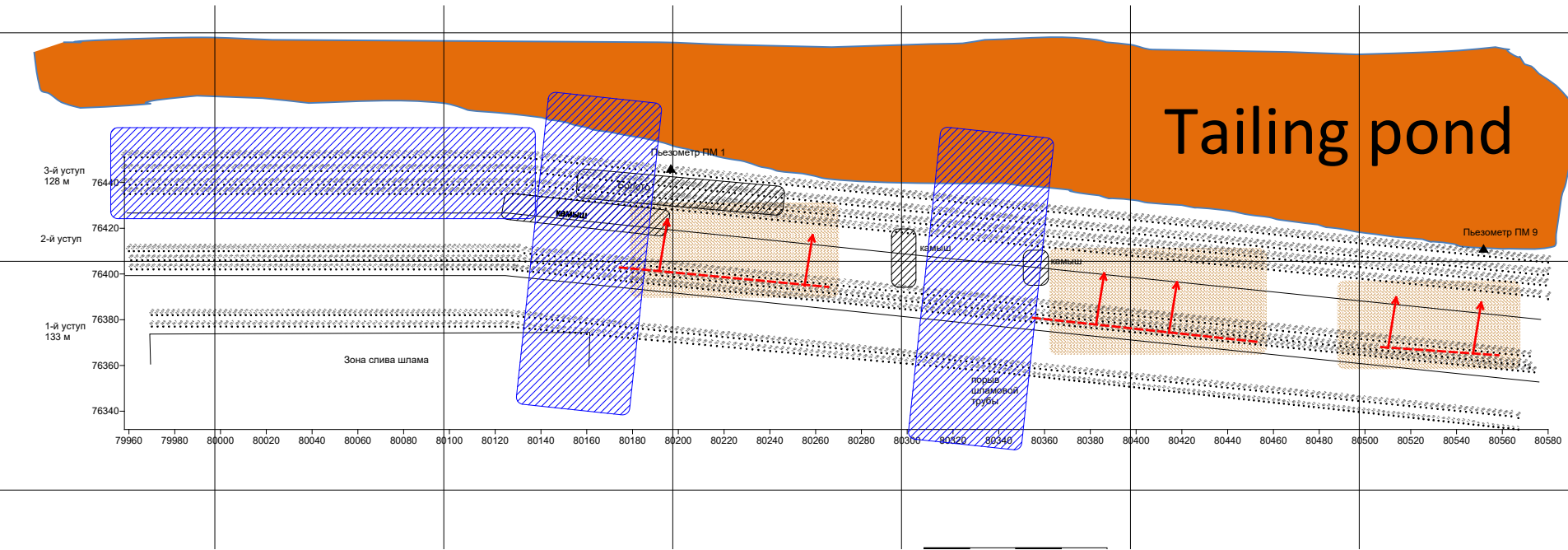


Рекомендация 19F. Определить места просачивания, фильтрации и протеканий ручейками через дамбу, а также местоположение неустойчивости её склона

Для этого целесообразно применять как визуальный осмотр, так и использовать комплекс **геофизических методов**, позволяющих выявить скрытые зоны фильтрации и неустойчивого состояния склона.

Одним из наиболее оперативных и дешевых является метод естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ)

# Скрытые зоны нарушенного технического состояния дамбы хвостохранилища по данным геофизического исследования



Синяя штриховка – скрытые зоны обводнения и повышенной фильтрации в теле дамбы

Коричневая штриховка – тела формирующихся оползней на откосах дамбы

Красные линии и линии со стрелками – вероятные плоскости отрыва оползня и направление сползания.



## Рекомендация 21С. Установить дополнительное дренажное оборудование



Дренажные водосбросы каскадного типа в дамбах хвостохранилищ



## Рекомендация 21F. Увеличить пропускную способность дренажного оборудования хвостохранилища



Расширенный дренажный бетонный водосброс



Рекомендация 21G. Создать или отремонтировать нагорную канаву  
для снижения стока поверхностных вод в пруд-отстойник



Нагорная канава (дренажный бетонный желоб)  
на дамбе хвостохранилища

## 2. Критическая проблема «Опасность залпового попадания отходов из хвостохранилища и шламовых трубопроводов в окружающую среду»

(Проблема из каталога мероприятий № 18)



## Рекомендация 18I. Создать барьеры и защиту трубопроводов от ударов



Насыпная плотина под трубопроводом для подачи хвостовых материалов (шламов)

### 3. Критическая проблема «Опасность раздувания сухих отходов ветром»

(Проблема из каталога мероприятий № 14)



## Рекомендация 14С. Создать, если это оправдано, поверхностное покрытие над хвостовыми материалами



Покрывтие опасных отходов слоем жидкости (воды)



Перекрытие опасных отходов твердым слоем (насыпью)



## Рекомендация 14D. Создать, если это оправдано, нижний защитный экран в ложе хвостохранилища

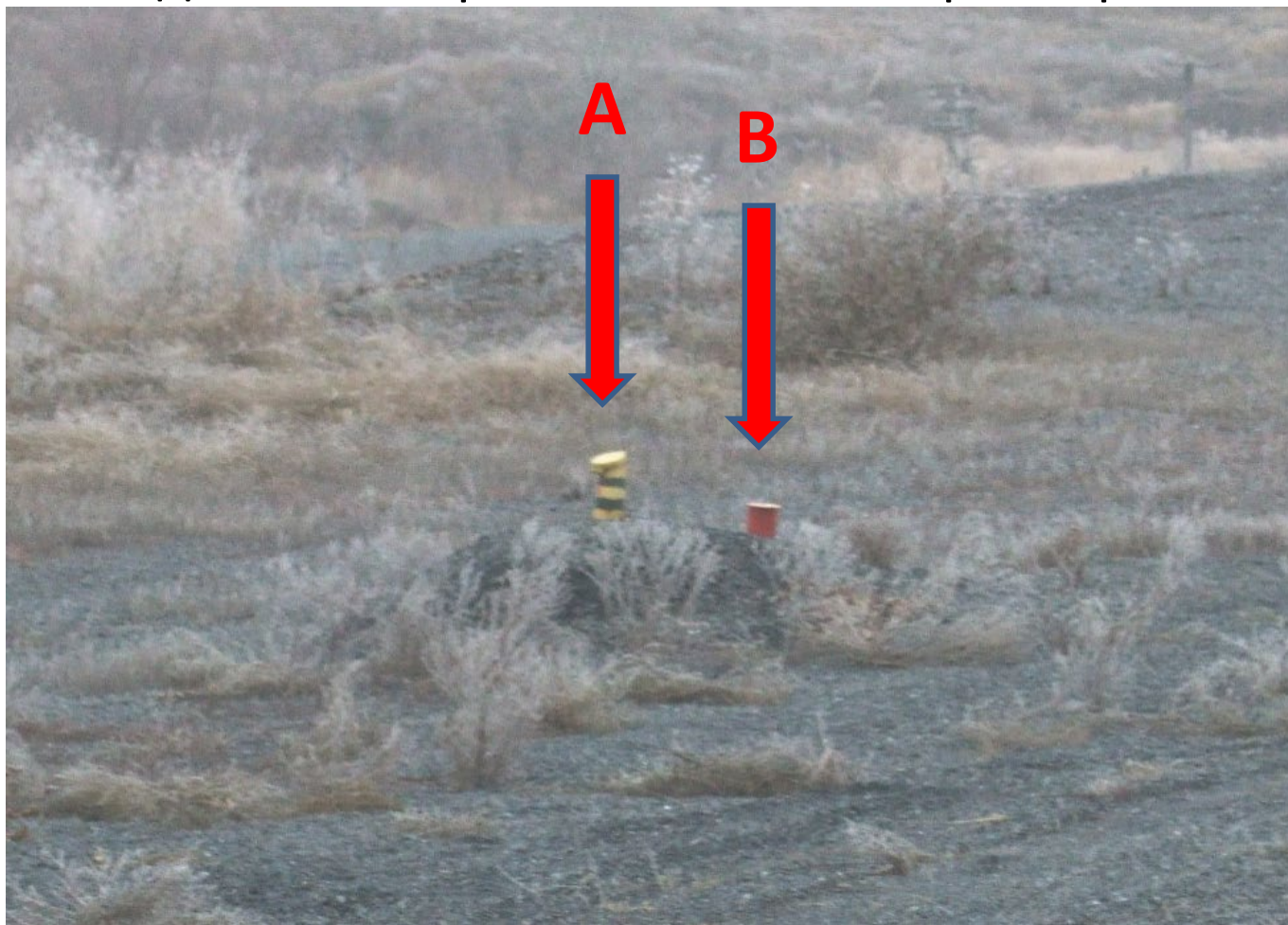


Защитный экран в виде бетонных плит с подстилающей пленкой

## 4. Примеры реализации других мероприятий



Рекомендация 23F. Установить на площадке хвостохранилища  
дополнительные скважины и контрольные точки  
для мониторинга основных параметров



Гидрогеологическая наблюдательная скважина (А) и пьезометр (В)  
в теле дамбы хвостохранилища



## Рекомендация 34С. Разработать технические меры по фиторекультивации



Биологическое плато для очистки дренажных вод  
(Вид с дамбы хвостохранилища)



# Пример применения Каталога мероприятий

В рамках международного проекта "Повышение безопасности хвостохранилищ на примере украинских объектов" в 2014 году группы экспертов (стажеры) оценили уровни безопасности хвостохранилищ №1 и №2 Государственного Предприятия «Калийный Завод» ОАО "Ориана" в г. Калуш (Ивано-Франковская область, Украина).

По результатам составлен "Отчет по оцениванию уровня безопасности хвостохранилища" (Методология повышения безопасности хвостохранилищ, 2018, Приложение 5).

Анализируя каждый вопрос Контрольного списка для хвостохранилища с неположительным ответом (ответы "нет", "скорее нет" или "скорее да"), экспертами после посещения объекта были выбраны следующие рекомендуемые мероприятия, предписанные Каталогом мероприятий. Согласно результатам оценивания хвостохранилища оператором хвостохранилища должна быть разработана индивидуальная инвестиционная программа, направленная на повышение уровня безопасности хвостохранилища, и в дальнейшем утверждена компетентными органами.

# Рекомендуемые мероприятия по повышению уровня безопасности хвостохранилища №2

(Прил. 5, Методология..., 2018)

№	Рекомендуемые мероприятия
<b>КРАТКОСРОЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ</b>	
1.	1С. Выполнить экспертную оценку проектной документации для компетентных органов
2.	1D. Подготовить или доукомплектовать проектную документацию в соответствии с нормативными требованиями
...	.....
<b>СРЕДНЕСРОЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ</b>	
38	21С. Установить дополнительное дренажное оборудование
39	21Е. Увеличить емкость прудов-накопителей для хранения воды в случае сильных наводнений
40	23Н. Регулярно проверять параметры мониторинга
...	.....
<b>ДОЛГОСРОЧНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ</b>	
46.	34В. Разработать технические меры по рекультивации хвостохранилища с использованием пригодной для этого почвы
47.	35А. Разработать и/или внедрить меры, обеспечивающие устойчивость хвостохранилища после его закрытия.



# ВЫВОДЫ

В каждом конкретном случае необходимо применять собственный комплекс мероприятий для безопасной эксплуатации хвостохранилища.

В зависимости от масштабов проявления проблем и процессов приоритеты во времени могут измениться, некоторые мероприятия стать краткосрочными, а другие – долгосрочными.

По значимости краткосрочные мероприятия должны:

1. Обеспечить безопасность населения;
2. Предотвратить экологическую аварию или катастрофу;
3. Быть технологически доступными и экономически

выгодными.

Поэтому в перечне краткосрочных мероприятий целесообразно выделить подгруппу неотложных (немедленных) мероприятий, непринятие которых неизбежно приведет к быстрому инциденту.

**Спасибо за внимание!**