

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

УДК 622.5:504

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.20524788>

И. И. Гомаль, канд. техн. наук¹, Е. Н. Свечкаренко²,
А. В. Буслова², О. А. Казымова²

1 – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк
2 – Государственное бюджетное учреждение «Донгипрошахт», г. Донецк

ОРГАНИЗАЦИЯ ГРУППОВЫХ ВОДООТЛИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ЛИКВИДАЦИИ ШАХТ, КАК ОДИН ИЗ ПУТЕЙ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ РЕГИОНА

Рассмотрены существующие и перспективные направления снижения вредного воздействия шахтных вод на окружающую среду. Обоснована целесообразность строительства групповых водоотливных комплексов для ликвидированных угольных шахт, позволяющих минимизировать негативное воздействие на экосистему региона.

Ключевые слова: шахтные воды, экологическая обстановка, групповой водоотливный комплекс, водоприток

Для цитирования: Организация групповых водоотливных комплексов при ликвидации шахт, как один из путей улучшения экологической ситуации региона / И. И. Гомаль, Е. Н. Свечкаренко, А. В. Буслова, О. А. Казымова // Вести Автомобильно-дорожного института = Bulletin of the Automobile and Road Institute. – 2026. – № 1(56). – С. 54–66. <https://doi.org/10.5281/zenodo.20524788>.

Состояние проблемы

В связи с масштабной и зачастую аварийной ликвидацией угольных шахт резко ухудшилась и без того сложная экологическая ситуация в Донбассе. При затоплении существенно увеличивается площадь контакта шахтной воды с вмещающим горным массивом, что обуславливает повышение концентрации вредных веществ в шахтной воде. Сброс недостаточно очищенных шахтных вод негативно влияет на качество поверхностных и подземных водных ресурсов. Подтопление и заболачивание земель приводят к утрате обширных участков земли, которые ранее можно было использовать в сельском хозяйстве и других хозяйственных целях [1–3].

Шахтные воды в основном сбрасываются в реки, относящиеся к бассейну Азовского моря. Из-за этого экологическая ситуация в Приазовье вызывает серьёзную обеспокоенность из-за сильного загрязнения водных ресурсов и почвы. В «Стратегии устойчивого развития Приазовья до 2040 года» [4] предусмотрены меры по восстановлению экосистемы бассейнов рек, впадающих в Азовское море. Среди ключевых задач – снижение интенсивности техногенного воздействия шахтных вод на окружающую среду региона.

Прекращение работы шахт сопряжено с изменением гидрогеологической ситуации, нарушением водного баланса и экологическими последствиями для окружающей среды. Сброс шахтной воды, имеющей сложный физико-химический состав и нередко содержащей токсичные элементы, наносит значительный вред экосистеме прилегающих территорий [2–4].

Значительное содержание загрязнителей в шахтных водах способствует накоплению токсичных соединений в почве, растительности и организмах животных, что в итоге может вызвать экологическую катастрофу [5–7].

Для регулирования и контроля уровня шахтной воды, исключения подтопления прилегающих территорий необходимо продолжение работы водоотливных комплексов (ВОК) на каждой ликвидированной шахте. Содержание индивидуальных ВОК связано с экологиче-

скими рисками, техническими трудностями и значительными экономическими затратами. Поэтому необходимо принятие мер по минимизации капитальных затрат и негативного воздействия на экологию близлежащих территорий.

Внедрение и совершенствование интегрированных систем водоотлива и очистки шахтных вод играют ключевую роль в снижении негативного воздействия горнодобывающей отрасли на природу и поддержании устойчивого развития региона. Игнорирование этой проблемы приводит к нарушению экологического равновесия и серьезным последствиям в результате загрязнения поверхностных и подземных вод.

Цель исследования – обосновать перспективность организации групповых водоотливных комплексов ликвидированных шахт для минимизации негативного влияния на региональную экологическую систему.

Анализ исследований и публикаций

Последствия негативного воздействия шахтных вод на окружающую среду достаточно глубоко изучены и обобщены в научной литературе [8–10]. Разрабатываются эффективные стратегии минимизации экологического ущерба при ликвидации шахт. Этой проблеме посвящен ряд работ, в которых исследован физико-химический состав шахтных вод и их влияние на экологию [11–14].

Многими исследователями подчеркивается, что после прекращения работы шахты происходит резкое изменение гидрогеологической ситуации не только на ликвидируемой шахте, но зачастую и на соседних. Происходит подъем уровня подземных вод, часто с затоплением подземных сооружений и коммуникаций; изменение направления движения подземных вод и их химического состава; обводнение грунтов, изменение их физико-механических свойств и, как следствие, просадка и набухание грунтового основания под зданиями и сооружениями; заболачивание пахотных земель, загрязнение питьевых источников воды высокоминерализованной шахтной водой [15–16].

Данная проблема является актуальной при эксплуатации и ликвидации угольных предприятий во всем мире. Примером может служить организация водоотливного комплекса на ликвидированной шахте Вечорек в Польше [17]. После очистки шахтная вода с насосной станции Ян Канты используется в системах водоснабжения электростанции Явожно. Вода с насосной станции Боже Дары используется при производстве бумаги и картона [18].

На многих угольных шахтах для уменьшения вредного воздействия на окружающую среду применяется очистка шахтных вод чаще всего в горизонтальных отстойниках, однако её результативность не превышает 7 % [19]. После прохождения через такие отстойники вода сохраняет свою минерализацию, уровень жесткости и содержание хлоридов и сульфатов. Концентрация взвешенных частиц в воде обычно превышает 25 мг/дм³.

Проведенные теоретические и практические исследования [19] различных видов отстойников показали, что наиболее эффективным способом является отстаивание в тонкослойных отстойниках, эффективность которых более чем в 2 раза выше горизонтальных, вертикальных и радиальных, однако он не решает проблему безопасного сброса шахтной воды в гидрологическую сеть.

Для снижения негативного влияния шахтных вод на экосистему региона в Стратегии [4] предполагается строительство, реконструкция и модернизация водоотливных систем и очистных сооружений.

Изложение основного материала

Исторически практически все города Донбасса, связанные с угольной промышленностью, возникли из посёлков, которые образовывались вокруг шахт, в следствие этого их горные отводы оказались в центральной части городов.

Так как рельеф Донбасса представляет собой холмистую равнину, расчленённую многочисленными оврагами и балками, русла водотоков имеют извилистое строение, часто меняют направление течения, поэтому площадь водосборного бассейна в пределах городов большая. Водосток в основном формируется за счёт сбрасываемых шахтных вод.

Рассмотрим ситуацию со сбросом шахтных вод на примере, типичном для Донбасса, города Снежное. Это крупный промышленный центр с высокой плотностью населения, где функционировали шесть шахт. Они расположены в местности с густой сетью балок: Ореховой, Коломийцева, Глубокой, Коренной, Долгой, Орлова. По ним протекают небольшие ручьи, впадающие в реки Севастьяновка, Крынка и Миус, относящиеся к бассейну Азовского моря.

До закрытия каждая шахта обладала собственной системой водоотлива и отдельной точкой сброса шахтных вод в гидрологическую сеть. Эти воды откачивались на поверхность и затем направлялись в пруды-отстойники, многие из которых находились в неудовлетворительном состоянии, а на некоторых шахтах таких прудов не было вовсе.

Сильно загрязнённые токсичными химическими веществами шахтные воды, сбрасываемые от индивидуальных ВОК, оказывали негативное влияние на местные водоёмы и почвы, создавая угрозы неконтролируемого техногенного загрязнения. Экологическое положение в этом районе считается крайне неблагоприятным.

На рисунке 1 изображена схема расположения индивидуальных ВОК до ликвидации шахт и направления сброса шахтной воды в окружающую гидрографическую сеть.

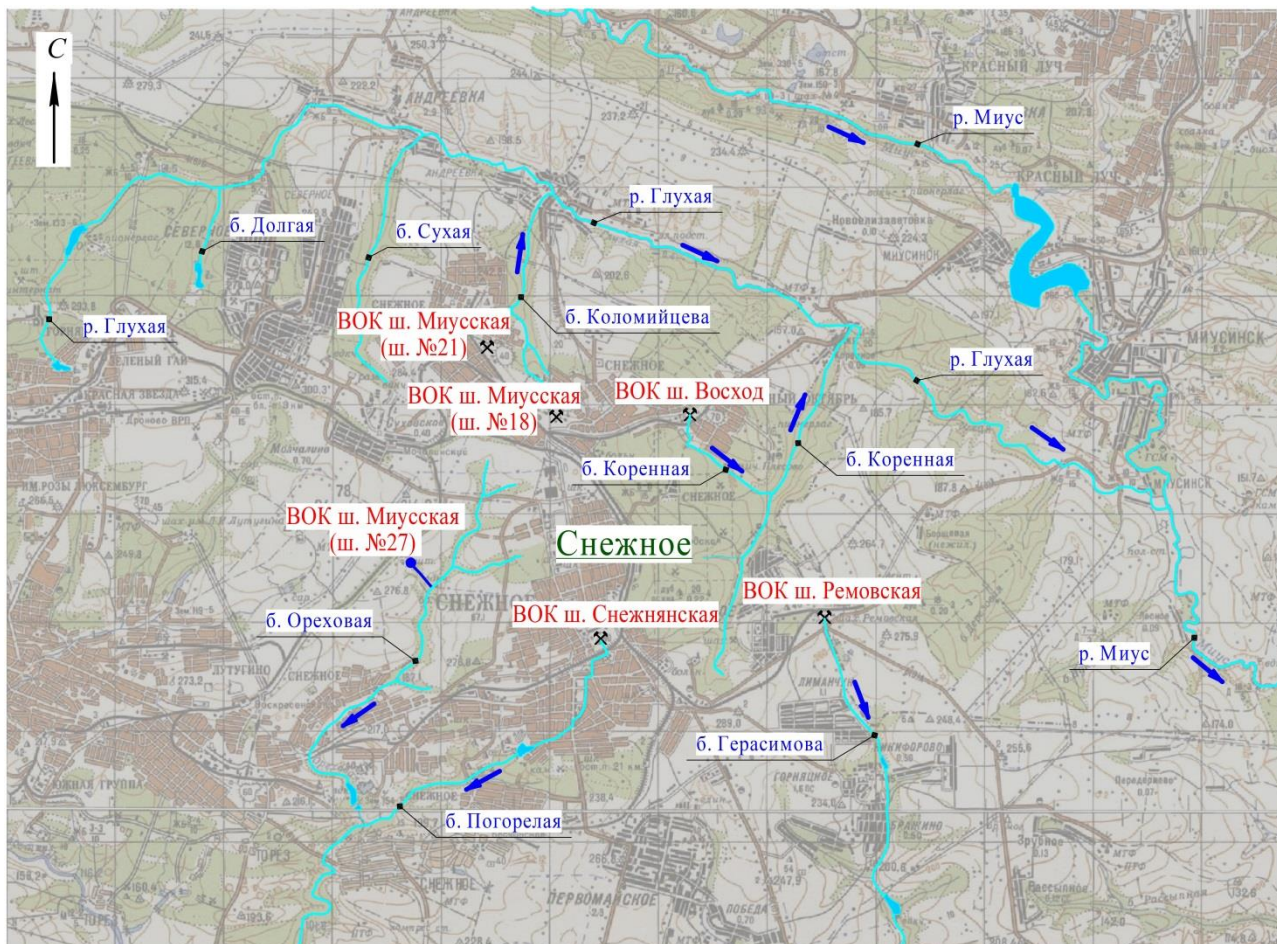


Рисунок 1 – Схема расположения водоотливов и направления сброса воды до ликвидации шахт

На рисунке 1 видно, что практически по всей городской территории протекают водотоки, куда сбрасывались загрязнённые шахтные воды.

В настоящее время горные работы на многих шахтах остановлены и возобновлению

не подлежат. Гидробезопасность шахт обеспечивается работой водоотливных комплексов. Эффективное функционирование водоотлива позволяет не только обеспечить безопасные условия ведения горных работ, но и минимизировать отрицательное влияние шахтных вод на окружающую среду за счет организации их очистки и нормированного сброса.

На действующих и ликвидированных угольных предприятиях системы шахтного водоотлива представляют собой технологически необходимый и наиболее энергоемкий компонент производственного процесса, обеспечивающий безопасное и стабильное функционирование всего предприятия [20]. Насосные станции, обеспечивающие систему водоотлива, требуют поддержания значительной подземной и наземной инфраструктуры, а также наличия сложного оборудования. Содержание и модернизация ВОК требует значительных капитальных затрат.

В составе сооружений поверхностных водоотливных комплексов в технологическом цикле механической очистки шахтных вод в основном используются пруды-отстойники, площадь которых зачастую не позволяет производить полноценное осаждение взвешенных частиц до нормативных значений. Наличие прудов-отстойников на каждой шахте способствует формированию зон застоя водных масс на прилегающих территориях и приводит к заболачиванию земель, в результате чего утрачивается их хозяйственная ценность.

Таким образом, являясь эффективным инструментом снижения концентрации вредных веществ, при нарушениях в эксплуатации пруды-отстойники становятся источником дополнительных экологических проблем.

Сведения о притоках шахтной воды и площадях прудов-отстойников приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Сведения о притоках шахтной воды и площадях прудов-отстойников

Наименование	Приток, м ³ /ч	Площадь прудов-отстойников, га
Шахта «Миусская»:		
№ 18	381	*
№ 27	460	0,5
№ 21	210	1,67
Шахта «Снежнянская»	416	*
Шахта «Восход»	469	*
Шахта «Ремовская»	397	0,312
Итого:	2 333	2,482

*Пруды-отстойники на данных шахтах отсутствуют.

Как видно из таблицы 1, на трех шахтах отсутствуют пруды-отстойники, и неочищенная вода напрямую сбрасывается по трубопроводам в гидрологическую сеть, что усугубляет и без того сложную экологическую обстановку в регионе.

Одним из эффективных решений снижения экологического вреда, причиняемого сбросом шахтных вод, является организация групповых водоотливных комплексов для нескольких ликвидированных шахт. Технологически этот подход реализуется путем использования существующих или искусственно созданных гидравлических связей между подземными выработками соседних шахт. Эти комплексы выполняют функции сбора, накопления и первичной обработки шахтных вод, снижая объемы загрязнений, попадающих непосредственно в водоемы. Современные технологии обеспечивают удаление твердых примесей, взвешенных веществ и тяжелых металлов, предотвращая вторичное загрязнение водных объектов. Такая практика позволяет снизить экологическую нагрузку и улучшить условия жизнедеятельности населения региона.

Исследования [11] показали, что водность рек оказывает значительное влияние на концентрацию токсичных веществ в воде. Особенно заметно повышение содержания этих

вредных элементов в реках с низким уровнем воды. В то же время в полноводных реках данный процесс проявляется менее выражено. Эта ситуация усугубляется тем, что из-за недостаточного количества осадков в последние годы в Донбассе не происходит естественного разбавления воды. Хотя объем загрязняющих веществ может оставаться неизменным, их концентрация в водоеме становится выше.

Из-за низкой водоносности рек и ручьев, в которые сбрасываются шахтные воды, основная часть вредных веществ оседает на дне, переходя в донные отложения недалеко от шахт, то есть в городской зоне. Вдоль этих водотоков находятся жилые районы, преимущественно состоящие из частных домов, которые используют воду для сельского хозяйства, бытовых и технических целей. Склоны балок используются для выпаса домашнего скота.

При групповом ВОК шахтная вода от всех шахт района сбрасывается в один водовод, его водность повышается и вредные вещества выпадают уже за пределами города, что способствует улучшению качества воды в водотоках в городской черте.

Создание групповых ВОК трансформирует экологическую проблему в управляемый технологический процесс, является оптимальным решением с инженерной, экономической и экологической точек зрения, так как обеспечивает стабильный контроль и поддержание требуемых параметров воды перед сбросом в водные объекты.

Рассмотрим организацию группового ВОК на примере ликвидированных шахт «Восход», «Ремовская», «Снежнянская» и «Миусская» (включающей в себя объекты бывших шахт № 18, 21, 27) Снежнянского района Донецкой Народной Республики. До ликвидации вышеперечисленные шахты были оснащены индивидуальными ВОК с очистными сооружениями и прудами отстойниками.

Групповой ВОК, принимающий шахтную воду ликвидированных шахт, располагается на шахте «Миусская», оборудован погружными насосами, размещаемыми в бывшем вентиляционном стволе шахты № 27. Это позволяет эффективно откачивать воду, скапливающуюся в выработанном пространстве и минимизирует риск затопления близлежащих территорий.

Очищенную до нормативного качества шахтную воду по сбросному коллектору предусматривается направлять в проектируемый поверхностный водоем в балке Ореховая, а затем в реку Севастьяновка.

При затоплении шахт до уровня, определенного гидропрогнозом, через многочисленные гидравлические связи, осуществляющиеся по водоносным горизонтам, горным выработкам, незатампонируемым скважинам и тектоническим нарушениям происходит переток воды из соседних шахт на шахту «Миусская».

Это дало возможность прекратить использование индивидуальных водоотливных систем после закрытия шахт и создать единый групповой водоотливный комплекс. На рисунке 2 показана схема существующих гидравлических связей между этими шахтами после строительства группового ВОК на шахте «Миусская».

При организации группового водоотлива в результате комплексного взаимодействия гидрогеологических, технологических и гидравлических факторов происходит снижение гидродинамического давления, что приводит к уменьшению притока шахтных вод. Нормальный приток воды после организации группового ВОК на шахте «Миусская» составляет 1 415 м³/ч. При поддержании прогнозируемых уровней затопления в ликвидированных шахтах, земная поверхность не будет подвержена деформации.

Шахтные воды данного района имеют сульфатно-гидрокарбонатно-натриево-магниевый кальциевый состав с минерализацией от 1,2 до 2,3 г/дм³. Воды щелочные, жесткие, обладают слабой агрессивностью к несulfатостойким маркам цемента и металлам. Данные по химическому составу смешанных вод ликвидированных шахт Снежнянского района, выдаваемых на поверхность групповым ВОК шахты № 27 «Миусская», приведены в таблице 2.

Наиболее простым и надежным способом очистки и обеззараживания шахтных вод является апробированный на практике метод по созданию водоема на поверхности, в котором происходит обезжелезивание, с устройством водозаборных сооружений и станций очистки

шахтных вод. При этом качество воды в водоеме легко контролируется, а изменения физико-химического состава воды, вызванные сезонными или иными факторами, не являются резкими и отслеживаются в рамках регулярного мониторинга, проводимого в соответствии с установленным графиком.

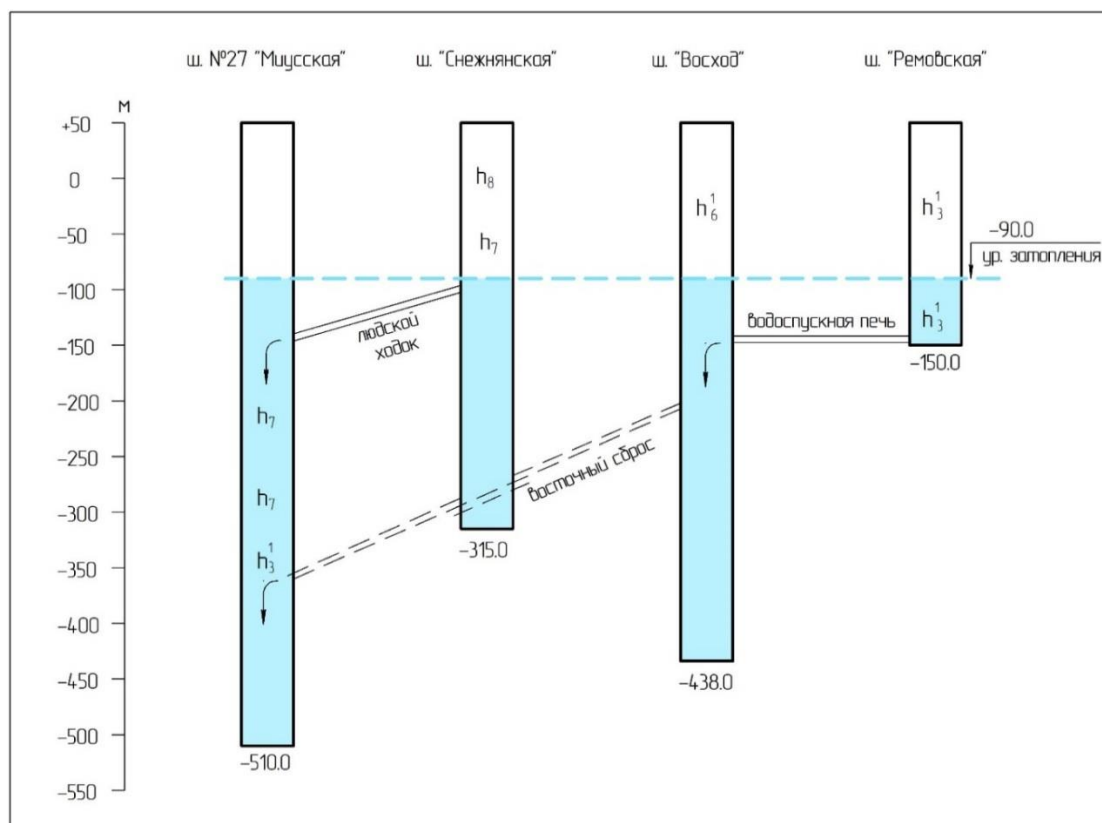


Рисунок 2 – Схема гидравлических связей шахт Снежнянского района

Таблица 2 – Химический состав смешанных вод группового ВОК шахты «Миусская»

Наименование	Размерность	Шахта № 27 «Миусская»
Взвешенные	мг/дм ³	9
Калий	мг/дм ³	2,8
Натрий	мг/дм ³	364
Кальций	мг/дм ³	92
Магний	мг/дм ³	78
Железо трёхвалентное	мг/дм ³	0,30
Карбонаты	мг/дм ³	728
Хлориды	мг/дм ³	74,5
Сульфаты	мг/дм ³	641
рН	–	7,4
Общая щелочность	мг-экв/дм ³	14,5
Общая жесткость	мг-экв/дм ³	10,1
Жесткость карбонат	мг-экв/дм ³	10,1
Сухой остаток	мг/дм ³	1 575
Нитраты	мг/дм ³	3,2

Объединение стоков из нескольких шахт в одном месте способствует созданию высокоэффективных комплексов, оснащённых новейшими технологиями и современным оборудованием. Это позволит обеспечить более качественную очистку шахтных вод и снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Данные сравнительного анализа показателей индивидуальных и группового ВОК представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнительный анализ показателей индивидуальных и группового ВОК

Показатель	Индивидуальные ВОК	Групповой ВОК	Изменения
Общий водоприток, м ³ /ч	2 333 (суммарный по всем шахтам)	1 415 (на шахте «Миусская»)	Снижение на 39,3 %
Концентрация железа, мг/дм ³	До 0,4 (при индивидуальных ВОК)	0,3 (после смешения на шахте № 27)	Снижение на 25 %
Площадь прудов-отстойников, га	2,482 (общая по всем шахтам)	Ликвидация и рекультивация	Возврат земель в хозяйственный оборот
Минерализация, г/дм ³	От 1,2 до 2,3 (исходный состав по шахтам)	1,58 (после смешения)	Снижение разброса показателей
Степень контроля	Локальный по каждому объекту	Централизованный мониторинг	Повышение эффективности управления

В результате применения на групповом ВОК более эффективного оборудования в системах очистки шахтных вод прогнозируемое содержание взвешенных веществ в шахтной воде после смешения составит около 9 мг/дм³, что соответствует действующему нормативу на сброс в гидрографическую сеть района. Минерализация ориентировочно составит до 1,58 г/дм³, что незначительно превышает норматив, равный 1 г/дм³; содержание железа – 0,3 мг/дм³, что соответствует уровню ПДК, равному 0,3 мг/дм³. После смешения шахтной воды с природными водами химический состав воды в контрольном створе балки «Ореховая» соответствует нормативному [21].

Таким образом, создание групповых систем водоотлива и очистки шахтных вод представляет собой важный шаг на пути к восстановлению экологического баланса в угледобывающем регионе. Схема расположения группового ВОК и направление сброса шахтной воды приведена на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3 при групповом ВОК существенно уменьшилась длина водотока, по которому сбрасывается шахтная вода, и соответственно уменьшилась площадь загрязнения внутри городской застройки. Снижается вероятность повторного загрязнения подземных вод. Ручьи и реки, по которым ранее сбрасывалась шахтная вода, со временем частично восстанавливают свое природное состояние.

По завершении ликвидационных работ, связанных с выводом из эксплуатации прудов-отстойников индивидуальных ВОК, на освобождаемых землях общей площадью 2,482 га проводится комплекс мероприятий по рекультивации для возврата земель в хозяйственный оборот.

Согласно данным Государственного комитета по земельным ресурсам ДНР о нормативной денежной оценке земель в разрезе городов республиканского значения рыночная стоимость 1 га земли находится в пределах 2,5–5,0 млн руб./га [22]. Таким образом, ликвидация прудов-отстойников на ликвидируемых шахтах позволит получить экономический эффект в размере 6,2–12,4 млн руб. и уменьшить экологический вред.

Вследствие организации группового водоотлива на шахте «Миусская» прекращается сброс шахтных вод в раннее загрязняемые гидрологические объекты: балки Коренная, Герасимова, Коломийцева, Глухая. Уменьшение негативного воздействия шахтной воды на окружающую среду влечет за собой улучшение состояния водных объектов, почв на прилегающих территориях, сохранение биоразнообразия и способствует экологической устойчивости горнодобывающего региона.

Групповые ВОК дают возможность применения дорогостоящих методов очистки шахтных вод с привлечением инновационных технологий и передового оборудования. ГБУ «Донгипрошахт» предложен и обоснован способ деминерализации шахтных вод методом обратного осмоса [23]. Данная технология может быть использована для обеспечения хозяй-

ственно-питьевого водоснабжения ближайших населенных пунктов, испытывающих дефицит в водных ресурсах.

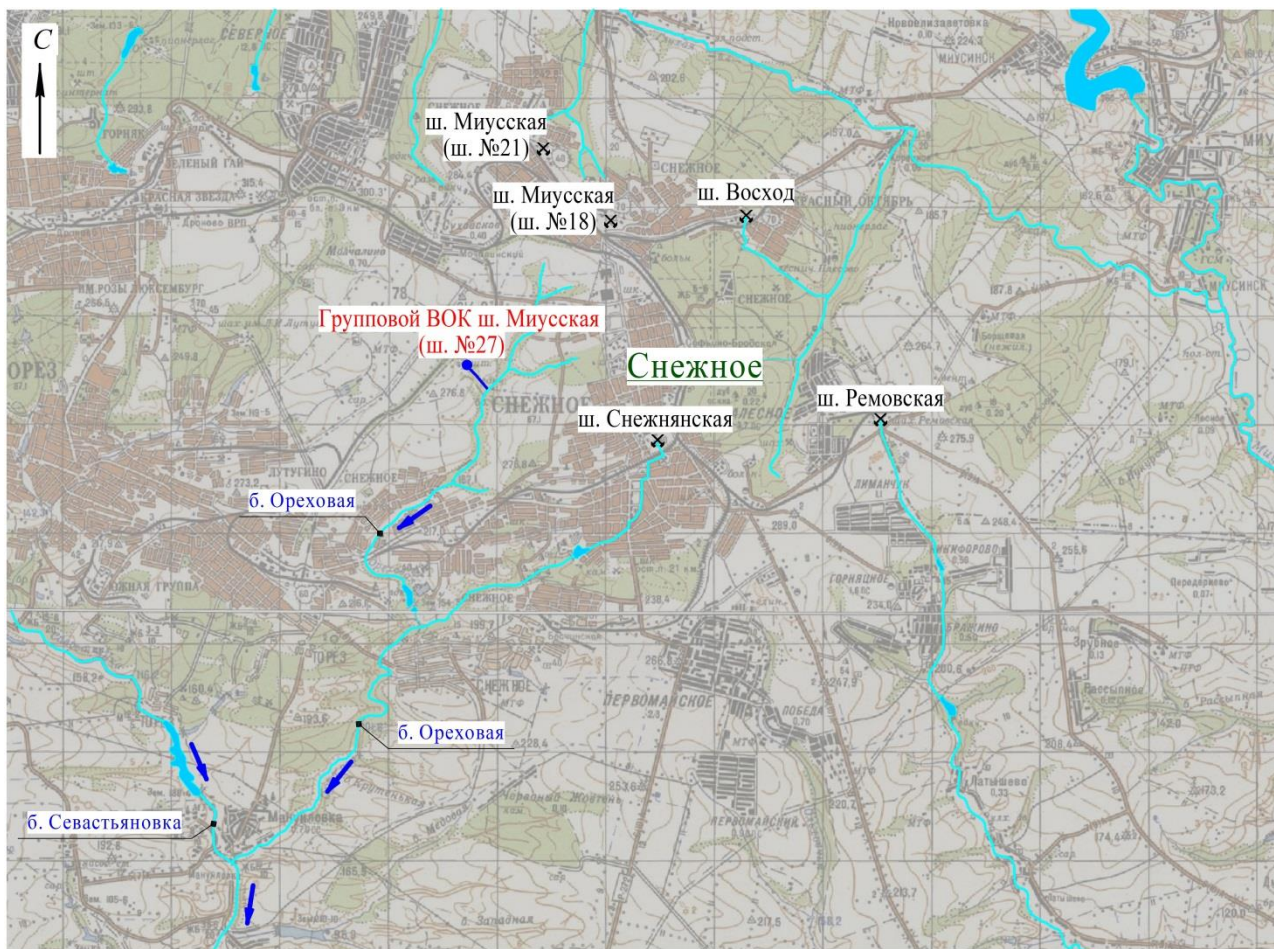


Рисунок 3 – Схема расположения и направление сброса шахтной воды при групповом ВОК

Организация группового ВОК на примере шахт Снежнянского района демонстрирует, что комплексный подход к управлению шахтными водами является оптимальным с технической, экономической и экологической точек зрения.

Выводы

Интеграция групповых водоотливных комплексов в существующую систему водоотлива позволяет снизить негативное воздействие шахтных вод на окружающую среду, что особенно важно в условиях массового закрытия шахт.

Создание групповых водоотливных комплексов трансформирует экологическую проблему в управляемый технологический процесс, является оптимальным решением с инженерной, экономической и экологической точки зрения, так как обеспечивает стабильный контроль и поддержание требуемых параметров воды перед сбросом в водные объекты.

Результаты исследования подтверждают, что переход от индивидуальных к групповым системам водоотлива позволит перейти от тактического устранения проблемы к стратегическому управлению гидрогеологическими и экологическими рисками на постэксплуатационном этапе. Такой подход создаст условия для устойчивого экологического развития региона на многие годы вперед.

Работа выполнена в рамках выполнения НИР № Н.14 за счёт средств республиканского бюджета Донецкой Народной Республики.

Список литературы

1. Головатенко, Е. Л. Оценка состояния водных ресурсов на территории Донецкого региона / Е. Л. Головатенко. – Текст : электронный // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2023. – № 5(163). – С. 118–125. – EDN QEFPGS. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60017010> (дата обращения: 23.03.2026).
2. Закруткин, В. Е. Гидроэкологические особенности поверхностных вод углепромышленных территорий Восточного Донбасса / В. Е. Закруткин, О. С. Решетняк, Е. Н. Бакаева. – Текст : электронный // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2020. – № 3. – С. 451–460. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42899589> (дата обращения: 24.03.2026).
3. Гавришин, А. И. Шахтные воды Восточного Донбасса и их влияние на состав подземных и поверхностных вод региона / А. И. Гавришин. – Текст : электронный // Водные ресурсы. – 2018. – Т. 45, № 5. – С. 555–565. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35446833> (дата обращения: 25.03.2026).
4. Стратегия устойчивого развития Приазовья на период до 2040 года : утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2025 г. № 4140-р. – URL: <http://static.government.ru/media/files/6XCp9L2g4ZjmwwxpHTWoFI3DoLa3SdPe.pdf> (дата обращения 25.03.2026). – Текст : электронный.
5. Доценко, О. Г. О проблеме водных ресурсов Донбасса и ее связи с угольной промышленностью региона / О. Г. Доценко, Е. Г. Корецкая. – Текст : электронный // Экологический вестник Донбасса. – 2024. – № 3(13). – С. 22–25. – EDN QTIZVL. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=76080361> (дата обращения: 26.03.2026).
6. Гавришин, А. И. Состояние окружающей среды в районе угольных шахт Восточного Донбасса / А. И. Гавришин. – Текст : электронный // Горный журнал. – 2018. – № 1. – С. 92–96. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32509435> (дата обращения: 27.03.2026). – DOI 10.17580/gzh.2018.01.17.
7. Одноворцова, Д. С. Состав шахтных вод и их влияние на гидросферу / Д. С. Одноворцова. – Текст : электронный // Система управления экологической безопасностью : сборник трудов XV Международной научно-практической конференции, Екатеринбург, 20–21 мая 2021 г. – Екатеринбург : УрФУ, 2021. – С. 155–158. – URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/97881> (дата обращения: 27.03.2026).
8. Гомаль, И. И. Негативные последствия закрытия угольных шахт / И. И. Гомаль, М. В. Кукота. – Текст : электронный // Проблемы горного дела : сборник научных трудов I Международного форума студентов, аспирантов и молодых ученых-горняков, Донецк, 8–10 апреля 2020 г. / редкол. : Ю. Ф. Булгаков [и др.]. – Донецк : ДОННТУ. – 2020. – С. 67–70. – EDN BHRCCF. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43172415> (дата обращения: 30.03.2026).
9. Гулейчук, Н. И. Обобщенная качественная оценка влияния угольных предприятий на гидрозокосистему Донбасса / Н. И. Гулейчук, И. И. Гомаль. – Текст : электронный // Инновационные перспективы Донбасса : материалы 10-й Международной научно-практической конференции, Донецк, 28–30 мая 2024 г. Том 4. Перспективные направления развития экологии и химической технологии. – Донецк : Донецкий национальный технический университет. 2024. – С. 122–128. – EDN BSPOPZ. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=69173882> (дата обращения: 31.03.2026).
10. Гавришин, А. И. Современные особенности формирования химического состава шахтных вод в Восточном Донбассе / А. И. Гавришин, В. Е. Борисова, Е. С. Торопова // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 7 – С. 59–63.
11. Техногенные шахтные воды Восточного Донбасса и их влияние на микроэлементный состав речных вод и донных отложений / Е. В. Гибков, В. Е. Закруткин, Г. Ю. Складенко, В. Н. Решетняк. – Текст : электронный // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. – 2023. – № 4(220). – С. 79–90. – EDN HCCPIZ. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=57751296> (дата обращения: 01.04.2026).
12. Закруткин, В. Е. Распределение железа и его минералов в речных отложениях Восточного Донбасса / В. Е. Закруткин, В. Н. Решетняк. – Текст : электронный // Геология и геофизика Юга России. – 2023. – Т. 13, № 4. – С. 85–98. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59693169> (дата обращения: 01.04.2026). – DOI 10.46698/VNC.2023.89.38.007.
13. Баев, О. А. Динамика гидрохимических показателей качества воды рек Северский Донец и Лугань / О. А. Баев, И. А. Ладыш. – Текст : электронный // Экологический вестник Донбасса. – 2024. – № 3(13). – С. 3–11. – EDN WUFBNC. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=76080354> (дата обращения: 02.04.2026).
14. Gaillardet, J. Trace Elements in River Waters / J. Gaillardet, J. Viers, B. Dupre. – 2-nd ed. // Treatise on Geochemistry. – Oxford : Elsevier, 2013. – V. 7. – P. 195–235.
15. Молев, М. Д. Оценка воздействия процессов ликвидации угольных шахт на экологическую ситуацию в российском Донбассе / М. Д. Молев, С. А. Масленников. – Текст : электронный // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, № 7. – С. 148–156. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35410991> (дата обращения: 02.04.2026).
16. Волкова, Т. П. Геологические критерии формирования химического состава шахтных вод / Т. П. Волкова, С. М. Федотов. – Текст : электронный // Труды РАНМИИ : сборник научных трудов. – Донецк, 2020. – № 10–11(25–26). – С. 106–114. – EDN WDHEXN. – URL: http://journal.ranimi.ru/wp-content/uploads/2025/08/2020_025_00.pdf (дата обращения: 03.04.2026).

17. Hydrogeological and Mining Considerations in the Design of a Pumping Station in a Shaft of a Closed Black Coal Mine / K. D'Obyrn, P. Kamiński, D. Cień [et al.]. – Текст : электронный // *Energies* : [электронный журнал]. – 2024. – V. 17(13). – pp. 1–16. – URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/13/3297>. – Дата публикации: 05.07.2025.
18. Coal Mine Drainage as a Source of Drinking and Industrial Water – The Upper Silesian Coal Basin, Poland / D. Cień, K. d'Obyrn, M. Starczewska [et al.]. – Текст : электронный // *Energies* : [электронный журнал]. – 2024. – V. 17(1175). – pp. 1–19. – URL: <https://www.researchgate.net/publication/378610082>. – Дата публикации: 01.03.2024.
19. Влияние шахтной воды на экологическую обстановку угольных регионов и возможности ее использования в производственных целях / С. П. Высоцкий, Е. А. Воробьев, А. П. Калфакчян, Н. А. Николенко. – Текст : электронный // Охорона довкілля та екологічна безпека : збірка доповідей науково-практичної конференції. Т. 1. – Донецьк, 2003. – URL: <https://masters.donntu.ru/2003/fgtu/voznensenskaya/library/dok3.htm> (дата обращения: 03.04.2026).
20. Александров, В. И. Энергоэффективность систем шахтного водоотлива / В. И. Александров, С. Ю. Авксентьев, П. Н. Махараткин // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2017 – № 2. – С. 253–268.
21. Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21. «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» : Постановление от 28 января 2021 г. № 2 : действует с 01.03.2026 : редакция от 24.12.2025 г. / Главный государственный санитарный врач Российской Федерации. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (дата обращения: 03.04.2026). – Текст : электронный.
22. Об утверждении Положения об особенностях определения кадастровой стоимости земельных участков разных категорий земель и выдачи документов об определении кадастровой стоимости земельных участков и удельных показателей кадастровой стоимости земельных участков : Постановление Правительства Донецкой Народной Республики от 27 апреля 2024 г. № 46-2 / Врио Председателя Правительства А. Г. Чертков. – Текст : электронный // Правительство Донецкой Народной Республики [сайт]. – URL: <https://pravdnr.ru/npa/postanovlenie-pravitelstva-doneczkoj-narodnoj-respubliki-ot-27-aprelya-2024-g-%E2%84%96-46-2-ob-utverzhdanii-polozeniya-ob-osobennostyah-opredeleniya-kadastrovoj-stoimosti-zemelnyh-uchastkov-r/?ysclid=mjv7hy3uzf241274988> (дата обращения: 03.04.2026 г.).
23. Использование шахтных вод ликвидированных шахт Торезского района для хозяйственно-питьевого водоснабжения города Торез : 53/75 : отчет о НИР (заключ.) : Н.9-01 / Донгипрошахт ; рук. В. А. Хрузин ; исполн. А. С. Синявский [и др.]. – Донецк, 2023. – 75 с. – Инв. № 105444.

References

1. Golovatenco E. L. Assessment of the Water Resources in the Donetsk region. *Vestnik Donbasskoj natsional'noi akademii stroitel'stva i arhitektury*. [Bulletin of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture]. 2023. № 5(163). Pp. 118–125. EDN QEFFPGS. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=60017010>
2. Zakrutkin V. E. Hydroecological Features of Surface Waters of the Eastern Donbass Coal Mining Territories. V. E. Zakrutkin, O. S. Reshetnyak, E. N. Bakaeva. *Izvestiya Rossijskoj akademii nauk. Seriya geograficheskaya*. [Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Geographical Series]. 2020. № 3. Pp. 451–460. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42899589>
3. Gavrishin A. I. Mine Waters of the Eastern Donbass and their Impact on the Composition of Groundwater and Surface Waters of the Region. *Vodnye resursy*. [Water Resources]. 2018. Vol. 45, № 5. Pp. 555–565. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35446833>
4. Strategy for sustainable development of the Azov region for the period up to 2040 : approved by the Order of the Government of the Russian Federation of December 29, 2025 No. 4140-r. (In Russ.) URL: <http://static.government.ru/media/files/6XCp9L2g4ZjmwxpHTWoFI3DoLa3SdPe.pdf>
5. Dotsenko O. G. On the Problem of Water Resources in Donbass and its Connection with the Coal Industry of the Region. O. G. Dotsenko, E. G. Koretskaya. *Ehkologicheskii vestnik Donbassa*. [Ecological Bulletin of Donbass]. 2024. № 3(13). Pp. 22–25. EDN QTIZVL. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=76080361>
6. Gavrishin A. I. Environment State in the Area of Coal Mines of the Eastern Donbass. *Gornyi zhurnal*. [Mining Journal]. 2018. № 1. Pp. 92–96. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32509435>. DOI 10.17580/gzh.2018.01.17
7. Odnodvortseva D. S. Mine Water Composition and Its Impact on the Hydrosphere. *Environmental Safety Management System : Proceedings of the XV International Scientific and Practical Conference, Yekaterinburg, May 20–21, 2021*. Yekaterinburg: UrFU, 2021. Pp. 155–158. (In Russ.) URL: <https://elar.urfu.ru/handle/10995/97881>
8. Gomal I. I. Negative Consequences of Coal Mine Closure. I. I. Gomal, M. V. Kukota. *Mining Problems : Collection of Scientific Papers of the 1st International Forum of Students, Postgraduates and Young Mining Scientists, Donetsk, April 8–10, 2020*. ed. board: Yu. F. Bulgakov [et al.]. Donetsk : DONNTU. 2020. Pp. 67–70. EDN BHRCCF. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43172415>

9. Guleichuk, N. I. (2024). Generalized Qualitative Assessment of the Impact of Coal Mining Enterprises on the Donbas Hydroecosystem. N. I. Guleichuk, I. I. Gomal. Innovative Prospects of Donbas : Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference, Donetsk, May 28–30, 2024. Volume 4. Promising Directions for the Development of Ecology and Chemical Technology. Donetsk : Donetsk National Technical University. 2024. Pp. 122–128. EDN BSPOPZ. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=69173882>
10. Gavrishin A. I. Modern Features of the Formation of the Chemical Composition of Mine Waters in the Eastern Donbass. A. I. Gavrishin, V. E. Borisova, E. S. Toropova. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. [Advances in Modern Natural Science]. 2017. № 7 Pp. 59–63. (In Russ.)
11. Technogenic Mine Waters of the Eastern Donbas and Their Impact on the Microelement Composition of River Waters and Bottom Sediments. E. V. Gibkov, V. E. Zakrutkin, G. Yu. Sklyarenko, V. N. Reshetnyak. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. [News of Higher Educational Institutions. North Caucasus Region]. 2023. № 4(220). Pp. 79–90. EDN HCCPIZ. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=57751296>
12. Zakrutkin V. E. Distribution of Iron and Its Minerals in River Sediments of the Eastern Donbass. V. E. Zakrutkin, V. N. Reshetnyak. Geologiya i geofizika Yuga Rossii. [Geology and Geophysics of Southern Russia]. 2023. Vol. 13, № 4. Pp. 85–98. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=59693169>. DOI 10.46698/VNC.2023.89.38.007.
13. Baev O. A. Dynamics of Hydrochemical Indicators of Water Quality of the Severskiy Donets and Lugan Rivers. O. A. Baev, I. A. Ladysh. Ekhologicheskii vestnik Donbassa. [Ecological Bulletin of Donbass]. 2024. № 3(13). Pp. 3–11. EDN WUFBNC. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=76080354>
14. Gaillardet J. Trace Elements in River Waters. J. Gaillardet, J. Viers, B. Dupre. 2-nd ed. Treatise on Geochemistry. Oxford : Elsevier, 2013. V. 7. Pp. 195–235. (In Eng.)
15. Molev M. D. Assessment of the Impact of Coal Mine Liquidation Processes on the Environmental Situation in the Russian Donbass. M. D. Molev, S. A. Maslennikov. Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta. Inzhiniring georesurov. [Bulletin of Tomsk Polytechnic University. Georesources Engineering]. 2018. Vol. 329, № 7. Pp. 148–156. (In Russ.) URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=35410991>
16. Volkova T. P. Geological Criteria for the Formation of the Chemical Composition of Mine Waters. T. P. Volkova, S. M. Fedotov. Trudy RANIMI : sbornik nauchnykh trudov. Donetsk, 2020. [Proceedings of the Russian Academy of Mineral Resources: a collection of scientific papers. Donetsk, 2020]. № 10–11(25–26). Pp. 106–114. EDN WDHEXN. (In Russ.) URL: http://journal.ranimi.ru/wp-content/uploads/2025/08/2020_025_00.pdf
17. Hydrogeological and Mining Considerations in the Design of a Pumping Station in a Shaft of a Closed Black Coal Mine. K. D’Obyrn, P. Kamiński, D. Cień [et al.]. Energies : [electronic journal]. 2024. V. 17(13). Pp. 1–16. (In Eng.) URL: <https://www.mdpi.com/1996-1073/17/13/3297>
18. Coal Mine Drainage as a Source of Drinking and Industrial Water – The Upper Silesian Coal Basin, Poland. D. Cień, K. d’Obyrn, M. Starczewska [et al.]. Energies : [electronic journal]. 2024. V. 17(1175). Pp. 1–19. (In Eng.) URL: <https://www.researchgate.net/publication/378610082>
19. The Impact of Mine Water on the Ecological Situation of Coal Regions and the Possibilities of Its Use for Industrial Purposes. S. P. Vysotskiy, E. A. Vorobyov, A. P. Kalfakchiyan, N. A. Nikolenko. Environmental Protection and Ecological Safety: A Collection of Scientific and Practical Conference Reports. Vol. 1. Donetsk, 2003. (In Russ.) URL: <https://masters.donntu.ru/2003/fgtu/voznensenskaya/library/dok3.htm>
20. Aleksandrov V. I. Energy Efficiency of Mine Drainage Systems. V. I. Aleksandrov, S. Yu. Avksentyev, P. N. Makharatkin. Gornyi informatsionno-analiticheskii byulleten' (nauchno-tekhnicheskii zhurnal). [Mining Information and Analytical Bulletin (scientific and technical journal)]. 2017. № 2. Pp. 253–268. (In Russ.)
21. On approval of sanitary rules and regulations SanPiN 1.2.3685-21. “Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans”: Resolution of January 28, 2021 No. 2: valid from March 1, 2026 : revised on December 24, 2025. Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation. (In Russ.) URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115>
22. On approval of the Regulation on the specifics of determining the cadastral value of land plots of different land categories and the issuance of documents on determining the cadastral value of land plots and specific indicators of the cadastral value of land plots: Resolution of the Government of the Donetsk People’s Republic of April 27, 2024 No. 46-2. Acting Chairman of the Government A. G. Chertkov. Government of the Donetsk People’s Republic [website]. (In Russ.) URL: <https://pravdnr.ru/npa/postanovlenie-pravitelstva-doneczkoj-narodnoj-respubliki-ot-27-aprelya-2024-g-%E2%84%96-46-2-ob-utverzhdenii-polozeniya-ob-osobennostyah-opredeleniya-kadastrovoj-stoimosti-zemelnyh-uchastkov-r/?ysclid=mjv7hy3uzf241274988>
23. Use of mine waters from liquidated mines in Torez district for domestic and drinking water supply of the city of Torez : 53/75 : research report (conclusion) : N. 9-01 / Dongiproshakht ; head. V. A. Khruzin ; performer. A. S. Sinyavskiy [et al.]. Donetsk, 2023. 75 p. Inv. No. 105444.

Статья поступила 07.04.2026

© И. И. Гомаль, Е. Н. Свечкарёнок, А. В. Буслова, О. А. Казымова, 2026

Рецензент: М. В. Коновальчик, канд. техн. наук,

Автомобильно-дорожный институт

(филиал) ДонНТУ в г. Горловка

И. И. Гомаль, Е. Н. Свечкаренко, А. В. Буслова, О. А. Казымова

Организация групповых водоотливных комплексов при ликвидации шахт, как один из путей улучшения экологической ситуации региона

Прекращение работы шахт сопряжено с изменением гидрогеологической ситуации, нарушением водного баланса и экологическими последствиями для окружающей среды. После ликвидации шахт необходимо продолжение работы систем водоотливных комплексов. Сброс шахтной воды, имеющей сложный физико-химический состав и нередко содержащей токсичные элементы, наносит значительный вред экосистеме прилегающих территорий. Значительное содержание загрязнителей в шахтных водах способствует накоплению токсичных соединений в почве, растительности и организмах животных, что в итоге может вызвать экологическую катастрофу.

Основная цель работы – обосновать перспективность организации групповых водоотливных комплексов ликвидированных шахт для минимизации негативного влияния на региональную экологическую систему.

Предлагается организация групповых водоотливных комплексов для нескольких ликвидированных шахт, позволяющих снизить экологический ущерб и улучшить состояние экосистемы региона. Это позволит: предотвратить бесконтрольное распространение неочищенных шахтных вод; исключить подтопление прилегающих территорий; уменьшить приток шахтных вод, выдаваемых на поверхность; обеспечить контроль физико-химического состава воды; осуществить возврат в хозяйственный оборот земель, ранее занимаемых прудами-отстойниками; улучшить состояние водных объектов, почв на прилегающих территориях; минимизировать капитальные затраты на обслуживание комплекса. Этот подход позволяет трансформировать экологическую проблему в управляемый технологический процесс, обеспечивая стабильный контроль и поддержание требуемых параметров шахтной воды перед сбросом в водные объекты.

Результаты исследования подтверждают, что переход от индивидуальных к групповым системам водоотлива позволит перейти от тактического устранения проблемы к стратегическому управлению гидрогеологическими и экологическими рисками на постэксплуатационном этапе. Такой подход создаст условия для устойчивого экологического развития региона на многие годы вперед.

ШАХТНЫЕ ВОДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА, ГРУППОВОЙ ВОДООТЛИВНЫЙ КОМПЛЕКС, ВОДОПРИТОК

I. I. Gomal, E. N. Svechkaenko, A. V. Buslova, O. A. Kazymova

Group Drainage System Organization during Mine Liquidation As One of the Ways to Improve Regional Environmental Situation

The closure of mines is associated with changes in the hydrogeological situation, disruption of the water balance, and environmental consequences. After the mines are closed, the operation of drainage systems must continue. The discharge of mine water, which has a complex physical and chemical composition and often contains toxic elements, causes significant harm to the ecosystem of adjacent areas. The significant concentration of pollutants in mine water contributes to the accumulation of toxic compounds in soil, vegetation, and animals, which can ultimately cause an environmental disaster.

The main objective of the work is to substantiate the prospects of organizing group drainage complexes for abandoned mines to minimize the negative impact on the regional ecological system.

It is proposed to organize group drainage systems for several abandoned mines, which will reduce environmental damage and improve the state of the region's ecosystem. This will prevent the uncontrolled spread of untreated mine water; eliminate flooding of adjacent areas; reduce the influx of mine water released to the surface; ensure control of the physical and chemical composition of the water; return land formerly occupied by settling ponds to economic use; improve the condition of water bodies and soils in adjacent areas; and minimize capital expenditures on servicing the complex. This approach allows for the transformation of the environmental problem into a manageable technological process, ensuring stable control and maintenance of the required parameters of mine water before discharge into water bodies.

The study's results confirm that switching from individual to group drainage systems will allow for a shift from tactical problem solving to strategic management of hydrogeological and environmental risks during the post-operational phase. This approach will create the conditions for sustainable environmental development in the region for many years to come.

MINE WATER, ENVIRONMENTAL CONDITIONS, GROUP DRAINAGE COMPLEX, WATER INFLOW

Сведения об авторах:**Гомаль Иван Иванович**

Кандидат технических наук, доцент,
доцент кафедры «Разработка месторождений полезных ископаемых» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Донецкий национальный технический университет»,
г. Донецк, ДНР, Российская Федерация,
SPIN-код РИНЦ: 1496-5099
ORCID: 0000-0002-6730-4899
Телефон: +7 949 320-59-14
Эл. почта: ivan.gomal.77@mail.ru

Свечкаренко Елена Николаевна

Начальник отдела технологии поверхности и генплана Государственного бюджетного учреждения «Донгипрошахт»,
г. Донецк, ДНР, Российская Федерация,
Телефон: +7 949 400-74-59
Эл. почта: elena.svechkarenko@rambler.ru

Буслова Анна Валерьевна

Инженер I категории отдела технологии поверхности и генплана Государственного бюджетного учреждения «Донгипрошахт», г. Донецк, ДНР, Российская Федерация,
Телефон: +7 949 491-68-09
Эл. почта: winterhanna@yandex.ru

Казымова Ольга Андреевна

Инженер I категории отдела технологии поверхности и генплана Государственного бюджетного учреждения «Донгипрошахт», г. Донецк, ДНР, Российская Федерация,
Телефон: +7 949 386-07-64
Эл. почта: o.kazymowa@yandex.com

Authors' information:**Gomal Ivan Ivanovich**

Candidate of Technical Sciences, Docent,
Associate Professor of the Chair "Mineral Deposit Development" of the Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Donetsk National Technical University", Donetsk, DPR, Russian Federation,
RSCI SPIN: 1496-5099
ORCID: 0000-0002-6730-4899
Phone: +7 949 320-59-14
Email: ivan.gomal.77@mail.ru

Svechkarenko Elena Nikolaevna

Head of the Surface Technology and General Plan Department of State Budgetary Institution "Dongiproshakht",
Donetsk, DPR, Russian Federation,
Phone: +7 949 400-74-59
Email: elena.svechkarenko@rambler.ru

Buslova Anna Valerievna

Engineer of the 1st category of the Surface Technology and General Plan Department of State Budgetary Institution "Dongiproshakht", Donetsk, DPR, Russian Federation,
Phone: +7 949 491-68-09
Email: winterhanna@yandex.ru

Kazymova Olga Andreevna

Engineer of the 1st category of the Surface Technology and General Plan Department of State Budgetary Institution "Dongiproshakht", Donetsk, DPR, Russian Federation,
Phone: +7 949 386-07-64
Email: o.kazymowa@yandex.com