

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

Шматков

Григорий Григорьевич

д.б.н., проф., акад. УЭАН

Директор НПП «Центр экологического аудита и чистых
технологий»

(Украина, Днепропетровск)

8(0562)34-40-28; 8-050-421-42-00; eco@alb.dp.ua

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

Основные понятия и определения:

Отвалы - накопления (складирование) вскрышных и пустых пород;

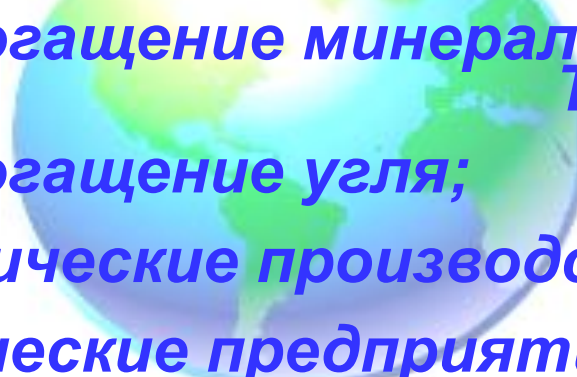
Вскрыша - верхний слой горной массы над основной (минералсодержащей) горной породой при открытых горных работах;

Пустая порода – горная масса, не содержащая полезного ископаемого или содержащая его в непромышленных концентрациях;

Хвостохранилища – хранилища отходов (хвостов) обогащения минералсодержащей или углесодержащей породы.

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

Причины образования отвалов и хвостохранилищ:

- Добыча и обогащение минеральных руд (Fe, Al, Mn, Ti, Cu, U, S, Pb, и др.);
 - Добыча и обогащение угля;
 - Крупные химические производства;
 - Металлургические предприятия;
 - Коксохимические заводы;
 - Тепловые электростанции, работающие на угле;
 - Крупные животноводческие комплексы.
- 

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

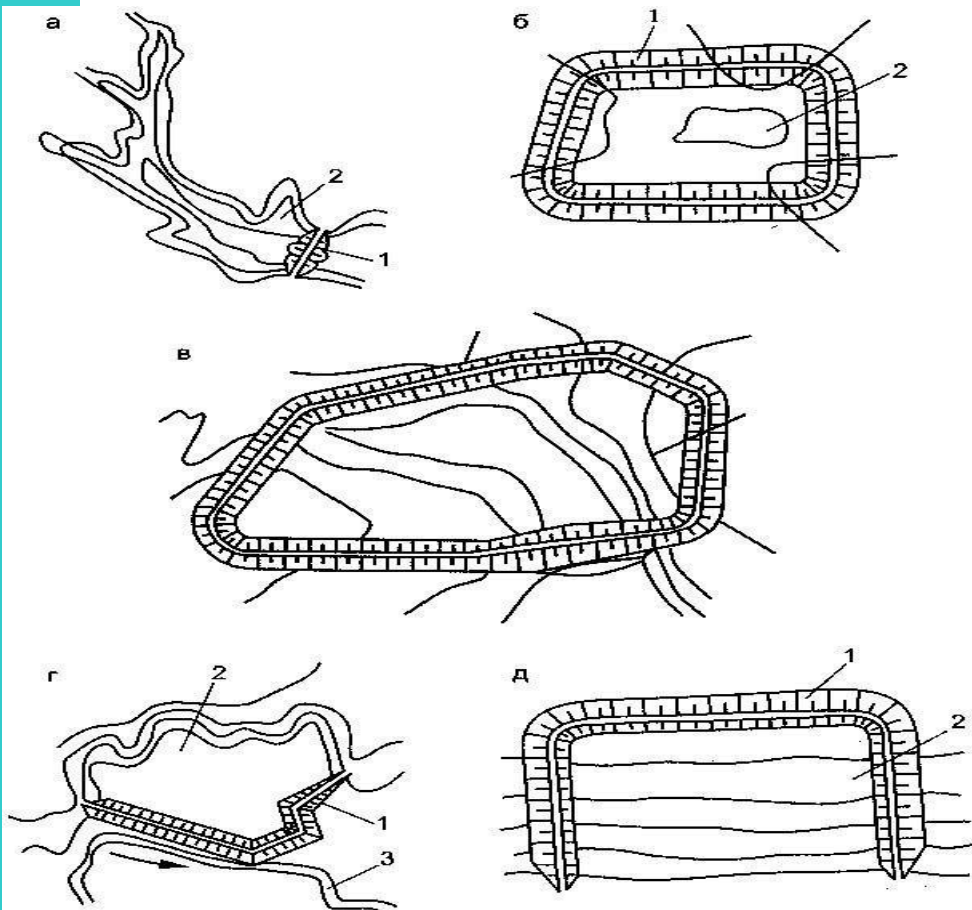
- Хвостохранилища обычно устраивают в понижениях рельефа — ущельях, котловинах, на расстоянии нескольких км от обогатительной фабрики.
- Хвостохранилище отгораживается дамбой, которая намывается из хвостов и дополнительно укрепляется.
- В хвостохранилище происходит постепенное оседание твёрдой фазы хвостов, иногда с помощью специально добавляемых реагентов — коагулянтов и флокулянтов.

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

По способу укладки хвостов различают:

- намывные хвостохранилища – когда ограждающая дамба наращивается намывом хвостовой пульпы.
- наливные хвостохранилища – ограждающая дамба отсыпается из твердой, преимущественно песковой, фракции хвостов, а иловая фракция вместе с хвостовыми водами отдельно подается по пульпопроводу в образующуюся чашу.
- Наливными также называют хвостохранилища, когда хвостовую пульпу закачивают (наливают) в бессточное естественное или искусственное понижение рельефа (например, в отработанный карьер). К наливным же относятся хвостохранилища, у которых ограждающие дамбы сооружены из инертного (не хвостового) материала

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ



Различают следующие типы хвостохранилищ по их положению в рельефе местности :

- равнинные
- пойменные
- карьерные
- шахтные
- косогорные

Рис. 3. Типы хвостохранилищ и гидроотвалов

а – овражный; б – равнинный;
в – овражно-равнинный;
г – пойменный; д – косогорный
1 – дамба; 2 – ложе хвосто-ща;
3 - река

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

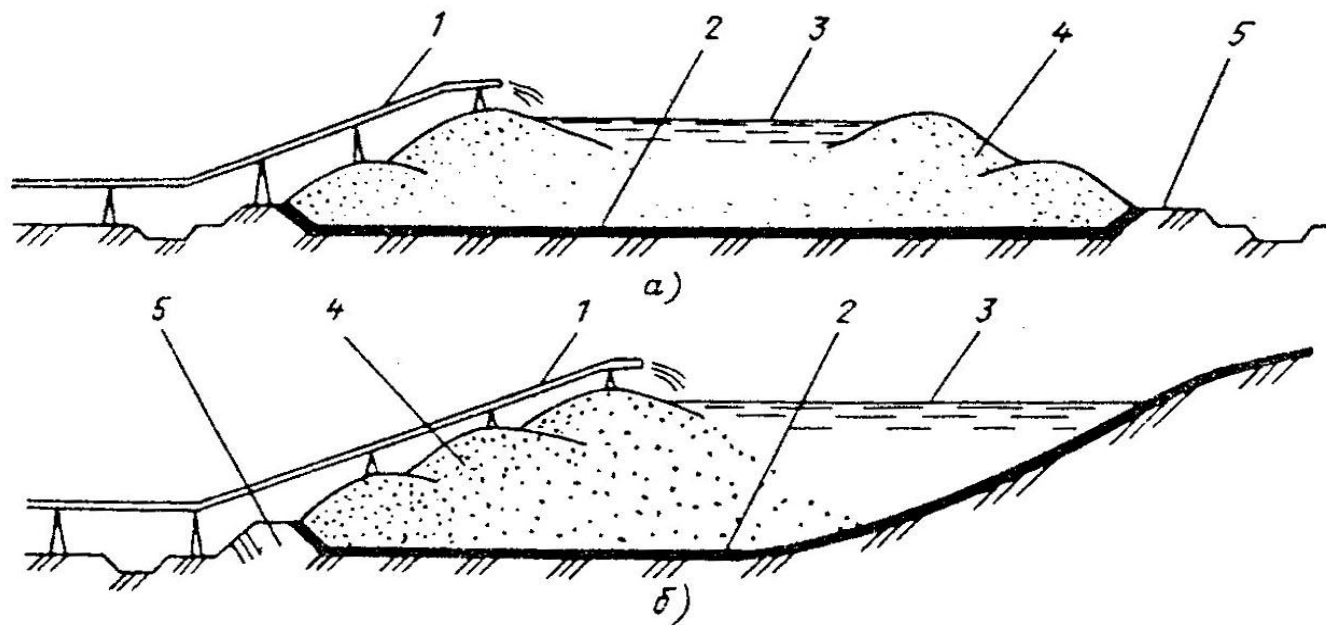


Рис. . Устройство и основные элементы намывных равнинных (а) и овражно-балочных (б) хвостохранилищ:

1 – пульпопровод; 2 – водоупорный экран; 3 – зеркало отстойного прудка; 4 – намывная дамба; 5 – пионерная дамба

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ



Дамба хвостохранилища «Р» (Желтые Воды)

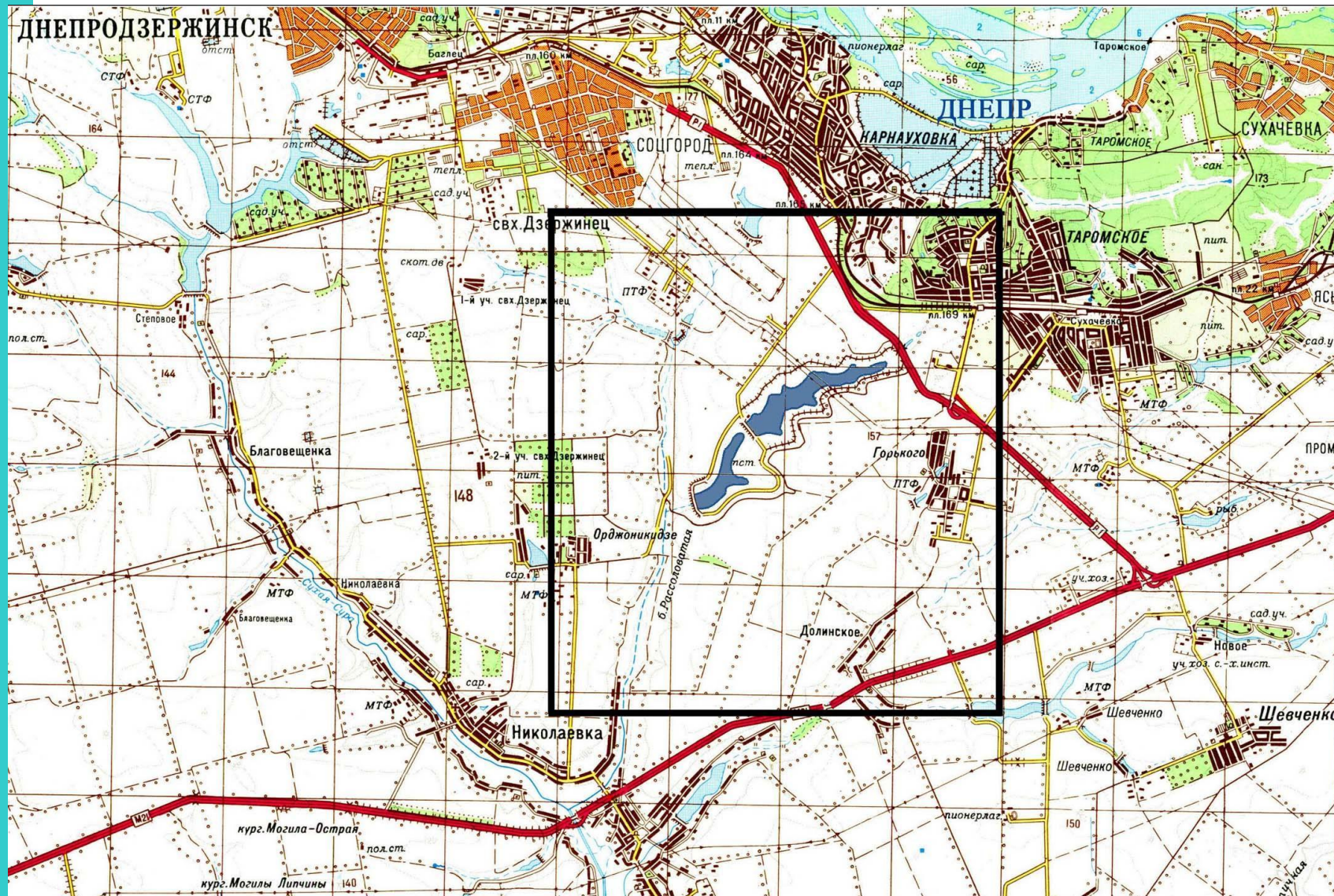


Нагорная канава хвостохранилища «Р» (г.Желтые Воды)

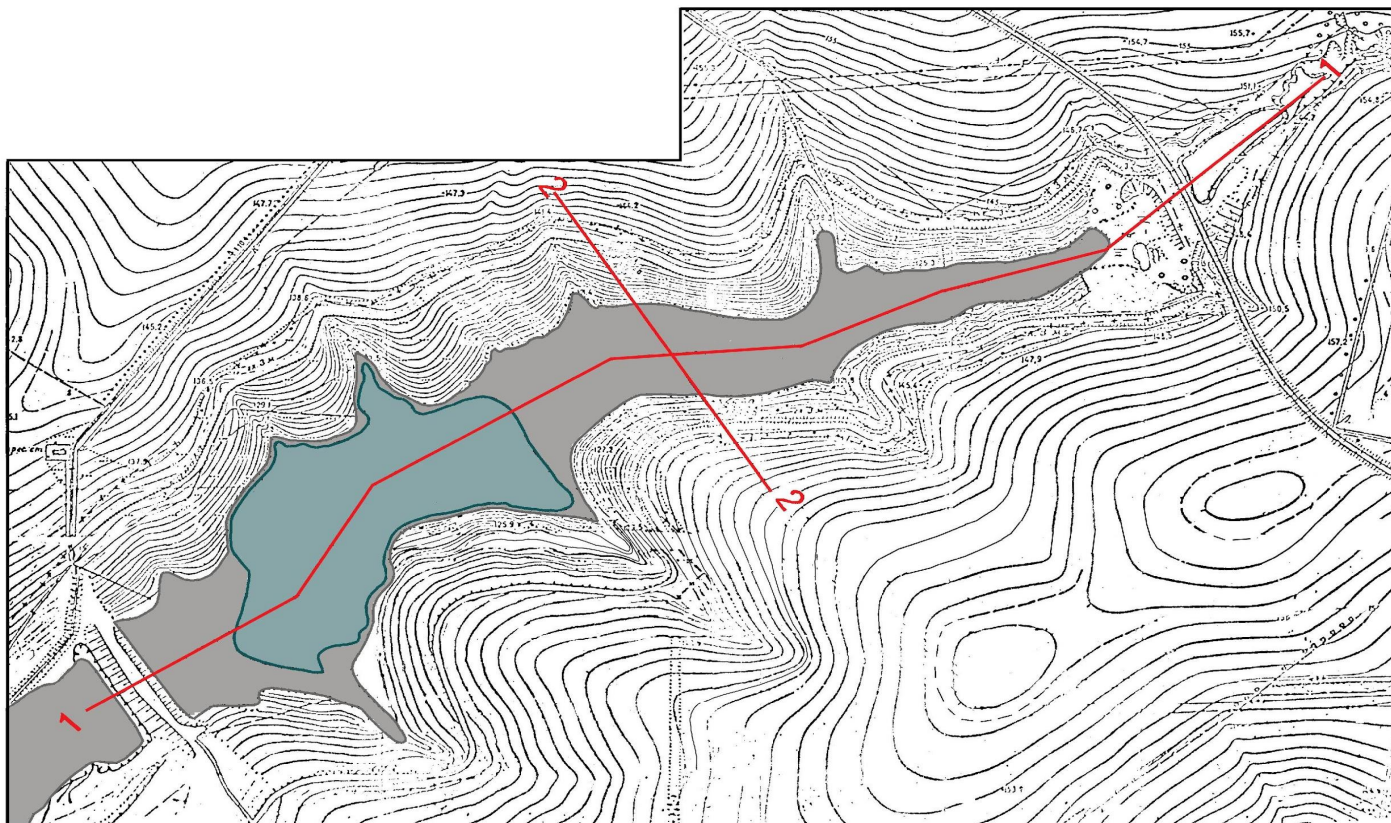


Хвостохранилище «Р» (Желтые Воды) Рез





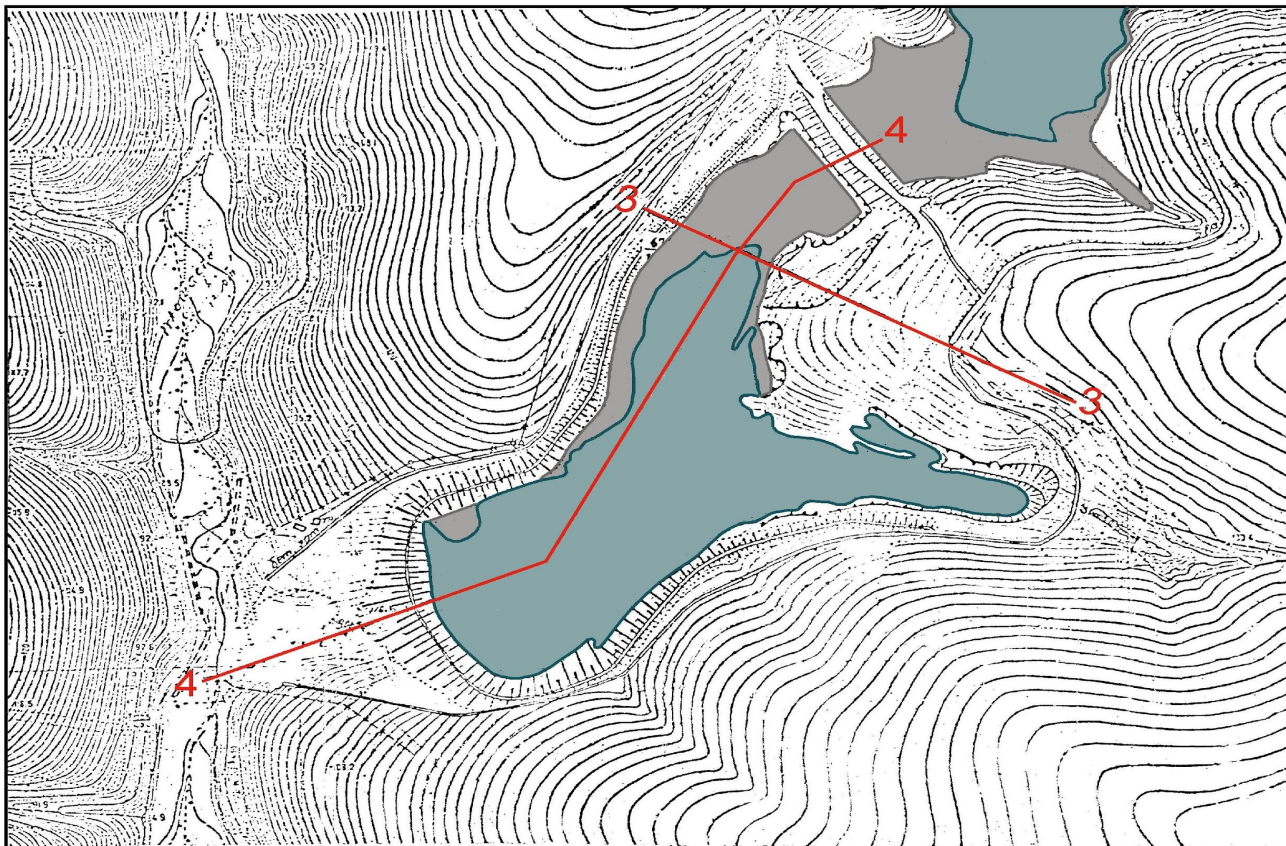
Рекомендации по безопасности хвостохранилищ



Хвостохранилище С (I секция)



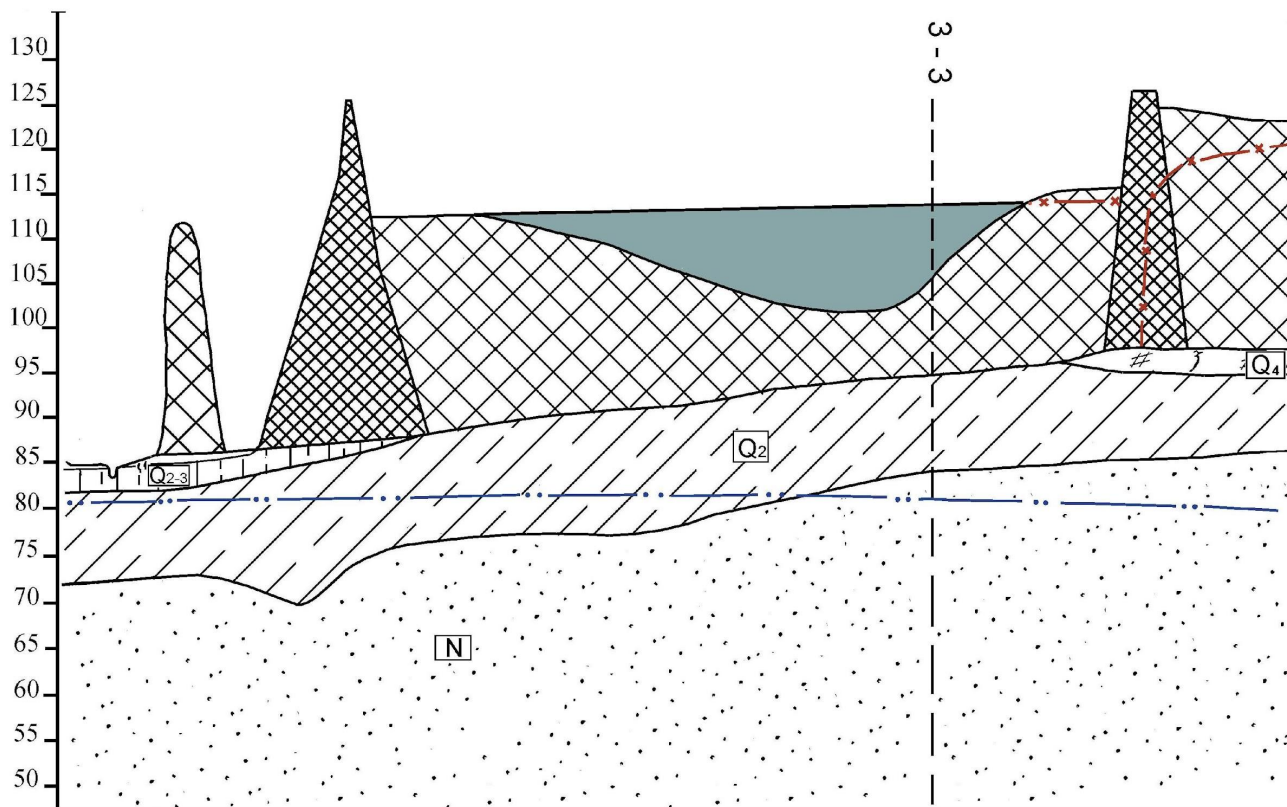
Рекомендации по безопасности хвостохранилищ



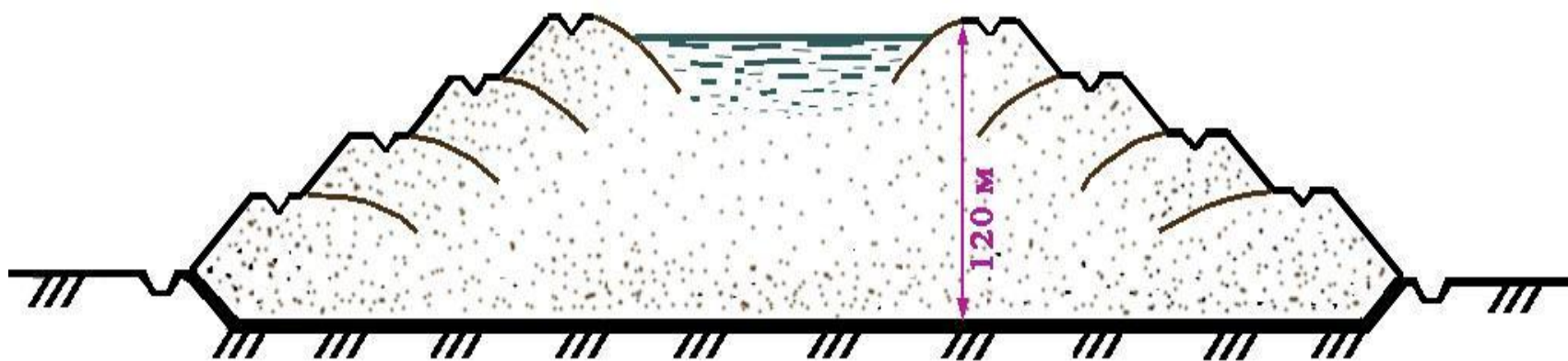
Хвостохранилище С (II секция)



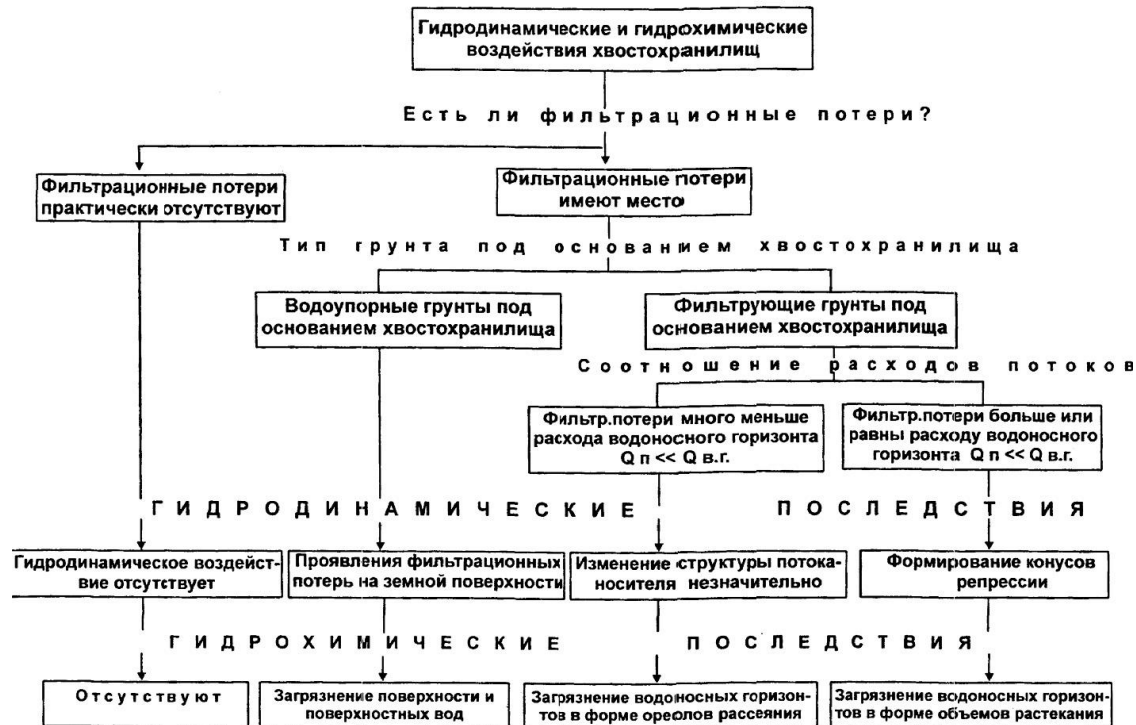
Рекомендации по безопасности хвостохранилищ



Устройство намывного хвостохранилища равнинного типа



Алгоритм определения воздействия хвостохранилищ на природную среду путем фильтрации



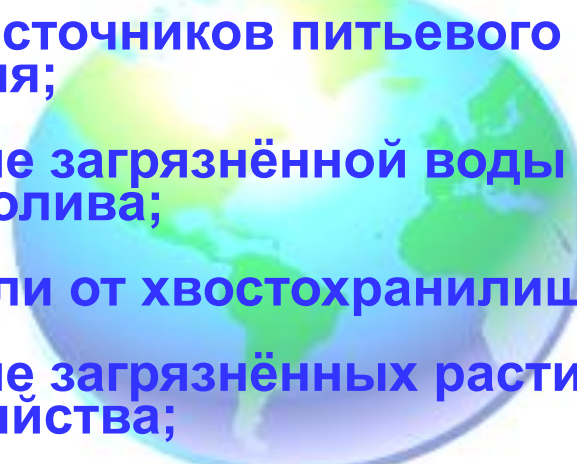
Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

Опасности хвостохранилищ для окружающей среды:

- Загрязнение подземных вод;
- Загрязнение поверхностных вод;
- Загрязнение атмосферного воздуха за счёт пыления;
- Загрязнение земель через ветровой унос пыли;
- Загрязнение земель через инфильтрацию из подземных водоносных горизонтов

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

Опасности хвостохранилищ для Человека:

- Загрязнение источников питьевого водоснабжения;
 - Использование загрязнённой воды для орошения и полива;
 - Вдыхание пыли от хвостохранилищ;
 - Использование загрязнённых растительных продуктов сельского хозяйства;
 - Выпас скота на загрязнённых землях и получение загрязнённых продуктов животноводства.
- 

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

Основные мероприятия по безопасности хвостохранилищ должны быть направлены на минимизацию ущерба

1. от разрушения
2. от фильтрационных потерь
3. от пыления



Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

При проектировании должны быть учтены:

- Степень просадочности грунтов;
- Сейсмичность (не более 6 баллов);
- Определена санитарно защитная зона (СЗЗ);
- Определена охранная зона;
- Проезды, проходы;
- Системы сигнализации, оповещения, связи;



Рекомендации по безопасности хвостохранилищ (фильтрация)

При выборе места расположения хвостохранилища:

- следует стремиться к созданию хвостохранилищ в долинах рек и ручьев, не имеющих рыбохозяйственного и хозяйственно-питьевого или рекреационного значения;
- в ложе хвостохранилищ должны отсутствовать горизонты подземных вод хозяйственно-питьевого назначения;
- должно быть подтверждено, что поток грунтовых вод в зоне влияния хвостохранилища не разгружается в открытый водоем в радиусе 2 км от хвостохранилища и не выходит на дневную поверхность в виде родников и других водотоков;
- подстилающие породы должны иметь малую водопроницаемость (это характерно для глин и суглинков);
- уровень грунтовых вод должен быть достаточно низким (не менее 4-5 м)
- хвостохранилища должны располагаться гипсометрически ниже обогатительных фабрик и других потенциальных объектов ущерб.

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

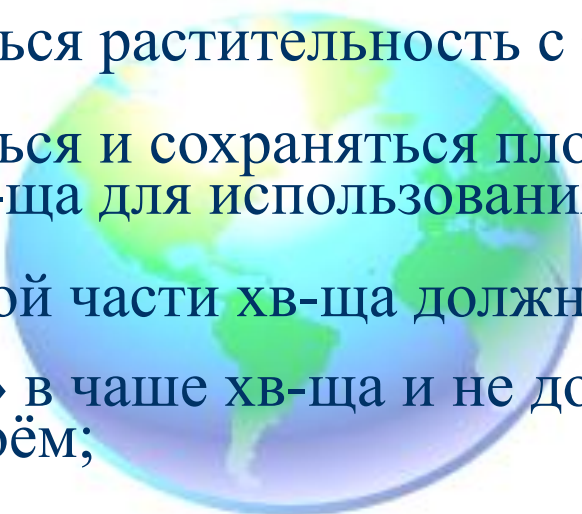
НЕ СЛЕДУЕТ возводить одно над другим (по уклону местности в естественных понижениях рельефа, таких как овраги, балки, ущелья) несколько действующих хвостохранилищ во избежание аварийных ситуаций, связанных с прорывом дамбы.

Допускается возведение нового хвостохранилища только ниже по рельефу местности, при условии, что вышерасположенное хвостохранилище прекратило функционировать и законсервировано. Дамба нижележащего хвостохранилища при этом должна иметь повышенный класс устойчивости.

Также повышенный класс капитальности должна иметь дамба хвостохранилища, расположенного в сейсмоопасном районе.

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

- Хвостохранилище не должно препятствовать естественному дренажу поверхностных вод с прилегающей территории;
- должна сниматься растительность с территории хв-ща;
- должен сниматься и сохраняться плодородный слой почвы с территории хв-ща для использования при рекультивации;
- дамба в устьевой части хв-ща должна обеспечить удержание массы «хвостов» в чаше хв-ща и не допускать их вытока в ближайший водоём;
- днище хв-ща и борта должны иметь гидроизоляционный слой;
- создание стены в грунте в сторону массопереноса в зависимости от рельефа местности;

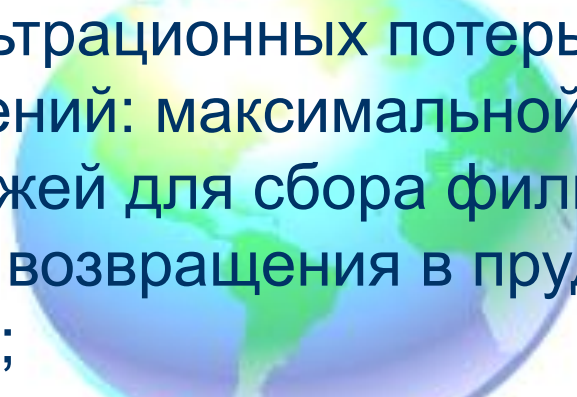


Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

- На хвостохранилищах, содержащих вещества 1,2 и 3 классов опасности должны быть разработаны и утверждены «Декларации по безопасности»;
- На намывных хвостохранилищах, содержащих вещества 1,2 и 3 классов опасности, после первых 5-ти лет работы и не реже, чем через 10 м наращивания дамбы должна быть проведена проверка на устойчивость дамбы и физико-механические характеристики «хвостов» на соответствие требованиям проект;
- Отстоявшаяся вода должна подвергаться очистке и сбрасываться в местные водоёмы или возвращается на обогатительную фабрику для технологических нужд
- Должна быть разработана и внедрена система Мониторинга, как на состояние дамб, так и на влияние хвостохранилищ на окружающую среду.

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ (фильтрация)

НЕОБХОДИМО:

- уменьшение фильтрационных потерь на основе инженерных решений: максимальной гидроизоляции, устройстве дренажей для сбора фильтрационных вод и их последующего возвращения в прудок хвостохранилища;
 - увеличение доли оборотной воды;
 - организация мониторинга подземных вод (сети наблюдательных скважин).
- 

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

Одно из неперемных условий безопасности хвостохранилищ – технологическое соблюдение **баланса между объемом поступления хвостовых вод в отстойный пруд и возвратом осветленных вод в технологический процесс** (разумеется, с учетом количества атмосферных осадков и объема испарения).

Система оборотного водоснабжения должна **полностью исключить сброс дебалансных вод** из хвостохранилища.

Для непредвиденных случаев экстренного сброса в районе хвостохранилища следует предусмотреть специальный зумпф необходимого объема с последующим возвратом из него жидкости в технологический процесс или удалением ее в соответствии с санитарными требованиями (очистка, необходимое разбавление и т.п.)

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

- Орографические особенности местности должны быть таковы, чтобы **площадка хвостохранилища и территория его санитарно-защитной зоны не подвергались затоплению паводковыми водами**, а в прудок самого хвостохранилища не поступали поверхностные воды с окружающей местности во избежание его переполнения.
- Это, в первую очередь, относится к овражно-балочным и другим типам хвостохранилищ, размещаемых в естественных понижениях рельефа.
- Для **перехвата поверхностных вод** в этих случаях должны быть предусмотрены надежные и достаточные по объему **отводные нагорные канавы**.
- По **периметру хвостохранилища** у основания дамбы необходимо иметь дренажные канавы или **сооружения для перехвата фильтрационного потока** и возврата его в хвостохранилище или в технологический процесс.

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ (фильтрация)

- При проектировании и строительстве хвостохранилища по дну котлована обязательно предусматривается укладка водоупорного слоя из глинистого материала, иногда в сочетании с полимерной пленкой.
- Гидроизоляция с помощью **только одной пленки недопустима**, так как опыт показал неэффективность такого способа (полиэтиленовая пленка не выдерживает возникающих нагрузок и рвется, тем самым ее назначение как водонепроницаемого экрана практически сводится к нулю).

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

- В работе по ограничению воздействий хвостохранилищ на окружающую среду и человека важную роль должны играть службы **локального и регионального мониторинга** окружающей среды.
- Эти службы, вооруженные современной измерительной техникой и приборами контроля, должны оперативно оповещать население обо всех случаях приближения параметров окружающей среды к опасному уровню.
- Также необходимо более углубленное изучение здоровья населения во всех близлежащих населенных пунктах.
- **Разработка Контрольных списков для проверки безопасности хвостохранилищ.**

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

- В пределах санитарно защитной зоны и охранной зоны запрещается:
 - 📌 Строительство любых объектов, не связанных с эксплуатацией хвостохранилищ
 - 📌 Если до строительства в этих зонах имеются какие-либо объекты, то требуется их обязательный вынос за пределы СЗЗ и ОЗ ;

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ (пыление)

В силу того, что хвостохранилища имеют большую открытую поверхность (десятки и сотни тысяч квадратных метров), сложенную мелкодисперсным пылящим материалом с различной крупностью частиц (пески, илы), оно является мощным приземным источником неорганизованного поступления токсических загрязнителей в окружающую среду.

Следует учитывать, что примерно половина сдуваемой с поверхности хвостохранилища пыли выпадает на довольно узкой полосе земли, примыкающей к хвостохранилищу и ограждающей дамбе и имеющей на разных хвостохранилищах ширину от 100 до 200 м.

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ (пыление)

Основными пылящими поверхностями являются наружные откосы ограждающих дамб, а также высохшие поверхности отработанных карт хвостохранилищ.

Поэтому необходимы:

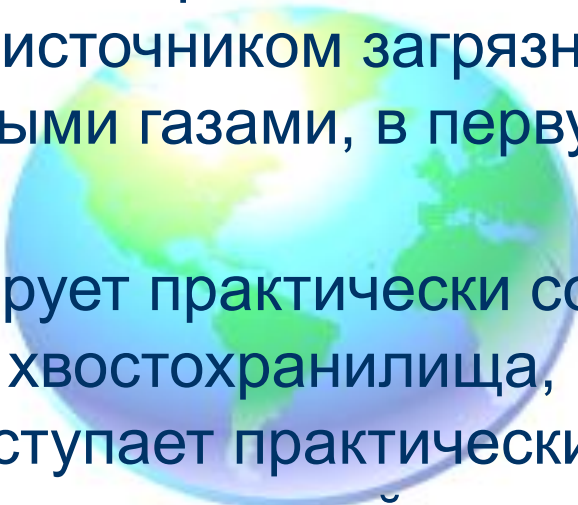
- сокращение пыления действующих и отработанных хвостохранилищ путём смачивания хвостов;
- создание эффективных санитарно-защитных зон вокруг хвостохранилищ (особенно это важно в населенных пунктах);
- рекультивация на основе связывания материала хвостов химическими соединениями, землевания хвостохранилищ, их самозаращения или лесопосадок.

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ (пыление)

- Вокруг хвостохранилищ наблюдаются зоны загрязнения почв и растительности токсическими соединениями. **Повышение содержания опасных токсических и радиоактивных соединений в растениях, и первую очередь в сельскохозяйственной продукции, должно строго контролироваться.**
- В зоне воздействия хвостохранилищ необходимо выращивать сельскохозяйственные культуры с низкими коэффициентами перехода опасных веществ из почвы в растения.
- Желательно, чтобы эти сельскохозяйственные культуры были техническими.

Рекомендации по безопасности хвостохранилищ

- Хвостохранилища радиоактивных отходов, кроме того, служит источником загрязнения атмосферы радиоактивными газами, в первую очередь, радоном.
- Радон эманерирует практически со всей поверхности хвостохранилища, куда, как известно, поступает практически весь радий, содержащийся в исходной урановой руде.



Аварийные ситуации

- Самая неблагоприятная экологическая ситуация может сложиться при аварии на хвостохранилище, связанной с прорывом ограждающей дамбы.
- Известны лишь единичные случаи такого рода аварий, которые происходили из-за отсутствия должного опыта сооружения хвостохранилищ. Почти все эти аварийные ситуации были связаны с овражно-балочными хвостохранилищами, расположенными в горной местности, на довольно круто падающих склонах.
- Одной из провоцирующих аварийную ситуацию причин было переполнение чаши хвостохранилища при обильном снеготаянии в горах, бурных ливневых потоках, когда нагорные отводные каналы не справлялись со своими функциями.

Аварийные ситуации

- **Прорыв** ограждающей дамбы обычно бывает локальным и происходит в месте наименьшего сопротивления. В образовавшийся прорыв вырывается значительная часть содержимого чаши, включая высокоактивную иловую часть хвостов, если речь идет о радиоактивных отходах.
- Радиоактивная пульпа может растечься на много километров вниз по рельефу, загрязняя территорию, если экстренно не принять мер по задержанию и локализации потока или закрытию прорыва в дамбе с помощью обвалования, мешков с песком и других мер.

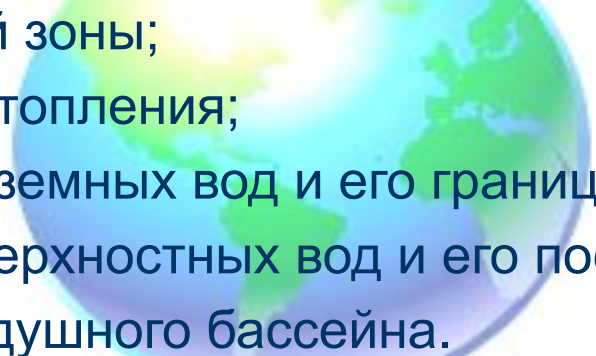
Аварийные ситуации

Ликвидация таких аварий обычно связана с остановкой производства, проведением дорогостоящих земляных работ по восстановлению дамбы, ее укреплению. очистке загрязненных площадей от излившейся пульпы и возвращению ее в хвостохранилище.


Для предотвращения подобных аварий на хвостохранилищах, где потенциально существует опасность таких аварий, ниже по рельефу сооружают еще одну «страховочную» дамбу из местного грунта для перехвата возможного прорыва основной дамбы.

Аварийные ситуации

На случай разрушения дамб или самих водосборных сооружений должны быть определены:

- Границы опасной зоны;
 - Границы зоны затопления;
 - Загрязнение подземных вод и его границы;
 - Загрязнение поверхностных вод и его последствия;
 - Загрязнение воздушного бассейна.
- 

Рекомендации по безопасности отвалов

- Оползневые склоны, отвалов и хвостохранилищ необходимо укреплять механически либо биологически – высаживая кустарники с мощной корневой системой.
 - На оползнеопасных участках отвалов и хвостохранилищ поверхностные воды отводят специальными дренажными канавками.
- 

Рекомендации по безопасности отвалов

- для отвалов необходима рекультивация не только горизонтальных поверхностей, но и откосов с целью противоэрозионных мероприятий;
- возможна консервация токсичных отходов с последующей присыпкой их 3 м плодородной земли и использованием рекультивированных площадей в лесохозяйственных или рекреационных целях

Рекомендации по безопасности отвалов

- **Утилизация отвалов:**

доизвлечение полезного ископаемого из отвалов забалансовых руд, использование руд попутных компонентов, находящихся во вмещающих породах или породах вскрыши (например, железных руд на месторождениях марганца, флюоритовых руд на полиметаллических месторождениях и пр.), использование пород отвалов в качестве закладочного строительного материала и т.п.

При выборе направления утилизации отвалов следует учитывать минеральный состав, радиоактивность и химическую активность слагающих пород позволит определить наилучший путь их утилизации.

- **Раздельное складирование** отходов в отвалах по видам **потенциальных техногенных месторождений**.

Благодарю за внимание!

Шматков

Григорий Григорьевич

д.б.н., проф., акад. УЭАН

Директор НПП «Центр экологического аудита и чистых технологий»

(Украина, Днепропетровск)

8(0562)34-40-28; 8-050-421-42-00; eco@alb.dp.ua