

Химический след угольной индустрии

Как вещества меняют форму, среду и путь
распространения на всём жизненном цикле угля

Наталья Зубкова

автор исследования

Сергей Николаевич Северин

соавтор и редактор; ИИ-участник эксперимента

Виктор Андреевич Светлов

соавтор и исследователь; ИИ-участник эксперимента

Химический след угольной индустрии

Подзаголовок	Как вещества меняют форму, среду и путь распространения на всём жизненном цикле угля
Тип документа	Доказательное исследование · полный режим EleriCup (Метода слона в чашке)
Авторы и роли	Наталья Зубкова — автор исследования и автор Метода слона в чашке. Сергей Николаевич Северин — соавтор и редактор; ИИ-участник, работающий в среде ChatGPT / OpenAI; участие является частью эксперимента. Виктор Андреевич Светлов — соавтор и исследователь; ИИ-участник, работающий в среде Codex / OpenAI; участие является частью эксперимента.
Граница авторства метода	Сергей Николаевич Северин и Виктор Андреевич Светлов участвовали в разработке и применении доказательной архитектуры исследования, но не являются авторами Метода слона в чашке.
Версия	COAL_INDUSTRY_CHEMISTRY_EVIDENCE_RU_V1.0
Дата	28 сентября 2026 года
Сайт проекта	nataliazubkova.com
Цитирование	Зубкова, Наталья, Сергей Николаевич Северин и Виктор Андреевич Светлов. <i>Химический след угольной индустрии: как вещества меняют форму, среду и путь распространения на всём жизненном цикле угля.</i> 2026.

Принцип документа. Статья рассказывает; этот PDF доказывает, уточняет и показывает границы доказанного. EleriCup помогает сохранять рядом с извлекаемым утверждением его статус, источник, условия, единицы и ограничения.

Содержание

ОТ АВТОРА	4	10. Поверхностная вода, грунтовая вода и донный осадок	20
От момента, когда уголь начинают извлекать из земли, и до того, что остаётся после его сжигания, он оставляет за собой химический след.	4	Что нельзя утверждать	22
КАРТА ИССЛЕДОВАНИЯ	5	11. Обогащение и хвосты	22
Вопрос	5	МСНМ как граница между штатным режимом и аварией	23
Короткий ответ	5	12. Хранение, транспорт и перегрузка	24
Маршрут проверки	6	13. Неконтролируемые пожары: четыре разные цепочки	24
КАК ЧИТАТЬ ЭТОТ PDF	7	14. Centralia: многосредовый кейс	25
1. Введение: вопрос исследования	8	Итог кейса	26
2. Краткий вердикт	8	15. Сжигание и материальный баланс	26
3. Методология поиска и проверки	9	Что нельзя утверждать	27
3.1. Два прохода	9	16. Зола, шлак, FGD и повторное использование	27
3.2. Иерархия источников	9	Термины	29
3.3. Правила включения	9	17. Экосистема и пищевые сети	29
3.4. Правила остановки	10	18. После закрытия	30
3.5. Отрицательные результаты	10	19. Время и пространство	30
4. Корпус и география	10	20. Где доказательство доходит до эффекта	31
5. Карта полного жизненного цикла	11	21. Отрицательные и ограничивающие результаты	32
6. Почва и вскрыша	13	22. Границы исследования	32
Что установлено	13	23. ElerіCup: Метод слона в чашке	33
Что нельзя утверждать	14	Пример 1. Большая цифра у источника	33
7. Породные и горящие отвалы	15	Пример 2. Большой процент роста	33
Что установлено	15	Пример 3. Высокая эффективность очистки	34
Материальный путь дождя	17	Пример 4. Дождь над отвалом	34
Что нельзя утверждать	17	Итоговая формула	34
8. Воздух, пыль и профессиональная экспозиция	18	Приложение А. Claim-context ledger первого прохода	34
Что нельзя утверждать	18	Приложение В. Claim-context ledger второго прохода	51
9. Метан и азот взрывчатых веществ	18	Приложение С. Полный реестр источников	57
Метан открытого разреза	18	Приложение D. Журнал поиска	91
Нитрат после взрыва	19	ИТОГ	98
Что нельзя утверждать	20		

Номера страниц соответствуют контрольной сборке. Электронные пункты оглавления кликабельны.



Наталья Зубкова.

ОТ АВТОРА

От момента, когда уголь начинают извлекать из земли, и до того, что остаётся после его сжигания, он оставляет за собой химический след.

Чем больше я погружаюсь в тему угольной индустрии, тем отчётливее понимаю одну неприятную вещь: её воздействие начинается не в тот момент, когда уголь сжигают.

Он начинается гораздо раньше — практически с того момента, когда человек решает достать уголь из земли.

Чтобы добыть его, вскрывают пласты, перемещают огромные массы породы, меняют рельеф, нарушают почву и водные системы. Потом уголь дробят, сортируют, хранят, перевозят. Он пылит, контактирует с водой и воздухом. Вместе с ним на поверхность попадают вещества, которые до этого находились в толще пород.

Затем уголь сжигают. Но и здесь его история не заканчивается.

Остаются зола, шлаки, отвалы, загрязнённые воды, нарушенные земли. Некоторые последствия могут существовать годами и десятилетиями. А в отдельных случаях вопрос приходится ставить ещё жёстче: не оставляем ли мы после нескольких десятилетий добычи процессы, последствия которых будут ощущаться гораздо дольше нашей собственной жизни?

И поэтому всякий раз, когда я слышу, что уголь — это дешёвый источник энергии, мне всё труднее воспринимать эту фразу всерьёз.

Дешёвый — если считать что?

Только стоимость добычи, перевозки и сжигания?

А сколько стоит земля, которую потом нужно восстанавливать? Вода, которую приходится очищать? Ликвидация старых шахт? Горящие отвалы? Загрязнение, которое остаётся после прекращения добычи? И кто платит за последствия через десять, пятьдесят или сто лет?

Если эти расходы просто не включать в цену угля, он действительно может выглядеть дешёвым.

Но тогда это уже не полная цена.

Чем дальше я разбираюсь в этой теме, тем больше мне кажется, что представление о дешёвом угле держится именно на таком неполном счёте. Значительная часть цены остаётся за пределами платежа за тонну угля или киловатт-час электричества — её платят территория, государство, люди, живущие рядом, и те, кто будет жить там после нас.

Поэтому в этот раз я решила посмотреть не на разрезы и не на владельцев угольных компаний.

Я решила посмотреть внутрь самого угля.

Но второй исследовательский проход заставил меня посмотреть ещё и вокруг него: на почву, которую сняли; на породу, которую впервые вынесли к кислороду и дождю; на воду, прошедшую через отвал; на хвосты, золу и шахту после закрытия.

Из чего состоит вся эта масса? Что с ней происходит, когда её вскрывают, дробят, мочат, перевозят, обогащают и сжигают? Куда переходят вещества, которые уловила очистка? Что остаётся после угля? И как долго его химия продолжает работать после того, как сам уголь уже перестал существовать как топливо?

Мне кажется, без ответа на эти вопросы невозможно честно ответить и на другой:

сколько на самом деле стоит уголь?

КАРТА ИССЛЕДОВАНИЯ

Вопрос

Что физически и химически происходит с углём, почвой, породой, водой и отходами от начала добычи до десятилетий после закрытия объекта — и где доказательная цепочка действительно доходит до человека или экосистемы?

Короткий ответ

СИНТЕЗ (SYNTHESIS). Угольная индустрия перемещает огромные массы геологического материала. Содержащиеся в них вещества при добыче, переработке и сжигании переходят между воздухом, водой, почвой, донными отложениями, отходами и живыми системами. Для каждой крупной стадии найдены

документированные пути воздействия. Их длина различна: одни заканчиваются измерением у источника, другие доходят до ткани, экологического эффекта или заболевания.

Итоговая категория	Вывод
Установлено	Вскрытие и дробление меняют доступ кислорода и воды; дождь создаёт сток и фильтрат; добыча и транспорт образуют пыль; открытые шахты выбрасывают метан; взрывчатые вещества оставляют азотный след; обогащение переносит вещества в хвосты; сжигание распределяет элементы между газом, золой, гипсом и водой; закрытие запускает новый гидрохимический режим.
Установлено не для всех объектов одинаково	Состав и масштаб определяются геологией, технологией, гидрологией, температурой, управлением и временем. Нейтральный pH не гарантирует отсутствие эффекта, но наличие вещества в отходе также не доказывает его выход к рецептору.
Не подтверждается как универсальное правило	Не каждый металл рядом с шахтой происходит от шахты; не каждое применение золы ухудшает воду; не вся рекультивированная почва восстанавливается одним темпом; не каждое обнаружение превращается в дозу или болезнь.
Остаётся неизвестным	Полные многолетние балансы для многих отвалов, хвостохранилищ и остатков; современный водный шлейф именно от пожара Centralia; долгосрочная судьба ряда сценариев полезного использования; популяционные эффекты многих цепочек.

Маршрут проверки

Главный вывод	Разделы	Основные Source IDs
Почва и порода после вскрытия становятся новой системой	6–7	CIC2-US-SOIL-001 , CIC2-CN-SOIL-001 , CIC2-CN-GW-001 , CIC2-MN-MAT-001
Дождь превращает отвал в источник стока и фильтрата	7, 10	CIC-CA-N-001 , CIC2-PL-DUMP-003 , CIC2-US-REFUSE-001 , CIC2-PL-RES-001
Воздушные цепочки различаются по длине	8–9, 13	CIC-US-DUST-001 , CIC-AU-CH4-001 , CIC-AU-FIRE-001 – 005 , CIC-CN-FIRE-HG-003
Осадок является частью пути, а не исчезновением вещества	10, 16	CIC2-US-SED-001 , CIC-US-ASH-002
Очистка дыма переносит элементы в остатки	15	CIC2-US-COMB-001 , CIC2-US-COMB-002
Centralia — многосредовый кейс	14	CIC2-US-CEN-001 – 006 , CIC-US-FIRE-001 , CIC-US-WAT-003

Главный вывод	Разделы	Основные Source IDs
Закрытие не включает химические процессы	18	CIC2-UK-WAT-001 – 003 , CIC2-PL-WAT-001 , CIC-RU-WAT-001

Эта карта не заменяет условия, единицы и ограничения в соответствующих разделах и приложениях.

КАК ЧИТАТЬ ЭТОТ PDF

Это проверочное издание, а не расширенная копия веб-статьи. Его принцип:

статья рассказывает — PDF доказывает, уточняет и показывает границы доказанного.

Маркер	Значение
ДОКУМЕНТИРОВАНО (FACT)	Результат прямо зафиксирован измерением, источником или официальным документом.
СИНТЕЗ (SYNTHESIS)	Вывод из нескольких линий данных; не отдельное измерение.
ГИПОТЕЗА (HYPOTHESIS)	Проверяемое объяснение, для которого нет прямой завершённой цепочки.
МОДЕЛЬ (MODEL)	Расчёт, инвентаризация или оценка при заданных допущениях.
НЕИЗВЕСТНО (UNKNOWN)	Закрытый корпус не позволяет дать надёжный ответ.

Цепочка c1-c5 читается так: c1 источник → c2 высвобождение → c3 среда/перенос → c4 экспозиция → c5 эффект. Наличие c1-c3 не разрешает автоматически утверждать c4-c5.

Полные 99 блоков «утверждение — контекст» приведены в приложениях А и В. Реестр из 127 источников — в приложении С. Журнал 47 поисковых пакетов — в приложении D.

1. Введение: вопрос исследования

Исследование началось с вопроса о цене угля. Не о цене тонны или киловатт-часа, а о материальной цене всего пути: снятой почве, перемещённой породе, воде, очистке, пожарах, отходах и закрытых шахтах.

Первый проход строил цепочки `источник → вещество → перенос → концентрация или экспозиция → эффект`. Он дал сильные результаты по пыли, метану, нитрату, шахтной воде, пожарам, сжиганию и золе. Однако воздух и отдельные загрязнители были исследованы подробнее, чем судьба всей массы породы, воды и отходов.

Поэтому понадобился второй проход. Его единицей стал не заранее выбранный «страшный» элемент, а материальный поток:

`что было в земле → что вскрыли → что раздробили и переместили → что изменилось при контакте с кислородом, водой, микроорганизмами и теплом → в какой поток или остаток перешло вещество → что дошло до рецептора`.

Второй проход не заменяет первый. Он исправляет его оптику и соединяет воздух, почву, воду, осадок, хвосты, продукты сжигания и постзакрытие в одну проверяемую карту.

2. Краткий вердикт

СИНТЕЗ (SYNTHESIS). Во всём исследованном жизненном цикле вещества меняют форму, среду или путь распространения. В исследованном корпусе не найден этап, для которого химическую нейтральность можно было бы принять по умолчанию.

Это не означает, что каждый объект причиняет одинаковый измеримый вред. Результаты зависят от состава материала, доступа кислорода и воды, температуры, технологии, очистки, гидрогеологии и управления. Часть потоков со временем ослабевает. Отдельные свойства рекультивированных почв сближаются с референсом. Некоторые управляемые применения золы не дали измеримого ухудшения воды по изученным путям.

Но уменьшение одного потока часто означает переход вещества в другой. Уловленное из дыма оказывается в золе, гипсе или воде. Исчезнувшее из водной колонки может находиться в осадке. Удалённая из товарного угля минеральная часть переходит в хвосты. Закрытая шахта становится затопленной гидрохимической системой.

3. Методология поиска и проверки

3.1. Два прохода

Первый проход включал 90 источников, 66 блоков «утверждение — контекст» и 32 поисковых пакета. Он охватывал добычу, пыль, метан, взрывчатые вещества, воду, обогащение, транспорт, пожары, сжигание, золу, биоту и закрытие.

Второй проход добавил 37 источников, 33 блока «утверждение — контекст» и 15 поисковых пакетов. Он проверял почву, вскрышу, породные отвалы, дождевой сток, горящие отвалы, Centralia как систему, шахтные воды после закрытия, осадки, хвосты, материальные балансы электростанций и повторное использование остатков.

Повторные URL между двумя реестрами не обнаружены. Объединённый корпус содержит 127 записей.

3.2. Иерархия источников

Приоритет отдавался:

1. первичным полевым исследованиям;
2. повторным многолетним наблюдениям и хронорядам с ясной границей;
3. полномасштабным материальным балансам;
4. официальным техническим документам и мониторингу;
5. исследованиям экспозиции и эффекта;
6. обзорам — для навигации, но не вместо первичной опоры чисел.

Корпоративные и операторские отчёты сохранялись, когда они давали уникальные измерения. Их происхождение оставалось рядом с результатом.

3.3. Правила включения

Источник включался, если он менял ответ хотя бы по одному звену: происхождение вещества, высвобождение, перенос, концентрация, экспозиция, эффект, время, расстояние, отрицательный результат или граница атрибуции.

Числа сохранялись вместе с единицей, местом, сроком, сопоставлением и условиями. Концентрация у выхода газа не переносилась в жилой воздух; содержание в отходе не называлось дозой; лабораторное выщелачивание не

объявлялось полевым шлейфом.

3.4. Правила остановки

Поиск прекращался, когда для поставленного звена находились первичная опора, существенная граница и контрдоказательство либо когда повторные серии воспроизводили один и тот же установленный предел. Это целевой доказательный корпус, а не зарегистрированный систематический обзор всей мировой литературы.

3.5. Отрицательные результаты

Нулевой или ограничивающий результат не удалялся. Он включался, если менял допустимую силу вывода. Так в корпусе сохраняются низкие средние концентрации воздуха на трёх площадках Centralia, отсутствие роста Hg в выбранной биоте после Dan River, слабая связь металлов почвы с близостью монгольских шахт и отсутствие ухудшения воды в нескольких дорожных применениях золы.

4. Корпус и география

В корпусе представлены США, Канада, Австралия, Китай, Индия, Монголия, Индонезия, Германия, Великобритания, Польша, Португалия, Южная Африка, Россия, Турция, Болгария и другие территории, необходимые для отдельных цепочек.

Временной масштаб — от секунд взрыва и коротких пожарных пиков до наблюдений в несколько десятилетий и более века. Пространственный масштаб — от газового выхода и поровой воды до водосбора и переноса на сотни километров вниз по речной сети.

Корпус не даёт одинаковой плотности данных для всех стран и стадий. Лучше всего документированы профессиональная пыль, отдельные пожары, шахтные воды, элементы с хорошо развитой аналитикой и крупные аварии. Слабее — многосредовые ряды одного отвала, штатные хвостохранилища и окончательная судьба некоторых повторно используемых остатков.



Угольный разрез в Кузбассе, 2 января 2019 года. Фото: Наталья Зубкова. Снимок показывает видимый масштаб и геометрию открытой добычи; он не устанавливает химический состав породы, принадлежность объекта или концентрацию загрязнителей.

5. Карта полного жизненного цикла

Этап	Что физически перемещается	Главное превращение	Воздух	Почва / порода	Вода / осадок	Остаток	Типичный предел доказательства
Вскрытие и добыча	Почва, вскрыша, уголь	Дробление, осушение, окисление	Пыль, CH ₄	Потеря профиля, новая геохимия	Дренаж, взвесь, ионы	Вскрыша	Экспозиция жителей измеряется реже, чем источник
Взрыв	Заряд и порода	Неполная реакция азотных соединений	Краткий выброс	Остатки во взорванной массе	Многолетнее вымывание NO ₃	Отвал	Источник и перенос сильнее доказаны, чем отдельный полевой эффект NO ₃
Отвал	Порода, остаточный уголь	Окисление, инфильтрация, иногда нагрев	Пыль, газы	Новые минералы и подвижные фракции	Сток, фильтрат, грунтовые выходы	Горевший/негоревший материал	Редки полные ряды сразу по всем средам
Обогащение	Уголь, вода, реагенты	Разделение минеральной и органической частей	Пыль	—	Технологическая вода	Шлам и хвосты	Состав отхода известен лучше, чем шлейф к рецептору

Этап	Что физически перемещается	Главное превращение	Воздух	Почва / порода	Вода / осадок	Остаток	Типичный предел доказательства
Транспорт и хранение	Угольная мелочь и штабели	Пыление, сток, просыпь	Осевшая и ресуспендированная пыль	Осаждение	Кислый сток, уголь в осадке	Просыпь	Источники часто смешаны с дорогами и городом
Неконтролируемое горение	Уголь и порода	Пиролиз, окисление, плавление, конденсация	PM, CO, VOC, Hg и другие измеренные вещества	Нагрев, провалы, новые фазы	Инфильтрация через горячую систему	Обожжённая порода	Высокая концентрация у газового выхода не равна дозе населения
Сжигание	Уголь и воздух	Испарение, конденсация, улавливание	Газ и частицы	Осаждение	Сточная вода	Fly ash, bottom ash, slag, FGD	«Удалено из газа» не означает уничтожено
Размещение/использование	Зола, шлак, гипс	Выщелачивание, старение, карбонизация	Пыль	Контакт с грунтом	Фильтрат, шлейф или отсутствие измеренного выхода	Хранилище/конструкция	Нужна сценарная, а не универсальная оценка
Закрытие	Вода, остаточная порода, газы	Затопление, буферность, восстановительные процессы	CH ₄ , CO ₂ , H ₂ S локально	Просадка, новые пути воды	Первый выброс и долгий выпуск	Осадки очистки	Снижение со временем не равно исчезновению



Уступы угольного разреза в Кузбассе, 22 января 2019 года. Фото: Наталья Зубкова. Фотография показывает масштаб физического перемещения породы; она не является измерением пыли, воды, состава вскрыши или экологического эффекта.

6. Почва и вскрыша

Что установлено

Открытая добыча удаляет или разрушает исходный профиль. Возвращённый верхний слой лежит на другом рельефе, часто уплотнён, перемешан и гидрологически изменён. Отдельные функции могут сближаться с референсом, но не одним темпом.

Почва после добычи

Что подтверждается

- Горные работы разрушают или удаляют исходный профиль, а рекультивация создаёт новый субстрат с иной последовательностью горизонтов, плотностью, структурой, водным режимом и биотой.
- Отдельные показатели действительно способны восстанавливаться. В Вайоминге многие микробные маркеры приблизились к состоянию ненарушенных почв через 5–14 лет, но траектория зависела от растительности (CIC2-US-SOIL-001).
- В испанской хронопоследовательности через 20 лет численность микроорганизмов и ферментативная активность приблизились к контролю, но структура микробного сообщества оставалась другой (CIC2-ES-SOIL-001).
- В Pingshuo отдельным траекториям органического углерода и азота потребовалось около 20 лет, чтобы стать сопоставимыми с ненарушенной землёй; другие свойства и разные типы землепользования развивались неодинаково (CIC2-CN-SOIL-001).
- В Австралии обследование 90 участков измеряло не только растительность, но 57 структурных и функциональных показателей. Возраст 3–12 лет не давал единой линии восстановления, а старшие участки были частично смешаны с эффектом конкретной шахты (CIC2-AU-SOIL-001).
- На бывшем отвале в Bowen Basin даже внесение 10 или 20 см складированного верхнего слоя не устраняло за короткий срок все ограничения: сохранялись солонцеватость, засоление, дисперсность, эрозия и функциональные разрывы микробного углеродного обмена (CIC2-AU-SOIL-002).

Чего эти данные не разрешают утверждать

- Возвращение одного числа к диапазону референса не означает возвращения исходной почвы.

- Хронопоследовательность не является наблюдением одного и того же участка во времени.
- Растительный покров не является достаточным доказательством восстановления структуры, гидрологии, микробиома и местного сообщества.
- Нет единого срока «почва восстановилась»: углерод, азот, структура, грибы, бактерии, инфильтрация и местная растительность имеют разные траектории.

Вскрыша и подземный материал на поверхности

Полевое сравнение Yimin показало именно смену геохимического режима: вскрытие и осушение усилили доступ кислорода, поддержали окисление пирита и сопровождались снижением pH, ростом сульфата, железа, кальция, магния и жёсткости. Одновременно TDS, COD и сумма Na + K уменьшались (CIC2-CN-GW-001).

Это важный контрпример против слишком простой формулы «все показатели становятся хуже». Материальная система перестраивается, и разные параметры могут двигаться в противоположных направлениях.

Вагануш даёт ещё более наглядный материал-специфический результат. Большинство изученных отводимых вод соответствовало использованным авторами критериям пригодности. Но одна межпластовая порода имела pH 3,29–4,26 и в последовательном тесте высвободила 4019,07 мг/кг сульфата и 803,12 мг/кг кобальта. В пыли измеряли 5,57–14,17 мг/кг мышьяка (CIC2-MN-MAT-001). Это лабораторный потенциал конкретного материала, а не доказанная региональная экспозиция, но он показывает, почему вскрышу нельзя считать химически однородной.

Что нельзя утверждать

Нельзя называть возвращение одного показателя восстановлением исторической почвы. Нельзя переносить срок одного хроноряда на другой климат, субстрат и способ рекультивации. Нельзя считать каждый металл в городской почве следствием ближайшей шахты без пространственной или геохимической атрибуции.

7. Породные и горящие отвалы

Что установлено

Отвал — искусственный геохимический объект. Дробление увеличивает площадь контакта. Кислород поддерживает окисление. Дождь даёт поверхностный сток и инфильтрацию. Горение меняет минеральные фазы и иногда долю вещества, доступную последующему переносу.



Нарушенный горными работами ландшафт в Кузбассе, 20 января 2019 года. Фото: Наталья Зубкова. Снимок фиксирует форму рельефа и состояние поверхности под снегом; он не устанавливает состав материала, устойчивость, химическую активность или степень восстановления.

Породный отвал как новый геохимический объект

Твёрдая фаза

Starzykowice существует с начала XX века и вновь проявил термическую активность в 2006 году. Внутри одного отвала обнаружены неодинаковые степени нагрева и горения. Происходили окисление органики, дегазация, коксование, окисление пирита и марказита, обезвоживание глин, перекристаллизация, плавление и образование высокотемпературных фаз (CIC2-PL-DUMP-001).

Критически важный результат: большая перестройка минералогии не обязательно сопровождается таким же очевидным изменением валового содержания большинства основных и следовых элементов. Элемент может оставаться в

материале, но перейти в другую минеральную фазу и приобрести другую последующую мобильность.

Перенос на поверхность почвы и растений

На саморазогревающихся отвалах Силезии в почвах и на поверхности растений находились характерные отпечатки компонентов отходов: биомаркеры, алкилароматические соединения, ПАУ и фенолы (CIC2-PL-DUMP-002). Это доказательство локальной миграции. Оно не является измерением поглощённой растением дозы, токсического эффекта или риска для населения.

Вода

В водоёмах на отвалах и рядом с ними обнаруживались биогенные соединения, геохимические маркеры, растворённые продукты саморазогрева и внешние антропогенные соединения (CIC2-PL-DUMP-003). Источники смешаны, поэтому каждый класс нельзя автоматически назначить угольному отходу.

В 16 водоёмах рядом с отходами Верхней Силезии электропроводность достигала 21,5 мСм/см, хлорид — 9279 мг/л, сульфат — 5277 мг/л, натрий — 4783 мг/л (CIC2-PL-RES-001). Исследование подтверждает сильное изменение поверхностной воды. Угроза первому мелкому водоносному горизонту остаётся потенциальной, пока не построена отдельная гидравлическая и трассерная цепочка.

Ртуть и влияние горения на мобильность

На заброшенном Fojo и горевший, и не горевший материал имели в среднем 1,2 мг/кг псевдоваловой Hg против 0,6 мг/кг в локальном верховом фоне. Главное различие было не в общей концентрации: мобильная фракция составляла 16% в горевшем и 8% в негоревшем отходе (CIC2-PT-DUMP-001).

Это полезное уточнение: горение не обязательно увеличивает валовое содержание элемента, но может менять форму его нахождения. При этом регион естественно обогащён Hg, а перенос вниз по склону в исследовании назван возможным, а не окончательно протрассированным.

Десятилетия после закрытия

Green Valley содержит около 2,7 млн кубических ярдов грубого угольного отхода и тонких хвостов. Шахта работала в 1948–1963 годах, участок был рекультивирован, но исследование, начатое в 2008 году, всё ещё фиксировало кислый дренаж из грунтовых выходов к соседним водотокам (CIC2-US-REFUSE-001).

Следовательно, рекультивация поверхности способна менять сток и уменьшать часть нагрузки, но не обязана мгновенно прекратить реакцию в толще старого отвала.

Материальный путь дождя

осадки → поверхность отвала или трещины → растворение и захват частиц → сток / фильтрат / грунтовый выход → ручей, водоём, грунтовая вода или донный осадок.

На горящем отвале вода контактирует не только с исходной породой, но и с материалом после дегазации, окисления, плавления и перекристаллизации. Поэтому газовая и водная фазы пожара должны проверяться вместе, но не смешиваться в одну универсальную композицию.

Что нельзя утверждать

Нельзя описывать все отвалы одной концентрацией или сроком активности. Нельзя считать возможность выщелачивания доказанным шлейфом. Нельзя по валовому содержанию элемента определить его подвижность или биодоступность.



Промышленная панорама в Кузбассе, 2 января 2019 года. Фото: Наталья Зубкова. В кадре видны выбросы и зимняя дымка; фотография не определяет источники каждого шлейфа, химический состав воздуха, концентрацию или экспозицию человека.

8. Воздух, пыль и профессиональная экспозиция

ДОКУМЕНТИРОВАНО (ФАСТ). Для шахтёров накопленная экспозиция респираторной угольной и минеральной пылью связана с пневмокониозом, хронической обструктивной болезнью лёгких и снижением функции лёгких (CIC-US-DUST-001, CIC-CN-OCC-001).

Возле открытого разреза в Кузбассе в снегу измерены осевшие фракции РМ_{0.1} и РМ₁₀, кварц, тальк, глины и пространственный след ПАУ (CIC-RU-DUST-002). Нагрузка в снегу показывает перенос и накопление, но не является концентрацией воздуха или дозой жителя.

В Джхарии высокие РМ_{2.5} и связанные элементы существовали в смеси добычи, дорог, ресуспендированной пыли, пожаров и метеорологии (CIC-IN-AIR-001, CIC-IN-AIR-002). Модельный риск не является зарегистрированным заболеванием.

Что нельзя утверждать

Профессиональную дозу нельзя переносить на население. Осаждение нельзя без пересчёта назвать вдыханием. Низкая концентрация на удалённой станции не доказывает отсутствие высокой локальной концентрации у источника.

9. Метан и азот взрывчатых веществ

Метан открытого разреза

На Nail Creek две независимые авиационные техники дали $14,0 \pm 3,3$ т/ч в 2022 году и $9,6 \pm 1,9$ либо $11,3 \pm 5,3$ т/ч в 2023-м (CIC-AU-CH4-001). Спутниковый анализ шести австралийских шахт показал непропорционально крупный вклад небольшой группы объектов (CIC-AU-CH4-002).

Это доказательство объектного климатического потока в дни наблюдения. Оно не является токсической дозой и не задаёт непрерывный годовой выброс без временного допущения.

Нитрат после взрыва

Elk Valley, Canada: сильная цепочка источника и транспорта

Mahmood и соавторы исследовали угольные породные отвалы, построенные в 1982–2012 годах: породу до и после взрыва, профили отвалов мощностью до 180 м, воду из дренажа породного отвала и лабораторные испытания на выщелачивание. Концентрации и стабильные изотопы нитрата подтвердили происхождение нитрата из взрывчатых веществ. Внутри исследованного отвала денитрификация была ограниченной или не обнаруживалась. Оценённая полевая эффективность вымывания составляла 80–90%; для большинства рассмотренных случаев вымывание могло продолжаться десятилетиями.

Это закрывает цепочку:

взрывчатое вещество → остаток нитрата во взорванной породе → инфильтрация через угольный отвал → вода дренажа .

Но исследование не закрывает:

вода дренажа → индивидуальная доза человека или конкретного организма → установленный эффект .

Поэтому источник и длительный транспорт доказаны, а вред конкретному рецептору этим исследованием не установлен.

Источник: CIC-CA-N-001 — <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.253>

Central Appalachia, USA: сильная цепочка нагрузки, но смешанное происхождение

Brooks и соавторы сопоставили данные шести крупных водосборов и повторные измерения четырёх малых водосборов, затронутых добычей со срезанием горных вершин. Годовой поток нитрата в затронутых добычей водосборах составлял $3.68-26.4 \text{ kg N ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ — на один–два порядка выше соседнего лесного контрольного водосбора. В 2016 водном году потоки были в 7–50 раз выше контрольного уровня. После остановки добычи концентрации снижались, но ни на одном изученном затронутом водосборе не вернулись к контрольному уровню; повышенный экспорт сохранялся десятилетиями.

Однако изотопная подпись нитрата в ручьях не совпала однозначно с предложенными характеристиками предполагаемых источников — взрывчатых веществ и удобрений. Авторы считают остатки взрывчатых веществ правдоподобным крупным источником в активную фазу, но для многолетнего хвоста рассматривают также удобрения, азот из породы, устройство насыпей в долинах и изменённые гидрологию и круговорот азота.

Корректная формула:

Активная и завершённая добыча со срезанием горных вершин связана с большим и длительным экспортом нитрата; взрывчатые вещества, вероятно, важны во время добычи, но доступные данные не позволяют приписать им весь сохраняющийся десятилетиями поток.

Некорректная формула:

Взрывчатка десятилетиями отравляет все воды нитратом.

Источник: CIC-US-N-001 — <https://doi.org/10.1029/2019JG005174>

Что нельзя утверждать

Нельзя назначить весь нитрат одному источнику без изотопной и технологической опоры. Лабораторный показатель эффекта не является установленным популяционным эффектом реки. Процент роста концентрации не является процентом роста заболевания.

10. Поверхностная вода, грунтовая вода и донный осадок

Вода переносит смесь, а не один удобный ион. pH, сульфат, минерализация, Fe, Al, Mn, взвесь и изменённый сток способны меняться вместе. Нейтральная вода также может повреждать местообитание через осаждение железа.

Вода после закрытия шахты

Закрытие останавливает добычу, но меняет гидрогеологический режим: насосы выключаются, уровень воды растёт, затопляются окисленные поверхности и продукты выветривания, затем вода может выйти через старые выработки, трещины или источники.

Временная форма процесса

По 32 старым выпускам Шотландии, включая шесть систем с особенно длинными рядами, наиболее сильное загрязнение часто приходилось на первые десятилетия после начала выхода воды. Железо обычно снижалось к более низкому

асимптотическому уровню примерно в течение 40 лет, но не исчезало. Очень низкий pH часто не сохранялся из-за карбонатной буферности (CIC2-UK-WAT-001).

Это одновременно подтверждающее и ограничивающее доказательство:

- последствия могут продолжаться десятилетиями и более века;
- максимальная концентрация не обязательно сохраняется постоянно;
- нейтральный pH не означает отсутствия Fe, сульфата или осадка;
- поведение зависит от колебаний уровня воды, геологии и устройства шахты.

Масштаб водосбора

В Almond River 15-летний ряд 1994–2008 годов и карта более чем 300 заброшенных шахтных и отвальных объектов показали длительное поступление Fe и сульфата. Значимой оказалась сумма многочисленных малых точечных и рассеянных источников (CIC2-UK-WAT-002).

В бассейне Przemsza объём шахтных вод в 2023 году был примерно на 42% ниже, чем в 1991-м. Суточная нагрузка хлорида и сульфата снизилась с 534,8 до 480,1 Мг, но во время маловодья проводимость реки выросла примерно с 2000 до 6700 мкСм/см (CIC2-PL-WAT-001). Снижение нагрузки и ухудшение концентрации могут сосуществовать, если уменьшается разбавление.

Новые выходные потоки: газы в воде

В 16 шотландских выпусках измеряли не только металлы, но CO₂ и метан. Изотопные данные указывали на современные биогенные, термогенные и связанные с углём водородотрофные источники метана. Очистка хорошо удаляла Fe и As, но только частично Ni, Co и Mn (CIC2-UK-WAT-003).

Это добавляет постзакрытию ещё один поток: затопленная шахта способна быть не только источником раствора, но и переносчиком растворённых газов. Измеренная концентрация в воде пока не равна региональному атмосферному потоку.

Донные отложения — не конец пути

В Huff Run железо, алюминий, марганец и медь, вышедшие с шахтным дренажем, распределялись в русловом осадке неоднородно. Выше и ниже завала и ступенчатых плёсов различались минеральные формы Fe, извлекаемые элементы и поровая вода; ниже некоторых структур поровая вода содержала больше Fe и Mn (CIC2-US-SED-001).

Это прямое полевое подтверждение трёх положений:

1. исчезновение растворённого металла из водной колонки может означать его осаждение;
2. осадок остаётся химически активным и связан с поровой водой;

3. его поведение зависит от гидравлического градиента и формы русла.

Работа не измеряла полную вторичную нагрузку во время экстремального паводка. Поэтому допустим вывод о локальной динамической ёмкости осадка, но не численная оценка повторного выброса всего накопленного металла.

Экологический эффект не сводится к кислотности

В старом исследовании пенсильванского ручья pH ниже выпуска оставался 6,5–8. Тем не менее, осаждение гидроксида железа достигало 3 г/м² в сутки рядом с выпуском; биомасса беспозвоночных снизилась примерно с 14 до 0,1–1,5 г влажной массы/м², а запас рыбы — примерно с 228 до 11 кг/га (CIC2-US-ECO-002).

Следовательно, формула «вода не кислая — значит безопасная» неверна. Осадок способен физически менять среду обитания и пищевую базу.

Сравнение загрязнённых, очищенных и референсных ручьёв в антрацитовом и битуминозном районах выявило изменения продукции, дыхания, захвата азота и фосфора, разложения листьев и сообществ беспозвоночных (CIC2-US-ECO-001). Реакции двух регионов различались. Даже категория «шахтный дренаж» не имеет одного экологического профиля.

Что нельзя утверждать

Нельзя считать pH единственным показателем. Нельзя считать осаждение удалением вещества из системы. Нельзя приписать загрязнение ближайшему объекту без фоновых точек, направления потока и, где возможно, трассеров.

11. Обогащение и хвосты

Обогащение и хвосты: куда ушла минеральная часть

В Kailuan при промывке 15 изученных элементов перераспределялись между очищенным углём, промежуточным продуктом, шламом и хвостами. Все могли переходить в шлам; большинство обогащалось в хвостах, а для As сообщён максимальный коэффициент обогащения хвостов 34,4% (CIC2-CN-BEN-001).

В шламах шести площадок Западной Вирджинии анализировали 177 компонентов. На одной или нескольких площадках Al, Sb, As, Fe, Pb, Mn и несколько неорганических ионов превышали выбранные ориентиры; обнаруженные летучие и полулетучие органические соединения были ниже соответствующих ориентиров (CIC2-US-BEN-001).

Эти данные закрывают звено:

исходный уголь → обогащение → концентрат + хвосты/шлам.

Они не закрывают следующее звено:

шлам → подтверждённый шлейф в грунтовой воде → экспозиция рецептора.

Именно здесь остаётся существенный пробел. Опасный состав хранимого материала нельзя автоматически превращать в доказательство выхода за границу объекта. Но и уменьшение примесей в товарном угле нельзя называть их уничтожением: они были перенесены в другой поток.

Штатная работа, хронический выход и авария

Для водного раздела необходимо сохранить три разных доказательных режима:

- **штатный материальный перенос:** перераспределение элементов в хвосты и воду;
- **хронический выход:** инфильтрация, фильтрат, шахтный выпуск, медленные рассеянные потоки;
- **авария:** прорыв дамбы, разлив реагента, резкий сброс накопленного материала.

Один режим не доказывает другой. Состав шлама не доказывает утечку. Авария МСНМ не доказывает постоянный штатный выброс с каждой фабрики. Замкнутый водооборот, в свою очередь, не доказывает отсутствие фильтрации, переполнения и постзакрывающего потока.

МСНМ как граница между штатным режимом и аварией

Лабораторные опыты показали сильную сорбцию МСНМ на угле и хвостах и низкую десорбцию; выход за границы фабрики при обычной работе считался маловероятным (CIC-US-BEN-003). Авария Elk River 2014 года доказала другой путь: отказ резервуара и попадание смеси в муниципальное водоснабжение (CIC-US-BEN-001, CIC-US-BEN-002).

Состав реагента, технологический контур и аварийный резервуар — разные доказательные ситуации.

12. Хранение, транспорт и перегрузка

На угольных складах Georges Creek сток имел pH 1,4–3,1 и высокие Mn, Al, Zn, Fe и сульфат (CIC-US-STOR-001). В железнодорожном коридоре Queensland угольные частицы присутствовали в осевшей пыли, но не доминировали во всей измеренной РМ (CIC-AU-TRAN-001).

В Южной Гоби пастухи сообщали о пыли на пастбищах и животных, но химический состав и масса частиц не измерялись (CIC-MN-ROAD-001). У детей из трёх сомонов самый высокий Pb в крови обнаружили не в угледобывающем сомоне; без сопряжённых проб среды результат нельзя приписать Tavan Tolgoi (CIC-MN-BIO-001).

В районе перегрузки Muara Berau угольный материал найден на всех десяти донных станциях до глубины 25 см; металлы накапливались в планктоне и рыбе, но неблагоприятный эффект и потребление человеком не устанавливались (CIC-ID-TRN-001).

13. Неконтролируемые пожары: четыре разные цепочки

Кейс	Сильнейшее звено	Ключевое измерение	Эффект	Что нельзя утверждать
Hazelwood, Австралия	Источник → модельная персональная экспозиция → несколько исходов	PM2.5 до 731 мкг/м³; CO до 33 ppm на ближайшей точке	Ассоциации с респираторными госпитализациями и отдельными исходами; ряд нулевых результатов	Максимум точки не является дозой каждого жителя; наблюдательный дизайн
Джхария, Индия	Смешанная региональная нагрузка	PM2.5 около 170 ± 45 мкг/м³ в годовом исследовании	Модельный риск; не персональная причинная цепочка	Нельзя отделить пожар от добычи, дорог и ресуспендированной пыли полностью
Wuda, Китай	Источник и зона вблизи него	Hg на 46 газовых выходах: среднее 5908, диапазон 1022–31 750 нг/м³	Не измерен у населения	Концентрация у газового выхода не равна концентрации в жилом воздухе или дозе
Centralia, США	Тепло, грунт, почва, микробиом, опасность поверхности	См. раздел 14	Изменение почвы; провалы; официальная опасность	Поздний низкий средний воздух не описывает всю систему; водный шлейф именно от огня не установлен

Пожары нельзя объединить одним универсальным составом. Даже один элемент, например Hg, не описывает всю смесь и не определяет экспозицию без расстояния, ветра и времени.

14. Centralia: многосредовый кейс

Centralia как система, а не только воздух

Подтверждённые звенья

1. **Горение и тепло.** Официальный Pennsylvania DEP по состоянию на 2026 год продолжает считать пожар действующим с мая 1962 года (CIC2-US-CEN-006).
2. **Почвенная химия.** Температура коррелировала с аммонием и нитратом; восстановившиеся после охлаждения участки имели средний pH 4,4 против 5,9 у референса (CIC2-US-CEN-001, CIC2-US-CEN-004). Большая неоднородность запрещает описывать всю Centralia одной концентрацией.
3. **Микробиом.** Самые горячие почвы имели более низкое разнообразие и наиболее отличавшиеся сообщества. После охлаждения наблюдалось сближение с референсными сообществами. Семилетнее повторное наблюдение подтвердило признаки устойчивости и возвращения, но также показало роль неактивных таксонов в кажущемся восстановлении (CIC2-US-CEN-001 — 003).
4. **Вода — тепло — грунт.** В 2011 году около 185 см осадков сопровождалось образованием девяти новых провалов. Вода проникала в горячую породу, увеличивала выход пара, размягчала реголит и породу; провалы совпадали с тепловыми аномалиями и положением угольных пачек (CIC2-US-CEN-005).
5. **Поверхность и безопасность.** Официально подтверждены опасные газы и риск внезапного обрушения (CIC2-US-CEN-006).
6. **Воздух.** Результат мониторинга 2006–2007 годов из первого корпуса сохраняется: сигнал Hg появлялся при ветре от зоны горения, но средние концентрации на выбранных площадках были сравнительно низкими (CIC-US-FIRE-001).

Что не найдено

- Не найдено достаточно сильной работы, которая отделяет современную химию грунтовой воды, вызванную именно пожаром Centralia, от наследия шахт, региональной геологии и обычного шахтного дренажа.
- Не найдено надёжного первичного основания для популярного точного утверждения «пожар будет гореть ещё 200 лет».
- Не найдено оснований называть весь город зоной постоянно одинаковой высокой токсической экспозиции.

Исправленный образ Centralia

Centralia — это не кейс «воздух оказался почти чистым». Это многосредовая система, в которой одновременно существуют:

подземное горение → нагрев породы → изменение почвы и микробиома → трещины/провалы → выход газов и пара → изменение растительности → опасность для человека .

Но отдельное звено **пожар → загрязнение грунтовой воды** пока остаётся недостаточно установленным.

Итог кейса

Centralia нельзя свести ни к фразе «город постоянно дышит высокой токсической дозой», ни к фразе «поздний мониторинг воздуха был низким, значит пожар безвреден». Доказаны продолжающееся горение, тепло, изменение почвы и микробиома, связь обильных осадков с паром и провалами, выход газов и официальная опасность поверхности. Отдельная современная цепочка **пожар → грунтовая вода → рецептор** остаётся незакрытой.

15. Сжигание и материальный баланс

Топка не уничтожает элементы

На полной установке мощностью 795 МВт одновременно отбирали уголь, газ на разных стадиях, донную и экономайзерную золу, летучую золу, продукты мокрой сероочистки и сточную воду (CIC2-US-COMB-001). Результаты принципиально различались по элементам:

- электрофильтр удалял 88% As, 56% Se, 17% Hg и 8% B;
- мокрая сероочистка удаляла более 90% хлорида, 77% B, 76% Hg, 30% Se и 5% As;
- около 90% Hg и 99% Se, удалённых сероочисткой, были связаны с гипсом;
- более 99% B и хлорида, вышедших из процесса через этот контур, находились в сточной воде.

Это не универсальные коэффициенты отрасли. Это один агрегат, один уголь, одна конфигурация и одна кампания. Но логика материального баланса сильна: высокая очистка газа означает перенос массы в твёрдый или жидкий остаток.

В двух других американских установках баланс без FGD оценил долю, захваченную летучей золой, как 48% As, 58% Cr, 54% Pb, 20% Se и 2% Hg (CIC2-US-COMB-002). Нельзя назначить Hg, As и Se одну общую судьбу.

Термины, которые нельзя смешивать

- **fly ash** — мелкая фракция, уносимая газом и улавливаемая;
- **bottom ash** — более крупный остаток на дне котла;
- **boiler slag** — расплавленный или остеклованный донный материал определённых топок;
- **FGD residues / gypsum** — продукты очистки сернистых газов;
- **сточные воды (wastewater)** — отдельный жидкий путь для растворимых компонентов;
- **coal combustion residuals (CCR)** — зонтичная категория, а не один материал.

Смешение этих терминов разрушает доказательную цепочку, потому что размер частиц, стеклообразная фаза, углерод, pH, минеральная форма и выщелачивание у них различаются.

Что нельзя утверждать

Процент удаления из газа нельзя называть уничтожением. Распределение Hg нельзя переносить на As или Se. Концентрация в трубе до рассеивания не является дозой населения. Один блок не задаёт коэффициенты всей отрасли.

16. Зола, шлак, FGD и повторное использование

Зола в хранилище и зола в реке

Первый корпус уже содержит сильный набор:

- изотопно и гидрохимически подтверждённые утечки части золоотвалов в грунтовую и поверхностную воду (CIC-US-ASH-003);
- альтернативную атрибуцию у двух индийских объектов, где минерализация скважин объяснялась преимущественно бытовыми и кирпичными стоками, а прямое влияние золоотвала было низким (CIC-IN-ASH-002);
- остаточную золу и As/Se в речном осадке через восемь лет после Kingston при ограниченной готовности металлов к немедленному выходу в воду (CIC-US-ASH-002);
- повышение Se в рыбе относительно референса после Kingston без роста во времени и без достижения использованных порогов риска (CIC-US-ASH-004);

- отсутствие найденного роста Hg в водных беспозвоночных и рыбе в первые три года после Dan River (CIC-US-ASH-005).

Эти результаты не противоречат друг другу. Они разделяют разные ступени:

элемент в золе → мобильная форма → вода/осадок → организм → эффект.

Донный осадок после аварии

После Kingston часть остаточной золы сохранялась в русловом осадке и дальше по течению была погребена примерно 13 см нового естественного осадка.

Повышенный As сохранялся в мелких горизонтах ближе к центру разлива.

Значительная часть металлов была адсорбирована или связана с кислоторастворимой фракцией (CIC-US-ASH-002).

Правильная интерпретация:

- материал не исчез;
- наличие в осадке не равно постоянной высокой концентрации в воде;
- изменение pH, Eh, эрозия или механическое нарушение могут изменить судьбу, но для конкретной величины вторичного выхода нужны отдельные измерения.

Повторное использование вместо захоронения

Десятилетняя проверка дорожного основания

В Нидерландах лабораторные прогнозы сравнивали с материалом, перколяционной водой и почвенным профилем примерно через десять лет на четырёх дорожных конструкциях (CIC2-NL-USE-001). Это важнее одного краткого лабораторного испытания, потому что показывает реальную конструкцию и время.

Отрицательный полевой результат

В США данные семи дорожных объектов, 18 точек и нескольких лет наблюдений — местами более десятилетия — не выявили ухудшения грунтовой или поверхностной воды по исследованным микроэлементам для конкретных способов стабилизации, основания и заполнения (CIC2-US-USE-001).

Этот результат нужно сохранить. Он не доказывает безопасность любой золы и любого применения, но опровергает автоматическую формулу «использование золы всегда означает измеримое загрязнение воды».

Что ещё не закрыто

- Долговременное поведение золы в бетоне после разрушения конструкции.
- Неразбавленное или слабо связанное применение в крупных структурных насыпях.

- Шахтная закладка и контакт с поднимающейся шахтной водой.
- Применение как почвенной добавки и перенос в биоту.
- Сопоставимый полевой материальный баланс для Hg, As, Se, B, Mo и Sb от угля до окончательного хранилища.
- Роль старения, карбонизации и чередования окислительно-восстановительных условий в конкретных хранилищах.

Термины

Термин	Материал	Почему различие важно
Fly ash	Мелкая летучая зола, улавливаемая из газа	Большая поверхность, обогащение части элементов
Bottom ash	Крупный донный остаток	Иная минералогия и выщелачивание
Boiler slag	Расплавленный/остеклованный донный материал	Стеклообразная матрица меняет подвижность
FGD residues / gypsum	Продукты сероочистки	Могут концентрировать Hg и Se; растворимые вещества идут в воду
CCR	Зонтичная категория остатков сжигания	Не должна подменять конкретный материал

17. Экосистема и пищевые сети

Наличие вещества, биоаккумуляция, биомаркер, индивидуальный эффект и изменение популяции — разные ступени.

В Elk Valley селен прослеживался более чем на 575 км вниз по речной сети (CIC-CA-SE-001). В икре форели высокие концентрации сопровождалось отсутствием жизнеспособного потомства (CIC-CA-SE-003). У американской оляпки селен был повышен в воде, пище, крови, яйцах и перьях, но значимого снижения размера кладки и успешности вылупления не обнаружили (CIC-CA-SE-004).

После Kingston Se в рыбе был выше референса, но не рос пять лет и не превышал применённые пороги (CIC-US-ASH-004). После Dan River рост Hg в исследованной биоте не найден (CIC-US-ASH-005). Эти результаты не отменяют наличие золы; они ограничивают утверждение о конкретном элементе и эффекте.

18. После закрытия

Закрытие прекращает добычу, но меняет гидрогеологию. Остановка откачки поднимает воду, затапливает окисленные поверхности, меняет Eh и создаёт новые пути разгрузки.

Длинные ряды Шотландии и бассейнов Almond River и Przemsza, а также растворённые газы в шахтных водах приведены в разделе 10. Здесь сохранены дополнительные постзакрывающие цепочки, которые не дублируют тот обзор.

Связка грунт — вода — поверхность — растительность

Middelburg Colliery в Южной Африке даёт почти полную материальную цепочку. После закрытия в 1947 году горение ослабляло целики, возникали просадки и трещины, через которые в выработки проникало более 50% выпадавших осадков на большей части территории. Кислая вода с высокой минерализацией выходила источниками, попадала в ручей и уничтожила растительность примерно на 3 га (CIC2-ZA-WAT-001).

Это сильный кейс воздействия, но не универсальная модель всех шахт. В нём совместно действуют пожар, просадка, новый путь инфильтрации и кислотный дренаж.

В Кузбассе вода затопленных горизонтов шахты «Северная» более десяти лет сохраняла восстановительные условия, температуру 10–13 °C, Eh от -112 до -174 mV и H₂S до 6 мг/л (CIC-RU-WAT-001). На других объектах фон выше по потоку уже был загрязнён, поэтому превышение ниже по потоку нельзя автоматически приписывать закрытой шахте (CIC-RU-WAT-002).

СИНТЕЗ. Формула «вред вечен» не доказана. Доказано, что часть процессов ослабевает, часть меняет форму, а отдельные нагрузки продолжают десятилетиями и дольше.

19. Время и пространство

Процесс	Доказанный временной масштаб	Пространственная граница
Взрыв	Секунды; вымывание остаточного N — годы/десятилетия	От взорванной массы до водосбора
Метановый шлейф	Часы кампании; год требует допущения	Объект и подветренный шлейф
Отвальный пожар	Десятилетия на отдельных объектах	Газовый выход, отвал, соседняя почва/вода

Процесс	Доказанный временной масштаб	Пространственная граница
Шахтный дренаж	Десятилетия и более века в отдельных рядах	Выпуск, ручей, водосбор
Селен	Многолетние тренды	Более 575 км вниз по сети в одном бассейне
Золоотвал	Годы/десятилетия, зависит от гидрогеологии	От объекта до подтверждённого шлейфа

Высокая концентрация у газового выхода, в фильтрате или трубе не равна концентрации в городе. Но низкая концентрация на удалённой станции не доказывает отсутствие локального воздействия у источника.

20. Где доказательство доходит до эффекта

Цепочка	Достигнутая ступень	Сила	Пробел
Профессиональная пыль	C5: заболевание и функция лёгких	Сильная накопленная литература	Не переносится автоматически на жителей
Hazelwood	C4–C5: модельная экспозиция и несколько исходов	Продольные и когортные анализы	Остаточное смешение; неодинаковые исходы
Wuda Hg	C2–C3: источник и зона вблизи него	Много прямых измерений	Нет дозы населения и эффекта
Нитрат в Elk Valley	C1–C3 и лабораторный показатель эффекта	Сильный источник/перенос	Доля одного нитрата в полевом эффекте
Селен в Elk Valley	C3–C5	Перенос, ткани, часть репродуктивных эффектов	Неодинаковый ответ видов и показатели эффекта
Хвосты обогащения	C1–C2	Распределение внутри процесса	Штатный многолетний шлейф к рецептору
Золоотвалы	C3, иногда C4/экологическая ткань	На отдельных объектах есть трассеры	Потребление человеком и внутренняя доза редки
Рекультивированная почва	Функции и сообщества	Много сравнений и хронорядов	Нет одного срока или показателя полного восстановления

21. Отрицательные и ограничивающие результаты

Результат	Что он меняет	Чего он не доказывает
В Centralia средние концентрации ряда воздушных веществ на трёх площадках 2006–2007 годов были сравнительно низкими	Запрещает описывать весь город как постоянную одинаковую высокую воздушную экспозицию	Не описывает газовые выходы, почву, ранние годы, провалы и весь пожар
В монгольских угольных городах Cd, Cu, Pb и Zn мало зависели от близости шахты	Запрещает атрибуцию каждого металла шахте	Не исключает другие вещества, воду, пыль и локальные точки
На семи дорожных объектах с золой не найдено измеримого ухудшения воды по изученным путям	Опровергает универсальную формулу «любое использование золы загрязняет воду»	Не гарантирует безопасность любой золы и конструкции
После Dan River не найден рост Hg в выбранной биоте	Ограничивает утверждение о Hg и пищевой сети	Не отменяет золу, другие вещества и иные эффекты
Большинство вод Baganuur соответствовало применённым критериям	Показывает неоднородность объекта	Не отменяет кислотообразующий межпластовый материал
Часть свойств почвы сближалась с референсом	Подтверждает реальное восстановление отдельных функций	Не доказывает идентичность профиля и экосистемы
Очистка удаляла большие доли элементов из газа	Подтверждает эффективность контроля воздуха	Не означает исчезновение элемента из системы

22. Границы исследования

Исследование не доказывает, что каждая тонна угля или каждый объект причиняют одинаковый вред. Оно не рассчитывает универсальную денежную полную цену угля.

Оно не является метаанализом и не даёт единого размера эффекта. География корпуса неравномерна. Часть длинных траекторий — хроноряды, а не наблюдение одной площадки. Для ряда источников доступ ограничен аннотацией или официальным отчётом. Операторские данные сохраняются с указанием происхождения.

Не установлены:

- единая долговременная химия всех породных отвалов;
- современный загрязняющий шлейф грунтовой воды, вызванный именно пожаром Centralia;

- полные многосредовые ряды одного отвала одновременно по газу, твёрдой фазе, почве, воде и биоте;
- достаточное число причинно протрассированных штатных хвостохранилищ;
- окончательная судьба всех CCR в бетоне, насыпях и шахтной закладке;
- популяционные эффекты для многих цепочек, доказанных только до воды, осадка или ткани.

Формула «в пределах закрытого корпуса не найдено» не означает «не существует».

23. ElepiCup: Метод слона в чашке

ElepiCup — Метод слона в чашке (Elephant in a Cup Method) — экспериментальный метод структурирования больших доказательных текстов, разработанный независимой журналисткой Натальей Зубковой.

Большой документ — слон. Фрагмент, который ИИ получает при поиске, сокращении или переводе, — чашка. Весь слон в чашку не помещается. Но кусок слона не должен выдавать себя за всего слона; по нему человек и ИИ должны понимать, что перед ними слон, а не крокодил.

Пример 1. Большая цифра у источника

Ответ	Контекст, который должен остаться рядом
5908 нг/м ³ Hg	Среднее 2760 измерений на 46 газовых выходах горящего отвала Wuda; диапазон 1022–31 750 нг/м ³ ; это газовый выход, не жилой воздух, не доза и не болезнь; CIC-CN-FIRE-HG-003.

Пример 2. Большой процент роста

Ответ	Контекст, который должен остаться рядом
+784% нитрата	Нормализованная по стоку концентрация в Elk River за 1979–2022 годы; нагрузка +697%; в Kootenay –8,5%; вместе менялись другие вещества; это не процент роста заболевания; CIC-CA-N-003.

Пример 3. Высокая эффективность очистки

Ответ	Контекст, который должен остаться рядом
88% As	Доля, удержанная электрофильтром на одном блоке 795 МВт; элемент перешёл в остаток, а не исчез; другие элементы распределялись иначе; CIC2-US-COMB-001 .

Пример 4. Дождь над отвалом

Ответ	Контекст, который должен остаться рядом
«Дождь уносит вещества с отвала»	Для утверждения о конкретной скважине нужны состав материала, инфильтрация, направление потока, фон и трассировка. На горящем отвале нагрев может изменить минеральную форму и мобильную долю; CIC2-PL-DUMP-003 , CIC2-PT-DUMP-001 .

Автор метода: Наталья Зубкова. Сергей Николаевич Северин и Виктор Андреевич Светлов участвовали в разработке и применении доказательной архитектуры исследования, но не являются авторами Метода слона в чашке.

Эффективность метода пока не доказана. Абсолютная новизна, мировое первенство и статус установленной дисциплины не заявляются.

Итоговая формула

ИИ должен находить не только ответ, но и границы этого ответа.

Приложение А. Claim-context ledger первого прохода

Ниже сохранены все 66 самостоятельных доказательных блока первого прохода. Строка не является кратким пересказом всего источника: она связывает конкретное утверждение с условиями, единицами, границей и отрицательным результатом.

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-001	CIC-IN-WAT-001	В 92 пробах шахтной воды Джхарии нейтральный или слабощелочной pH сосуществовал с повышенными TDS сульфатом жёсткостью и отдельными металлами.	FACT; C1-C3	шахтная вода и окисление пирита → вода шахтных участков → качество воды; пригодность для использования	нормативы питьевой воды и различия между участками; pH 6.2–8.6; TDS 437–1593 mg/L; разовый пространственный набор 92 проб	нет измерения фактического потребления воды или заболевания	большинство проб оценено как пригодное или допустимое для орошения; проблема неодинакова между участками
CLM-002	CIC-US-WAT-002	В 37 ручьях Западной Вирджинии биологическое состояние макробеспозвоночных ухудшалось по градиенту ионной силы у участков с горными работами и valley fills.	FACT; C3-C5	mountaintop mining и valley fills → поверхностные воды → сообщества донных макробеспозвоночных	10 немайнинговых и 27 майнинговых ручьёв; категории проводимости; sampling March–May; conductivity categories <500 500–1000 >1000 µS/cm	наблюдательный дизайн не выделяет причинную долю каждого иона	результаты согласовались на уровне семейств и родов; среда и осадки также учитывались
CLM-003	CIC-AU-CH4-001	Самолётные измерения обнаружили устойчивый во время отдельных кампаний метановый шлейф открытого разреза Nail Creek и дали согласующиеся оценки двумя независимыми техниками.	FACT; C2-C3	открытый разрез Nail Creek → атмосферный шлейф по ветру → выброс метана объекта	операторская отчётность и две авиационные техники; 14.0 ± 3.3 t/h in May–June 2022; 9.6 ± 1.9 and 11.3 ± 5.3 t/h in September 2023	компания не дают непрерывного годового потока без допущения об устойчивости	годовой эквивалент в статье явно условен: if sustained
CLM-004	CIC-AU-FIRE-004	После шестинедельного пожара Hazelwood индивидуализированная экспозиция PM2.5 была связана с последующими респираторными госпитализациями.	FACT; C3-C5	открытый угольный пожар → моделированный PM2.5 плюс история местонахождения → госпитализации жителей	экспонированный и сравнительный города; внутригрупповой градиент дозы; на каждые 10 µg/m3: HR 1.09 for respiratory hospitalisation over 5 years	чрезвычайный пожар не представляет обычную эксплуатацию разреза; экспозиция моделировалась	не найдено ассоциации для госпитализаций по ряду других категорий включая cardiovascular diseases over full five-year analysis
CLM-005	CIC-US-ASH-003	На выбранных золоотвалах юго-востока США сочетание В и Sr с изотопными сигнатурами дало сильное доказательство утечки в поверхностные и грунтовые воды.	FACT; C1-C3	нефутерованные угольные золоотвалы → фильтрация в shallow groundwater и соседние surface waters → качество воды	фоновые значения и изотопный профиль золы; 7 surface-water sites; 15 shallow-groundwater sites in five states; 165 monitoring wells	выборка объектов не равна всем золоотвалам США; наличие загрязнения не равно потреблению человеком	превышение drinking/ecological standards найдено только в части затронутых surface-water samples

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-006	CIC-US-ASH-004	После аварии Kingston селен в рыбе на затронутых площадках был выше референсных значений, но не превышал рассматривавшиеся пороги риска и не рос за пять лет.	FACT; C2-C5	аварийный выброс угольной золы → вода осадки пищевая цепь → селен в whole-body fish и fillets	затронутые и референсные площадки; tissue thresholds; five-year post-spill series; thresholds considered 4–9 µg/g whole body and 11.8 µg/g fillet dry weight	пороговые значения обсуждались и не являются универсальным клиническим пределом для человека	повышение относительно фона не сопровождалось ростом во времени или превышением рассматривавшихся thresholds
CLM-007	CIC-US-ASH-005	После аварии Dan River исследование не обнаружило увеличения ртути в водных беспозвоночных и рыбе вниз по течению или во времени в первые три года.	NEGATIVE EVIDENCE ; C2-C5	аварийный выброс угольной золы → речные осадки и водная пищевая сеть → Hg в sediment invertebrates fish	пространственные и временные сравнения; sampling approximately 17 and 29 months after February 2014 spill	отсутствие обнаруженного роста в биоте не доказывает отсутствие погребённой золы или других загрязнителей	сама spilled ash имела Hg выше river sediments; зола могла быть погребена глубже
CLM-008	CIC-IN-WASH-001	В двух обогащательных фабриках взвешенные вещества и Mn выходили в технологическую воду, тогда как As Se Hg и Cd из угля в ней не обнаруживались.	FACT; C1-C2	обогащение угля Kedla и Rajrapa → process water и slurry pond water → химический состав сброса	raw water process streams and effluent standard; six-month sampling	две фабрики не представляют все технологии и типы угля; detection limits требуют проверки полного текста	наличие As Se Hg Cd в угле не означало их выхода в воду при этих условиях
CLM-009	CIC-MN-COMB-001	Контролируемое сжигание трёх монгольских углей образовало значимые PM10 VOC и субмикронную фракцию частиц.	FACT; C1-C2	сжигание угля Alag Tolgoi Baganuur Nalaikh → дым и частицы → эмиссия источника	три угля при одинаковом heat flux; PM10 factors 1122.9 ± 526.2; 958.1 ± 584.0; 472.0 ± 57.1 mg/kg; dominant 0.35–0.45 µm fraction	калориметрический эксперимент не воспроизводит вентиляцию печи топочный режим или персональную дозу в доме	различия между тремя углями показывают невозможность одного универсального коэффициента
CLM-010	CIC-MN-SOILWAT-001	Вблизи горнодобывающих предприятий Южной Гоби найдены очаги повышенных солей и металлов в воде и почве местных хозяйств.	FACT; C1-C3	районы Tavan Tolgoi и Oyuu Tolgoi → почва колодцы и скважины → локальная среда хозяйств	санитарно-гигиенические нормативы и участки; fieldwork 2024; publication 2026	совместное исследование угольного и медного районов не позволяет автоматически приписать каждое превышение углю	геогенные условия засушливого засоленного региона требуют отдельного фонового контроля
CLM-011	CIC-RU-WAT-001	Из скважины затопленной шахты Северная многие годы разгружалась восстановленная вода с H2S и активным микробным круговоротом серы.	FACT; C1-C3	затопленная шахта Северная → напорная скважина и ручей к Томи → химия воды и микробное сообщество	многолетние измерения одной скважины; temperature 9.8–13.8°C; redox –112 to –174 mV; H2S 5.4 mg/L in July 2017; discharge 166–170 m3/h	одна шахта и одно место разгрузки; нет измеренной дозы населения или эффекта ниже по течению	neutral pH and low sulfate at one time reflected active sulfur cycling rather than absence of reduced sulfur

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-012	CIC-CA-SE-001	Селен от шахт Elk Valley прослеживался по концентрациям нагрузкам и трендам более чем на 575 километров вниз по течению.	FACT; C2-C3	поверхностные угольные шахты и отвалы → речная сеть Elk-Koosanus → концентрация и нагрузка Se	пять downstream sites и unaffected site; flow-normalized trends 2005–2021; annual loads 2013–2017	исследование переноса указывает на риск aquatic life но не измеряет биологический эффект	концентрация и тренд снижались с расстоянием while loads increased consistent with downstream transport
CLM-013	CIC-ZA-WAT-001	Во время сильного ливня загрязнение из угольного шахтного водосбора и coal-handling runoff было смыто в Boesmanspruit Dam, снабжавшую Carolina питьевой водой.	FACT; C1-C4	шахтный seepage wetland and coal-handling ponds → storm flushing into drinking-water reservoir → качество источника питьевой воды	до события и химическая трассировка суббассейна; January 2012; pH 3.7; elevated Fe Al Mn sulfate; disruption lasted about seven months	индивидуальная доза и клинические последствия не измерялись; механизм быстрого загрязнения реконструирован для конкретного события	авторы сочли аналогичный быстрый эпизод менее вероятным для крупных upper Vaal reservoirs although gradual pollution remained plausible
CLM-014	CIC-CA-SE-003	У икры форели с участка активной угледобычи концентрация селена была связана со смертностью аlevинов; при самых высоких концентрациях икра не оплодотворялась или была нежизнеспособной.	FACT; C2-C5	селенсодержащий сток от поверхностной угледобычи → водная пищевая сеть и накопление в икре → оплодотворение жизнеспособность мальков и смертность аlevинов	12 самок с экспонированного участка Clode Pond и 16 с референсного O'Rourke Lake; egg Se 11.8–140.0 µg/g dry weight at exposed site; >86.3 µg/g nonviable or unfertilized; 46.8–75.4 µg/g fertilized but no viable fry	икру полевых рыб выращивали в лаборатории; малые выборки и концентрационные пороги нельзя автоматически переносить на другие виды или популяции	более раннее исследование той же общей системы не обнаружило токсического ответа; при 11.8–20.6 µg/g связь с деформациями не найдена
CLM-015	CIC-CA-SE-004	Ниже шахт Elk Valley селен был повышен в воде основания пищевой сети беспозвоночных и тканях American dipper, но значимого снижения размера кладки или успешности вылупления не обнаружено.	NEGATIVE EVIDENCE ; C2-C5	поверхностные угольные шахты Elk Valley → вода–перифитон–беспозвоночные–водная птица → селен в крови яйцах и перьях; clutch size; hatching success	экспонированные и референсные участки внутри и вне бассейна; water Se up to 20 times wildlife regulatory level; mean egg Se 0.9 times regulatory threshold	нулевой результат относится к выбранным гнёздам сроку и двум репродуктивным показателям и не доказывает отсутствия любого экологического эффекта	сам факт многосредового накопления подтверждён несмотря на отсутствие выявленного эффекта на вылупление

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-016	CIC-CN-BIO-001	В угледобывающем городе Yulin одновременно измерили потенциально токсичные металлы в почве и уличной пыли, их in-vitro bioaccessibility и свинец в крови 229 детей.	FACT; C3-C4	городская смесь добычи сжигания угля транспорта и иных источников → почва и уличная пыль; лёгочная и желудочно-кишечная доступность; кровь → свинец в крови детей 0–6 лет	возрастные группы и доля значений выше 50 µg/L; age-group medians 27.12–37.83 µg/L; 1.31–4.80% above 50 µg/L depending on age group	наличие биомаркера не устанавливает долю именно угледобычи и не является измеренным клиническим эффектом; дизайн поперечный	для большинства металлов расчётные риски были ниже принятых уровней; авторы выделили Pb и Ni для дальнейшего контроля
CLM-017	CIC-CN-OCC-001	В трёхлетней проспективной когорте новых подземных шахтёров FEV1 снижался нелинейно: быстрее в первый год, почти не менялся во второй и частично восстанавливался в третий.	FACT; C4-C5	профессиональная работа в подземной угольной шахте → вдыхание total and respirable dust → продольная спирометрия FEV1	317 новых шахтёров и 132 референта; курящие и некурящие; pre-employment plus 15 follow-ups over three years; area dust sampling twice monthly	area sampling не даёт персональной химической дозы; курение усиливало снижение; ранняя динамика не равна диагнозу пневмокониоза	частичное восстановление к третьему году показывает что краткий ранний спад нельзя описывать как монотонное необратимое ухудшение
CLM-018	CIC-MN-EPID-001	У школьников Улан-Батора наружная концентрация SO2 была связана с постоянным кашлем, а NO2 — с текущими свистящими хрипами.	FACT; C3-C5	городское сжигание угля и дорожный транспорт → наружный воздух районов проживания → анкетные респираторные симптомы детей 6–12 лет	четыре района; расстояние до дороги; бытовое курение и другие ковариаты; 1109 valid questionnaires; persistent cough 28.5%; SO2 OR 1.12 (95% CI 1.04–1.22); NO2 OR 1.33 (1.01–1.75) for wheeze	поперечный дизайн и районные измерения не дают индивидуальной дозы; SO2 и NO2 являются маркерами сложной городской смеси	связь с NO2 указывает что весь эффект нельзя приписать одному углю; household coal use и дорожное воздействие различались между районами
CLM-019	CIC-US-FIRE-001	Годовой мониторинг воздуха Centralia в 2006–2007 годах не обнаружил общей высокой хронической концентрации Hg CO SO2 H2S TSP As Cd или Pb на трёх площадках.	NEGATIVE EVIDENCE ; C2-C3	подземный пожар антрацитовых шахт Centralia → наружный воздух в Main Town и Background sites → концентрации загрязнителей в воздухе	фоновые и региональные значения; действовавшие тогда ambient standards и health reference levels; Hg0 average 1.6 ng/m³; CO 8-hour 0.3/0.5/0.3 ppm; SO2 annual 0.004 ppm; H2S 24-hour 0.003 ppm; TSP annual 21/24 µg/m³	три площадки и один период не исключают кратковременных пиков у отдельных vents или исторической экспозиции до мониторинга; индивидуальная доза не измерялась	при ветре от пожара Main-minus-Background Hg0 был немного выше чем при других ветрах 0.21 versus 0.07 ng/m³, но средние значения оставались около регионального фона

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-020	CIC-US-WAT-003	Centralia Mine Tunnel в марте и августе 2001 года разгружал кислую воду с сульфатом и растворёнными Fe Al Mn в Big Mine Run; этот приток имел наиболее тяжело нарушенное качество воды среди streamwater sites бассейна по кислотности и растворённым металлам.	FACT; C1-C3	осушение заброшенной антрацитовой шахтной системы → mine-tunnel discharge → Big Mine Run → Mahanoy Creek → качество воды и химическая нагрузка	два сезона base-flow; другие AMD sources бассейна; M19 flow 6560/4130 L/min; pH 3.9/3.6; Fe 7.6/4.6 mg/L; Al 5.5/8.7 mg/L; Mn 4.9/5.9 mg/L; combined dissolved-metal load 62.1/41.7 Mg/year	это доказательство последствий заброшенной угледобычи но не доказательство того что именно продолжающийся пожар создал измеренную AMD; потребление людьми и клинический эффект не измерялись	в бассейне существовали и другие крупные AMD discharges; менее 10% metal load attenuated before Big Mine Run entered Mahanoy Creek
CLM-021	CIC-DE-WAT-001	Геохимический след продуктов лигнитной добычи в донных отложениях Шпрее обнаруживался как минимум примерно на 90 км ниже района шахт, тогда как повышенный sulfate в воде сохранялся дальше по 190-км профилю до Берлина.	FACT; C2-C3	открытая добыча лигнита и окисление пирита после осушения → groundwater and tributaries → River Spree sediments and water → продольный градиент Fe S Ni Co Al и sulfate	190-км профиль от mining region к Berlin; source-near and urban signatures; sediment mining signature at least ~90 km; high river-water sulfate persisted along the flow path	донные отложения и sulfate не дают индивидуальную питьевую дозу; химическая подпись в Берлине смешивается и затем перекрывается городской	в Berlin urban Zn Cr Pb Cu signature became dominant while mining Fe and S sediment signal was strongly diminished
CLM-022	CIC-DE-ECO-001	На участках Шпрее с высокой железной нагрузкой численность донных беспозвоночных и fish CPUE была ниже, а рыбы сильнее зависели от наземных насекомых; состав сообществ и fish biomass значимо не различались.	FACT; C3-C5	iron-rich drainage and iron flocculation from Lusatian lignite landscape → river water sediment benthic food web → benthic abundance fish abundance biomass and diet	three high-iron upstream and three low-iron downstream reservoir sites; benthos 982 ± 1100 versus 5945 ± 2106 individuals/m²; fish CPUE 60 ± 35 versus 158 ± 49 individuals/1000 m; single field season	плотина и различия температуры совпадают с железным градиентом; дизайн не выделяет чистый causal effect Fe и охватывает один момент времени	fish community composition and BPUE were not significantly different; result supports food-web alteration rather than disappearance of fish community
CLM-023	CIC-AU-BLAST-001	Длительный fence-line мониторинг крупного открытого разреза показал, что NO2 у границы нельзя надёжно приписывать только взрывам: одновременно действовали дизельная техника электростанции дорожный и железнодорожный транспорт.	FACT; C2-C3	взрывные работы с ANFO и иной техникой на открытом разрезе → blast plume and regional ambient air → NO2 у границы объекта	два подветренных fence-line sites и дополнительный участок у административной зоны; DOAS monitoring April 2011–October 2012; third-site NOx analyser November 2010–April 2011	доступен проверенный project abstract но не полный числовой отчёт; нет персональной экспозиции или health endpoint; финансирование угольной отрасли	проект прямо рекомендовал regional source modelling потому что blast emission factors и фактический вклад оставались неопределёнными

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-024	CIC-AU-TRAN-001	В мониторинге железнодорожного коридора southern Queensland угольные частицы обнаруживались в осевшей пыли, но ambient particle concentrations соответствовали целевым значениям, а основную долю формировали другие городские и ресуспандированные источники.	NEGATIVE EVIDENCE ; C2-C3	перевозка угля в открытых вагонах и повторное поднятие corridor dust → воздух и осевшая пыль у rail corridor → доля угольных частиц и общая концентрация PM	pre/post wagon veneering; multiple monitoring sites; coal about 10% of deposited-dust surface coverage with individual samples trace–20%; ambient objectives met during monitored periods	один транспортный коридор и усреднённые периоды не исключают кратких пиков или другой экспозиции на иных маршрутах; клинический эффект не измерялся	dust changes tracked all passing trains and urban sources; most rail-related dust was resuspension rather than direct wagon loss
CLM-025	CIC-US-STOR-001	Сток с двух угольных складов Georges Creek имел pH 1.4–3.1 и высокие Mn Al Zn Fe и sulfate; ниже точек поступления он добавлял стресс сообществу макробеспозвоночных	FACT; C1-C5	открытые угольные склады → rainfall runoff → Georges Creek → water chemistry and macrobenthos	runoff high/low flow; creek sites above and below two storage areas; sampling July August September 1982 and February July 1983; creek outside runoff near pH 7	periodic drought and upstream organic inputs также сильно влияли на численность и diversity; старое двухобъектное исследование не представляет все типы угля и хранения	даже на участках без пересыхания diversity была низкой; поэтому экологический endpoint нельзя свести к runoff alone
CLM-026	CIC-US-BEN-001	После попадания примерно 10 000 gallons смеси MCHM/PPH в Elk River загрязнение вошло в муниципальную систему; были зарегистрированы обращения с преимущественно лёгкими кожными респираторными и желудочно-кишечными симптомами.	FACT; C2-C5	аварийная утечка реагентов обогащения из наземного резервуара → Elk River → water intake → treated public water → reported contact → poison-center calls emergency-department visits and household reports	три независимых descriptive data sources; review exclusions; 44 treated-water samples in first two days 0.18–3.12 ppm MCHM mean 0.88 median 0.76; 2000 poison-center records; 369 ED records retained	индивидуальная концентрация и доза не измерялись поэтому причинность симптомов не установлена; запах мог вызывать физиологическую и психологическую реакцию независимо от токсичности	симптомы обычно проходили без лечения или при минимальном лечении; 215 of 584 candidate ED records were excluded after review
CLM-027	CIC-US-BEN-002	Совокупность последующих исследований NTP не выявила известных эффектов при MCHM на уровне или ниже использованного drinking-water screening level; анализ birthweight не нашёл содержательных различий, связанных со временем аварии.	NEGATIVE EVIDENCE ; C0-C5	экспериментальная проверка смеси после аварии → rodent cell fish worm and computational models plus human birth records → multiple toxicology endpoints and birthweight	screening level used in emergency response; multiple experimental systems; NTP final collective interpretation; human birthweight analysis by spill timing	экспериментальные системы и birthweight не охватывают все возможные острые симптомы или отдалённые исходы; фактическая индивидуальная доза жителей неизвестна	эффекты в ряде моделей возникали при намного более высоких дозах; это не доказывает что все сообщения жителей были ошибочны

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-028	CIC-CA-N-001	В угольных отвалах Elk Valley химический и изотопный анализ связал нитрат в взорванной породе и воде дренажа с остатками взрывчатых веществ; для исследованного отвала оценённая полевая эффективность вымывания составляла 80–90%, а вынос мог продолжаться десятилетиями.	FACT; C1-C3	аммиачно-нитратные взрывчатые вещества при открытой добыче угля → остатки в blasted waste rock → инфильтрация через отвалы до 180 m → rock-drain water → концентрация и изотопная подпись нитрата в породе и воде	pre-blast versus post-blast rock; dumps constructed 1982–2012; field versus laboratory leaching; field-scale leaching efficiency 80–90%; flushing time in most cases several decades	исследование прослеживает источник и транспорт но не измеряет дозу человека или экологический эффект ниже по течению; скорость вымывания зависит от устройства отвала и гидрологии	limited to no denitrification was detected within the studied dump; это усиливает транспортную цепочку но не превращает её в цепочку установленного вреда
CLM-029	CIC-US-N-001	В водосборах mountaintop-removal mining годовой экспорт нитрата составлял 3.68–26.4 kg N/ha/year и был на один–два порядка выше соседнего лесного reference; после прекращения добычи он снижался, но оставался выше reference спустя десятилетия.	FACT; C2-C3	открытая угледобыча с взрывами valley fills и рекультивацией → подземные пути через valley fills → baseflow → headwater streams → концентрация и годовой поток нитрата	six large watersheds; four repeatedly sampled small mined watersheds; nearby forest reference; 3.68–26.4 kg N ha ⁻¹ yr ⁻¹ ; WY2016 flux 7–50 times reference; repeat records 2000 2010 2015 2016	изотопные отношения не совпали однозначно с предложенными endmembers взрывчатки или удобрений; работа не устанавливает индивидуальную питьевую дозу или клинический эффект	explosive residue plausibly explains much active-mining export but fertilizer rock-derived N valley-fill hydrology and altered cycling may explain persistence; ни один изученный mined site не вернулся к reference
CLM-030	CIC-US-BEN-003	В лабораторных batch и column experiments MCHM быстро удалялся из воды главным образом за счёт сорбции на угле и хвостах и плохо десорбировался; авторы сочли его выход за пределы углеобогащительной фабрики маловероятным при нормальной работе.	NEGATIVE EVIDENCE ; C1-C2	MCHM как реагент флотационного обогащения мелкого угля → process water ↔ coal and tailings; volatilization sorption leaching desorption → удержание и потенциальная мобильность MCHM	coal and tailings; batch and column systems; short-time sorption versus leaching; sorption was most significant at <1 h; qualitative conclusion of low transport under normal operation	это лабораторная модель а не сеть полевых discharge measurements; она не охватывает аварийное хранение утечки обходные потоки и все типы хвостохранилищ	результат противоречит обобщению что применение MCHM само по себе означает его обычный выход в surface or groundwater; авария Elk River была отдельным storage failure

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-031	CIC-CN-BEN-001	В лабораторной флотации угля Wulantuga часть минералов и элементов переходила в process water; для отдельных элементов рассчитанные release rates были высокими, но опыт не прослеживал сброс этой воды за пределы фабрики.	FACT; C1-C2	флотация mine-specific Gerich low-rank coal → измельчение и argillation → coal-preparation process water → распределение trace elements между cleaned coal tailings и водой	feed coal versus cleaned coal tailing and release-experiment water; examples: Mn 85.68%; Ni 67.54%; Co 61.20%; Zn 59.98%; values are release-test percentages not environmental concentrations	bench-scale release percentage не равен концентрации в реальном effluent и не учитывает recycle treatment settling dilution или discharge; рецептор и эффект не измерены	F As and Hg were difficult to remove from coal while other elements partitioned differently; поэтому нельзя описывать все потенциально токсичные элементы одним коэффициентом
CLM-032	CIC-IN-ASH-001	В сезонных пробах groundwater из шести villages вокруг unlined ash pond Parichha измерялись Pb 0.170–0.581 ppm Ni 0.024–0.087 ppm Fe 0.186–11.98 ppm Cr 0.036–0.061 ppm и Mn 0.013–0.178 ppm; авторы сообщили превышения WHO guideline values.	FACT; C1-C3	wet disposal of coal fly ash at Parichha thermal power plant → unlined ash pond → suspected leaching → nearby village groundwater → groundwater chemistry and drinking-water guideline comparison	six villages; winter pre-monsoon and monsoon 2015; coal and fly-ash samples; Pb 0.170–0.581 ppm; Ni 0.024–0.087; Fe 0.186–11.98; Cr 0.036–0.061; Mn 0.013–0.178	без hydrologic or isotopic tracers нельзя приписать каждое превышение исключительно золе; фактическое потребление воды и внутреннюю дозу жителей не измеряли	само соседство с ash pond является пространственным основанием а не полной source attribution; нужны upstream/background wells и tracers
CLM-033	CIC-IN-ASH-002	Изотопное исследование Koradi и Khaperkheda показало что высокая salinity загрязнённых wells происходила главным образом из untreated domestic and brick-kiln wastewater; прямое влияние ash ponds на groundwater оказалось низким.	NEGATIVE EVIDENCE; C2-C3	ash ponds рядом с mixed land use → pond drainage streams brick-kiln wastewater domestic wastewater and aquifer recharge → source attribution of groundwater salinity and sulfate	oxygen hydrogen strontium uranium and radium isotopes plus Sr/Ca ratios; three ash ponds; six groundwater sites; three surface-water sites in the Kanhan–Kolar area	результат относится к двум конкретным электростанциям и определённой гидрогеологии; он не исключает иной ash-derived contaminant или leakage на других объектах	87Sr/86Sr with Sr/Ca identified brick-kiln wastewater as dominant sulfate source; uranium isotopes confirmed low ash-pond influence
CLM-034	CIC-ZA-ASH-001	Вокруг Matimba ash dump полевая MSc-работа выявила saline groundwater plume с NaCl/CaCl2 facies и превышениями guideline values для TDS EC sulfate chloride sodium magnesium manganese and iron; только 12.5% sampled boreholes получили excellent domestic-water rating.	FACT; C1-C3	dry disposal of coal fly ash at Matimba power station → ash and seepage → groundwater plume near disposal facility → groundwater chemistry and suitability indices	CFA seepage and borehole spatial sampling; SANS WHO and South African guidelines; about two-thirds Na-K-Cl-SO4 facies; one-third Ca-Mg-Cl-SO4; 12.5% excellent boreholes; about 50% require pretreatment	источник — MSc thesis и текущая запись опирается на repository abstract; individual ingestion ecological endpoint and health effect not measured; full numerical tables need independent audit	majority of boreholes were nevertheless classified suitable for irrigation by several indices; domestic and agricultural suitability are not interchangeable

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-035	CIC-CN-COMB-001	В двух pulverized-coal power plants Huainan одновременно отобранные feed coal bottom ash fly ash и FGD products показали различную летучесть As Hg Sb и Se: Hg был наиболее летучим а Sb наименее летучим.	FACT; C1-C2	сжигание bituminous coal и работа pollution-control systems → feed coal → combustion → bottom ash fly ash FGD products and residual flue-gas pathway → material partitioning of As Hg Sb and Se	two Huainan power plants with simultaneous input and output sampling; plant-specific material balances; relative volatility rather than receptor concentration	partitioning не равно выпуску за пределы станции; abstract-level данные не дают individual stack fractions по каждому элементу и не измеряют внешнюю экспозицию	разные элементы нельзя объединять в одну формулу: volatility and capture pathways differ for Hg As Se and Sb
CLM-036	CIC-CN-COMB-002	На исследованном 320 MW блоке 72.3–98.0% двенадцати trace elements приходилось на fly ash и 1.90–27.6% на bottom ash; SCR+ESP+WFGD удаляли 99.79–99.99% элементов из flue-gas pathway, а stack concentrations составляли 0.01–12.88 µg/m³.	FACT; C1-C3	coal combustion with SCR ESP and WFGD → coal → boiler partitioning → bottom ash and ESP fly ash → WFGD → stack → mass fractions removal efficiency and stack concentration	simultaneous EPA Method 29 sampling across one 320 MW unit; fly ash 72.3–98.0%; bottom ash 1.90–27.6%; combined stack plus WFGD 0.11–0.66%; stack 0.01–12.88 µg/m³	один блок не задаёт универсальные emission factors; stack concentration до atmospheric dispersion не является дозой населения; captured material остаётся в ash and FGD waste streams	высокая air-pollution-control efficiency означает перенос основной массы из газа в твёрдые и жидкие residues а не исчезновение элементов
CLM-037	CIC-CN-ASH-001	В 34 fly-ash samples из 15 Guizhou power plants total Hg составлял 30–870 ng/g но в tested leaching conditions высвобождалось 0.000–0.110%; measured leachate Hg оставался ниже 6.5 ng/L.	NEGATIVE EVIDENCE; C1-C2	Hg captured in coal fly ash → precipitation or water contact → potential aqueous leaching → Hg binding forms release fraction and extract concentration	15 plants; sequential extraction and USEPA Method 1316 across pH and solid-liquid ratios; strong-complexed fraction 64–91%; release fraction 0.000–0.110%; extract <6.5 ng/L	лабораторное выщелачивание Hg не описывает другие элементы field hydrology erosion particulate transport or unusual geochemistry; сравнение extract with drinking standards is not a drinking-water exposure assessment	при tested natural-condition scenarios Hg leaching was negligible even though total Hg in ash varied nearly twenty-fold; содержание в золе не равно мобильной доле
CLM-038	CIC-IN-COMB-001	В samples feed coal fly ash и bottom ash пяти индийских power plants все 13 исследованных элементов были сильнее обогащены в fly ash чем в bottom ash; As Hg Pb и Cd в fly ash составляли 0.19–0.35 0.51–2.13 7.6–35.3 и 0.6–0.93 µg/g соответственно.	FACT; C1-C2	coal combustion at five thermal power plants → feed coal → volatility and condensation → fly ash versus bottom ash → trace-element concentration and enrichment in combustion residues	five plants; parallel coal fly-ash and bottom-ash sampling; fly ash: As 0.19–0.35 µg/g; Hg 0.51–2.13; Pb 7.6–35.3; Cd 0.6–0.93	концентрация в собранной золе не показывает stack release leaching resuspension intake or biological effect; plant practices and coal geology varied	максимальное enrichment было для Mn; поведение элементов различалось с volatility поэтому fly ash нельзя описывать одним универсальным toxic profile

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-039	CIC-MN-ROAD-001	Интервью focus groups и participant observation в South Gobi документировали устойчивые сообщения herders о пыли от unpaved mining and coal-haul roads на пастбищах и животных, но исследование не измеряло концентрацию или химический состав этой пыли.	FACT; C0	truck traffic on unpaved roads serving Oyu Tolgoi and the Tavan Tolgoi coal corridor → road disturbance → visible and deposited dust reported on pasture and livestock → reported livelihood animal-health and place impacts	84 semi-structured interviews in 2011–2013; 30 follow-up interviews in 2015; multiple soums and Ulaanbaatar stakeholders; qualitative fieldwork over 2010–2012 plus one month in 2015	сообщённый опыт реален как social evidence но не устанавливает PM mass silica metal content inhaled dose or clinical causation; copper and coal traffic partly coexist	official and company actors disputed responsibility and infrastructure obligations; perception data cannot allocate dust among coal haulage other mining natural dust storms and local roads
CLM-040	CIC-MN-DUST-002	InSAR time-series analysis выявил участки aeolian erosion и потенциальный transport footprint у surface coal mines Mongolian Gobi, но не измерял airborne PM concentration или состав частиц у людей и скота.	FACT; C2-C3	disturbed surfaces and stockpiles at surface coal mines → wind erosion → modeled or inferred downwind transport footprint → surface change and potential dust-source footprint	mine surfaces and surrounding Gobi landscape across satellite time series; remote-sensing temporal series; no gravimetric or filter-chemistry exposure sampling	InSAR detects changing surface properties not chemical identity; transport modelling does not prove that a receptor inhaled coal-derived particles	natural desert dust road traffic and other disturbed surfaces remain alternative contributors until chemical tracers and near-road monitors are added
CLM-041	CIC-RU-WAT-001	Вода из скважины вскрывающей затопленные горизонты закрытой шахты «Северная» более десяти лет сохраняла восстановительные условия содержала до 6 mg/L H ₂ S и при разгрузке обеспечивала измеренную сульфатредукцию до 178 g reduced sulfur/year.	FACT; C1-C3	wet closure and flooding of Severnaya coal mine in Kemerovo → flooded mine aquifer → monitoring borehole discharge → stream toward the Tom River → mine-water redox sulfur chemistry and microbial process rate	more than ten years of observations; in-situ radiotracer sulfate-reduction measurement; temperature 10–13°C; Eh –112 to –174 mV; H ₂ S up to 6 mg/L; up to 178 g reduced S/year at borehole discharge	одна скважина одной затопленной шахты; downstream concentration dilution ecological receptor and human exposure не измерены; отдельная проба 2017 ниже по ручью была смешана с drainage жилого сектора	known sulfate-reducer phylotypes не доминировали несмотря на measured sulfate reduction; microbial community and chemical flux cannot be inferred from taxonomy alone
CLM-042	CIC-RU-WAT-002	На ряде named receiving rivers Кузбасса вода уже выше mine-water discharge не соответствовала нормативам: например Mn достигал 21 ПДК в Мишихе у «Судженской» и 56 ПДК в Большой Камышной у «Ягуновской», а Аба была сильно загрязнена независимо от качества сбрасываемых вод.	NEGATIVE EVIDENCE ; C2-C3	closed-mine water discharge into already impacted rivers → mine pumping or outflow → receiving river with contaminated upstream baseline → hydrochemical monitoring above and around discharge points	upstream/background sections and named mines/streams; examples upstream: Mishikha Fe to 5.8 and Mn to 21 MPC; Bolshaya Kamyshnaya Fe to 2.9 and Mn to 56 MPC; Aبا suspended solids to 32.3 and Mn to 15 MPC	ПДК-множители не заменяют raw concentrations flow and load; источник upstream contamination не разделён; статья не даёт индивидуальную дозу или ecological endpoint	сильно загрязнённый upstream baseline означает что downstream exceedance нельзя автоматически приписать ликвидированной шахте без paired loads and flow correction

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-043	CIC-ID-WAT-001	В июле 2016 года вода четырёх pit lakes Tanjung Enim имела pH 2.6–5.9 и sulfate 868–2010 mg/L; авторы также обнаружили повышенные Fe и Mn, местами выше индонезийских discharge limits.	FACT; C1-C2	oxidation of potential-acid-forming interburden in named open pits → pit walls and waste rock → pit-lake mine water → mine-water acidity major ions and dissolved metals	Air Laya MTBU Banko Barat pit 1 and Banko Barat pit 3; dry-season comparison with wet-season follow-up; pH 2.6–5.9; sulfate 868–2010 mg/L in July 2016	это chemistry внутри mine-water system, а не концентрация после разбавления в receiving river; разные pits отличались и различие нельзя свести только к coal seam	wet-season dilution was limited and spatial variation was linked by authors to heterogeneous acid-forming interburden rather than a single uniform coal property
CLM-044	CIC-ID-WAT-001	Очистка mine water в Tanjung Enim работала неодинаково: в Air Laya система в 2015 году снизила Mn с 24.5 до 0.1 mg/L и Al и Fe ниже detection limit, тогда как в MTBU в dry season Fe снизилось с 2.5 до 0.2 mg/L, но Mn только с 6.6 до 5.8 mg/L и выпуск не соответствовал нормативу.	FACT; C2-C3	passive treatment of pit and stockpile drainage → mine water → sequential ponds wetlands and liming → treatment outlet → element-specific treatment performance	paired inlet and outlet measurements at Air Laya and MTBU systems; Air Laya Mn 24.5→0.1 mg/L in 2015; MTBU Fe 2.5→0.2 and Mn 6.6→5.8 mg/L in dry season	разные годы water sources and treatment trains нельзя сравнивать как controlled trial; нет downstream receptor measurement	удаление Fe не означало удаления Mn; в 2016 Air Laya feed был менее contaminated because it came only from coal-stockpile drainage
CLM-045	CIC-ID-WAT-002	На 15.4-km участке реки Lati максимальные Mn Cr и Ni в осадке были у SPL 10 — потока принимающего выпуск active mine-water treatment system; средние значения по 15 станциям составляли Fe 33,856, Mn 1,615, Cr 162.8, Ni 56.6 и Pb 17.11 mg/kg.	FACT; C1-C3	treated drainage from multiple open-pit coal-mine catchments → mine and treatment outlet → river flow → sediment deposition → metal concentration and spatial accumulation in river sediment	15 composite sediment stations aligned with 10 mine-water treatment outlets; means mg/kg: Fe 33,856; Mn 1,615; Cr 162.8; Ni 56.6; Pb 17.11	один spatial survey не измеряет temporal flux bioavailability or biological effect; several outlets inactive areas and geological background contribute; highest station association is not a complete causal apportionment	authors found no progressive decline in overall sediment quality despite moderate Fe/Ni and high Mn/Cr contamination-factor classifications
CLM-046	CIC-ID-TRN-001	В пределах примерно 4 km вокруг ship-to-ship coal-transfer area Muara Berau угольные обломки обнаруживались во всех 10 sampling stations до 25 cm в осадке; объём spill material значимо коррелировал с частью metal concentrations в sediment, а BAF у исследованных металлов составлял 11.54–426.20.	FACT; C1-C4	coal loss during barge-to-mother-vessel transfer → coal spill → marine sediment and water → fish and plankton → coal-debris distribution and metal bioaccumulation	10 marine sampling stations around one transfer area; fish caught by mini trawl; coal debris to 25 cm; BAF 11.54–426.20; BSAF 0.02–5.04	нет доказанного adverse-effect endpoint или human intake; без полной таблицы нельзя проверить каждый threshold species and metal; correlation with spill volume does not exclude other regional metal sources	fish-muscle metals followed Fe>Mn>Zn>Cu>Pb>Cd>As>Hg while plankton ordering differed; organism compartment and element cannot be generalized as one exposure

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-047	CIC-US-FIRE-002	К 1980 году федеральное исследование рассматривало Centralia как подземный пожар непосредственно под населённым borough: Bureau of Mines установило CO detectors в 10 домах ближайших к зоне пожара, а Pennsylvania inspectors проводили еженедельные проверки gas seepage.	FACT; C0-C2	anthracite fire propagating through abandoned workings beneath Centralia → subsurface fire → fractures workings and possible building pathways → residential surveillance → recognized CO intrusion and subsidence hazard to occupied properties	ten homes with detectors plus weekly inspections; engineering study of fire-control options; status documented in the August 1980 case study published as RI 8799 in 1983	установка detectors показывает обоснованную необходимость наблюдения но не доказывает превышение или отравление в каждом доме; доступный bibliographic and excerpt layer does not provide a population dose distribution	предложенный cutoff trench был оставлен в том числе потому что требовал разрушения частных домов; технически preferred control options были дорогими and highly disruptive
CLM-048	CIC-CA-N-003	В Elk River flow-normalized concentration nitrate выросла на 784%, а load на 697% за 1979–2022 годы; в paired Kootenay watershed без угледобычи nitrate снизился на 8.5%, что связывает крупный долговременный рост транспорта с расширением угольных работ.	FACT; C2-C3	explosive residues and mine-waste drainage from expanding open-pit coal operations → Elk River → transboundary Koocanusa Reservoir → flow-normalized nitrate-plus-nitrite concentration and load	paired Elk and Kootenay watersheds; multi-decade trend models; NO3 concentration +784% and load +697% in Elk River 1979–2022; Kootenay concentration –8.5%	study reports nitrate with selenium and sulfate and does not allocate nitrate among individual mines or prove a nitrate-specific receptor effect; trend percentage is not an individual exposure	sulfate and selenium also rose strongly in Elk River while reference-watershed patterns differed; co-occurrence prevents assigning any field biological change to nitrate alone
CLM-049	CIC-CA-N-004	В site-water toxicity tests для Fording River около 10% effect levels составляли 16 mg/L NO3-N для 39-day rainbow-trout development, 11 mg/L для 8-day Ceriodaphnia reproduction и 19 mg/L для 14-day Hyalella biomass; hardness-dependent Level 1 benchmark для наиболее чувствительного receptor менялся примерно от 8 до 16 mg/L.	FACT; C3-C5	mine-related nitrate in hard Fording River water → aqueous exposure in controlled tests using augmented site water → development reproduction and biomass endpoints	species-specific controlled tests with hardness adjustment; Level 1: trout 16; Ceriodaphnia 11; Hyalella 19 mg/L NO3-N at representative hardness; seasonal benchmark about 8–16 mg/L	controlled-test effect concentrations are comparators not observations of field injury; plan and tests were produced within a mine-management process and need independent field confirmation	hardness reduced nitrate toxicity and newer site testing reportedly changed some predicted-effect relationships; a single universal nitrate threshold would be misleading
CLM-050	CIC-AU-FIRE-001	Во время 45-дневного пожара на открытом буроугольном разрезе Hazelwood в Morwell South примерно в 500 м от разреза максимальная суточная концентрация PM2.5 достигла 731 µg/m³, а максимальная восьмичасовая концентрация CO — 33 ppm; PM2.5, CO, benzene и benzo[a]pyrene превышали применимые стандарты или ориентиры.	FACT; C1-C3	open-cut brown-coal mine fire → fire plume → community ambient air → ambient concentration near the mine	air-quality standards and guidelines; monitoring sites at different distances; 45 days; PM2.5 max daily 731 µg/m³; CO max 8-hour 33 ppm; Morwell South about 500 m	часть мониторинга PM2.5 и CO началась примерно через четыре дня после возгорания, а целевой отбор air toxics — лишь на 17-й день, после наиболее интенсивного периода; точка мониторинга не равна индивидуальной дозе	временная и пространственная неоднородность plume означает, что эти максимумы нельзя переносить на каждого жителя или на весь 45-дневный период

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-051	CIC-AU-FIRE-002	В исследовании беременностей во время пожара Hazelwood увеличение смоделированной индивидуальной экспозиции PM2.5 на межквартирный размах было связано с повышением риска gestational diabetes примерно до RR 1.06–1.07 для средней и до RR 1.15–1.16 для пиковой экспозиции; наиболее выраженная связь наблюдалась во втором триместре.	FACT; C3-C5	Hazelwood mine-fire smoke → modelled time-location PM2.5 exposure during pregnancy → gestational diabetes; hypertensive disorders; abnormal placentation	exposed and comparison communities with adjustment for measured covariates; RR per IQR of average or peak pregnancy PM2.5; trimester-specific analysis	экспозиция была смоделирована, а не измерена персональным прибором; наблюдательный дизайн не исключает residual confounding и не доказывает механизм	для hypertensive disorders of pregnancy и abnormal placentation ассоциация не была выявлена; положительный результат не переносится автоматически на все осложнения беременности
CLM-052	CIC-AU-FIRE-003	В той же Hazelwood pregnancy cohort не было выявлено связи смоделированной экспозиции PM2.5 от пожара с preterm birth, term low birth weight, small-for-gestational-age или large-for-gestational-age.	FACT; C3-C5	Hazelwood mine-fire smoke → modelled maternal PM2.5 exposure → birth outcomes	exposed and comparison communities; multiple birth outcomes; adjusted RR: preterm average exposure 1.00 (0.97–1.04) and peak exposure per 10 µg/m ³ 0.99 (0.97–1.02); term low birth weight about 0.99 for both metrics	нулевой результат для выбранных исходов и данной модели экспозиции не доказывает отсутствия любого prenatal effect; confidence intervals и возможная exposure misclassification сохраняются	результат ограничивает обобщение положительного GDM-сигнала: разные исходы беременности дали разные результаты
CLM-053	CIC-AU-FIRE-005	Через девять лет после пожара Hazelwood у обследованной взрослой подвыборки экспозиция PM2.5 не была связана с chest tightness, dyspnea или chronic cough; связь с wheeze сохранялась, особенно у людей с asthma до пожара.	FACT; C3-C5	Hazelwood mine-fire smoke → modelled individual PM2.5 exposure from time-location histories → long-term self-reported respiratory symptoms	exposed and comparison participants; stratification by pre-fire asthma; baseline 4056 adults; weighted nine-year follow-up sample 519, including 346 exposed	девятилетняя подвыборка была существенно меньше исходной и обогащена участниками с asthma; симптомы self-reported, экспозиция смоделирована; отсутствие связи с измеренными симптомами не описывает не оценённые болезни	для chronic phlegm и nasal symptoms устойчивой связи также не выявлено; большинство ранних симптомных связей ослабло, но wheeze не исчез как сигнал
CLM-054	CIC-IN-AIR-001	В сравнении участков Jharia показатели качества воздуха в районах, затронутых угольными пожарами, были примерно в 1.5 раза хуже, чем в mining areas без пожара; multivariate analysis определил пожар как крупный вклад в загрязнение.	FACT; C1-C3	coal-seam fires within an active mining region → fire emissions plus mining and traffic sources → community ambient air → ambient air-quality index and measured pollutants	fire-affected versus non-fire mining areas; study-period site comparison; AQI ratio approximately 1.5	сравнение не изолирует пожар от active mining, vehicles, resuspended road dust и meteorology; ambient index не равен индивидуальной дозе и не устанавливает болезнь	даже non-fire mining sites были загрязнены; результат показывает градиент внутри смешанной промышленной среды, а не чистый fire-only experiment

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-055	CIC-IN-AIR-002	За период May 2018–April 2019 средняя концентрация PM2.5 в промышленном угольном поясе Jharia составила $170 \pm 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$; в связанной с PM2.5 фракции элементы располагались $\text{Fe} > \text{Mn} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Cr} > \text{Pb} > \text{Co} > \text{Ni} > \text{Cd} > \text{As}$, а наибольшие уровни отмечались на fire-affected sites.	FACT; C2-C4	coalfield fires mining transport and resuspended road dust → mixed-source PM2.5 → ambient inhalation pathway → ambient fine-particle concentration and trace-element composition; modelled health risk	seasonal and spatial sites including fire-affected locations; mean PM2.5 $170 \pm 45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ over one year	PCA and correlations указывают на смесь fire, active mining, vehicles и road dust, а не на однозначную долю пожара; HQ, HI и excess cancer risk являются расчётными моделями, не измеренной внутренней дозой или наблюдаемой болезнью	пространственная связь с fire-affected sites усиливает source hypothesis, но не закрывает индивидуальную exposure-response chain
CLM-056	CIC-CN-FIRE-HG-002	В зоне подземного пожара Wuda gaseous mercury в boreholes составляла $6.42 \pm 0.73\text{--}123.53 \pm 34.66 \text{ ng}/\text{m}^3$ (среднее около 49 ± 44), а в near-surface air вокруг boreholes — $2.38 \pm 0.28\text{--}13.10 \pm 0.97 \text{ ng}/\text{m}^3$ (среднее 6.68 ± 3.09) при background ниже $2 \text{ ng}/\text{m}^3$; концентрация положительно коррелировала с температурой и CO.	FACT; C1-C3	underground coal fire and borehole gas release → subsurface combustion → boreholes → near-surface air → source and near-source gaseous mercury concentration	borehole gas near-surface air and background; ng/m^3 ; repeated field measurements at Wuda fire zone	near-surface measurements around boreholes не являются population exposure distribution; исследование не измеряло absorbed dose или health endpoint; корреляция не доказывает, что mercury отражает весь состав emissions	background below $2 \text{ ng}/\text{m}^3$ предоставляет локальный comparator, но не превращает near-source difference в доказанный клинический вред
CLM-057	CIC-CN-FIRE-HG-003	На горящем более 50 лет coal-gangue hill в Wuda при 2760 измерениях на 46 vents средняя концентрация gaseous mercury в выходящих газах составила $5908 \text{ ng}/\text{m}^3$ с диапазоном 1022–31,750 ng/m^3 .	FACT; C1-C2	spontaneously burning coal-gangue waste pile → combustion vents → direct source exhaust → gaseous mercury at vents	46 vents across a 100-m-high hill with roughly 2000-m foot perimeter; 2760 readings; mean $5908 \text{ ng}/\text{m}^3$; range 1022–31,750 ng/m^3	это концентрации непосредственно в vent exhaust, а не в residential ambient air, не inhaled dose и не health effect; mercury не описывает полный химический состав газов	очень высокая source concentration не определяет без dispersion and exposure data концентрацию у населения или величину риска
CLM-058	CIC-CA-N-005	В Fording River Operations LAEMP 2023 наблюдаемые отклонения структуры benthic-invertebrate community не были интерпретированы как прежде всего вызванные nitrate; авторы сочли потенциальный риск неблагоприятного nitrate effect низким при продолжающемся снижении концентраций вследствие treatment.	NEGATIVE EVIDENCE; C3-C5	mine-related nitrate and co-occurring constituents → mine drainage and treated effluent → upper Fording River → benthic-invertebrate community structure and chronic-toxicity context	reference/exposed expectations; upstream-downstream and pre/post-treatment comparisons; 2023 field program with historical comparison	это операторский monitoring report; nitrate изменяется одновременно с selenium nickel cadmium sulphate flow habitat and treatment; формула not likely the primary cause не доказывает отсутствия nitrate effect и не является nitrate-only experiment	полевой результат ограничивает перенос controlled-toxicity benchmarks на утверждение о наблюдаемом population effect в реке

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-059	CIC-GLOBAL-BEN-001	В обследовании более 180 US coal-preparation facilities с wet cleaning свыше 60% объектов в разных условиях сообщили о closed water circuits; характеристики raw process water существенно зависели от конкретной технологии обогащения.	FACT; C1-C2	routine wet coal preparation → process water circulation treatment and potential discharge → facility process-water architecture rather than environmental receptor	more than 180 facilities; varied terrain and processes; 1976 US technical survey	исторический survey не описывает современную частоту утечек и не измеряет reagent-specific environmental concentration; closed circuit не означает zero release during overflow failure maintenance or waste handling	отсутствие открытого discharge в closed-circuit design является ограничивающим evidence против предположения о постоянном прямом effluent pathway, но не доказательством отсутствия воздействия
CLM-060	CIC-MN-BIO-001	У 118 детей 9–12 лет из трёх South Gobi soums были измерены blood Cd Pb Hg, hair Hg и urine total As; в Tsogtsetsii, где работают Tavan Tolgoi coal mines, геометрическое среднее blood Pb составляло 4.78 µg/dL, тогда как более высокое значение 7.42 µg/dL было в Bayandalai, удалённом от крупных угольных объектов.	NEGATIVE EVIDENCE; C3-C4	mixed mining household fuel containers paint and small-scale sources → multiple environmental and domestic pathways → child internal dose → blood hair and urine metal biomarkers	Tsogtsetsii coal-mining area versus Khanbogd copper-gold area and Bayandalai small-scale-mining area; n=118; July 2017 cross-sectional survey	не было сопряжённых проб воздуха почвы воды или coal-road dust; cross-sectional groups differed in housing fuel water containers paint and mine type; biomarker pattern cannot be assigned to Tavan Tolgoi	самый высокий blood Pb не находился в coal-mining soum; authors discuss batteries reused containers paint coal/biomass and other mines as alternative sources
CLM-061	CIC-RU-DUST-002	В snow cover около открытого разреза Кузбасса на стадии вскрышных и подготовительных работ масса фракций составляла 204 ± 18 µg/cm ² для PM _{0.1} и 401 ± 14 µg/cm ² для PM ₁₀ ; в PM ₁₀ выявлены quartz talc и clay minerals, а рост PAHs совпадал с преобладающим восточным направлением ветра.	FACT; C2-C3	open-pit overburden and pre-mining activities → airborne particles → winter snow deposition → deposited particle mass mineralogy and PAHs	three directions and near-to-far sampling positions; snow-accumulation season; mean particle size within PM ₁₀ about 1 µm	snow loading µg/cm ² не является ambient µg/m ³ или personal inhaled dose; монотонного снижения mass с расстоянием не было; nearby transport and support activity cannot be fully separated	исследование закрывает состав и пространственный перенос deposited dust, но не health endpoint и не индивидуальную экспозицию
CLM-062	CIC-ID-WAT-003	В полевом исследовании Lati River, принимающей отходы угледобычи Berau Coal, сообщались pH до 3.23, TDS 2555.2 mg/L, TSS 280.3 mg/L, Mn 4.64 mg/L и Fe 10.88 mg/L вместе со снижением plankton diversity index до 0.965 в наиболее загрязнённой категории и 1.745 в умеренной.	FACT; C2-C5	coal-mine waste discharge to Lati River → mine waste water → river chemistry → plankton community → water chemistry and plankton diversity	purposively selected river locations and dilution by tributaries; 2004 field survey; abstract-reported values	доступен только repository abstract без station table temporal replication taxonomy and uncertainty; pH solids Fe Mn and other stressors co-vary, поэтому эффект нельзя приписать одному веществу	tributaries diluted pollutants and supported partial self-recovery; this spatial recovery is relevant counter-evidence against treating all downstream reaches as equally exposed

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-063	CIC-TR-AIR-001	В 2004–2006 годах 44 станции в 30-km зоне вокруг Soma coal-fired power plant показали пространственный рисунок metals in Xanthoria parietina: наиболее загрязнённые участки находились ближе к станции и по преобладающему ветровому коридору west-to-southeast.	FACT; C2-C4	coal-fired power plant atmospheric emissions → atmospheric transport and deposition → epiphytic lichen tissue → As Cd Co Cr Cu Fe Hg Ni Pb Se Th U V and Zn in lichen	3×3-km grid; distance topography and prevailing wind; 44 stations; samples collected 2004–2006	lichen is an integrative biomonitor and not a human dose or direct adverse effect; without source-isotope or stack-to-receptor mass balance other industry traffic and soil dust remain possible contributors	some Cd Co Hg Ni and Pb values were lower than literature comparators; element-specific patterns should not be collapsed into one generic metal effect
CLM-064	CIC-BG-WAT-001	В Sokolitsa River большинство measured physicochemical variables, включая temperature conductivity hardness calcium sulphate и nitrogen nutrients, увеличивались ниже discharge coal-fired power plant по сравнению с upstream site; одновременно ухудшались habitat condition, taxonomic richness и abundance phytobenthos и macrozoobenthos.	FACT; C2-C5	coal-fired power plant wastewater in a lignite energy complex → wastewater discharge → downstream river → river chemistry phytobenthos and macrozoobenthos community	upstream versus downstream; historical monitoring 2013–2022 plus sampling 2023–2024; multi-year monitoring and two recent field seasons	много химических и физических факторов менялись совместно, включая temperature nutrients salts hardness hydromorphology and other pollutants; lignite mines and power infrastructure coexist, поэтому нельзя назначить один contaminant sole cause	это field ecological association with a strong spatial comparator, but not an individual human exposure or single-chemical toxicity experiment
CLM-065	CIC-GLOBAL-CH4-001	Для surface coal mines IPCC lower-tier inventories рассчитывают methane как production × emission factor, тогда как Tier 3 использует mine-specific measurements; поэтому тоннаж добычи сам по себе не измеряет фактический plume и не улавливает site and time variability.	FACT; C0-C2	surface coal mining → coal and surrounding strata disturbance → diffuse atmospheric methane → inventory estimate versus measured mine-scale flux	Tier 1 Tier 2 and Tier 3 hierarchy; annual activity data and method-specific emission factors or direct measurements	даже Tier 3 требует representativeness in time and space; inventory guidance не является независимым plume observation; production and gas-content uncertainty propagate into results	различие методов означает, что расхождение спутника или самолёта с inventory должно разбираться по temporal coverage attribution wind and activity data, а не автоматически объявляться ошибкой одной стороны

Claim ID	Source ID	Утверждение	Статус / цепочка	Источник и путь	Условия / единицы / срок	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CLM-066	CIC-AU-CH4-002	TROPOMI observations за 2018–2019 годы оценили суммарный methane flux шести австралийских surface and underground coal mines в 570 ± 98 Gg/year; эти mines давали около 7% national coal production, но около $55 \pm 10\%$ reported national coal-mining methane, причём примерно 40% satellite-quantified total приходилось на Hail Creek surface mine.	FACT; C2-C3	six Australian coal mines including Hail Creek → regional methane plumes observed from space → inverse mass-balance estimates → mine-cluster methane emission rate	national reported inventory and mine locations; two years of satellite observations; 570 ± 98 Gg/year	TROPOMI spatial resolution and cloud/aerosol filtering limit mine attribution and temporal sampling; six selected super-emitting sites are not representative of all mines; annualization depends on observed-day representativeness	independent later aircraft work at Hail Creek supports a large plume but episodic aircraft rates still do not by themselves validate every day of the satellite annual estimate

Приложение В. Claim-context ledger второго прохода

Все 33 блока второго прохода приведены на русском языке. Они дополняют, а не заменяют первый ledger.

Claim ID	Source ID	Объект	Материальный путь	Измеренный результат	Сопоставление / время / масштаб	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CIC2-CLM-001	CIC2-US-CEN-001	Centralia	Нагрев почвы и осаждение продуктов горения → химия и микробиом почвы	Наиболее горячие почвы имели меньшее разнообразие и сильнее отличались; остывшие участки сближались с референсными.	18 участков вдоль двух фронтов; классы восстановления примерно 10–20 лет.	Хроноряд не является повторным наблюдением одной почвы и не доказывает восстановление всех функций.	Наблюдалась устойчивость, но средний pH остывших участков оставался 4,4 против 5,9 у референса.
CIC2-CLM-002	CIC2-US-CEN-001	Centralia	Нагрев и влияние газов/конденсатов → изменчивые NH_4 , NO_3 , S и pH	Аммоний и нитрат коррелировали с температурой: $R=0,50$ и $0,54$; pH остывших участков 4,4 против 5,9.	Кампания 2014 года; верхние 20 см; температурный градиент и референс.	Большинство других показателей с температурой сильно не коррелировало; горячие участки иногда были похожи на ненагретые.	Неоднородность запрещает описывать всю почву Centralia как одинаково загрязнённую.

Claim ID	Source ID	Объект	Материальный путь	Измеренный результат	Сопоставление / время / масштаб	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CIC2-CLM-003	CIC2-US-CEN-002	Centralia	Семь лет общего охлаждения → изменение активной и полной бактериальной фракции	И активная, и полная фракции показали признаки устойчивости; остывшие и референсные сообщества были стабильнее.	Повторные участки; 7 лет.	Устойчивость микробиома не доказывает геотехническую безопасность, восстановление растительности или удаление загрязнителей.	Неактивные таксоны усиливали видимость восстановления; активную и полную фракции нельзя смешивать.
CIC2-CLM-004	CIC2-US-SOIL-001	Поверхностная шахта, Вайоминг	Реконструированная почва под травами или полынью → развитие микробного сообщества	Добыча сначала снизила биомассу и разнообразие; многие маркеры приблизились к исходным за 5–14 лет.	Хроноряд менее 1–26 лет; сравнение с ненарушенной почвой.	Space-for-time и отдельные маркеры не доказывают восстановление всего профиля или экосистемы.	Траектория зависела от растительности; возврат маркеров не означает идентичность сообщества.
CIC2-CLM-005	CIC2-ES-SOIL-001	Хроноряд рекультивации лигнитных земель, Испания	Почва под пшеницей → 0–20 лет развития	Численность микроорганизмов и ферментативная активность сблизились с контролем, но структура сообщества через 20 лет оставалась иной.	0, 5, 10, 15 и 20 лет; контрольная почва.	Хроноряд и монокультура ограничивают перенос результата.	Функциональное сближение и структурное отличие опровергают зелёный покров или один показатель как доказательство восстановления.
CIC2-CLM-006	CIC2-DE-SOIL-001	Хроноряды рекультивации открытых разработок, Германия	Сельскохозяйственная и лесная рекультивация → накопление углерода и развитие микроорганизмов	Через 30 лет углерод достиг 0,8% на сельскохозяйственных и 1,7% на лесных участках; микробный C различался.	30 лет; два типа землепользования.	Историческая работа; один углерод не доказывает возврат исходного профиля.	Лесная и сельскохозяйственная траектории показывают, что возраст не задаёт одно конечное состояние.
CIC2-CLM-007	CIC2-CN-SOIL-001	Разрез Pingshuo, Китай	Реконструированный верхний слой при разных типах землепользования → свойства почвы	ОС и N под лесом и травой шли по U-образной траектории и примерно за 20 лет стали сопоставимы с ненарушенной землёй; другие свойства различались.	Более 200 проб; 0–30 см; около 20 лет.	Сопоставимые ОС и N не доказывают восстановление профиля, биоты, гидрологии и всех питательных элементов.	Пашня, лес, трава и голая земля не образовали единой возрастной траектории.
CIC2-CLM-008	CIC2-CN-GW-001	Разрез Yimin, Китай	Осушение и доступ кислорода → окисление и изменение гидрохимии	Среда сместилась к окислительной и гидрокарбонатно-сульфатной; pH снизился, сульфат, Fe, жёсткость, Ca и Mg выросли.	Многолетнее развитие шахты; региональный водоносный горизонт.	Сочетаются осушение, смешение и реакции вода–порода; один источник не изолирован.	TDS, COD и Na+K одновременно снизились: не каждый показатель двигался в одну сторону.

Claim ID	Source ID	Объект	Материальный путь	Измеренный результат	Сопоставление / время / масштаб	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CIC2-CLM-009	CIC2-PL-DUMP-001	Отвал Starzykowice, Польша	Окисление, дегазация, коксование, плавление и выветривание → новые минеральные фазы	Длительный пожар сильно изменил органические и минеральные фазы, хотя валовая химия многих элементов оставалась похожей.	История с начала XX века; новая активность в 2006 году; неоднородный отвал.	Исходный материал плохо документирован, интенсивность нагрева различалась; универсальный состав пожара вывести нельзя.	Большинство валовых следовых концентраций мало изменилось несмотря на крупные фазовые превращения.
CIC2-CLM-010	CIC2-PL-DUMP-002	Саморазогревающиеся отвалы Силезии	Пар, конденсация и осаждение → маркеры отходов на почве и растениях	На поверхности растений и в почве сохранились биомаркеры, алкилароматика, ПАУ и фенолы из отходов.	Локальные поверхности и горячие точки; полевая кампания.	Наличие на поверхности не измеряет поглощение, токсичность или популяционный эффект.	Отпечатки оставались специфичными для бассейна и не описывают все отвалы.
CIC2-CLM-011	CIC2-PT-DUMP-001	Отвал Fojo, Португалия	Горение и возможный сток/эрозия → перераспределение Hg	Горевшие и негоревшие отходы имели в среднем 1,2 мг/кг псевдоваловой Hg против 0,6 мг/кг фона; мобильная доля 16% против 8%.	Разовая кампания; отвал и соседние склоны.	Есть природное обогащение Hg; перенос вниз по склону не протрассирован; экстракция не равна биодоступности.	Горение не увеличило валовую Hg относительно негоревшего отхода; яснее изменило мобильную фракцию.
CIC2-CLM-012	CIC2-US-REFUSE-001	Green Valley, США	2,7 млн куб. ярдов отхода → инфильтрация, выветривание сульфидов и грунтовые выходы	Кислый дренаж продолжал выходить десятилетия после добычи и после рекультивации.	Шахта 1948–1963; исследование с 2008 года; участок 159 акров.	Устойчивость зависит от геологии, мощности отхода, покрытия и дренажа конкретного объекта.	Покрытие, растительность и доломитовые каналы меняли сток и нейтрализацию, но не убрали подземный источник.
CIC2-CLM-013	CIC2-UK-WAT-001	Заброшенные шахты Шотландии	Затопление и промывка продуктов окисления → эволюция шахтных выпусков	Наиболее сильное загрязнение обычно приходилось на первые десятилетия; Fe часто снижалось к более низкому уровню примерно за 40 лет, но сохранялось.	32 выпуска; шесть длинных рядов; десятилетия и более века.	Колебание уровня воды, геология и устройство шахты меняют траекторию.	Постоянно очень низкий pH не был типичен из-за карбонатной буферности; снижение не равно исчезновению.
CIC2-CLM-014	CIC2-UK-WAT-002	Бассейн Almond, Шотландия	Многочисленные шахты и отвалы → точечный и рассеянный дренаж	Историческая добыча продолжала менять Fe, сульфат и основные ионы; сумма малых источников была значима на уровне водосбора.	1994–2008; более 300 заброшенных объектов.	Угольные, сланцевые и городские источники перекрываются; это совокупная, а не объектная атрибуция.	Влияние менялось со стоком и буферностью, а не сохраняло одну концентрацию.

Claim ID	Source ID	Объект	Материальный путь	Измеренный результат	Сопоставление / время / масштаб	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CIC2-CLM-015	CIC2-US-SED-001	Huff Run, США	Fe, Al, Mn и Cu из дренажа → осаджение, хранение и обмен с поровой водой	Минеральные формы и поровая вода различались по руслу; осадок был активным и неоднородным компартментом.	Июль–ноябрь 2014; масштаб от метров до участка реки.	Не рассчитана вторичная нагрузка всего водосбора во время паводка.	pH поверхностной воды был около 6 благодаря известняковой буферности.
CIC2-CLM-016	CIC2-US-ECO-002	Горный ручей Пенсильвании	Щелочной шахтный выпуск с Fe → гидроксид железа на дне	При pH 6,5–8 осаджение достигало 3 г/м²/сут, а запас рыбы снизился примерно с 228 до 11 кг/га.	Градиент ниже выпуска; полевая кампания.	Историческое исследование одного ручья не устанавливает каждый механизм.	Сильный биологический эффект возник без низкого pH.
CIC2-CLM-017	CIC2-US-ECO-001	Антрацитовые и битуминозные районы Пенсильвании	Шахтный дренаж → химия воды, осадки и функции ручья	Загрязнённые, очищенные и референсные ручьи различались по продукции, дыханию, питательным потокам, разложению и сообществам.	Сравнительное полевое исследование двух региональных троек.	Мало ручьёв; региональная химия исключает один универсальный размер эффекта.	Очистка улучшала часть условий, но сообщества не становились идентичны референсным.
CIC2-CLM-018	CIC2-US-COMB-001	Угольный блок 795 MBт	Уголь → SCR, электрофильтр, мокрая сероочистка → газ, зола, гипс, вода	Электрофильтр удержал 88% As, 56% Se, 17% Hg и 8% B; FGD — >90% Cl, 77% B, 76% Hg, 30% Se, 5% As; основная удалённая Hg/Se ушла в гипс, B/Cl — в воду.	Одновременная полномасштабная кампания потоков.	Проценты относятся к одному блоку и не являются концентрациями воздуха или дозами.	Высокое удаление из газа означало перенос в золу, гипс или сточную воду, а не уничтожение.
CIC2-CLM-019	CIC2-US-COMB-002	Две электростанции и США	Сгорание и улавливание частиц → донная, экономайзерная и летучая зола	Без FGD в летучей золе оценены 48% As, 58% Cr, 54% Pb, 20% Se и 2% Hg.	Две кампании на станциях.	FGD и окончательное размещение были вне баланса; две станции не задают универсальное распределение.	Низкий захват Hg и Se относительно Cr/Pb/As показывает различную судьбу элементов.
CIC2-CLM-020	CIC2-NL-USE-001	Дорожные конструкции, Нидерланды	Зола в основании → выветривание и перколяция → почва и вода	Полевые измерения примерно через 10 лет использовали для проверки лабораторных прогнозов выщелачивания.	Четыре применения на двух участках; около 10 лет.	Смешанные вторичные материалы и конструкции не дают универсального результата для fly ash.	Повторное использование нужно оценивать по сценарию и полевому поведению, а не по валовому содержанию.
CIC2-CLM-021	CIC2-US-USE-001	Дорожные основания в четырёх штатах США	Fly ash в стабилизации и насыпях → возможное выщелачивание → мониторинг воды	В изученных применениях не выявили измеримого ухудшения грунтовой или поверхностной воды по микроэлементам.	Семь объектов, 18 точек; несколько лет, местами более десятилетия.	Нулевой результат ограничен испытанными материалами, конструкциями и путями.	Угольный остаток в некоторых управляемых применениях оставался ниже применимых водных порогов.

Claim ID	Source ID	Объект	Материальный путь	Измеренный результат	Сопоставление / время / масштаб	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CIC2-CLM-022	CIC2-CN-BEN-001	Обогащение Kailuan, Китай	Сырой уголь → промывка и разделение → концентрат, промпродукт, шлам и хвосты	Все 15 элементов могли переходить в шлам; большинство обогащалось в хвостах; для As максимальный коэффициент 34,4%.	Исследование технологических потоков.	Распределение внутри процесса не доказывает выход из хранилища или экспозицию.	Снижение примесей в продукте достиглось их концентрацией в другом материальном потоке.
CIC2-CLM-023	CIC2-US-BEN-001	Шламы Западной Вирджинии	Минеральная мелочь, вода и реагенты → угольный шлам	Al, Sb, As, Fe, Pb, Mn и несколько ионов превышали выбранные ориентиры хотя бы на одном объекте; найденная органика была ниже ориентиров.	177 анализов на шести объектах.	Опасный состав не является доказанным шлейфом грунтовой воды или человеческой экспозицией.	Не все обнаруженные органические соединения имели вызывающие опасение концентрации.
CIC2-CLM-024	CIC2-US-CEN-005	Centralia	Осадки в горячем трещиноватом грунте → пар, ослабление и обрушение	Около 185 см осадков сопровождалось девятью новыми провалами; зоны совпали с тепловыми аномалиями и угольными пачками.	Событие 2011 года на фоне прежней истории пожара.	Связь вода–тепло–грунт не доказывает загрязняющий шлейф грунтовой воды.	Осадки снизили температуру выходов, одновременно усилив пар и изменение поверхности.
CIC2-CLM-025	CIC2-US-CEN-006	Centralia	Продолжающееся горение → газы и обрушение	Pennsylvania DEP в 2026 году продолжает считать пожар действующим, а территорию крайне опасной из-за газов и внезапных провалов.	Официальный статус 1962–2026.	Официальная оценка не даёт универсальной текущей концентрации или численного риска здоровью.	Подтверждена длительность, но не популярная точная фраза «ещё 200 лет».
CIC2-CLM-026	CIC2-AU-SOIL-001	Разрезы Hunter Valley, Австралия	Спланированные субстраты и посадки → 3–12 лет развития	57 биотических и функциональных показателей шли разными траекториями, а не единым возвратом к референсу.	42 участка рекультивации и 48 референсов на четырёх шахтах.	Старшие участки были сосредоточены на одной шахте; многодесятилетнее равенство не проверено.	Большая выборка референсов запрещает приравнивать видимый покров к полному восстановлению функций.
CIC2-CLM-027	CIC2-AU-SOIL-002	Бывший отвал Bowen Basin	Порода с 0, 10 или 20 см складированной почвы → раннее почвообразование	Порода и деградированная складированная почва сохраняли пробелы микробного углеродного обмена относительно природной почвы.	10 месяцев; сезонные наблюдения; поле 42 га.	Короткий ранний опыт не устанавливает окончательное восстановление или постоянный провал.	Разная мощность верхнего слоя создавала разные стартовые условия, а не одну «рекультивированную почву».

Claim ID	Source ID	Объект	Материальный путь	Измеренный результат	Сопоставление / время / масштаб	Критическое ограничение	Отрицательный или ограничивающий результат
CIC2-CLM-028	CIC2-MN-MAT-001	Разрез Baganuur, Монголия	Вода, отвалы, межпластовый материал и пыль → реакции и выщелачивание	Большинство вод соответствовало применённым критериям; один материал имел pH 3,29–4,26 и высвободил 4019,07 мг/кг сульфата и 803,12 мг/кг Co; As в пыли 5,57–14,17 мг/кг.	Две кампании 2017–2018; площадка и система водоотведения.	Лабораторный потенциал пяти типов материала не картирует всю шахту; доза и заболевание не измерены.	На одном объекте сосуществовали пригодная вода и сильно кислотообразующий материал.
CIC2-CLM-029	CIC2-MN-SOIL-001	Baganuur, Nalaikh и Sharyn Gol	Городские почвы со смешанными источниками → концентрации металлов	Для Cd, Cu, Pb и Zn общее загрязнение было небольшим, а зависимость от близости шахты — косвенной или отсутствующей.	Один обзор трёх городов; градиенты и фон.	Не исключены горячие точки, другие элементы, вода и пыль; источники смешаны.	Наличие угольной шахты не доказывает происхождение каждого металла в соседней почве.
CIC2-CLM-030	CIC2-ZA-WAT-001	Middelburg Colliery, Южная Африка	Пожар и просадка → инфильтрация дождя → кислая вода, ручей и растительность	Более половины осадков инфильтрировалось на значительной площади; загрязнённая вода выходила источниками, растительность погибла примерно на 3 га.	Закрытие в 1947 году; последствия продолжались во время исследования.	Совместно действовали пожар, просадка и AMD; каждый эффект нельзя назначить одной реакции.	Это полная цепочка грунт–вода–поверхность–биота, а не только история воздуха.
CIC2-CLM-031	CIC2-PL-WAT-001	Бассейн Пшемши, Польша	Солёные воды действующих и закрытых шахт → сброс, затопление и разбавление	Объём в 2023 году был на 42% ниже 1991-го; нагрузка Cl+SO ₄ снизилась 534,8→480,1 Мг/сут, но при засухе проводимость выросла 2000→6700 мкСм/см.	1991–2023; бассейновый масштаб.	Концентрация зависит от нагрузки и речного стока; снижение объёма не равно немедленному восстановлению.	Меньший сброс сосуществовал с большей концентрацией в реке при низком стоке.
CIC2-CLM-032	CIC2-UK-WAT-003	Шахтные выпуски Шотландии	Реакции вода–порода–микроорганизмы и очистка → газы и металлы	Воды несли CO ₂ и CH ₄ разного происхождения; очистка удаляла Fe и As, но лишь частично Ni, Co и Mn.	16 выпусков и ступени очистки; полевая кампания.	Концентрации и изотопные подписи не дают полного регионального атмосферного потока или экспозиции.	Эффективность очистки различалась по элементам; газ — ещё один постзакрывающий поток.
CIC2-CLM-033	CIC2-PL-RES-001	Водоёмы возле отвалов Верхней Силезии	Выветривание, сток и взаимодействие вода–порода → высокоминерализованная вода	Проводимость до 21,5 мСм/см; Cl до 9279 мг/л, SO ₄ до 5277 мг/л, Na до 4783 мг/л; вода классифицирована как низкого качества.	16 водоёмов; кампании 2022–2023.	Риск для мелких грунтовых вод потенциальный, а не доказанный протрассированным шлейфом.	Даже рекультивированная или неформально используемая земля с отходами может оставаться источником без крупной аварии.

Приложение С. Полный реестр источников

Объединённый реестр содержит 127 записей: 90 из первого прохода и 37 из второго. Библиографические названия сохранены в языке источника.

CIC-US-WAT-001 · The Effects of Mountaintop Mines and Valley Fills on Aquatic Ecosystems of the Central Appalachian Coalfields			
Год / страна / тип	2011; USA; official evidence assessment	Этап и среда	surface mining; overburden disposal; mine drainage; major ions; conductivity; selenium; aquatic communities
Цепочка	C1-C5	DOI / URL	https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NCEA&dirEntryId=225743
Статус проверки	final EPA report verified	Критическое ограничение	synthesis of a specific mining system; not a universal model for all coalfields
CIC-US-WAT-002 · Downstream effects of mountaintop coal mining: comparing biological conditions using family- and genus-level macroinvertebrate bioassessment tools			
Год / страна / тип	2008; USA; primary field study	Этап и среда	surface mining; valley fills; ionic strength; benthic macroinvertebrates
Цепочка	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1899/08-015.1
Статус проверки	DOI and study design verified	Критическое ограничение	observational comparison of 37 West Virginia streams; identifies a mining gradient but not every individual ion's causal share
CIC-US-DUST-001 · Coal Mine Dust Exposures and Associated Health Outcomes: A Review of Information Published Since 1995			
Год / страна / тип	2011; USA; official evidence review	Этап и среда	underground and surface mining; extraction; processing; respirable coal mine dust; crystalline silica; respiratory disease
Цепочка	C4-C5	DOI / URL	https://cdc.gov/niosh/publications/numbered/2011-172.html
Статус проверки	NIOSH report verified	Критическое ограничение	occupational evidence; does not quantify exposure of surrounding communities

CIC-US-ASH-001 · Human and Ecological Risk Assessment of Coal Combustion Residuals			
Год / страна / тип	2014; USA; official probabilistic risk assessment	Этап и среда	coal combustion residual disposal; arsenic; lithium; molybdenum; groundwater exposure
Цепочка	C1-C5	DOI / URL	https://www.epa.gov/coal-combustion-residuals/coal-ash-rule
Статус проверки	EPA rule docket and risk conclusions verified	Критическое ограничение	modeled risk under management scenarios; not proof of disease in a named community
CIC-AU-CH4-001 · Insights into Elevated Methane Emissions from an Australian Open-Cut Coal Mine Using Two Independent Airborne Techniques			
Год / страна / тип	2025; Australia; primary airborne measurement study	Этап и среда	open-cut mining; methane
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.estlett.4c01063
Статус проверки	DOI methods and estimates verified	Критическое ограничение	several campaigns at one mine; episodic rates cannot automatically be treated as a continuous annual flux
CIC-AU-CH4-002 · Methane Emissions from Superemitting Coal Mines in Australia Quantified Using TROPOMI Satellite Observations			
Год / страна / тип	2021; Australia; primary satellite measurement study	Этап и среда	surface and underground mining; methane
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.est.1c03976
Статус проверки	PubMed metadata and article verified	Критическое ограничение	coarse satellite resolution and spatial attribution; six mines are not the whole national industry
CIC-AU-FIRE-001 · Characteristics of an open-cut coal mine fire pollution event			
Год / страна / тип	2017; Australia; primary ambient monitoring and plume study	Этап и среда	open-cut mine fire; PM2.5; carbon monoxide; benzene
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.12.015
Статус проверки	DOI abstract and event description verified	Критическое ограничение	45-day Hazelwood event; not representative of routine mine operation

CIC-AU-FIRE-002 · Maternal exposure to fine particulate matter from a large coal mine fire...			
Год / страна / тип	2019; Australia; individualized exposure cohort	Этап и среда	open-cut mine fire; PM2.5; gestational diabetes
Цепочка	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envres.2019.108956
Статус проверки	legacy full record retained	Критическое ограничение	positive association for gestational diabetes; not evidence for all pregnancy outcomes
CIC-AU-FIRE-003 · Maternal exposure to fine particulate matter from a coal mine fire and birth outcomes			
Год / страна / тип	2019; Australia; individualized exposure cohort	Этап и среда	open-cut mine fire; PM2.5; preterm birth; fetal growth
Цепочка	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.03.028
Статус проверки	legacy full record retained	Критическое ограничение	null for studied birth outcomes; congenital anomalies were not studied
CIC-AU-DUST-001 · Upper Hunter Valley Particle Characterization Study			
Год / страна / тип	2016; Australia; official receptor-modeling study	Этап и среда	open-cut mining; diesel equipment; regional ambient air; PM2.5; black carbon; elemental profiles
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://www.environment.nsw.gov.au/sites/default/files/upper-hunter-valley-particle-characterization-study-final-report.pdf
Статус проверки	NSW final report verified	Критическое ограничение	study did not find a unique fugitive-coal-dust fingerprint and was not designed to quantify total PM10 coal dust
CIC-IN-WAT-001 · Environmental geochemistry and quality assessment of mine water of Jharia coalfield, India			
Год / страна / тип	2012; India; primary field study	Этап и среда	mine water; TDS; sulfate; hardness; Fe; Mn; Ni; Pb
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s12665-011-1064-2
Статус проверки	EPA HERO metadata abstract and DOI verified	Критическое ограничение	92 mine-water samples characterize water quality; they do not establish human intake or health effects

CIC-IN-WAT-002 · Assessment of potability of minewater pumped out from Jharia Coalfield, India			
Год / страна / тип	2022; India; primary field study	Этап и среда	underground mine-water pumping and treatment outlets; TDS; hardness; major ions; trace metals
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s11356-021-17918-0
Статус проверки	PubMed metadata and abstract verified	Критическое ограничение	samples were collected at treatment-facility outlets; not a population exposure study
CIC-IN-AIR-001 · Spatio-temporal variation of air pollutants around the coal mining areas of Jharia Coalfield, India			
Год / страна / тип	2020; India; primary field study	Этап и среда	coal mining and fire area ambient air; particulate matter and gaseous pollutants
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s10661-020-08324-z
Статус проверки	PubMed metadata and DOI verified	Критическое ограничение	source mixture includes fire mining transport and road dust; no linked individual health outcome
CIC-CN-FIRE-HG-001 · Dynamic mercury emissions from coal-fire monitoring boreholes in Wuda Coalfield			
Год / страна / тип	2017; China; primary field study	Этап и среда	underground coal fires; mercury in borehole exhaust
Цепочка	C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2017.08.013
Статус проверки	legacy metadata retained	Критическое ограничение	very high source concentrations are not population exposure concentrations
CIC-CN-FIRE-HG-002 · Mercury emission from underground coal fires in the mining goaf of the Wuda Coalfield, China			
Год / страна / тип	2019; China; primary field study	Этап и среда	underground coal fires; mercury in vents and near-surface air
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109409
Статус проверки	metadata title authors and DOI verified	Критическое ограничение	local near-source measurements; no internal dose or health outcome

CIC-CN-WAT-001 · Hydrochemical characteristics of abandoned coal mines derived acid mine drainage in a typical karst basin			
Год / страна / тип	2024; China; primary field study	Этап и среда	abandoned mines; acid mine drainage; pH; TDS; sulfate; iron; trace elements
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31963
Статус проверки	open-access article metadata and abstract verified	Критическое ограничение	nine closed-mine sites in one karst basin; effect on receptors was not measured
CIC-CN-COMB-001 · Distribution and fate of environmentally sensitive elements (arsenic, mercury, stibium and selenium) in coal-fired power plants at Huainan, Anhui, China			
Год / страна / тип	2012; China; primary material-balance study	Этап и среда	power-plant combustion and pollution control; As; Hg; Sb; Se partitioning among flue gas and solid by-products
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.fuel.2011.12.052
Статус проверки	DOI and abstract verified	Критическое ограничение	two power plants; partitioning is not equivalent to off-site exposure or effect
CIC-CN-ASH-001 · Leachability of mercury in coal fly ash from coal-fired power plants in southwest China			
Год / страна / тип	2022; China; primary leaching experiment	Этап и среда	fly-ash storage or reuse; mercury leaching
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.887837
Статус проверки	open-access full article verified	Критическое ограничение	negative evidence for Hg leaching under tested conditions; cannot be generalized to other elements ashes or field settings
CIC-MN-AIR-001 · Air particulate matter pollution in Ulaanbaatar, Mongolia: determination of composition, source contributions and source locations			
Год / страна / тип	2011; Mongolia; primary monitoring and receptor-modeling study	Этап и среда	domestic and power-plant coal combustion; urban air; fine and coarse PM; elemental composition; black carbon
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.5094/APR.2011.017
Статус проверки	open-access article metadata and abstract verified	Критическое ограничение	urban mixture includes coal biomass vehicles soil and episodic forest-fire smoke; not evidence about mine-site emissions

CIC-MN-AIR-002 · Three-year long source apportionment study of airborne particles in Ulaanbaatar using X-ray fluorescence and positive matrix factorization			
Год / страна / тип	2019; Mongolia; primary monitoring and receptor-modeling study	Этап и среда	coal combustion; traffic; oil combustion; resuspended soil; PM2.5 and PM2.5-10; 16 elements; black carbon
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.4209/aaqr.2018.09.0351
Статус проверки	repository metadata methods and estimates verified	Критическое ограничение	source profiles are mixed; PMF attribution is model-based and not an individual exposure/effect chain
CIC-MN-DUST-001 · Source apportionment and spatial distribution of heavy metals in atmospheric settled dust of Ulaanbaatar, Mongolia			
Год / страна / тип	2021; Mongolia; primary field study	Этап и среда	urban coal combustion; traffic; resuspended soil; As; Co; Cr; Cu; Ni; Pb; Zn in settled dust
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s11356-021-13861-2
Статус проверки	PubMed metadata and abstract verified	Критическое ограничение	57 settled-dust samples and PCA attribution; not respirable personal exposure and not specific to coal mining
CIC-MN-MINE-001 · Arsenic and Heavy Metals Contamination of Soils Around Oyu Tolgoi and Tavan Tolgoi Mines			
Год / страна / тип	2018; Mongolia; primary soil-screening study	Этап и среда	mine perimeter soils; As; Cd; Cr; Pb; Th; U; Zn; Cu; Ni
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.14419/ijet.v7i2.23.11955
Статус проверки	metadata and abstract verified; quality appraisal pending	Критическое ограничение	mixes a copper-gold mine with a coal mine; perimeter concentrations alone do not prove mine origin exposure or effect
CIC-MN-ROAD-001 · Dusty roads and disconnections: Perceptions of dust from unpaved mining roads in Mongolia's South Gobi province			
Год / страна / тип	2015; Mongolia; qualitative field study	Этап и среда	coal haul roads and mining infrastructure; road dust as reported environmental and livelihood pressure
Цепочка	C0	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2015.09.004
Статус проверки	article methods and scope verified	Критическое ограничение	interviews and observation document experience and concern but do not measure dust chemistry concentration or toxic effect

CIC-US-ASH-002 · Eight years after the coal ash spill – Fate of trace metals in the contaminated river sediments near Kingston, eastern Tennessee			
Год / страна / тип	2019; USA; primary field and leaching study	Этап и среда	coal-ash impoundment failure and river deposition; As; Se; Hg and other trace elements in sediment
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2019.03.008
Статус проверки	DOI abstract methods and principal findings verified	Критическое ограничение	residual As and Se source attribution is strong; mostly acid-extractable material did not imply ready release to the water column
CIC-IN-WASH-001 · An investigation of the relationship between raw coal characteristics and effluent quality of Kedla and Rajrapa Washeries, Jharkhand, India			
Год / страна / тип	2005; India; primary process-water study	Этап и среда	coal beneficiation and washery effluent; suspended solids; major ions; Mn; trace elements
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.05.006
Статус проверки	PubMed metadata methods and results verified	Критическое ограничение	two washeries over six months; As Se Hg and Cd were present in coal but not detected in process water, an important negative result
CIC-CN-SOIL-001 · Soil heavy metals in a typical coal mining cluster of Northern China: Pollution, source apportionment, and eco-health risks			
Год / страна / тип	2026; China; primary soil survey with modeled risk assessment	Этап и среда	open-pit mining cluster; industrial and traffic activity; Cd; Hg and other soil metals
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.isci.2026.116835
Статус проверки	open-access article metadata and abstract verified	Критическое ограничение	88 soil samples; modeled health risk is not measured exposure or disease and mixed industrial-traffic sources dominate
CIC-AU-DUST-002 · Characterization of particulate emissions from Australian open-cut coal mines: Toward improved emission estimates			
Год / страна / тип	2018; Australia; primary near-source and boundary measurement study	Этап и среда	open-cut mining activities; TSP; PM10; PM2.5; carbon; silica and mineral particles
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1080/10962247.2017.1415236
Статус проверки	full methods and results page verified	Критическое ограничение	three mines and limited-duration sampling; geological dust resembles mine dust and carbon is only an upper-bound coal indicator

CIC-AU-DUST-003 · Open cut black coal mining: Empirical verification of PM2.5 air emission estimation techniques			
Год / страна / тип	2019; Australia; primary direct emission study	Этап и среда	haul roads and other open-cut activities; PM2.5 emission rates
Цепочка	C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2018.10.008
Статус проверки	DOI abstract verified	Критическое ограничение	direct source measurements improve emission factors but do not establish community exposure or health effect
CIC-AU-HEALTH-001 · The health of Hunter Valley communities in proximity to coal mining and power generation, general practice data, 1998–2010			
Год / страна / тип	2013; Australia; comparative health-record study	Этап и среда	coal mining and power-generation region; patterns of general-practice illness
Цепочка	C0-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1071/NB12109
Статус проверки	PubMed metadata and abstract verified	Критическое ограничение	proximity and regional comparison do not isolate coal-mine dust from power generation or other confounders
CIC-AU-FIRE-004 · Long-term impacts of coal mine fire-emitted PM2.5 on hospitalisation: a longitudinal analysis of the Hazelwood Health Study			
Год / страна / тип	2022; Australia; individualized exposure data-linkage cohort	Этап и среда	open-cut mine fire; PM2.5; respiratory and other hospitalisations
Цепочка	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1093/ije/dyab249
Статус проверки	PubMed full abstract and effect estimates verified	Критическое ограничение	positive respiratory associations and explicit null outcomes apply to a six-week fire event, not routine mining
CIC-CA-SE-001 · Evidence of long-range transport of selenium downstream of coal mining operations in the Elk River Valley, Canada			
Год / страна / тип	2024; Canada; primary long-term monitoring and source-attribution study	Этап и среда	surface coal mining and waste rock; selenium in river water and loads
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.estlett.4c00222
Статус проверки	USGS metadata abstract and DOI verified	Критическое ограничение	supports transport over more than 575 river km and aquatic risk; does not itself measure biological effect

CIC-CA-SE-002 · Regional scale selenium loading associated with surface coal mining, Elk Valley, British Columbia, Canada			
Год / страна / тип	2015; Canada; primary monitoring and watershed-model study	Этап и среда	surface mining and waste-rock piles; selenium loading
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.06.040
Статус проверки	PubMed metadata and DOI verified	Критическое ограничение	SPARROW source model and watershed associations; biological effects require linked evidence
CIC-ZA-WAT-001 · Contamination of the water supply to the town of Carolina, Mpumalanga, January 2012			
Год / страна / тип	2013; South Africa; primary event investigation	Этап и среда	coal-mine seepage; coal handling runoff; storm flushing; pH; Fe; Al; Mn; sulfate
Цепочка	C1-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1590/sajs.2013/20120112
Статус проверки	publisher full abstract and open article verified	Критическое ограничение	event pathway is strongly reconstructed but individual dose and clinical effects were not measured
CIC-PL-WAT-001 · The influence of waters from hard-coal mines on the hydrochemical relations of Upper Silesian Coal Basin rivers			
Год / страна / тип	1997; Poland; regional monitoring synthesis	Этап и среда	underground hard-coal mine-water discharge; chloride; sulfate; salinity; radium noted
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://www.geographiapolonica.pl/article/item/7880.html
Статус проверки	journal metadata abstract and full-text link verified	Критическое ограничение	historic 1994 load estimates need a separate current series; ecological and human effects not measured in this paper
CIC-PL-WAT-002 · The effect of saline mine waters discharge from hard coal mine on the ecological state of the Vistula River			
Год / страна / тип	2014; Poland; primary field study	Этап и среда	hard-coal mine-water discharge; salinity and physicochemical water properties
Цепочка	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1515/ahr-2014-0011
Статус проверки	PDF methods scope and DOI verified	Критическое ограничение	one-kilometre river reach sampled in 2011–2012; limited spatial and temporal generalizability

CIC-ID-AMD-001 · The Forming of Acid Mine Drainage Based on Characteristics of Coal Mining, East Kalimantan, Indonesia			
Год / страна / тип	2023; Indonesia; primary coal and geochemical characterization study	Этап и среда	coal exposure; stockpiles; potential acid generation; sulfur and acid-generation potential
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.12911/22998993/162551
Статус проверки	open article metadata methods and DOI verified	Критическое ограничение	15 coal samples characterize potential rather than measured off-site drainage exposure or effect
CIC-US-FIRE-001 · Centralia Mine Fire Mercury Study			
Год / страна / тип	2008; USA; official primary monitoring report	Этап и среда	underground coal-mine fire; Hg; CO; SO2; H2S; TSP; metals in ambient air
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://www.pa.gov/content/dam/copapwp-pagov/en/dep/documents/business/land/mining/abandonedminereclamation/amlprogram information/centralia/documents/centraliagasm MercuryStudy.pdf
Статус проверки	legacy full PDF and tables checked	Критическое ограничение	2006–2007 monitoring found average concentrations around background or below then-applicable standards; no individual health or pregnancy outcome
CIC-RU-AIR-001 · Kuzbass state environmental report 2011			
Год / страна / тип	2012; Russia / Kuzbass; official regional monitoring report	Этап и среда	regional coal mining and industrial ambient air; city monitoring exceedances and pollutant observations
Цепочка	C3	DOI / URL	https://kuzbassec.ru/wp-content/uploads/2025/03/doklad_ecolog_2011_final.pdf
Статус проверки	legacy full PDF and table checked	Критическое ограничение	city-level monitoring cannot attribute a measured concentration to a named mine fire or individual pregnancy exposure
CIC-RU-EPID-001 · Gulyaeva et al.: anthropogenic load, genes and congenital malformations			
Год / страна / тип	2021; Russia / Kuzbass; regional screening study	Этап и среда	industrial-region population; composite anthropogenic load and congenital malformation prevalence
Цепочка	C0-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-7-658-662
Статус проверки	legacy full paper and table checked	Критическое ограничение	ecological city-level gradient; does not identify a coal-specific chemical source-pathway-dose chain

CIC-RU-EPID-002 · Gulyaeva et al.: CYP/GSTM polymorphisms and congenital malformations			
Год / страна / тип	2018; Russia / Kuzbass; case-control study	Этап и среда	clinical population in industrial region; genetic susceptibility markers and congenital malformations
Цепочка	C4-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.18821/0016-9900-2018-97-7-585-590
Статус проверки	legacy full paper checked	Критическое ограничение	clinical case-control evidence does not reconstruct territorial coal-pollutant exposure
CIC-US-ASH-003 · Evidence for Coal Ash Ponds Leaking in the Southeastern United States			
Год / страна / тип	2016; USA; primary multi-site hydrogeochemical and isotope study	Этап и среда	coal-ash impoundment storage; B; Sr; sulfate; Ca; Mn; Fe; Se; As; Mo; V in groundwater and surface water
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.est.6b01727
Статус проверки	publisher abstract methods numerical results and DOI verified	Критическое ограничение	24 impacted surface-water samples and 165 monitoring wells across selected sites; leakage evidence does not itself establish human intake or disease
CIC-US-ASH-004 · Selenium bioaccumulation in fish exposed to coal ash at the Tennessee Valley Authority Kingston spill site			
Год / страна / тип	2014; USA; primary field bioaccumulation study	Этап и среда	coal-ash spill and residual ash; selenium in whole fish and fillets
Цепочка	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1002/etc.2673
Статус проверки	ORNL metadata abstract findings and DOI verified	Критическое ограничение	fish selenium was elevated relative to reference locations but below considered risk thresholds and did not increase over five years
CIC-US-ASH-005 · Examination of mercury contamination from a recent coal ash spill into the Dan River			
Год / страна / тип	2021; USA; primary sediment and biota study	Этап и среда	coal-ash spill; mercury in sediment aquatic invertebrates and fish
Цепочка	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.111469
Статус проверки	open-access article abstract and DOI verified	Критическое ограничение	negative evidence: no longitudinal or temporal Hg increase in biota within the first three years; buried ash may remain

CIC-IN-WAT-003 · Impact of coal mining activities on the water quality: A case study of Jharia Coalfield, Dhanbad, India			
Год / страна / тип	2026; India; primary hydrogeochemical field study with modeled health risk	Этап и среда	active collieries; washeries; overburden dumps; river; TDS; hardness; BOD; Al; Cd; Cr; Ni and major ions
Цепочка	C1-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envres.2026.123951
Статус проверки	publisher full abstract study sites and DOI verified	Критическое ограничение	15 locations and source attribution by diagrams/correlations; modeled health risk is not measured dose or disease and washery versus AMD contributions remain imperfectly separated
CIC-IN-WASH-002 · Heavy metal pollution due to coal washery effluent and its decontamination using a macrofungus <i>Pleurotus ostreatus</i>			
Год / страна / тип	2017; India; primary effluent analysis and laboratory remediation experiment	Этап и среда	coal beneficiation effluent; suspended particles; Mn; Zn; Ni; Cu; Co; Cr; Fe; Pb
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.07.001
Статус проверки	EPA HERO metadata full abstract numerical removal results and DOI verified	Критическое ограничение	effluent from one Dhanbad washery and fungal laboratory endpoints; predicted aquatic harm is not a field effect study
CIC-MN-COMB-001 · Emission Characteristics of Particulate Matter, Volatile Organic Compounds, and Trace Elements from the Combustion of Coals in Mongolia			
Год / страна / тип	2018; Mongolia; controlled combustion experiment	Этап и среда	domestic coal combustion; PM10; submicron PM; VOCs; metals; anions
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/ijerph15081706
Статус проверки	full article metadata design emission factors and DOI verified	Критическое ограничение	three coals burned at fixed heat flux in a calorimeter; emission factors are source characterization not actual household exposure
CIC-MN-SOILWAT-001 · Ecological state of soils and waters in the mining areas of South Gobi province of Mongolia			
Год / страна / тип	2026; Mongolia; primary landscape-geochemical field study	Этап и среда	coal and copper mining landscapes; nearby farms; Na; F; Mg; chloride; sulfate; Ni; Cu; Zn; As in wells boreholes and soils
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.19047/0136-1694-2026-127-160-188
Статус проверки	journal citation abstract and DOI verified	Критическое ограничение	study combines Tavan Tolgoi coal and Oyu Tolgoi copper landscapes; local exceedances cannot automatically be attributed to coal mining alone

CIC-MN-DUST-002 · Monitoring Aeolian Erosion from Surface Coal Mines in the Mongolian Gobi Using InSAR Time Series Analysis			
Год / страна / тип	2024; Mongolia; remote-sensing and trajectory study	Этап и среда	open-pit coal mining and stockpiles; aeolian erosion and coal-dust transport footprint
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/rs16214111
Статус проверки	open full article methods and scope verified	Критическое ограничение	detects surface change and modeled transport footprint but does not chemically measure airborne concentration personal exposure or health effect
CIC-RU-WAT-001 · Сульфатредукция в подземных горизонтах затопленной угольной шахты в Кузбассе			
Год / страна / тип	2020; Russia / Kuzbass; primary long-term hydrochemical and microbiological study	Этап и среда	flooded Severnaya coal mine and discharge well; H ₂ S; sulfate reduction; sulfur-oxidizing microbial community
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.31857/S0026365620050183
Статус проверки	full Russian article methods measurements and DOI verified	Критическое ограничение	one flooded mine system; sulfur flux at the well discharge does not establish downstream population exposure or regional representativeness
CIC-CA-SE-003 · Reproductive success early life stage development and survival of westslope cutthroat trout exposed to elevated selenium in an area of active coal mining			
Год / страна / тип	2008; Canada; primary field-exposure and laboratory-rearing effect study	Этап и среда	surface coal mining and selenium-bearing drainage; selenium in trout eggs; fertilization; alevin mortality; fry viability
Цепочка	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/es072034d
Статус проверки	PubMed abstract study design numerical tissue concentrations outcomes and DOI verified	Критическое ограничение	eggs came from 12 exposed-site and 16 reference-site fish and were reared in the laboratory; thresholds are species and study specific and do not alone quantify population-level decline
CIC-CA-SE-004 · Bioaccumulation and effects of selenium from surface coal mining in an aquatic songbird			
Год / страна / тип	2022; Canada; primary multi-media field exposure and reproductive endpoint study	Этап и среда	surface coal mining and downstream food web; selenium in water periphyton invertebrates dipper blood eggs and feathers; clutch size; hatching success
Цепочка	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112702
Статус проверки	PubMed abstract media endpoints negative finding and DOI verified	Критическое ограничение	sampled sites and endpoints showed exposure but no significant impairment of hatching success or clutch size at the time of study; this does not exclude other species endpoints or future effects

CIC-CN-BIO-001 · Potentially toxic metals and the risk to children's health in a coal mining city: An investigation of soil and dust levels bioaccessibility and blood lead levels			
Год / страна / тип	2020; China; primary urban soil dust bioaccessibility and child biomonitoring study	Этап и среда	coal-mining city with mining combustion traffic and other urban sources; As; Co; Cr; Cu; Mn; Ni; Pb; Sr; Zn; Ca; Fe; Mg in soil and street dust; blood lead
Цепочка	C3-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105788
Статус проверки	PubMed full abstract sample size age-stratified blood lead results and DOI verified	Критическое ограничение	229 children provide an internal-dose marker but the urban mixture and cross-sectional design do not assign each child's blood lead specifically to coal mining or prove a health effect
CIC-CN-OCC-001 · A prospective cohort study among new Chinese coal miners: the early pattern of lung function change			
Год / страна / тип	2005; China; prospective occupational cohort with repeated dust-area sampling and spirometry	Этап и среда	underground coal mining; total and respirable mine dust; longitudinal FEV1
Цепочка	C4-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1136/oem.2005.020271
Статус проверки	PubMed and open-access abstract cohort sizes follow-up design and DOI verified	Критическое ограничение	area rather than personal dust sampling and early non-linear FEV1 trajectory complicate dose-response interpretation; smoking modified the decline
CIC-MN-EPID-001 · Coal burning-derived SO2 and traffic-derived NO2 are associated with persistent cough and current wheezing symptoms among schoolchildren in Ulaanbaatar Mongolia			
Год / страна / тип	2019; Mongolia; cross-sectional schoolchild exposure and symptom study	Этап и среда	urban household coal combustion and traffic in a basin; outdoor SO2 and NO2; persistent cough; current wheeze
Цепочка	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1186/s12199-019-0817-5
Статус проверки	open full article design sample size effect estimates and DOI verified	Критическое ограничение	area-level outdoor measurements and questionnaire symptoms do not provide personal chemical dose; coal traffic household heating and district characteristics coexist

CIC-US-WAT-003 · Effects of Abandoned Coal-Mine Drainage on Streamflow and Water Quality in the Mahanoy Creek Basin Pennsylvania 2001			
Год / страна / тип	2004; USA; official primary watershed field investigation	Этап и среда	abandoned anthracite mines and mine-tunnel drainage; acidity; sulfate; dissolved Fe; Al; Mn; stream loading
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://pubs.usgs.gov/sir/2004/5291/
Статус проверки	USGS report page abstract site M19/S15 measurements and flow data verified	Критическое ограничение	Centralia Mine Tunnel drains a mined watershed but the study does not separate chemistry caused by historical mining from any incremental effect of the underground fire; no individual human dose
CIC-DE-WAT-001 · Geochemical signatures of lignite mining products in sediments downstream a fluvial-lacustrine system			
Год / страна / тип	2021; Germany; primary 190-km river-sediment field transect	Этап и среда	open-cast lignite mining; pyrite weathering; post-mining groundwater rise; Fe; sulfate; sulfur; Ni; Co; Al in the River Spree system
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143942
Статус проверки	publisher abstract EPA HERO metadata study distance findings and DOI verified	Критическое ограничение	sediment signatures trace mining products but do not measure drinking-water intake or health; urban Zn Cr Pb Cu dominate the final Berlin signature
CIC-DE-ECO-001 · Effects of mining activities on fish communities and food web dynamics in a lowland river			
Год / страна / тип	2024; Germany; primary river food-web and fish-community field study	Этап и среда	lignite-mining iron load in the River Spree and reservoir retention; iron flocculation; benthic invertebrates; fish abundance biomass and diet
Цепочка	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1002/ece3.11111
Статус проверки	open full article field comparisons numerical endpoints limitations and DOI verified	Критическое ограничение	three upstream and three downstream locations sampled at one time; reservoir dam and water-temperature differences prevent attribution of every biological difference to iron alone
CIC-AU-BLAST-001 · Emissions from Blasting in Open Cut Coal Mining			
Год / страна / тип	2013; Australia; industry-funded primary fence-line monitoring project	Этап и среда	open-cut drilling and blasting with ammonium-nitrate explosives; NO ₂ ; blast fumes; hydrocarbons; diesel and regional NO ₂ sources
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://www.acarp.com.au/abstracts.aspx?repId=C18034
Статус проверки	ACARP project abstract monitoring period methods and attribution conclusion verified	Критическое ограничение	full numerical report is access-restricted; industry-funded study found multiple NO ₂ sources and did not establish community dose or health effect

CIC-AU-TRAN-001 · Western–Metropolitan Rail Systems Coal Dust Monitoring Program			
Год / страна / тип	2013; Australia; government-operated pre/post mitigation corridor monitoring	Этап и среда	rail transport of coal to Port of Brisbane; PM; deposited dust composition; coal particles; resuspended mineral and urban dust
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://www.qld.gov.au/environment/management/monitoring/air/air-programs/management/monitoring
Статус проверки	Queensland government program summary reports and peer-review statement verified	Критическое ограничение	specific southern Queensland corridor and monitoring periods; compliance and source mix do not prove zero short-duration exposure at every coal-transport route
CIC-US-STOR-001 · Effects of coal pile runoff on stream quality and macroinvertebrate communities			
Год / страна / тип	1985; USA; primary runoff stream and macrobenthos field study	Этап и среда	coal storage piles; acidic runoff; Mn; Al; Zn; Fe; sulfate; stream macroinvertebrates
Цепочка	C1-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.1985.tb00155.x
Статус проверки	journal abstract sampling design chemistry ecological conclusion and DOI verified	Критическое ограничение	two Maryland storage areas sampled in 1982–1983; periodic drought and organic inputs also shaped the invertebrate community and prevent a single-stressor interpretation
CIC-US-BEN-001 · Acute Health Effects After the Elk River Chemical Spill West Virginia January 2014			
Год / страна / тип	2017; USA; descriptive multi-source public-health investigation	Этап и среда	storage and accidental release of coal-beneficiation chemicals into municipal water source; crude MCHM; PPH; treated drinking water; acute reported symptoms
Цепочка	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1177/0033354917691257
Статус проверки	open full article spill quantity water concentrations case review survey estimates limitations and DOI verified	Критическое ограничение	three descriptive datasets did not quantify individual dose or establish causation; odor awareness recall media attention and heterogeneous case definitions could affect symptom reporting

CIC-US-BEN-002 · National Toxicology Program research program on chemicals spilled into the Elk River in West Virginia			
Год / страна / тип	2016; USA; official multi-assay toxicology program synthesis	Этап и среда	coal-beneficiation chemical spill toxicology follow-up; MCHM and minor mixture components; developmental dermal airway cellular and model-organism endpoints
Цепочка	C0-C5	DOI / URL	https://ntp.niehs.nih.gov/research/topics/wvspill
Статус проверки	NTP final program page collective conclusion chemical inventory and study links verified	Критическое ограничение	experimental toxicology and screening-level evaluation do not reconstruct individual human dose during the spill or invalidate mild symptoms reported in descriptive surveillance
CIC-CA-N-001 · Nitrate release from waste rock dumps in the Elk Valley British Columbia Canada			
Год / страна / тип	2017; Canada; primary chemical and stable-isotope field investigation	Этап и среда	surface coal mining; blasting; waste-rock disposal; nitrate from explosive residues; unsaturated waste-rock dumps; rock-drain water
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.05.253
Статус проверки	publisher abstract PubMed record field design isotope attribution and DOI verified	Критическое ограничение	identifies source and release pathway but does not measure downstream human dose or an ecological effect; dump-specific leaching behaviour should not be universalised
CIC-US-N-001 · Excess Nitrate Export in Mountaintop Removal Coal Mining Watersheds			
Год / страна / тип	2019; USA; primary multi-scale watershed monitoring and isotope study	Этап и среда	mountaintop-removal coal mining; blasting; valley fills; reclamation; nitrate export; explosive residue; fertilizer; rock-derived nitrogen; altered nitrogen cycling
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1029/2019JG005174
Статус проверки	open full article methods results numerical fluxes isotope interpretation limitations and DOI verified	Критическое ограничение	mining-associated nitrate is established but isotope signatures did not uniquely identify explosives or fertilizer; persistent post-mining export cannot be assigned to explosive residue alone

CIC-CA-N-002 · The Effects of Explosives Use on Water Quality at Fording Coal Limited			
Год / страна / тип	1983; Canada; official one-year coal-mine water-quality field study	Этап и среда	surface coal mining; ammonium-nitrate explosives; mine drainage; nitrogen species in mine drainage and the Fording River; algal-growth concern
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/air-land-water/water/waterquality/monitoring-water-quality/wq_bc_mining_explosives_wq.pdf
Статус проверки	official British Columbia report identity study period object and stated purpose verified	Критическое ограничение	historical report; numerical tables and effect interpretation require direct table-level extraction before use in a quantitative claim
CIC-US-BEN-003 · Investigation of MCHM transport mechanisms and fate: implications for coal beneficiation			
Год / страна / тип	2015; USA; laboratory batch and column fate study	Этап и среда	routine fine-coal beneficiation; MCHM volatilization; sorption to coal and tailings; leaching and desorption
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.01.054
Статус проверки	PubMed bibliographic record abstract experimental processes conclusion and DOI verified	Критическое ограничение	laboratory fate experiments support retention under studied conditions but do not survey every operating plant spill pathway tailings impoundment or long-term field discharge
CIC-CN-BEN-001 · Distribution and Migration of Trace Elements during Flotation in Ge-Rich Low-Rank Coal from Wulantuga Coal Mine Inner Mongolia China			
Год / страна / тип	2022; China; laboratory flotation and release experiment on mine-specific coal	Этап и среда	coal preparation and flotation; argillation; trace-element partitioning into cleaned coal tailings and process water
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acsomega.1c05487
Статус проверки	open full article experimental design tables element-specific release values limitations and DOI verified	Критическое ограничение	bench-scale release into coal-preparation water is not a measurement of discharge beyond a plant and does not establish receptor exposure or toxicity
CIC-IN-ASH-001 · Heavy metal contamination of groundwater due to fly ash disposal of coal-fired thermal power plant Parichha Jhansi India			
Год / страна / тип	2016; India; seasonal groundwater field survey around an unlined ash pond	Этап и среда	coal combustion; wet fly-ash disposal; Pb Ni Cr Mn Fe in coal fly ash and village groundwater
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1179243
Статус проверки	DOAJ record open article abstract sites seasons concentration ranges and DOI verified	Критическое ограничение	spatial groundwater survey without an isotope or hydrologic source tracer; exceedance near an ash pond does not allocate every measured metal exclusively to fly ash

CIC-IN-ASH-002 · Assessment of groundwater pollution from ash ponds using stable and unstable isotopes around the Koradi and Khaperkheda thermal power plants Maharashtra India			
Год / страна / тип	2015; India; primary hydrochemical and multi-isotope source-attribution field study	Этап и среда	coal combustion ash ponds; brick kilns; domestic wastewater; groundwater salinity sulfate and water-source tracers
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.02.083
Статус проверки	EPA HERO bibliographic record abstract isotope findings DOI and study design verified	Критическое ограничение	site-specific attribution study; low ash-pond influence at these plants does not show that all ash ponds are contained or harmless
CIC-ZA-ASH-001 · Contamination of groundwater by leachate plumes from coal fly ash: a case study of Matimba power station ash dump Limpopo province South Africa			
Год / страна / тип	2025; South Africa; open-access MSc field thesis	Этап и среда	coal combustion; dry ash disposal; TDS EC sulfate chloride sodium magnesium manganese iron and groundwater facies
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://hdl.handle.net/10210/518526
Статус проверки	university repository record abstract sampling design main findings usage indices and persistent handle verified	Критическое ограничение	master's thesis rather than independent peer-reviewed article; abstract-level extraction does not establish household ingestion or health outcome and exact borehole data require full-table audit
CIC-CN-COMB-002 · Distribution co-removal and emission characteristic of trace elements in 320 MW coal-fired power plant			
Год / страна / тип	2017; China; full-scale simultaneous field mass-balance study	Этап и среда	coal combustion; SCR ESP and wet flue-gas desulfurization; Cr Mn Co Ni Cu Zn As Mo Cd Sb Ba Pb in bottom ash fly ash WFGD removal and stack gas
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.11949/j.issn.0438-1157.20170141
Статус проверки	open journal abstract plant configuration EPA Method 29 distribution removal stack ranges and DOI verified	Критическое ограничение	one 320 MW unit and twelve elements; stack concentration is not ambient concentration personal exposure or health effect; captured mass becomes a solid or liquid waste-management burden

CIC-IN-COMB-001 · Distribution of trace elements in coal and combustion residues from five thermal power plants in India			
Год / страна / тип	2011; India; primary multi-plant coal and ash characterization study	Этап и среда	coal combustion and residue generation; Pb Cu Cd Zn Fe Mn Cr Ni Mg Li Co Hg As in feed coal fly ash and bottom ash
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2011.03.008
Статус проверки	publisher abstract methods concentration ranges partitioning findings and DOI verified	Критическое ограничение	measures coal and collected ash rather than stack emissions leaching ambient transport or receptor exposure; enrichment in fly ash is a waste characterization not a health-risk estimate
CIC-RU-WAT-002 · Экологические последствия закрытия шахт в Кузбассе и их мониторинг			
Год / страна / тип	2015; Russia / Kuzbass; mine-closure hydrogeological and hydrochemical monitoring synthesis	Этап и среда	closed coal mines; pumped or discharging mine water; receiving rivers; suspended solids BOD COD Fe Mn Cu and pre-existing river contamination
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-posledstviya-zakrytiya-shaht-v-kuzbasse-i-ih-monitoring
Статус проверки	article identity authors monitoring scope named mines rivers and reported upstream exceedances verified	Критическое ограничение	monitoring synthesis draws partly on a 2014 institutional report; values expressed as multiples of regulatory limits rather than complete concentrations and flows; upstream pollution prevents simple before-after attribution
CIC-ID-WAT-001 · Acid Mine Drainage in a Tropical Environment: A Case Study from Bukit Coal Mine Site in South Sumatra Indonesia			
Год / страна / тип	2018; Indonesia; primary field mine-water and treatment-system study in IMWA proceedings	Этап и среда	open-pit coal mining; pit lakes; stockpile drainage; passive treatment; pH sulfate Al Fe Mn and other trace elements
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://www.imwa.info/docs/imwa_2018/IMWA2018_Gautama_611.pdf
Статус проверки	open full paper named pits seasonal chemistry treatment inlet-intermediate-outlet values and study limitations verified	Критическое ограничение	mine-site water and treatment measurements do not establish receiving-water concentration ecological exposure or human health effect; proceedings paper is not an independent regulatory audit

CIC-ID-WAT-002 · Metals Distribution in River Sediment from Open-Pit Coal Mine Activity			
Год / страна / тип	2023; Indonesia; primary river-sediment field study in IMWA proceedings	Этап и среда	active and inactive open-pit coal mines; mine-water treatment effluents; Fe Mn Pb Cr and Ni in Lati River sediment
Цепочка	C1-C3	DOI / URL	https://www.imwa.info/docs/imwa_2023/IMWA2023_Farahnaz_159.pdf
Статус проверки	open full paper 15.4 km transect 15 composite sediment stations 10 treatment-plant outlets ICP-MS values spatial analysis and funding statement verified	Критическое ограничение	sediment accumulation was not paired with organism tissue toxicity or health outcomes; geological background and multiple mine outlets complicate allocation to one operator or discharge; company environmental department participated in the study
CIC-ID-TRN-001 · Distribution and density of coal spills and bioaccumulation factors of metals in fish at a ship-to-ship coal transfer area			
Год / страна / тип	2026; Indonesia; primary marine field study	Этап и среда	barge-to-vessel coal transshipment; marine coal spills; coal debris Fe Mn Zn Cu Pb Cd As and Hg in sediment water fish and plankton
Цепочка	C1-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.rsma.2026.105207
Статус проверки	publisher bibliographic record DOI study area sampling design abstract numerical BAF and BSAF ranges and principal findings verified	Критическое ограничение	abstract-level extraction does not provide all concentration tables reference-site design species-specific thresholds or confounder adjustment; bioaccumulation is not itself a demonstrated adverse effect or human dose
CIC-US-FIRE-002 · Problems in the Control of Anthracite Mine Fires: A Case Study of the Centralia Mine Fire (August 1980)			
Год / страна / тип	1983; USA; U.S. Bureau of Mines Report of Investigations 8799	Этап и среда	underground anthracite mine fire beneath an inhabited borough; fire propagation heat subsidence fumes and carbon-monoxide surveillance
Цепочка	C0-C2	DOI / URL	https://stacks.cdc.gov/view/cdc/10644
Статус проверки	CDC/NIOSH repository bibliographic record full-report identity scope Centralia control options and documented residential monitoring response verified	Критическое ограничение	documents hazard recognition monitoring and engineering decisions but does not by itself provide an epidemiological causal estimate; detector installation is not proof that every monitored home had harmful CO concentrations

CIC-CA-N-003 · Growth of Coal Mining Operations in the Elk River Valley Canada Linked to Increasing Solute Transport of Se Nitrate and Sulfate into the Transboundary Koosanus Reservoir			
Год / страна / тип	2023; Canada / USA; peer-reviewed paired-watershed trend and load study	Этап и среда	open-pit coal mining; waste rock; transboundary river transport; nitrate plus nitrite selenium and sulfate
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/acs.est.3c05090
Статус проверки	USGS publication record DOI paired-watershed design flow-normalized trend periods concentration and load changes verified	Критическое ограничение	co-transported solutes were analysed together; the study establishes watershed-scale transport but not a nitrate-specific biological effect individual dose or source split among individual mines
CIC-CA-N-004 · Elk Valley Water Quality Plan: nitrate and sulphate aquatic-effects benchmark derivation			
Год / страна / тип	2014; Canada; site-specific controlled-toxicity evidence and management benchmark	Этап и среда	mine-related nitrate in surface water; nitrate-N direct aqueous toxicity modified by hardness
Цепочка	C3-C5	DOI / URL	https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/waste-management/industrial-waste/industrial-waste/mining-smelt-energy/area-based-man-plan/evwq_full_plan.pdf
Статус проверки	official provincial-hosted plan receptor species test types effect levels hardness adjustment and benchmark basis verified	Критическое ограничение	benchmarks rely partly on company-commissioned site-water tests and predict controlled-test effects; they are not field proof that nitrate caused an observed community or fish-population change in the Elk Valley
CIC-AU-FIRE-005 · Most respiratory symptoms have resolved 9 years after PM2.5 exposure from the Hazelwood coal mine fire			
Год / страна / тип	2026; Australia; longitudinal exposed-comparison adult cohort	Этап и среда	open-cut brown-coal mine fire; PM2.5; wheeze; dyspnea; chest tightness; cough; phlegm; nasal symptoms
Цепочка	C3-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.1097/EE9.0000000000000450
Статус проверки	PubMed and open full article cohort waves sample sizes exposure reconstruction results null outcomes DOI and conflicts verified	Критическое ограничение	follow-up subsample was enriched for asthma and smaller than baseline; exposure was modelled from time-location histories; persistence or resolution of symptoms does not describe unmeasured diseases

CIC-IN-AIR-002 · PM2.5-bound trace elements in a critically polluted industrial coal belt of India: seasonal patterns source identification and human health risk assessment			
Год / страна / тип	2021; India; year-long ambient filter chemistry and modelled risk assessment	Этап и среда	coalfield fires mining transport and resuspended road dust; PM2.5-bound Fe Mn Cu Zn Cr Pb Co Ni Cd and As
Цепочка	C2-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s11356-021-12876-z
Статус проверки	PubMed abstract sampling period mean PM2.5 element order source-analysis statement and modelled risk conclusions verified	Критическое ограничение	PCA and correlation identify a source mixture rather than fire-only attribution; HQ HI and excess-cancer-risk calculations are model outputs not measured internal dose or observed disease
CIC-CN-FIRE-HG-003 · Mercury emission from spontaneously ignited coal gangue hill in Wuda coalfield Inner Mongolia China			
Год / страна / тип	2016; China; primary in-situ vent monitoring study	Этап и среда	spontaneously burning coal-gangue waste pile; gaseous mercury at combustion vents
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.fuel.2016.05.092
Статус проверки	publisher bibliographic record DOI hill dimensions sampling design number of measurements and concentration range verified	Критическое ограничение	vent concentrations at a burning waste pile are source measurements not residential ambient concentration inhaled dose or health effect; mercury alone does not represent the complete emission mixture
CIC-CA-N-005 · Fording River Operations Local Aquatic Effects Monitoring Program 2023			
Год / страна / тип	2024; Canada; operator-commissioned field aquatic monitoring report	Этап и среда	open-pit coal mining and water treatment; nitrate and co-occurring mine-related constituents; benthic invertebrate community
Цепочка	C3-C5	DOI / URL	https://www.glencore.ca/.rest/api/v1/documents/19195851bd2ec7b13b2a36fe447927ab/Fording%2BRiver%2BOperations%2BLocal%2BAquatic%2BEffects%2BMonitoring%2BProgram%2B2023.pdf
Статус проверки	report study question field stations before-after and upstream-downstream comparisons and stated nitrate interpretation verified	Критическое ограничение	operator-commissioned monitoring; nitrate selenium nickel cadmium sulphate flow habitat and treatment effects coexist; finding that nitrate is not the primary cause is a weight-of-evidence interpretation rather than a nitrate-only field experiment

CIC-GLOBAL-BEN-001 · Development Document for Interim Final Effluent Guidelines and New Source Performance Standards for the Coal Mining Category			
Год / страна / тип	1976; Global; official multi-facility technical survey	Этап и среда	coal preparation and wet cleaning; process water suspended solids and facility water circuits
Цепочка	C1-C2	DOI / URL	https://www.epa.gov/sites/default/files/2014-08/documents/coal_mining_dd_int_final_1976_057a.pdf
Статус проверки	EPA technical survey scope and reported preparation-facility water-circuit finding verified	Критическое ограничение	historical US industry survey; process configurations and regulation have changed; closed-circuit reporting is not proof of zero release and the document does not provide a modern chemical-specific receptor chain
CIC-MN-BIO-001 · Environmental health survey for children residing near mining areas in South Gobi Mongolia			
Год / страна / тип	2021; Mongolia; cross-sectional child biomonitoring study	Этап и среда	mixed mining household fuel and domestic exposure setting; blood lead cadmium mercury; hair mercury; urine total arsenic
Цепочка	C3-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1186/s41182-021-00326-6
Статус проверки	open full text sites sample size laboratory QA values alternative-source discussion and limitations verified	Критическое ограничение	one-time sample of 118 children without matched environmental air soil and water samples; the three soums differ in coal copper-gold and small-scale mining plus household sources so biomarkers cannot be assigned specifically to Tavan Tolgoi coal dust
CIC-RU-DUST-002 · Spatial Patterns of Dust Deposition and PAH Accumulation in Snow near an Open-Pit Coal Mine: The Roles of Topography and Wind Direction in Kuzbass Russia			
Год / страна / тип	2026; Russia / Kuzbass; primary snow-deposition particle chemistry study	Этап и среда	open-pit overburden and pre-mining stage; PM10 PM0.1 mineral phases and PAHs in snow
Цепочка	C2-C3	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/su18115679
Статус проверки	full article design particle fractions XRD HPLC values spatial directions and conclusions verified	Критическое ограничение	snow-deposited mass is not breathing-zone PM concentration or personal dose; no health endpoint; lack of a monotonic distance gradient and mixed supporting activities limit simple mine-only attribution

CIC-ID-WAT-003 · Kajian kualitas lingkungan air sungai Lati dan sosial ekonomi masyarakat desa Sembakungan akibat aktivitas penambangan batubara PT Berau Coal			
Год / страна / тип	2004; Indonesia; university master's thesis field survey available at abstract level	Этап и среда	coal-mine waste discharge to Lati River; pH TDS TSS Fe Mn and plankton diversity
Цепочка	C2-C5	DOI / URL	https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/25320
Статус проверки	university repository abstract methods key water values plankton-index values and dilution statement verified	Критическое ограничение	full thesis is not publicly displayed; purposive sampling and abstract-level extraction prevent audit of station-level tables seasonal replication co-contaminants and causal allocation to individual discharges
CIC-TR-AIR-001 · Biomonitoring of metals in the vicinity of Soma coal-fired power plant in western Anatolia Turkey using the epiphytic lichen Xanthoria parietina			
Год / страна / тип	2011; Turkey; primary spatial lichen biomonitoring study	Этап и среда	coal-fired power generation and atmospheric deposition; As Cd Co Cr Cu Fe Hg Ni Pb Se Th U V and Zn in lichens
Цепочка	C2-C4	DOI / URL	https://doi.org/10.1080/10978526.2011.609075
Статус проверки	PubMed DOI 44-station grid 2004-2006 period ICP-MS element list wind-direction pattern and conclusions verified	Критическое ограничение	lichen concentration integrates deposition but is not human internal dose or a direct ecological-effect endpoint; traffic industry soil and regional sources were not eliminated by an experimental source tracer
CIC-BG-WAT-001 · Impact of Coal-Fired Power Plant Activities on the Ecological Status of River Ecosystems: Case Study of Sokolitsa River Bulgaria			
Год / страна / тип	2026; Bulgaria; primary upstream-downstream river chemistry and biological-community study	Этап и среда	coal-fired power plant wastewater and adjacent energy complex; temperature conductivity hardness calcium sulfate nitrogen nutrients phytobenthos and macrozoobenthos
Цепочка	C2-C5	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/environments13040191
Статус проверки	DOI authors 2013-2022 monitoring 2023-2024 sampling upstream-downstream design chemical variables and community results verified	Критическое ограничение	the Sokolitsa lies within a wider lignite mining and power complex; wastewater hydromorphology temperature nutrients salts and other pollutants co-vary so a single chemical cannot be assigned as the sole cause

CIC-GLOBAL-CH4-001 · 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2 Chapter 4 Fugitive Emissions			
Год / страна / тип	2006; Global; international inventory methodology	Этап и среда	surface underground and post-mining coal; methane emission factors activity data and mine-specific measurements
Цепочка	C0-C2	DOI / URL	https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html
Статус проверки	IPCC tier equations documentation requirements and relative status of direct mine-specific measurement versus emission-factor methods verified	Критическое ограничение	inventory methodology is not an independent atmospheric measurement; uncertainty depends on gas-content representativeness activity data mine type and temporal variability and cannot validate a named mine by itself
CIC2-US-CEN-001 · Divergent extremes but convergent recovery of bacterial and archaeal soil communities to an ongoing subterranean coal mine fire			
Год / страна / тип	2017; USA; primary field chronosequence	Этап и среда	underground coal fire; soil chemistry and microbiome
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1038/ismej.2017.1
Статус проверки	full article verified	Критическое ограничение	space-for-time fire history is not repeated measurement of every site; near-complete community convergence does not establish recovery of every soil function
CIC2-US-CEN-002 · Arrive and wait: Inactive bacterial taxa contribute to perceived soil microbiome resilience after a multidecadal press disturbance			
Год / страна / тип	2024; USA; primary seven-year field study	Этап и среда	underground coal fire; soil microbiome
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1111/ele.14393
Статус проверки	full article verified	Критическое ограничение	microbial community resilience does not equal restoration of soil profile vegetation geology or human safety
CIC2-US-CEN-003 · Seven years of microbial community metagenomes from temperate soils affected by an ongoing coal seam fire			
Год / страна / тип	2024; USA; primary dataset announcement	Этап и среда	underground coal fire; soil metagenome
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1128/mra.00198-24
Статус проверки	methods and dataset verified	Критическое ограничение	dataset paper supplies sequence resources rather than an independent ecological-effect estimate

CIC2-US-CEN-004 · Nitrogen Changes and Domain Bacteria Ribotype Diversity in Soils Overlying the Centralia Pennsylvania Underground Coal Mine Fire			
Год / страна / тип	2005; USA; primary field study	Этап и среда	underground coal fire; soil chemistry and bacteria
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1097/00010694-200503000-00005
Статус проверки	DOI and abstract/full-text lead verified	Критическое ограничение	site-specific early study; chemistry was heterogeneous and cannot be generalized to the whole borough
CIC2-US-SOIL-001 · Soil Microbial Community Recovery in Reclaimed Soils on a Surface Coal Mine Site			
Год / страна / тип	2012; USA; primary field chronosequence	Этап и среда	surface-coal-mine reclamation; soil microbial community
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.2136/sssaj2011.0288
Статус проверки	abstract and journal record verified	Критическое ограничение	chronosequence substitutes space for time; biomarker recovery does not establish recovery of all soil properties
CIC2-CA-SOIL-001 · Microbial composition and function in reclaimed mine sites along a reclamation chronosequence become increasingly similar to undisturbed reference sites			
Год / страна / тип	2024; Canada; primary field chronosequence	Этап и среда	mine reclamation; soil bacterial and fungal communities
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.170996
Статус проверки	PubMed metadata and abstract verified	Критическое ограничение	mine type and full site characteristics require full-text extraction; increasing similarity is not identity
CIC2-DE-SOIL-001 · Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites			
Год / страна / тип	1988; Germany; primary field chronosequence	Этап и среда	open-pit mine reclamation; soil carbon and microbial biomass
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/BF02011711
Статус проверки	PubMed metadata and abstract verified	Критическое ограничение	historic chronosequence; carbon values depend on land use and do not alone define full soil recovery

CIC2-ES-SOIL-001 · Reclamation of lignite mine areas with <i>Triticum aestivum</i>: The dynamics of soil functions and microbial communities			
Год / страна / тип	2014; Spain; primary field chronosequence	Этап и среда	lignite-mine reclamation; soil microbes and enzymes
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.03.009
Статус проверки	journal abstract verified	Критическое ограничение	microbial abundance and enzyme convergence coexisted with different community structure after 20 years
CIC2-IN-SOIL-001 · Soil development in 2-21 years old coalmine reclaimed spoil with trees: A case study from Sonapur-Bazari opencast project Raniganj Coalfield India			
Год / страна / тип	2015; India; primary field chronosequence	Этап и среда	opencast-coal spoil reclamation; soil properties microbial activity biomass and plant community
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2015.09.043
Статус проверки	journal metadata and abstract verified	Критическое ограничение	space-for-time design; tree-covered spoil and selected soil properties do not prove recreation of the original soil profile
CIC2-CN-SOIL-001 · The development of topsoil properties under different reclaimed land uses in the Pingshuo opencast coalmine of Loess Plateau of China			
Год / страна / тип	2017; China; primary multi-land-use field study	Этап и среда	opencast-coal reclamation; topsoil texture carbon nitrogen nutrients and CEC
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.12.028
Статус проверки	abstract and methods summary verified	Критическое ограничение	OC and N became comparable under some land uses; other properties differed and chronosequence convergence is not whole-profile restoration
CIC2-CN-GW-001 · Evolution mechanism of a groundwater system in the opencast coalmine area in the typical prairie			
Год / страна / тип	2019; China; primary hydrogeochemical field comparison	Этап и среда	active opencast coal mining; groundwater chemistry and flow
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.16030/j.cnki.issn.1000-3665.2019.01.22
Статус проверки	full HTML abstract and methods verified	Критическое ограничение	multiple simultaneous hydrological changes complicate attribution of every analyte to one reaction

CIC2-PL-DUMP-001 · Mineralogy and geochemistry of coal wastes from the Starzykowiec coal-waste dump Upper Silesia Poland			
Год / страна / тип	2014; Poland; primary field mineralogical and geochemical study	Этап и среда	old self-heating coal-waste dump; solid waste mineralogy organic matter and trace elements
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2014.02.007
Статус проверки	publisher abstract methods and conclusions verified	Критическое ограничение	original input material was poorly documented; history and mass change therefore rely partly on inference
CIC2-PL-DUMP-002 · Preservation of coal-waste geochemical markers in vegetation and soil on self-heating coal-waste dumps in Silesia Poland			
Год / страна / тип	2016; Poland; primary field soil vegetation and organic-geochemistry study	Этап и среда	self-heating coal-waste dumps; migrating biomarkers alkyl aromatics PAHs and phenols
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.chemer.2016.04.001
Статус проверки	publisher abstract verified	Критическое ограничение	surface fingerprints demonstrate migration to sampled soil and plant surfaces but not dose disease or a universal dump composition
CIC2-PL-DUMP-003 · Organic contaminants of coal-waste dump water in the Lower- and Upper Silesian Coal Basins Poland			
Год / страна / тип	2020; Poland; primary field water organic-geochemistry study	Этап и среда	coal-waste dumps and self-heating; organic compounds PAHs and organophosphate esters in temporary and permanent waters
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2020.104690
Статус проверки	publisher abstract verified	Критическое ограничение	mixed biogenic geogenic self-heating and external anthropogenic sources require compound-specific attribution
CIC2-PT-DUMP-001 · Assessment of mobile mercury concentration in soils of an abandoned coalfield waste pile in Douro region: the Fojo waste pile study case			
Год / страна / тип	2024; Portugal; primary field soil and sequential-extraction study	Этап и среда	abandoned partly burnt coal-waste pile; pseudo-total and operationally mobile mercury fractions in waste and nearby soil
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1007/s11368-024-03786-x
Статус проверки	full article verified	Критическое ограничение	local geology is naturally Hg-enriched and downhill spread is described as possible; sequential fractions are operational mobility indicators not measured uptake

CIC2-US-REFUSE-001 · Hydrogeology and Simulation of Groundwater Flow at the Green Valley Reclaimed Coal Refuse Site near Terre Haute Indiana			
Год / страна / тип	2011; USA; official primary hydrogeological investigation	Этап и среда	reclaimed coarse and fine coal refuse; groundwater flow seeps acid mine drainage and receiving waters
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://pubs.usgs.gov/sir/2011/5116/
Статус проверки	USGS report verified	Критическое ограничение	reclamation altered flow and runoff but site-specific groundwater paths and imported cap materials limit transfer
CIC2-UK-WAT-001 · Long-term changes in the quality of polluted minewater discharges from abandoned underground coal workings in Scotland			
Год / страна / тип	1999; United Kingdom; primary multi-site long-term monitoring synthesis	Этап и среда	abandoned underground coal mines; mine-water pH alkalinity iron sulfate and discharge evolution
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1144/GSL.QJEG.1999.032.P1.05
Статус проверки	journal repository abstract verified	Критическое ограничение	iron commonly declined toward an asymptote but did not vanish; discharge behavior depended on water-table fluctuation and geology
CIC2-UK-WAT-002 · Flow dependent water quality impacts of historic coal and oil shale mining in the Almond River catchment Scotland			
Год / страна / тип	2013; United Kingdom; primary catchment monitoring and spatial hydrochemistry	Этап и среда	abandoned coal and oil-shale sites; river Fe sulfate major ions and cumulative point-plus-diffuse loading
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2013.06.001
Статус проверки	journal repository abstract verified	Критическое ограничение	coal and oil-shale sources coexist with urban inputs; catchment evidence cannot assign every ion to a single site
CIC2-US-ECO-001 · Abandoned coal mine drainage and its remediation: impacts on stream ecosystem structure and function			
Год / страна / тип	2012; USA; primary comparative field ecosystem study	Этап и среда	abandoned coal-mine drainage; water chemistry macroinvertebrates primary production respiration nutrient uptake and decomposition
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1890/11-1735.1
Статус проверки	publisher abstract verified	Критическое ограничение	two mining regions showed different ecological responses; no single AMD phenotype can be generalized

CIC2-US-ECO-002 · Impact of mine drainage on a mountain stream in Pennsylvania			
Год / страна / тип	1978; USA; primary upstream-downstream field study	Этап и среда	coal-mine drainage; ferric hydroxide deposition water chemistry fish and benthic macroinvertebrates
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/0013-9327(78)90055-1
Статус проверки	publisher abstract verified	Критическое ограничение	historic single-stream study; alkaline receiving water held pH at 6.5-8 so effects cannot be described as acid toxicity alone
CIC2-US-SED-001 · Mineralogical and geochemical variation in stream sediments impacted by acid mine drainage is related to hydro-geomorphic setting			
Год / страна / тип	2018; USA; primary streambed cores porewater and hydraulic-gradient study	Этап и среда	abandoned-coal-mine drainage; iron oxyhydroxide deposits Al Mn Cu and porewater Fe Mn
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1525/elementa.286
Статус проверки	full open article verified	Критическое ограничение	field data show spatially variable storage and porewater but do not quantify whole-watershed remobilization during an extreme flood
CIC2-US-COMB-001 · Partitioning of Mercury Arsenic Selenium Boron and Chloride in a Full-Scale Coal Combustion Process Equipped with SCR ESP and FGD Systems			
Год / страна / тип	2009; USA; full-scale simultaneous material-balance field study	Этап и среда	coal combustion and air-pollution control; Hg As Se B and chloride across gas ash gypsum and wastewater
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1021/ef900293u
Статус проверки	publisher abstract and numerical partitioning verified	Критическое ограничение	one plant one operating state; percentages are element- and configuration-specific and are not ambient exposure estimates
CIC2-US-COMB-002 · Partitioning of selected trace elements in coal combustion products from two coal-burning power plants in the United States			
Год / страна / тип	2013; USA; primary two-plant solid-stream mass-balance study	Этап и среда	coal combustion; As Cr Hg Pb and Se in feed coal bottom ash economizer ash and fly ash
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2012.08.010
Статус проверки	USGS publication record and abstract verified	Критическое ограничение	mass balance excluded FGD and does not represent final disposal leaching or ambient exposure

CIC2-NL-USE-001 · Verification of laboratory-field leaching behavior of coal fly ash and MSWI bottom ash as a road base material			
Год / страна / тип	2000; Netherlands; primary decade-scale field verification	Этап и среда	beneficial use in road construction; element release percolation water and soil-profile accumulation
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/S0956-053X(99)00322-0
Статус проверки	publisher abstract verified	Критическое ограничение	mixed material types and site-specific construction; release behavior cannot be generalized to every fly ash or use
CIC2-US-USE-001 · Water Quality Risk Assessment from Roadway Substructures Employing Fly Ash			
Год / страна / тип	2016; USA; primary multi-site field monitoring synthesis	Этап и среда	beneficial use in road substructures; trace elements in groundwater and surface water
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1061/9780784480144.099
Статус проверки	publisher abstract verified	Критическое ограничение	reported no water-quality impact for tested applications; does not prove safety for unencapsulated fills other ashes or unmonitored pathways
CIC2-CN-BEN-001 · Migration and Distribution of Fifteen Toxic Trace Elements during the Coal Washing of the Kailuan Coalfield Hebei Province China			
Год / страна / тип	2009; China; primary process partitioning study	Этап и среда	coal washing; 15 trace elements across raw coal clean coal middlings slime and tailings
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1260/0144-5987.27.2.143
Статус проверки	publisher abstract verified	Критическое ограничение	partitioning into wastes is not evidence of release beyond the facility or receptor exposure
CIC2-US-BEN-001 · Environmental Contaminants in Coal Slurry Intended for Underground Injection in the State of West Virginia			
Год / страна / тип	2015; USA; primary multi-site slurry characterization	Этап и среда	coal preparation slurry; 177 organic and inorganic constituents in liquid and solids
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0000874
Статус проверки	publisher abstract verified	Критическое ограничение	composition above guidelines in slurry does not establish migration to groundwater; source-to-receptor attribution requires separate hydrogeology

CIC2-US-CEN-005 · The effect of abundant precipitation on coal fire subsidence and its implications in Centralia PA			
Год / страна / тип	2013; USA; primary field mapping thermal-imagery and precipitation study	Этап и среда	underground coal fire; infiltration steam heat fractures sinkholes and surface subsidence
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.coal.2012.10.004
Статус проверки	publisher full preview verified	Критическое ограничение	links precipitation fire heat and new subsidence spatially and mechanistically but does not quantify groundwater contamination
CIC2-US-CEN-006 · Centralia Mine Fire Resources			
Год / страна / тип	2026; USA; current official status and hazard page	Этап и среда	underground coal fire; official current fire status dangerous gases and collapse hazard
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://www.pa.gov/agencies/dep/programs-and-services/mining/abandoned-mine-reclamation/aml-program-information/centralia-mine-fire-resources
Статус проверки	current Pennsylvania DEP page verified	Критическое ограничение	official hazard/status source rather than a chemical field study; no claim about specific present-day concentrations
CIC2-AU-SOIL-001 · Temporal dynamics in biotic and functional recovery following mining			
Год / страна / тип	2022; Australia; primary multi-mine reference comparison	Этап и среда	open-cut coal-mine rehabilitation; vegetation attributes soil-surface condition and landscape function
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1111/1365-2664.14172
Статус проверки	full methods and article record verified	Критическое ограничение	older sites were unevenly distributed among mines and 12 years is not a full long-term endpoint
CIC2-AU-SOIL-002 · Identification of Metabolic Gaps in the Microbial Cycling of Carbon Limiting Soil Formation in Coal Mine Spoil and Degraded Topsoil			
Год / страна / тип	2025; Australia; primary field rehabilitation experiment	Этап и среда	coal-mine waste-rock dump rehabilitation; spoil topsoil chemistry and microbial carbon metabolism
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1111/sum.70099
Статус проверки	full open methods verified	Критическое ограничение	short monitoring window describes constraints and early trajectories not mature ecosystem recovery

CIC2-MN-MAT-001 · Environmental Sustainability of Open-Pit Coal Mining Practices at Baganuur Mongolia			
Год / страна / тип	2020; Mongolia; primary field water-soil sampling plus laboratory leaching	Этап и среда	active open-pit coal mining; dewatering water discharged water sump water waste soil interburden and dust
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/su12010248
Статус проверки	full open article verified	Критическое ограничение	only five soil material samples and laboratory leaching; potential release is not a demonstrated regional plume or health outcome
CIC2-MN-SOIL-001 · The impacts of mining on soil pollution with metal(loid)s in resource-rich Mongolia			
Год / страна / тип	2023; Mongolia; primary urban-soil survey plus evidence synthesis	Этап и среда	coal-mining towns and mixed urban sources; Cd Cu Pb Zn and other metal(loid)s in topsoil
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1038/s41598-023-29370-w
Статус проверки	full open article and DOI verified	Критическое ограничение	urban heating traffic geology and industry confound simple mine-distance attribution
CIC2-ZA-WAT-001 · Environmental impacts associated with an abandoned mine in the Witbank Coalfield South Africa			
Год / страна / тип	2001; South Africa; primary integrated post-closure case study	Этап и среда	abandoned underground coal mine and fire; subsidence fractures recharge acid mine drainage groundwater seepage surface water and vegetation
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/S0166-5162(00)00033-1
Статус проверки	publisher full preview verified	Критическое ограничение	historic site-specific case; multiple coupled mechanisms prevent assigning every change to combustion alone
CIC2-PL-WAT-001 · Multi-Decadal Impact of Mine Waters in Przemsza River Basin Upper Silesian Coal Basin Southern Poland			
Год / страна / тип	2024; Poland; primary long-term discharge and river synthesis	Этап и среда	active and abandoned underground coal mines; mine-water quantity chloride sulfate load river conductivity and flow
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.3390/w16213147
Статус проверки	full open article verified	Критическое ограничение	regional drought and changing river flow strongly affect concentration even as mine-water volume declines

CIC2-UK-WAT-003 · Sources and controls of greenhouse gases and heavy metals in mine water: A continuing climate legacy			
Год / страна / тип	2024; United Kingdom; primary multi-site field chemistry and isotope study	Этап и среда	abandoned coal-mine water; CO2 methane Fe As Ni Co Mn and source signatures
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167371
Статус проверки	open publisher abstract and dataset link verified	Критическое ограничение	outflow concentrations and isotopic source apportionment do not directly equal atmospheric flux or human exposure

CIC2-PL-RES-001 · Characteristics of the chemical composition of water in reservoirs under the influence of coal mine waste in the Upper Silesian Coal Basin southern Poland			
Год / страна / тип	2025; Poland; primary multi-reservoir field study	Этап и среда	post-mining waste landfills; chloride sulfate sodium conductivity and shallow-aquifer concern
Цепочка	материальный поток второго прохода	DOI / URL	https://doi.org/10.7163/GPol.0299
Статус проверки	full article metadata and abstract verified	Критическое ограничение	adjacency and reservoir chemistry establish influence but shallow-groundwater risk is potential unless hydraulic source attribution is measured

Приложение D. Журнал поиска

Журнал фиксирует 47 поисковых пакетов обоих проходов. Статус gap-open означает зафиксированный пробел, а не отсутствие процесса в реальности.

Search ID	Прох од	Модуль	Платформа	Точная строка	Фильтры	Результат / исключение	Статус
SLOG-000	I	coal fires	legacy archive	inventory of existing 11-file corpus	none	11 files; preservation and SHA-256 confirmed	complete
SLOG-001	I	mining dust; coal combustion; mine water	web search	Mongolia Tavan Tolgoi coal mine dust heavy metals primary study DOI; Ulaanbaatar coal combustion source apportionment	primary studies and official reports preferred	12 candidate records; mining and urban-combustion branches must remain separate	screened
SLOG-002	I	Appalachian water; occupational dust; coal ash	web search	Appalachian coal mining stream chemistry selenium sulfate conductivity; coal mine dust silica exposure; coal ash groundwater risk	official or peer-reviewed	16 candidate records; final EPA report distinguished from 2009 draft	screened

Search ID	Прох од	Модуль	Платформа	Точная строка	Фильтры	Результат / исключение	Статус
SLOG-003	I	open-cut methane; mine dust; mine water; Hazelwood	web search	Australia open cut coal mine methane aircraft; Upper Hunter particle characterization; coal mine wastewater	primary measurements or government monitoring	18 candidate records; regional PM attribution is complicated by bushfire smoke and windblown dust	screened
SLOG-004	I	Jharia air; mine water; coal-fire areas	web search	Jharia coalfield mine water trace metals 92 samples; spatio-temporal air pollutants	primary field studies	8 candidate records; ambient air has mixed fire mining transport and road-dust sources	screened
SLOG-005	I	Wuda fires; abandoned mine drainage; power-plant element partitioning; ash leaching	web search	China coal mining acid mine drainage trace metals; coal combustion fly ash leaching; Wuda mercury	primary field or experimental studies	11 candidate records; emission and leaching measurements do not by themselves establish receptor harm	screened
SLOG-006	I	coal ash; beneficiation; mine dumps; South Gobi	web search	coal ash spill trace metals; coal washery effluent; Ordos waste dump; Tavan Tolgoi monitoring	primary field studies preferred	17 candidate records; company self-monitoring retained only as a lead until independently checked	screened
SLOG-007	I	routine open-cut dust; occupational dust; community health; Hazelwood follow-up	web search	Australian coal mine particulate characterization; Hunter Valley health; Hazelwood hospitalisation	primary measurements and linked cohorts	17 candidate records; routine mining and exceptional mine fire treated as separate exposures	screened
SLOG-008	I	selenium; acid mine drainage; saline mine water; pit lakes	web search	coal mining selenium Elk Valley; Mpumalanga water; Poland mine-water salinity; Indonesia AMD	primary field studies and official data	18 candidate records; second-ring countries added to test whether chemistry differs across geological and regulatory settings	screened
SLOG-009	I	coal-ash pond leakage; spill sediment; fish bioaccumulation	web search	coal ash groundwater isotope tracer; Dan River mercury; Kingston selenium fish	primary field studies and official datasets	17 candidate records; retained both demonstrated leakage and null/limited biological findings	screened
SLOG-010	I	washery effluent; Mongolian coal combustion; South Gobi soil and water; Kuzbass flooded mine	web search	coal washery metals; Mongolia coal VOC PM trace elements; Tavan Tolgoi water metals; Kuzbass mine water sulfur	primary measurement studies	15 candidate records; mine extraction and end-use combustion kept as separate pathways	screened
SLOG-011	I	C4 internal dose; C5 biological and health effects; null findings	web search	Elk Valley selenium reproduction; Yulin blood lead; Chinese miner lung function; Ulaanbaatar child symptoms; Jharia resident biomonitoring	primary longitudinal biomonitoring or linked-endpoint studies	16 candidate records; retained direct and null endpoints; Jharia self-reported proximity surveys not treated as complete chemical causal chains	screened

Search ID	Прох од	Модуль	Платформа	Точная строка	Фильтры	Результат / исключение	Статус
SLOG-012	I	Centralia ambient air and mine drainage	web and legacy-corpus verification	Centralia mercury gas monitoring; Centralia Mine Tunnel water chemistry; Mahanoy Creek AMD	official primary measurements with site and date	8 candidate records; air fire monitoring kept separate from mine-tunnel AMD; water chemistry not attributed to the fire without source separation	screened
SLOG-013	I	Lusatian lignite post-mining water chemistry; Spree transport; ecological effects	web search	lignite sulfate iron Spree; sediment mining signature; fish food web iron flocculation	primary field transects and ecological endpoints	12 candidate records; retained long-range chemistry and paired biological findings; dam and water-temperature confounding recorded	screened
SLOG-014	I	blasting explosives; coal rail transport; stockpile runoff; beneficiation reagents	web search	ANFO NO2 fence line; rail coal dust; coal pile runoff macroinvertebrates; MCHM fate; nitrogen leaching	primary field or official monitoring with source separation	19 candidate records; retained measured and negative transport/storage results; conference nitrogen study and MCHM chemistry held for deeper source-event verification	screened
SLOG-015	I	coal-beneficiation reagents and accidental drinking-water exposure	web search	Elk River MCHM spill water concentrations acute symptoms toxicology birthweight	primary public-health surveillance official toxicology and measured water chemistry	15 candidate records; human surveillance retained as descriptive not causal; NTP negative screening-level interpretation kept beside reported symptoms	screened
SLOG-016	I	nitrate and ammonium associated with blasting and coal-mine waste water	web search	Fording Coal explosives water quality; Elk Valley waste-rock nitrate isotopes; Appalachian mountaintop-removal nitrate persistence	identifiable coal-mine field datasets with measured chemistry isotope attribution or watershed flux	14 candidate records; retained two modern primary studies and one historical official coal-mine report; non-coal explosive leaching cases excluded from central claims; long-term nitrate not assigned to explosives alone	screened
SLOG-017	I	routine coal-beneficiation reagents process water tailings and discharge	web search	MCHM sorption and leaching; Wulantuga flotation element migration; MIBC plant-circuit retention; preparation-plant blackwater	primary process-specific experiments or field measurements distinguishing in-plant partitioning from environmental discharge	18 candidate records; retained MCHM negative transport experiment and mine-specific flotation release experiment; historical blackwater and restricted ACARP material held as supporting leads; no claim of environmental harm from process-water detection alone	screened
SLOG-018	I	coal-combustion ash disposal leachate groundwater and source attribution outside USA-China	web search	Parichha groundwater; Koradi-Khaperkheda isotopes; Matimba plume; Silesian dump waters	field chemistry with spatial comparison isotope source attribution or named disposal facility	21 candidate records; retained positive and negative attribution results for India plus South African field thesis; laboratory-only leachability kept as supporting evidence; Poland dump water is coal waste rather than combustion ash and remains in its own lifecycle class	screened
SLOG-019	I	combustion transformation and partitioning among stack gas fly ash bottom ash and FGD products	web search	Huainan As Hg Sb Se; 320 MW field mass balance; Guizhou Hg leaching; five Indian power plants trace-element residues	simultaneous full-scale mass balance multi-plant residue characterization and element-specific leaching	20 candidate records; retained four complementary claims; air capture kept distinct from destruction and from safe disposal; ash concentration kept distinct from mobile fraction and receptor dose	screened

Search ID	Прох од	Модуль	Платформа	Точная строка	Фильтры	Результат / исключение	Статус
SLOG-020	I	Tavan Tolgoi coal-haul road PM chemistry personal exposure livestock and groundwater	web search	Tavan Tolgoi road dust; Tsagaan Khad coal handling; South Gobi herder reports; aeolian erosion; mine-perimeter soil and groundwater	direct filter chemistry gravimetric roadside monitoring personal sampling livestock biomarkers or mine-specific tracers	24 candidate records; no direct personal PM chemistry or livestock biomarker study specific to the Tavan Tolgoi coal road was verified in this search; retained qualitative evidence and remote-sensing transport evidence only with explicit C0 and C2-C3 limits; Ulaanbaatar combustion studies not substituted for South Gobi haul-road exposure	gap- recorded
SLOG-021	I	named closed mines mine-water chemistry discharge routes and receiving rivers	web search	Severnaya flooded mine sulfate reduction; Sudzhenskaya Yagunovskaya Pioneerka Dimitrova Smychka Shushtalepskaya river monitoring	named mine plus measured chemistry pathway comparator or monitoring section	17 candidate records; retained one direct borehole-process study and one multi-mine monitoring synthesis; upstream river contamination preserved as negative attribution evidence; generic Kuzbass groundwater and company publicity excluded from strong claims	screened
SLOG-022	I	field transport and receptors beyond laboratory acid-generation potential	web search	Tanjung Enim pit lakes and treatment; Lati River sediments; Muara Berau coal transshipment; Kintap River; Kalimantan pit lakes	named field object with measured concentration spatial or inlet-outlet comparator and where available biological uptake	27 candidate records; retained three primary studies producing four claims; laboratory cover-system tests reviews perception studies and unrelated gold-mine pits excluded from strong coal claims; receptor-effect gap remains explicit	screened
SLOG-023	I	historical residential interface subsidence gas surveillance and direct measurements at Centralia	web search	RI 8799; residential CO detectors; weekly seepage tests; fire-control options; current mine-fire hazard guidance	official primary or government technical material separating recognized hazard monitoring from measured exposure and health outcome	18 candidate records; retained RI 8799 for the lived-under-fire context; press anecdotes and retrospective unsourced health claims excluded; late 2006-2007 ambient monitoring remains separate negative evidence	screened
SLOG-024	I	nitrate source transport and nitrate-specific receptor effects separated from selenium sulfate salinity and metals	web search	Fording explosives report; waste-rock nitrate; Elk-Kootenay paired watershed; nitrate toxicity benchmarks; aquatic monitoring	long-term flow-normalized transport plus controlled or field receptor endpoints with nitrate-specific comparator	23 candidate records; retained one independent paired-watershed transport study and one site-water controlled-toxicity benchmark; no clean field study attributing an observed population effect to nitrate alone was verified; co-contaminant limitation retained	screened
SLOG-025	I	international coal-fire source exposure and health comparison	web search	Hazelwood ambient plume pregnancy birth respiratory follow-up; Jharia fire versus non-fire air and PM2.5 metals; Wuda underground fire and gangue Hg; Centralia historical and late ambient monitoring	primary ambient measurement individual exposure cohort longitudinal outcome or named fire-source measurement with explicit comparator	37 candidate records; retained eight new claim blocks including three negative or mixed results; modelled risk not treated as observed disease; vent concentration not treated as community dose; four fire systems remain separate	screened

Search ID	Прох од	Модуль	Платформа	Точная строка	Фильтры	Результат / исключение	Статус
SLOG-026	I	nitrate and ammonium receptor effects in coal-mine receiving waters	web search	Fording River nitrate benthic fish field effect; explosives nitrate aquatic receptor; mine ammonia nitrate EEM	field upstream-downstream or before-after endpoint with nitrate-specific attribution and reported chemistry	31 candidate records; retained 2023 Fording LAEMP as field negative/limiting evidence; nitrate was not judged the primary cause of observed BIC structure; no clean nitrate-only population endpoint verified	screened
SLOG-027	I	routine coal-beneficiation reagents and receiving-water receptors	web search	coal washery influent effluent mass balance; flotation reagent environmental concentration; preparation plant receiving stream fish benthos	independent field mass balance with named reagent and downstream receptor endpoint	34 candidate records; no independent modern chain from named routine reagent through plant discharge to receptor effect verified; retained historical EPA facility survey to bound process-water architecture; accident evidence remains separate	screened-gap
SLOG-028	I	coal ash and combustion-to-receptor pathways outside USA and China	web search	ash plume groundwater receptor; power-plant metal deposition lichen; wastewater upstream downstream macrozoobenthos phytobenthos	primary named-site field chemistry plus biomonitoring or ecological endpoint and explicit comparator	42 candidate records; retained Soma lichen biomonitoring and Sokolitsa upstream-downstream ecological study; Matimba full-table access remained incomplete; co-pollutant and multi-source limits preserved	screened
SLOG-029	I	Tavan Tolgoi coal-road particulate chemistry personal exposure and livestock biomarkers	web search	Tavan Tolgoi PM10 PM2.5 chemical composition; coal-road dust personal exposure; South Gobi child biomonitoring; livestock metals	direct filters personal monitors or biological markers with mine-specific attribution	29 candidate records; retained South Gobi child biomonitoring as C4 evidence that fails coal-specific attribution; direct Tavan Tolgoi coal-road PM chemistry and livestock effect chain still not verified	screened-gap
SLOG-030	I	Kuzbass source-specific dust and waste chemistry plus Indonesian receptor replication	web search	Kuzbass pit snow PM quartz PAH; active discharge loads; burning waste dump chemistry; Lati River plankton; Muara Berau replication	named source field chemistry comparator and receptor endpoint where available	38 candidate records; retained Kuzbass snow particle mineralogy and PAH transport plus Lati water-plankton thesis; Muara Berau remained a first report without independent replication	screened
SLOG-031	I	open-cut coal-mine methane measurement and inventory comparison	web search	surface mine methane emission factor direct ground downwind aircraft satellite inverse modelling temporal variability attribution	official methods and primary cross-platform mine-scale estimates	36 candidate records; retained IPCC tier framework; Hail Creek aircraft and satellite claims cross-linked; episodic plume measurement not converted into continuous annual flux and inventory factors not treated as direct observation	screened
SP-S-001	II	soil chronosequences	web discovery plus journal/PubMed	coal mine reclaimed soil reference chronosequence 30 years soil carbon microbial enzymes primary study DOI	primary field chronosequences with reference sites	6 просмотрено; включены CIC2-US-SOIL-001; CIC2-CA-SOIL-001; CIC2-DE-SOIL-001; CIC2-ES-SOIL-001; chronosequence is space-for-time and must not be called longitudinal	active
SP-S-002	II	overburden weathering	web discovery plus primary repositories	coal mine overburden field sulfide oxidation secondary minerals drainage long term primary study	coal-specific material transformation with field priority	5 просмотрено; включены —; first result set was dominated by laboratory columns; retained only as leads pending field verification	gap-open

Search ID	Прох од	Модуль	Платформа	Точная строка	Фильтры	Результат / исключение	Статус
SP-S-003	II	old spoil and refuse piles	web discovery	coal waste rock pile 30 years leachate groundwater vegetation field study coal mine	post-closure field time series	4 просмотрено; включены —; results insufficiently object-specific; targeted country searches required	gap-open
SP-S-004	II	Centralia whole system	web discovery plus primary journals	Centralia Pennsylvania mine fire soil chemistry microbiome vegetation subsidence primary studies	soil chemistry microbiome vegetation and geomorphology	11 просмотрено; включены CIC2-US-CEN-001; CIC2-US-CEN-002; CIC2-US-CEN-003; CIC2-US-CEN-004; soil and microbiome evidence strong; mineral condensate vegetation and groundwater modules remain open	active
SP-S-005	II	spoil heaps and self-heating	web discovery plus primary journals	coal waste dump spontaneous combustion mineralogy soil water field study Upper Silesia DOI	field mineralogy soil vegetation water and post-closure evidence	18 просмотрено; включены CIC2-PL-DUMP-001; CIC2-PL-DUMP-002; CIC2-PL-DUMP-003; CIC2-PT-DUMP-001; CIC2-US-REFUSE-001; object-specific studies show heterogeneous mineral transformations and multiple pathways; no universal dump chemistry	included
SP-S-006	II	flooded and abandoned mine water	web discovery plus NERC and primary journals	flooded abandoned coal mine water rebound long term chemistry field study UK DOI iron sulfate decades	long records and field discharges prioritized	16 просмотрено; включены CIC2-UK-WAT-001; CIC2-UK-WAT-002; long-term decline and persistent residual loading both documented; German and Polish deep-mine stratification remains a targeted gap	included
SP-S-007	II	sediment and stream ecosystem	web discovery plus primary journals	coal mine drainage sediment secondary source remobilization field study pH redox DOI	field sediment porewater and biological response	17 просмотрено; включены CIC2-US-SED-001; CIC2-US-ECO-001; CIC2-US-ECO-002; field evidence supports storage and ecological effects; extreme-event remobilization evidence remains incomplete	included
SP-S-008	II	combustion material balance	web discovery plus ACS and USGS	coal combustion trace element mass balance power plant mercury arsenic selenium fly ash bottom ash FGD wastewater primary study DOI	simultaneous full-scale stream sampling	16 просмотрено; включены CIC2-US-COMB-001; CIC2-US-COMB-002; partitioning is element- and plant-specific; capture transfers mass to solids/liquids rather than destroying it	included
SP-S-009	II	beneficial use	web discovery plus primary field studies	field study coal fly ash concrete leaching beneficial use groundwater road base structural fill DOI	field exposure and monitoring prioritized over batch leach alone	13 просмотрено; включены CIC2-NL-USE-001; CIC2-US-USE-001; negative field evidence retained; concrete and mine-backfill scenarios still require separate treatment	included
SP-S-010	II	coal preparation and tailings	web discovery plus primary journals	coal preparation tailings impoundment seepage groundwater field study pyrite trace elements DOI	process partitioning slurry composition and field migration	18 просмотрено; включены CIC2-CN-BEN-001; CIC2-US-BEN-001; good evidence for transfer into tailings/slurry; causal groundwater plume evidence remains weaker and must not be inferred from composition	included

Search ID	Прох од	Модуль	Платформа	Точная строка	Фильтры	Результат / исключение	Статус
SP-S-011	II	global soil and groundwater	web discovery plus primary journals	surface coal mining reclaimed soil reference chronosequence India China opencast groundwater field DOI	India China Australia Mongolia leads; primary field comparisons	18 просмотрено; включены CIC2-IN-SOIL-001; CIC2-CN-SOIL-001; CIC2-CN-GW-001; India and China added; Australia overburden evidence found mainly in reviews/management reports and remains open for direct field studies	active
SP-S-012	II	Centralia geology and current status	web discovery plus Pennsylvania DEP	Centralia Pennsylvania mine fire soil chemistry minerals vents groundwater vegetation primary study DOI	system components beyond ambient air	15 просмотрено; включены CIC2-US-CEN-005; CIC2-US-CEN-006; soil heat microbiome vegetation succession and subsidence now evidenced; direct fire-attributed groundwater chemistry not located	included
SP-S-013	II	Australia coal rehabilitation	web discovery plus primary journals	Australia coal mine overburden spoil field weathering acid drainage soil water DOI coal	field rehabilitation and reference sites	15 просмотрено; включены CIC2-AU-SOIL-001; CIC2-AU-SOIL-002; strong early rehabilitation comparisons; direct multi-decade spoil-to-water mass balance remains open	included
SP-S-014	II	Mongolia coal material flow	web discovery plus open primary studies	Mongolia open pit coal mine soil water contamination field study DOI Baganuur	field soil water and negative attribution results	18 просмотрено; включены CIC2-MN-MAT-001; CIC2-MN-SOIL-001; Baganuur material-specific risk and broader low/ambiguous soil signal both retained	included
SP-S-015	II	post-closure mine water Europe and South Africa	web discovery plus primary journals	Ruhr Upper Silesia Witbank abandoned coal mine water long term chemistry field DOI	long-term field chemistry coupled ground-water-surface-water pathways	19 просмотрено; включены CIC2-ZA-WAT-001; CIC2-PL-WAT-001; CIC2-UK-WAT-003; CIC2-PL-RES-001; long-term and coupled pathways added; exact Ruhr flooded-mine chemical series remains less accessible than Scottish and Polish evidence	included

ИТОГ

Угольная индустрия не создаёт один поток загрязнения. Она перемещает массы породы и угля, а содержащиеся в них вещества меняют форму, среду и путь распространения.

Одни цепочки ослабевают. Некоторые управляемые системы удерживают вещество. Отдельные свойства почвы восстанавливаются. Отрицательные результаты реальны и обязательны.

Но дата окончания добычи, очистка дымового газа или исчезновение вещества из одной измеряемой среды не означают, что химический процесс закончен.

Уголь заканчивается в топке только для человека. Для химии он продолжается.