



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

(бакалаврская работа)

по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»

(квалификация – бакалавр)

На тему «Технология перевалки угля в АО «Туапсинский морской торговый порт» и меры по снижению негативного воздействия на воздушную среду»

Исполнитель Черников Федор Николаевич

Руководитель к.б.н., доцент Долгова-Шхалахова Алина Владимировна

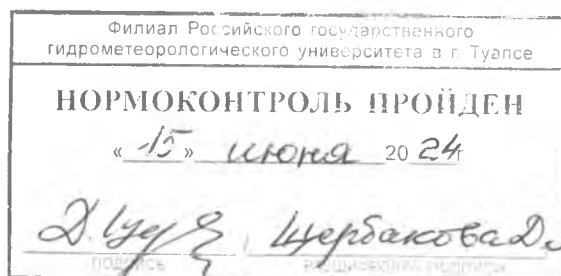
«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

« 19 » июня 2024г.



Туапсе

2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Технологии перевалки угля в морских портах и экологические проблемы.....	5
1.1 Характеристика современных технологий перевалки угля в морских портах .....	5
1.2 Экологические проблемы при перегрузке угля и пути решения с учетом наилучших доступных технологий .....	13
2 Анализ и оценка воздействия перевалки угля в Туапсинском морском торговом порту на воздушную среду города .....	19
2.1 Характеристика предприятия и технологии перевалки угля в АО «ТМТП».....	19
2.2 Объемы перевалки угля в морском порту Туапсе и оценка негативного воздействия на воздушную среду.....	26
3 Рекомендации по снижению негативного воздействия пыления при перевалке угля на атмосферный воздух в городе Туапсе .....	38
Заключение .....	48
Список литературы .....	50

## Введение

Любая хозяйственная деятельность в большей или меньшей степени оказывает негативное воздействие на окружающую среду. В последнее десятилетие после внесения изменения в закон «Об охране окружающей среды», вступили в силу ряд Постановлений и Распоряжений Правительства РФ, направленных на повышение экологической эффективности деятельности предприятий. В частности в документах определены наилучшие доступные технологии; разработаны и приняты критерии отнесения объектов к категории негативного воздействия на окружающую среду.

Деятельность морских портов относят к предприятиям второй категории (умеренное воздействие на окружающую среду), в связи с чем, кроме ведения производственного экологического мониторинга и обязательной экологической отчетности, порты должны вести свою хозяйственную деятельность с учетом наилучших доступных технологий.

Актуальность темы связана с необходимостью ведения хозяйственной деятельности предприятиями, оказывающими негативное воздействие на окружающую среду, с учетом наилучших доступных технологий.

Объект исследования: АО «Туапсинский морской торговый порт»

Предмет исследования: воздействие на атмосферный воздух города деятельности морского порта при погрузочно-разгрузочных работах по перевалке каменного угля.

Цель выпускной квалификационной работы: на основе анализа деятельности АО «ТМТП» связанной с перевалкой угля, дать рекомендации по снижению негативного воздействия на воздушную среду в городе Туапсе.

Задачи:

- рассмотреть технологии перевалки угля в морских портах;
- обобщить материалы связанные с загрязнением воздушной среды при погрузочно – разгрузочных работах при перегрузке угля;
- провести анализ деятельности предприятия в части перегрузки угля

в морском порту на экспорт;

– дать оценку негативного воздействия на воздушную среду на границе санитарно-защитной зоны;

– разработать и внести рекомендации по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух в городе Туапсе.

# 1 Технологии перевалки угля в морских портах и экологические проблемы

## 1.1 Характеристика современных технологий перевалки угля в морских портах

Известно, что существуют исчерпаемые и неисчерпаемые источники энергии (рисунок 1.1).

Участвующие в постоянном обороте и потоке энергии	Депонированные энергетические ресурсы	Искусственно активированные источники энергии
<ul style="list-style-type: none"><li>• солнечная энергия;</li><li>• космическая энергия;</li><li>• энергия морских приливов и отливов;</li><li>• геотермальная энергия;</li><li>• гравитационная энергия и энергия давления;</li><li>• атмосферное электричество;</li><li>• земной магнетизм;</li><li>• энергия спонтанных химических реакций и естественного атомного распада;</li><li>• биоэнергия;</li><li>• вторичные энергии.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• природный газ;</li><li>• уголь;</li><li>• сланцы;</li><li>• торф.</li><li>• нефть;</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• атомная энергия;</li><li>• термоядерная энергия</li></ul>

Рисунок 1.1 — Классификация энергетических ресурсов по источникам и местоположению (по Реймерсу Н.Ф.) [7]

Не смотря на то, что в последнее время, все чаще внедряются новейшие технологии получения энергии из неисчерпаемых энергоресурсов, уголь продолжает оставаться одним из основных источников энергии в мире: на него приходится порядка 40 % в мировом топливно-энергетическом балансе [21, с.15].

Топливо-энергетический баланс — это соотношение потребления различных видов топливно-энергетических ресурсов. Такую лидирующую роль уголь занимает благодаря своей недорогой цене. Уголь в несколько раз дешевле других источников энергии, причем разница в цене может быть десятикратной,

если сравнивать стоимость угля и возобновляемых источников энергии. Российская угольная промышленность всегда являлась базовой отраслью национальной экономики. Известно, что развитие внутреннего спроса на уголь значительно уступает темпам роста добычи угля, и поэтому, можно предположить, что развитие российской угольной промышленности происходит, в основном, за счет увеличения угольного экспорта. Экспорт российского угля в последнее время имеет отрицательную тенденцию, но, несмотря на это ежегодно за рубеж отправляется более 400 млн. т (рисунок 1.2), в том числе через морские порты.



Рисунок 1.2 — Объемы добычи угля в России в 2011-2023 гг.(млн. т) [11]

Обычно при транспортировке угля, перевалке с одного вида транспорта на другой и при его хранении происходят значительные потери. Хранение угля на открытых складах повышает зольность, происходит его выдувание, вымывание, самовозгорание, от которого ежегодно теряется до 7% добываемого угля, а также сильное загрязнение прилегающей территории и воздушного бассейна.

Правильное складирование и хранение угля, борьба с количественными и качественными потерями являются главными задачами угольных комплексов.

Самый экономичный, и в то же время самый не экологичный способ перегрузки угля, — в портах с универсальными терминалами для перевалки сыпучих грузов.

Технология проста: механизированная выемка угля из железнодорожных

вагонов порталными кранами с грейферами и перевалка непосредственно в трюм судна. Другой вариант, когда уголь перегружают не сразу на судно, а вываливают на складские площади, расположенные в непосредственной близости к причалам.

Весь процесс происходит «под открытым небом» и буквально, и в смысле подверженности атмосферным явлениям. Особенно критичным при перевалке является такой фактор как скорость ветра.

Известен способ перевалки каменного угля из вагонов железнодорожного состава на судно, минуя склад, путем оборудования полной транспортной цепи, соединяющей место разгрузки угля с местом его погрузки (патент JP 59217530, B65G 63/00, 1984 г.), взятый за прототип.

Недостатком такого способа является необходимость отбора железнодорожных составов с одинаковой маркой угля. Их выстраивают (собирают) в тупике и по прибытии судна один вслед за другим подают на вагоноопрокидыватель. С последнего уголь направляют сразу на судно, что неудобно с точки зрения простаивания железнодорожного состава, для которого нужны запасные пути для накопления необходимого количества угля. Эффективность такой схемы загрузки чрезвычайно мала и требует больших трудозатрат при учете сортности, тупиков отстоя вагонов, очередности подачи и пр.

Описанный способ совершенствован Международной группой авторов (Патент № 2401239 РФ, B65G 63/00) с целью повышения производительности и экологичности при производстве разгрузочно-погрузочных работ. Изобретение относится к области погрузо-разгрузочных работ в порту, а именно к выгрузке каменного угля из полувагонов железнодорожного состава и транспортировке его на склад или, минуя его, на причал для погрузки на суда.

Способ портовой перевалки угля из железнодорожного состава (1) на суда (10) включает разгрузку полувагонов вагоноопрокидывателем, переработку и транспортировку угля по территории терминала к причалу, погрузку судовым погрузчиком (9) на суда при непрерывной загрузке угля

(рисунок 1.3).

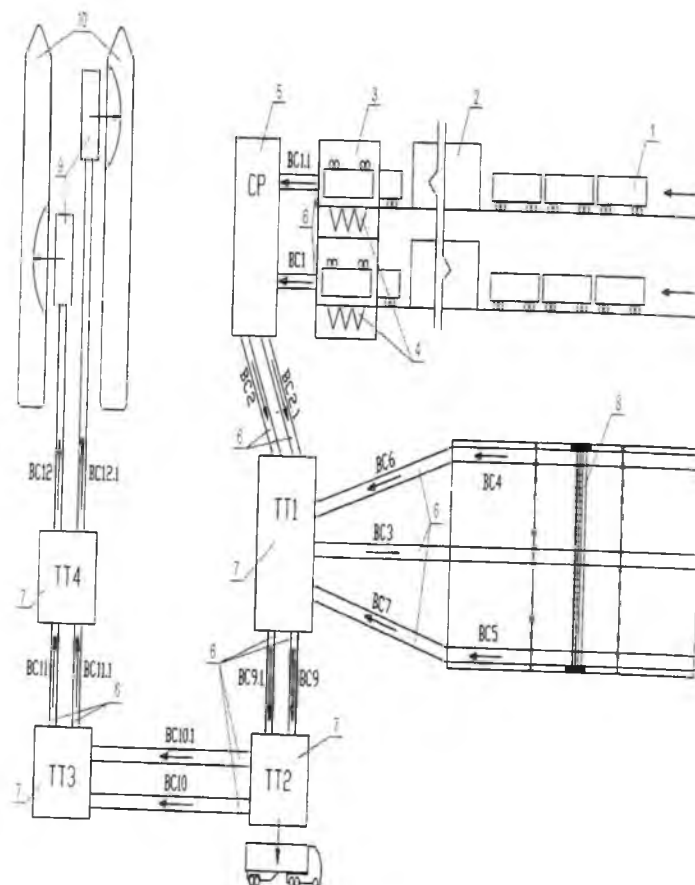


Рисунок 1.3 — Схема портовой перевалки угля из железнодорожного состава на суда (Патент № 2401239 РФ, В65G 63/00)

Параметры судового погрузчика оптимизированы с учетом всех компонентов технологического процесса, типа и размера судов и погрузо-разгрузочного оборудования. Внутрипортовое перемещение угля осуществляют посредством технологической линии, включающей последовательно и параллельно размещенные ленточные конвейеры (6) с регулировкой скорости движения, манипуляцией потоков угля через главную распределительную башню в разных направлениях одновременно с обеспечением точной конфигурации массового потока через передаточные башни с дистанционным управлением. Уголь подвергают дроблению молотковой и валковой дробилками с регулировкой параметров дробления, очистке от ферромагнитных включений ленточными магнитными сепараторами. Все процессы пересыпки, хранения и транспортировки угля осуществляют в



закрытых объемах. Изобретение обеспечивает непрерывность процесса перегрузки и экологическую безопасность. Схематичное описание процесса перевалки угля из вагонов на судна представлено на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 — Схематичное описание процесса перевалки угля из вагонов на судна

В последнее время достаточно много обсуждается вопрос о полном закрытии угольных терминалов. Между тем, полностью закрытых угольных терминалов быть не может, поскольку невозможно закрыть все участки по перевалке угля – судопогрузочную машину и зону погрузки угля на судно.

Также проблематично и укрытие складов хранения угля. Это мероприятие в определенном смысле эффективное, но крайне дорогостоящее и создающее другие сопутствующие проблемы. В частности, удорожание процесса перевалки приведет к тому, что торговля углем станет невыгодной. Не секрет, что цена угля не так велика, а транспортировка в конечной стоимости ресурса и так имеет значительную составляющую. Помимо этого, в закрытых складах необходимо решать непростые вопросы, связанные с пожаро- и взрывобезопасностью объекта.

Что касается дискуссий относительно перевалки угля через специализированные или универсальные терминалы, то, несомненно, специализированные более эффективны из-за применения в их работе технологических мероприятий и оборудования, которое обеспечивает меньшее число операций по перемещению угля и обеспечивает быструю и интенсивную работу с грузом. Это позволяет снизить источники пыления. Опять же, на специализированных терминалах возможна реализация мероприятий по частичному укрытию наиболее болезненных зон, что невозможно на универсальном терминале [4].

Австрийская вагоностроительная компания Innofreight представила совершенно новый подход, предложив на рынок транспортных услуг инновационную разработку.

Предлагаемая технология перевозки представляет собой модульный комплекс: подвижный состав, оснащенный устройствами для крепления контейнеров + контейнеры, которые подбираются с учетом технического задания заказчика и могут быть различных объемов (рисунок 1.5). Контейнеры универсальные и могут использоваться для перевозки как наливных, так и насыпных, в том числе и угля, грузов [15].



Рисунок 1.5 — Новый вид железнодорожного транспорта: платформы для перевозки контейнеров

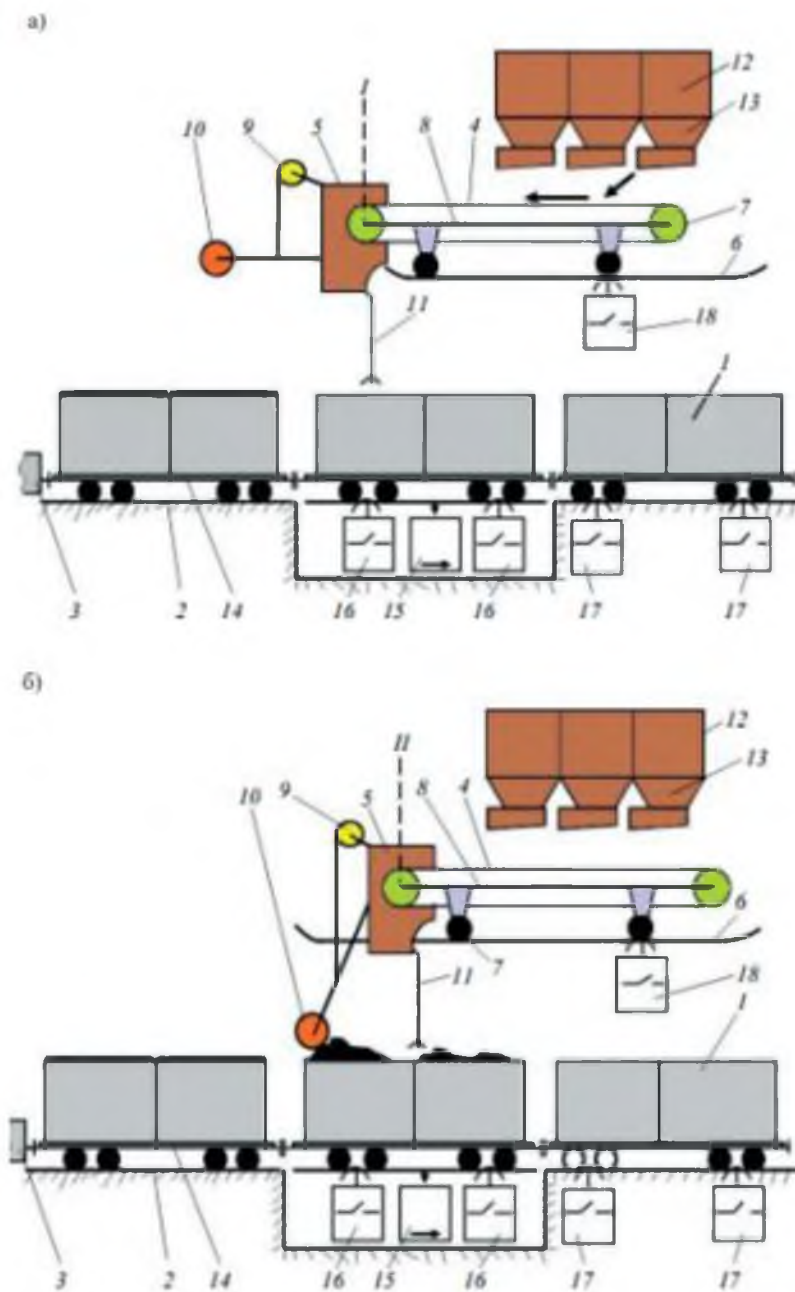
На основе применения контейнеров возможно создание специализированного стационарного терминала для портовой перегрузки навалочных грузов. Такие технологии работают в Австралии, в Африке и в Америке. В январе 2021 г. Россия приступила к железнодорожной перевозке угля контейнерами в Китай [18].

Применение специализированных контейнеров позволит исключить потери угля при транспортировании и организовать новый тип терминала в порту, в котором осуществляется прием контейнеров, их складирование и крановая погрузка на судно (сухогруз: балкер или контейнеровоз). Контейнерная перевалка угля полностью исключает пылеобразование и минимизирует дополнительное измельчение угля.

Технология погрузки угля в специализированные контейнеры на углепогрузочном комплексе представлена на рисунке 1.6 [24, с. 871].

Контейнерный портовый терминал — это масштабное предприятие морского, а также внутреннего водного транспорта, которое имеет район для

осуществления погрузочно-разгрузочных работ и хранения грузов. Для осуществления операций терминалы оснащены специальной техникой и оборудованием: контейнерными перегружателями, портовыми кранами, автопогрузчиками (ричстакерами) для перемещения контейнеров и другой техникой.



а) – начало погрузки б) конец погрузки

Рисунок 1.6 — Технологическая схема погрузки угля в контейнер

Погрузку угля в контейнеры можно представить в виде следующего алгоритма (рисунок 1.7):

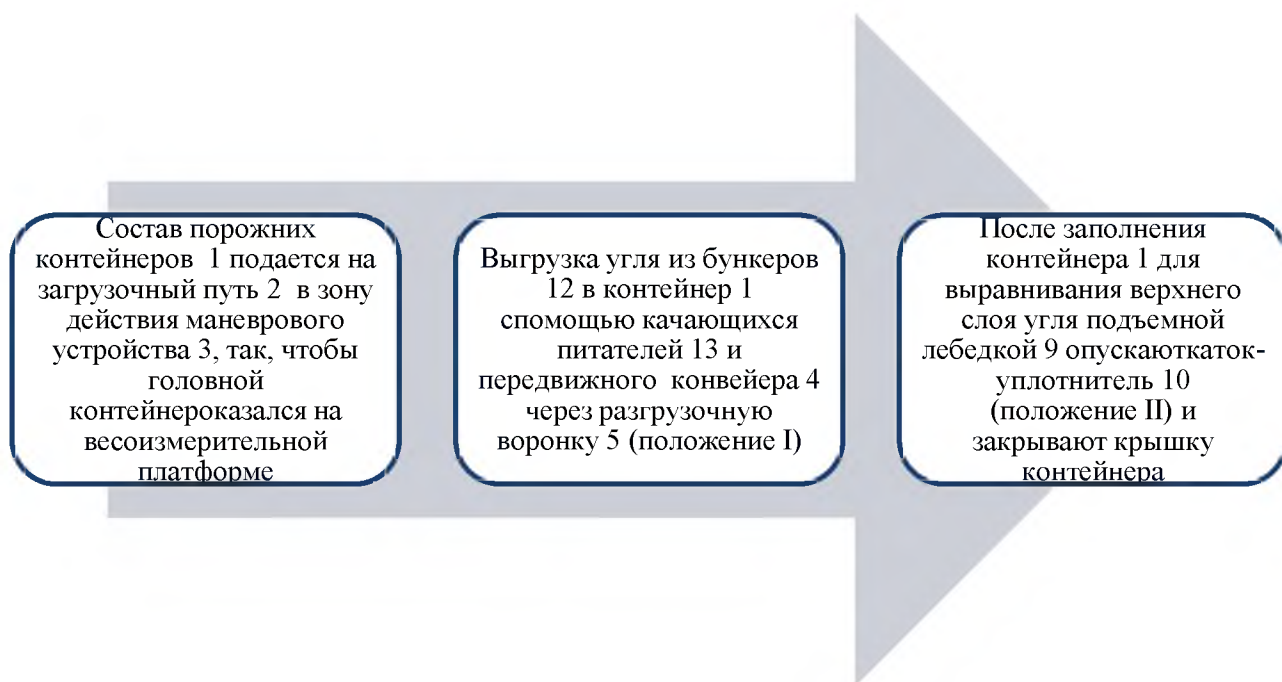


Рисунок 1.7 — Алгоритм погрузки угля в контейнеры

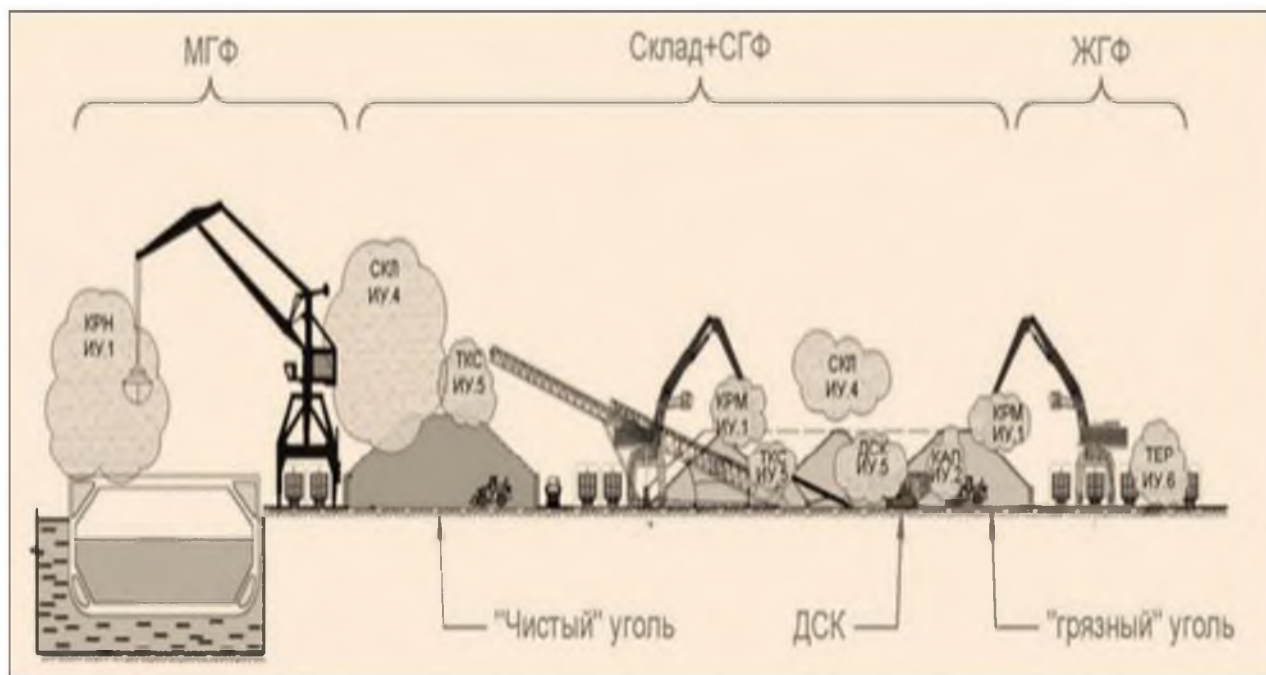
Главным инфраструктурным объектом в сфере морских перевозок является морской порт, одной из функций которого как многофункционального объекта, осуществляющего в том числе интермодальные перевозки, является отправка и прием грузов как морскими судами, так и другими видами транспорта: автомобильным, железнодорожным. Портовая инфраструктура позволяет осуществлять погрузочно-разгрузочные операции, что свидетельствует о том, что к главным задачам работы морского порта также относятся логистические функции и функции таможенного терминала, так как к портам относятся таможенные органы, осуществляющие контроль объема товарооборота.

## 1.2 Экологические проблемы при перегрузке угля и пути решения с учетом наилучших доступных технологий

Независимо от технологии перевалки: на универсальном, либо на специализированном перегрузочном комплексе, существуют большие или меньшие потери угля от механического воздействия (угольная пыль). При этом

можно выделить различные источники пыления в неравной степени негативно воздействующие на окружающую среду. Рассмотрим источники пыления на различных перегрузочных комплексах.

На рисунке 1.8 схематично представлен процесс перегрузки угля на портовом универсальном комплексе.



КРН, КРМ – грейфер крана; ДСК – дробильно-сортировочный комплекс; СГФ - ; ЖГФ - ; МГФ – грейферная перегрузка; ТКС – транспортно-конвейерная система; ТЕР – покрытия проездов и площадок

Рисунок 1.8 — Схема перевалки угля на портовом универсальном перегрузочном комплексе

Всего на универсальном комплексе можно выделить шесть источников пыления в процессе перевалки (таблица 1.1).

Таблица 1.1 — Источники пыления на портовом универсальном (многофункциональном) перегрузочном комплексе

№ п/п	Источники пыления (выбросов)	Характеристика источников пыления (выбросов)
1	Грейфер крана	Точечный неорганизованный
2	Ковш автопогрузчика при его разгрузке на СГФ, ДСК	Точечный неорганизованный
3	Мобильные дробильно-сортировочные комплексы	Точечный неорганизованный



Продолжение таблицы 1.1

4	Открытые штабелю угля на складе	Площадный неорганизованный
5	Транспортно-конвейерная система	Точечные неорганизованные
6	Покрытия проездов и площадок	Площадные неорганизованные

В таблице видно, что все источники пыления носят неорганизованный характер. Это означает, что при такой технологии пыление может зависеть от множества факторов: скорости ветра, сорта угля, опыта (умений и навыков) работников на порталных кранах. Уголь на складских площадках пылит, хоть и в меньшей степени, чем при погрузочных работах, при скорости ветра 10-15 м/с.

На рисунке 1.9 схема перегрузки угля на специализированном терминале.

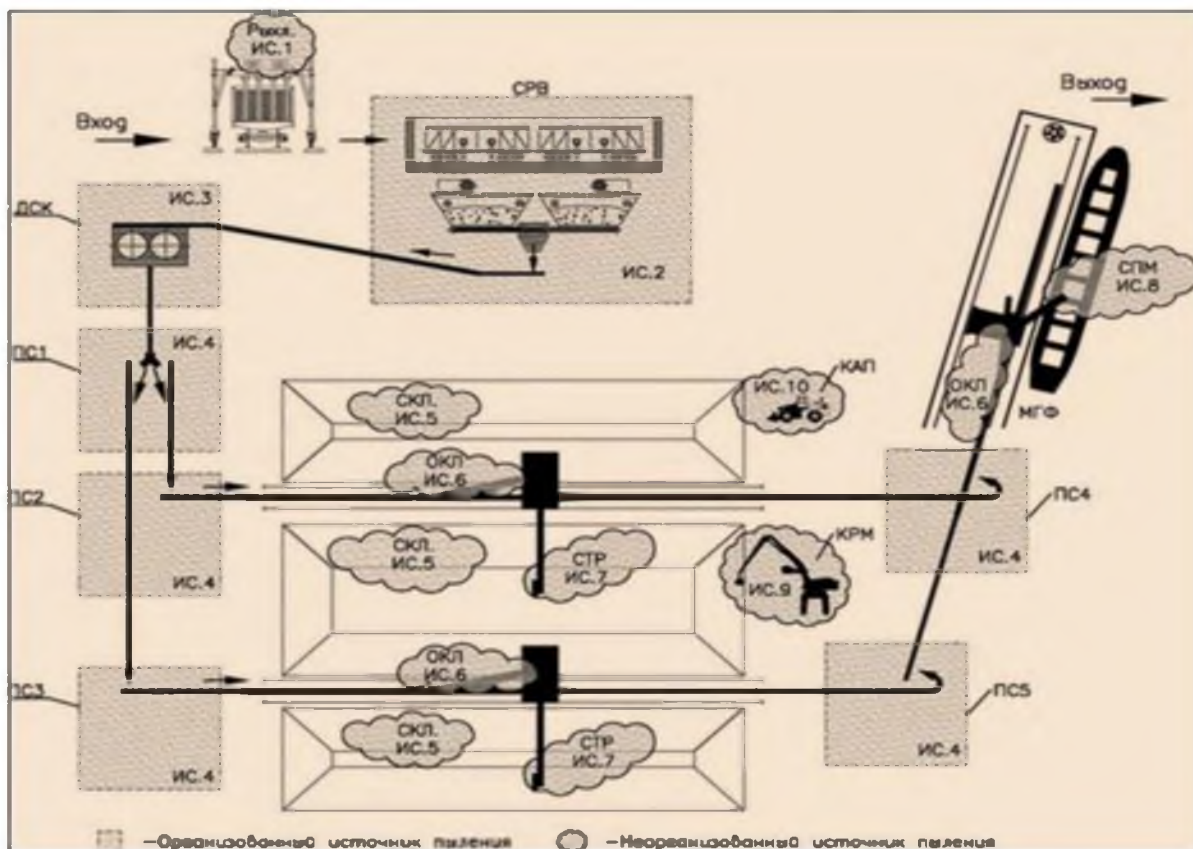


Рисунок 1.9 — Схема перевалки угля на портовом специализированном угольном комплексе

Специализированные перегрузочные комплексы также имеют источники пыления (таблица 1.2)

Таблица 1.2 — Источники пыления на портовом специализированном угольном комплексе

№ п/п	Источники пыления (выбросов)	Характеристика источников пыления (выбросов)
1	Системы механического восстановления сыпучести смерзшегося в вагонах угля	Неорганизованный
2	Станция разгрузки вагонов (СРВ)	Организованный
3	Дробильные и сортировочные установки (ДСК)	Организованный
4	Участок пересыпки внутри здания (ПС)	Организованный
5	Открытые штабелы угля на складе (СКЛ)	Неорганизованный
6	Открытые конвейерные линии (ОКЛ)	Неорганизованный
7	Сбрасывающие устройства стакеров и заборные роторы реклаймеров (СТР)	Неорганизованный
8	Сбрасывающие устройства судопогрузочных машин (СПМ)	Неорганизованный
9	Грейфер крана (КРМ)	Неорганизованный
10	Ковш автопогрузчика (КАП)	Неорганизованный
11	Покрытия проездов и площадок (ТЕР)	Неорганизованный

На специализированных комплексах неорганизованное (неконтролируемое) пыление может наблюдаться на открытых участках складирования и непосредственно во время перегрузки. Разгрузка вагонов, сортировка и дробление происходят в закрытых помещениях, что исключает распространение угольной пыли на большие расстояния.

С принятием Федерального закона от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды» и ряда подзаконных актов началось поэтапное внедрение НДТ (наилучших доступных технологий) в России.

В 2023-2024 гг. наступил этап Распространения требований по получению КЭР (комплексное экологическое разрешение) на все крупные предприятия (объекты I категории, со значительным воздействием на окружающую среду). Далее с 2025 года продолжится этап внедрения НДТ на предприятиях II (предприятия с умеренным воздействием) и III (предприятия с незначительным воздействием) категорий. Внедрение НДТ не коснется только



предприятий IV категории (с минимальным воздействием на окружающую среду). На таких предприятиях проводится производственный экологический контроль, контролирующие органы проводят внеплановые проверки в случае необходимости.

Морские порты по Критериям отнесения объектов к категории НВОС [9] относят к II категории. Таким образом, внедрение наилучших доступных технологий до 2024 года было желательным, а с 2025 года станет обязательным для морских портов.

В связи с этим разработан перечень наилучших доступных технологий, в том числе для угольных терминалов.

В случае неисполнения требований по выполнению программ повышения экологической эффективности, в том числе внедрения НДТ, последуют негативные санкции, такие как увеличение коэффициентов платы за НВОС: за временно разрешенное воздействие  $K = 25$ ; за воздействие, превышающее разрешенное  $K=100$ .

Федеральным законом от 21.07.2014 № 219-ФЗ предусмотрены также меры государственной поддержки внедрения НДТ (рисунок 1.10).

Льготы по оплате за негативное воздействие на окружающую среду	Инвестиционный налоговый кредит	Введение для оборудования НДТ коэффициента амортизации 2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Зачет затрат на осуществление мер по снижению негативного воздействия и внедрение НДТ в счет платы за негативное воздействие на окружающую среду (с 01.01.2016)</li> <li>• Отказ от взимания платы (коэффициент 0) для предприятий I категории, перешедших на НДТ, и II категории относящихся к областям применения НДТ (с 01.01.2020)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Инвестиционный налоговый кредит может быть предоставлен организации при осуществлении мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Право применять к основной норме амортизации специальный коэффициент, но не выше 2, в отношении амортизируемых основных средств, относящихся к основному технологическому оборудованию, эксплуатируемому в случае применения НДТ, согласно утвержденному Правительством Российской Федерации Перечню</li> </ul>

Рисунок 1.10 — Меры государственной поддержки внедрения наилучших доступных технологий

Крупные предприятия I и II категорий, оказывающие значительное и умеренное негативное воздействие на окружающую среду, начали внедрять наилучшие доступные технологии с самого начала государственной программы, направленной на повышение экологической эффективности.

## 2 Анализ и оценка воздействия перевалки угля в Туапсинском морском торговом порту на воздушную среду города

### 2.1 Характеристика предприятия и технологии перевалки угля в АО «ТМТП»

Порт Туапсе расположен на Черноморском побережье Кавказа к юго-востоку от мыса Кадош, между устьями рек Паук и Туапсе. К северу от порта находится устье реки Паук, а к югу — реки Туапсе. Порт находится в центре города Туапсе.

Порт Туапсе расположен в небольшой и слабо вдающейся в сушу Туапсинской бухте. Это искусственно созданная акватория, ограниченная от бассейна Черного моря Южным молом, Юго-Западным и Западным волноломами (рисунок 2.1).

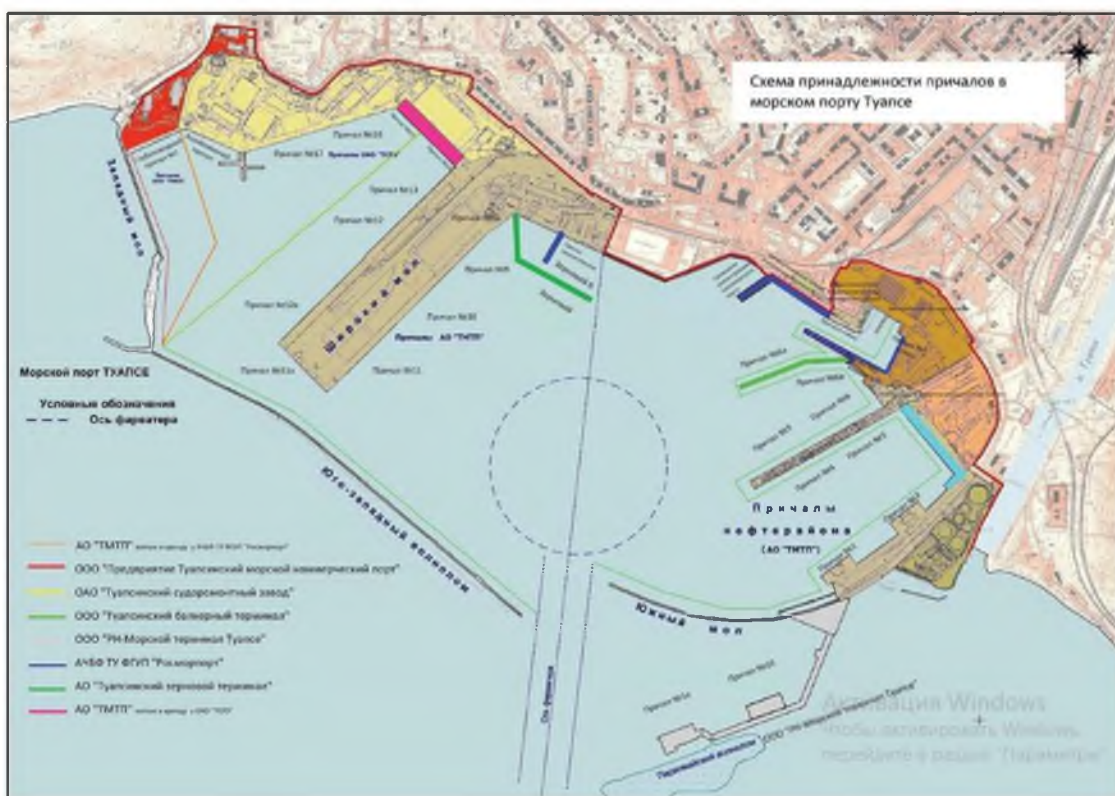


Рисунок 2.1 — Схема акватории Туапсинского морского торгового порта

Вход в порт осуществляется по подходному каналу длиной 400 м, шириной 120 м и глубиной 13,5 м. Порт доступен для судов с осадкой до 12 м и

длиной до 230 м. Площадь акватории порта составляет 79,6 га. Порт является глубоководным с круглогодичной навигацией и специализируется на перевалке контейнеров, нефтеналивных грузов, угля, руды черных и цветных металлов, минудобрений, сахара и других тарированных, пакетированных и навалочных грузов. Порт не замерзает даже в самые суровые зимы.

Прилегающая к порту территория города Туапсе расположена в пределах юго-западного склона Кавказского хребта и его отрогов, протягивающегося в широтном направлении. Рельеф района низко- и среднегорный (абсолютные отметки от 0 до 150 м).

Порт укрыт с юго-запада мысом Кадош. Однако, в силу возможных сочетаний неблагоприятных метеорологических и гидрологических условий, а также из-за стесненности внутренней акватории порт Туапсе не является портом-убежищем.

Район Туапсе относится к зоне влажных субтропиков. Климат определяется не только широтным положением, но и влиянием Черного моря, а также близостью Главного Кавказского хребта. Со стороны моря этот район открыт для западных влажных циклонов, а горы закрывают его от холодных воздушных масс с севера и в значительной степени преграждают путь циклонам.

Среднегодовая температура воздуха в районе 14 °С. Изменчивость температуры имеет ярко выраженный сезонный ход (таблица 2.1).

Таблица 2.1 — Средняя месячная и годовая температура воздуха в районе порта Туапсе, (°С)

Месяц												Средне- годовая
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
5,1	5,3	7,8	12,1	16,6	20,8	23,9	24,3	20,1	15,0	10,3	6,8	14,0

Среднемесячная температура наиболее холодного месяца (январь) составляет плюс 5,1 °С, наиболее теплых месяцев — июль и август – плюс 23,9 °С и 24,3 °С соответственно.

Ветровой режим в районе Туапсе формируется под воздействием широтной циркуляции атмосферы над Черным морем и местных физико-географических факторов, основными из них являются рельеф местности и положение границы суши и моря.

Повторяемость ветров различных направлений по многолетним данным представлена в таблице 2.2 [2].

Таблица 2.2 — Повторяемость ветров различных направлений по многолетним данным в Туапсе (%)

Направление, румб	С	С-В	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	С-З
Повторяемость, %	12	32	7	10	17	11	8	3

В холодный период года (ноябрь-март) увеличивается повторяемость ветров юго-восточного направления, летом – повторяемость южных и юго-западных ветров. Штормовые ветры приходят чаще всего от Ю, ЮВ, ЮЗ, непрерывная их продолжительность может достигать 4-6 суток.

Среднемесячная скорость ветра в Туапсе представлена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 — Среднемесячная скорость ветра в Туапсе по многолетним данным (м/с)

Месяц	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
м/с	8,5	8,6	8,2	6,7	5,7	5,7	5,3	5,3	6,1	6,6	7,3	8,5

В таблице видно, что самые ветреные месяцы декабрь, январь и февраль. Максимальные скорости ветра во время шторма могут достигать 30 м/с.

Среди гидрометеорологических факторов, нарушающих работу флота, особое место занимает опасное явление – течение «тягун». При тягуне в порту возникают своеобразные колебания уровня и суда, пришвартованные у причала или стоящие на якоре, совершают возвратно-поступательные движения, подвергаясь качке беспорядочного характера. Возникновение тягуна в г. Туапсе не связано с полем ветра над акваторией моря и порта в данный момент, а

определяется предшествующей за 12 – 24 часа схемой барического поля. В подавляющем большинстве случаев (62 из 67) возникновение тягуна связано с подходом волн зыби с запада, юго-запада и юга, иногда его возникновение наблюдается и при смешанном волнении от этих румбов, но с преобладанием волн зыби. Степень волнения моря при этом не менее 3-х баллов, при сильных тягунах более 5 баллов. При подходе волн зыби от запада, юго-запада высотой 1,5 – 2 м тягун в порту образуется в 22 % случаев, при высоте 2 – 4 м в 80 % случаев, более 4 м, всегда вызывает образование тягуна. При отсутствии волн зыби может наблюдаться слабый тягун, который влияния на работу порта не оказывает. Тягун в порту Туапсе может наблюдаться в течение всего года, умеренный и сильный – преимущественно в холодную половину, при штормовой погоде в западной и центральной частях Черного моря.

При получении штормового предупреждения о развитии «тягуна» суда, стоящие у причалов, должны перейти от причалов на якорные стоянки морского порта, либо выйти в море для штормования. Все эти обязательные условия требуют четкой координации (хорошей логистики) при перевалке угля.

Перевалка угля в Туапсинском морском порту осуществляется на погрузрайоне (широкий мол) (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 — Общий вид погрузочно-перегрузочного комплекса (широкий мол)

При перевалке угля суда швартуют на причалы 11, 12 и 12А. Общая протяженность (длина) причалов более 600 м.

Швартовые операции с судами производятся с учетом габаритов судна (таблица 2.4).

Таблица 2.4 — Обязательные требования при постановке судна к причалу

№ причала	Эксплуатационная длина причала, (м)	Наибольшая длина судна, (м)	Проектная глубина у причала, (м)	Минимальная глубина у причала, (м)	Объявленная предельно допустимая осадка у причала, (м)	Примечание
№ 11	191	244	13,5	12,8	12	
№ 12А	303	215	9,75	9,7	9,25	При длине судна 170 м и более максимально допустимая осадка судна не более 8 м
№12	140	215	9,25	9,1	8,8	При длине судна 170 м и более максимально допустимая осадка судна не более 8 м

Также при швартовке учитываются погодные условия, а в отдельных случаях и время суток. Швартовые операции с судами длиной более 230 м у причала № 11 производится в светлое время суток с частичным использованием причала № 10. Подход судов к причалам №№ 12, 12А, а также отход судов от указанных причалов, допускается при отсутствии судна у причала № 11А при скорости ветра не более 10 м/с. Швартовка судов длиной от 160 м до 190 м к причалам № 12, № 12А производится в светлое время суток при скорости ветра не более 6 м/с. Отшвартовка судов длиной от 160 м до 190 м от причалов №№ 12, 12А производится в светлое время суток при скорости ветра не более 8м/с.

Погрузрайон оснащён железнодорожными путями, что позволяет подавать составы с углём прямо на причалы и переваливать уголь непосредственно из вагонов в трюмы.

С целью обеспечения ритмичности работы порта (24\*7) на погрузрайоне,



в зоне отгрузки угля предусмотрены складские площадки у каждого причала. Общая площадь таких площадок более 20 000 м<sup>2</sup>. На площадках складировается уголь, после выемки его из вагонов.

Разгрузку вагонов, так же, как и загрузку трюмов производят портальными кранами, оснащенными грейферами различных объемов, в среднем 6 м<sup>3</sup> (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 — Портальный кран. Разгрузка вагонов на складские площадки

Максимальная нагрузка на складские площадки ограничена 20 т/м<sup>2</sup>, с учетом всей находящейся техники и железнодорожных вагонов. При формировании «навалов» учитывается нагрузка на большой мол. Портальные краны свободно перемещаются по причалам по рельсовым направляющим, формируя «навалы» угля на складской площадке, либо при непосредственной перевалке из вагонов в трюмы. Производительность кранов достаточно высокая. Так, один кран по плану должен переваливать 232 т/час. Одно судно загружают одновременно 2-4 крана. Таким образом, среднее судно вместимостью 35 000 т отгружают примерно за двое суток. Одновременно



уголь могут переваливать не более, чем на два судна. На 11 причале при перевалке работают два крана, на 12 и 12А — 6 кранов.

Для полного охвата потенциальной зоны пыления было установлено 4 стационарных генератора водяного тумана непосредственно у угольных бунтов (рисунок 2.4). Дополнительные 2 мобильные «пушки», появившиеся чуть позже, позволяют корректировать полноту охвата зоны пыления, например, при смене направления ветра (рисунок 2.5).



Рисунок 2.4 — Стационарный генератор водяного тумана для подавления пыления при перевалке и складировании угля



Рисунок 2.5 — Мобильная водяная пушка, обеспечивающая полноту охвата зоны пыления при смене ветра

Каждый генератор создает вокруг себя водяную завесу радиусом до 150 м, орошение угольных штабелей осуществляется не только в период осуществления погрузочных работ, но и в их отсутствие, при высоких скоростях ветра.

Кроме пылеподавления на проездах и площадках территории погрузрайона производят регулярную механическую уборку поливочной машиной.

Работа по снижению экологической нагрузки, которую Туапсинский морской торговый порт последовательно ведет с 2007 года, не ограничилась генераторами водяного тумана. В первую очередь, были вынесены на дальние рубежи причального фронта угольные площадки, изменены пропорции сортности угля в пользу менее пылящих. В 2011 году было завершено возведение 6-метрового пылешумозащитного экрана, отделяющего производственную площадь порта от городских кварталов. Доля угля в грузообороте порта последовательно снижается с 2012 года, при росте общего объема перевалки, более 5 лет уголь не превышает 3 млн тонн – это тот объем, при котором порт гарантирует максимальную эффективность применяемых природозащитных мер», - рассказали в компании.

Эффективность этих мер и, при необходимости, их корректировки обеспечивает регулярный мониторинг всех экосфер. Посты экоконтроля на границах порта, в том числе и в непосредственной близости от угольной площадки, выдают результаты в онлайн режиме. Регулярно проводится анализ проб воздуха, морской воды и почвы как лабораторией АО «ТМТП», так и независимыми экспертами из специализированного испытательного центра Туапсинского филиала ФБУ «Центр гигиены и эпидемиологии по Краснодарскому краю».

## 2.2 Объемы перевалки угля в морском порту Туапсе и оценка негативного воздействия на воздушную среду

Компания TRINITY WAY (ОАЭ) является одним из участников рынка

оптовой торговли углем на международном рынке и покупателем российского угля, в частности через южные порты России. Компания KRU OVERSEAS (Кипр) поставляет уголь производства «Кузбассразрезугля» на международный угольный рынок. Одним из российских экспортеров угля через порт Туапсе является ООО «Шахтоуправление «Садкинское». Этой компанией на экспорт в порт Туапсе, для дальнейшей перевалки, поставляется антрацит из Ростовской области. Уголь отправляется в основном в Турцию.

Ежесуточно на причалы подается от трех до пяти составов, в среднем по сорок вагонов. В каждом вагоне примерно по 74 т. Часть сразу отгружается на суда, другая — складировается. В таблице 2.5 представлены объемы угля, переваливаемые через Туапсинский порт.

Таблица 2.5 — Расчет примерных объемов угля, принимаемых в Туапсинском морском порту для последующей перевалки

	Кол-во вагонов	Тоннаж, тонн в одном вагоне	Масса принятого для перевалки угля, тыс. т		
			в сутки	в месяц	в год
Три состава по 40 вагонов	120	74	8,88	266,40	3196,80
Четыре состава по 40 вагонов	160	74	11,84	355,20	4262,40
Пять составов по 40 вагонов	200	74	14,80	444,00	5328,00

В таблице 2.5 рассчитаны примерные объемы, так как количество вагонов в составе может быть и больше и несколько меньше. То же самое можно говорить о тоннаже. В одном вагоне примерно, в среднем, 74 т. Учитывая все эти условности, видим, что в сутки может быть принято для перевалки и складирования от 9 до 15 тыс. т, в месяц — от 266 до 444 тыс. т, в год — от 3,2 до 5,3 млн. т угля.

Для примера рассмотрим движение (прибытие-убытие) угля за 12 часов

(таблица 2.6).

Таблица 2.6 — Прибытие-убытие угля на погрузрайоне АО «ТМТП» за 12 часов Х.05.2024 года, (т)

Экспорт	Наличие на 20-00	Прибыло	Убыло	Наличие на 08-00	Грузовладелец
Б-6 (ДГ)	21263,1	2311,6		23574,7	TRINITY WAY DMCC
Б-6 (ДГОМСШ)	30435,769	673,4	9490	21619,169	TRINITY WAY DMCC
Б-6 (ГЖО)	3884,9			3884,9	TRINITY WAY DMCC
Б-6 (Д)	0			0	TRINITY WAY DMCC
Итого:					49078,769
Б-7 (КСНПК, КСНПКО)	0			0	KRU OVERSEAS DMCC
Б-7 (ССПКО)	0			0	KRU OVERSEAS DMCC
Итого:					0
Б-10 (КСНСШ)	0			0	TRINITY WAY DMCC
Б-10 (КСНСШ) TRINITY	9575,423			9575,423	TRINITY WAY DMCC
Итого:					9575,423
ИТОГО TRINITY WAY DMCC		2985	9490		58654,192
Б-9 (АНТРАЦИТ АСШ)	14432,752			14432,752	САДКИНСКОЕ ООО
ИТОГО САДКИНСКОЕ ООО					14432,752
ВСЕГО НАЛИЧИЕ В ПОРТУ:					73086,944

В таблице 2.6 видно, что за 12 часов работы на погрузрайоне произведена перевалка более двенадцати тысяч тонн угля. На складских площадках осталось

73086,9 тонн. Это запас примерно на шесть дней бесперебойной работы порта, в случае, если возникнут перебои поставки угля по железной дороге. Такой запас необходим, так как пропускная способность железной дороги на участке Армавир – Туапсе невелика даже при нормальном режиме работы. Но если учесть, что на этом участке периодически случаются подтопления дороги в результате разлива горных рек, то такой запас на складских площадках в порту вполне оправдан.

Перевалка и складирование в порту угля неизбежно приводит к пылению и переносу угольной пыли на некоторое расстояние. Проведенные исследования показали, что при скорости ветра от 0,5 до 15 м/с, с учетом пылеподавления, концентрация угольной пыли в воздухе соответствует санитарно-гигиеническим требованиям [12]. При больших скоростях, особенно ветров южных направлений, существует риск превышения уровня предельно допустимых концентраций угольной пыли в жилой зоне.

На границах санитарной защитной зоны морского порта регулярно проводится мониторинг загрязняющих атмосферный воздух веществ. Данные от шести датчиков размещенных на границе СЗЗ (два в Центре, два на ул. Горького, два на Приморье) получают в автоматическом режиме. Посты работают в автоматическом режиме и выдают результаты каждые 20 минут (до 144 измерения в сутки) почасовые измерения с выполнением карт розы ветров. Результаты в онлайн режиме транслируются в отдел по экологической безопасности ТМТП и ежесуточно передаются в администрацию города Туапсе. Благодаря встроенной автоматической метеостанции и приборам по измерению приоритетных загрязняющих веществ экологические посты обеспечивают круглосуточный контроль за состоянием атмосферного воздуха во время производственных работ и позволяют оперативно реагировать в случае превышения ПДК или неблагоприятных метеоусловий. Наблюдения за концентрацией в атмосфере проводится по девяти вредным веществам. Рассмотрим результаты мониторинга (таблица 2.7).

Таблица 2.7 — Результаты мониторинга вредных веществ в атмосфере на границе санитарно-защитной зоны АО «ТМТП»

Точка 1. Центр			
Наименование вещества	Факт, доля ПДК	ПДК с.с. мг/м <sup>3</sup>	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	≤ 0,75	0,15	0,5
Углерод оксид	≤ 0,51	3	5
Сера диоксид	≤ 0,71	0,05	0,5
Азота диоксид	≤ 0,50	0,04	0,2
Сероводород	≤ 0,50	0,008	0,008
Угольная пыль	≤ 0,40	0,1	0,1
Углеводороды С1-С5	≤ 0,50	50	200
Углеводороды С6-С10	≤ 1,00	5	30
Углеводороды С12-С19	≤ 0,50	1	1
Точка 2. Центр			
Наименование вещества	Факт, доля ПДК	ПДК с.с. мг/м <sup>3</sup>	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	≤ 0,67	0,15	0,5
Углерод оксид	≤ 0,50	3	5
Сера диоксид	≤ 0,62	0,05	0,5
Азота диоксид	≤ 0,60	0,04	0,2
Сероводород	≤ 0,50	0,008	0,008
Угольная пыль	≤ 0,40	0,1	0,1
Углеводороды С1-С5	≤ 0,50	50	200
Углеводороды С6-С10	≤ 1,00	5	30
Углеводороды С12-С19	≤ 0,50	1	1
Точка 3. Улица Горького			
Наименование вещества	Факт, доля ПДК	ПДК с.с. мг/м <sup>3</sup>	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	≤ 0,86	0,15	0,5
Углерод оксид	≤ 0,50	3	5
Сера диоксид	≤ 0,65	0,05	0,5

Продолжение таблицы 2.7

Азота диоксид	$\leq 0,62$	0,04	0,2
Сероводород	$\leq 0,50$	0,008	0,008
Угольная пыль	$\leq 0,43$	0,1	0,1
Углеводороды C1-C5	$\leq 0,50$	50	200
Углеводороды C6-C10	$\leq 1,00$	5	30
Углеводороды C12-C19	$\leq 0,50$	1	1
<b>Точка 4. Улица Горького</b>			
Наименование вещества	Факт, доля ПДК	ПДК с.с. мг/м <sup>3</sup>	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	$\leq 0,69$	0,15	0,5
Углерод оксид	$\leq 0,50$	3	5
Сера диоксид	$\leq 0,58$	0,05	0,5
Азота диоксид	$\leq 0,60$	0,04	0,2
Сероводород	$\leq 0,50$	0,008	0,008
Угольная пыль	$\leq 0,40$	0,1	0,1
Углеводороды C1-C5	$\leq 0,50$	50	200
Углеводороды C6-C10	$\leq 1,00$	5	30
Углеводороды C12-C19	$\leq 0,50$	1	1
<b>Точка 5. Район Приморье</b>			
Наименование вещества	Факт, доля ПДК	ПДК с.с. мг/м <sup>3</sup>	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	$\leq 0,64$	0,15	0,5
Углерод оксид	$\leq 0,51$	3	5
Сера диоксид	$\leq 0,60$	0,05	0,5
Азота диоксид	$\leq 0,58$	0,04	0,2
Сероводород	$\leq 0,50$	0,008	0,008
Угольная пыль	$\leq 0,40$	0,1	0,1
Углеводороды C1-C5	$\leq 0,50$	50	200
Углеводороды C6-C10	$\leq 1,00$	5	30
Углеводороды C12-C19	$\leq 0,50$	1	1

Окончание таблицы 2.7

Точка 6. Район Приморье			
Наименование вещества	Факт, доля ПДК	ПДК с.с. мг/м <sup>3</sup>	ПДК м.р. мг/м <sup>3</sup>
Взвешенные вещества	$\leq 0,63$	0,15	0,5
Углерод оксид	$\leq 0,50$	3	5
Сера диоксид	$\leq 0,52$	0,05	0,5
Азота диоксид	$\leq 0,54$	0,04	0,2
Сероводород	$\leq 0,50$	0,008	0,008
Угольная пыль	$\leq 0,40$	0,1	0,1
Углеводороды C1-C5	$\leq 0,50$	50	200
Углеводороды C6-C10	$\leq 1,00$	5	30
Углеводороды C12-C19	$\leq 0,50$	1	1

В таблице приведены усреднённые данные фактического содержания вещества в относительном выражении (доля ПДК). Знак « $\leq$ » — «не более», необходим, так как в таблице представлены данные наиболее ветреного сезона — первой декады года. Соответственно в менее ветреное время года, вплоть до декабря, концентрация угольной пыли будет меньше.

Рассмотрим содержание каждого вещества в атмосферном воздухе в каждой точке мониторинга (рисунки 2.6).

На рисунках 2.6-2.7 видно, что концентрация всех загрязняющих веществ, не превышает уровня среднесуточной ПДК, за исключением «Углеводороды C6-C10». Уровень этих веществ достигает предельной концентрации. Основным источником смеси углеводородов в атмосфере являются предприятия по переработке нефти и нефтепродуктов [17].

На втором месте по уровню концентрации, приближающейся к предельно допустимой, являются взвешенные вещества: пыль, песок, морская соль, аэрозоли, дым, туман, которые могут попасть в атмосферу как в результате природных процессов, так и с промышленными выбросами, либо в результате горения [3].



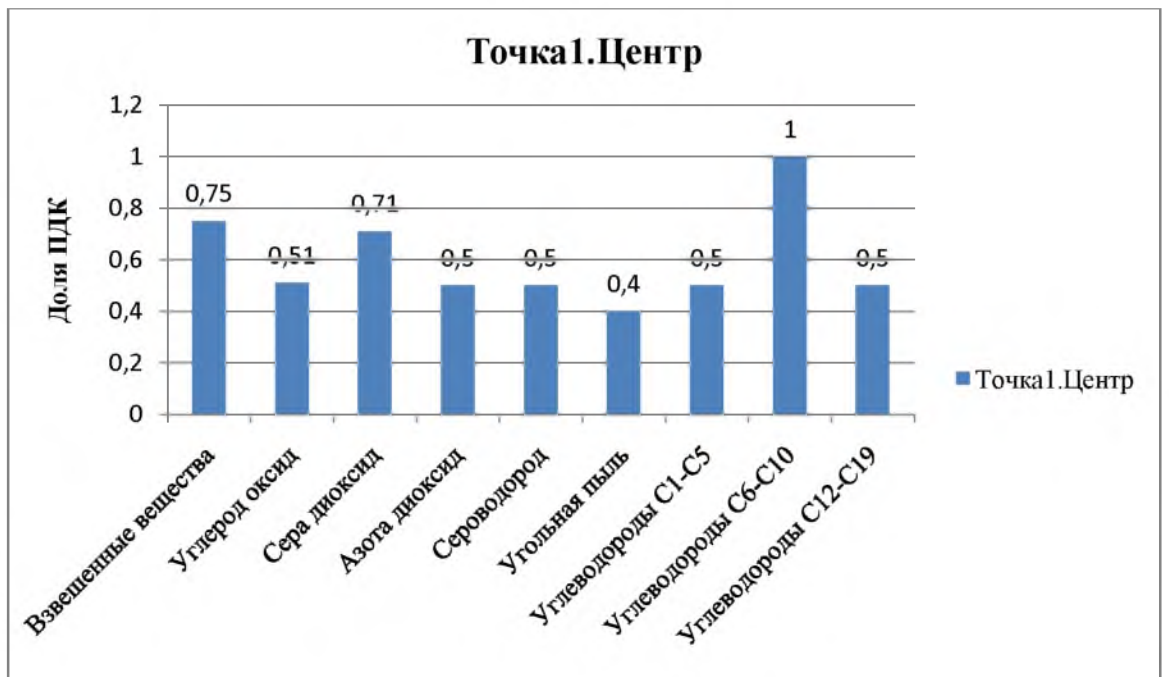


Рисунок 2.6 — Вклад вредного вещества в загрязнение атмосферного воздуха в Точке 1. Центр

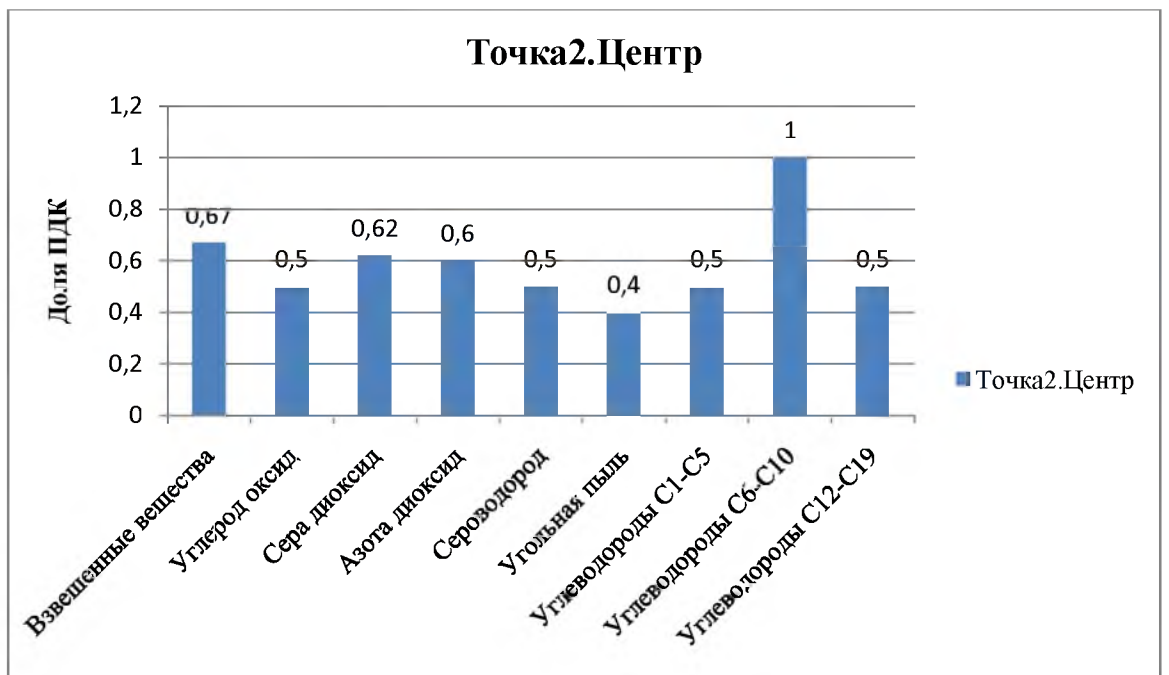


Рисунок 2.7 — Вклад вредного вещества в загрязнение атмосферного воздуха в Точке 2. Центр

Диоксид серы относится к III классу опасности (вещества умеренно опасные) и попадают в атмосферу в результате сжигания топлива, содержащего серу, в котельных; от литейного производства; при производстве серной

кислоты. Содержание его в атмосфере города достаточно высоко, но не превышает ПДК. Остальные вещества, находятся в атмосфере центральной части города в концентрациях, примерно равным половине предельно допустимых. В наименьшей концентрации, всего 40 % от ПДК в атмосфере присутствует угольная пыль.

Рассмотрим концентрации тех же веществ в двух точках мониторинга на ул. Горького (рисунки 2.8-2.9). Анализ результатов мониторинга концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по ул. Горького показал следующие результаты:

- 1) в Точке 3 отмечается более высокий показатель концентрации в сравнении с центром (Точки 1 и 2) таких загрязнителей, как взвешенные вещества, азота диоксид и угольная пыль;
- 2) другие загрязняющие вещества присутствуют в атмосферном воздухе в концентрациях меньших, чем в Центре или равных.
- 3) в Точке 4 показатели загрязнения взвешенными веществами, серы диоксидом, азота диоксидом, угольной пылью меньше, чем в Точке 3.

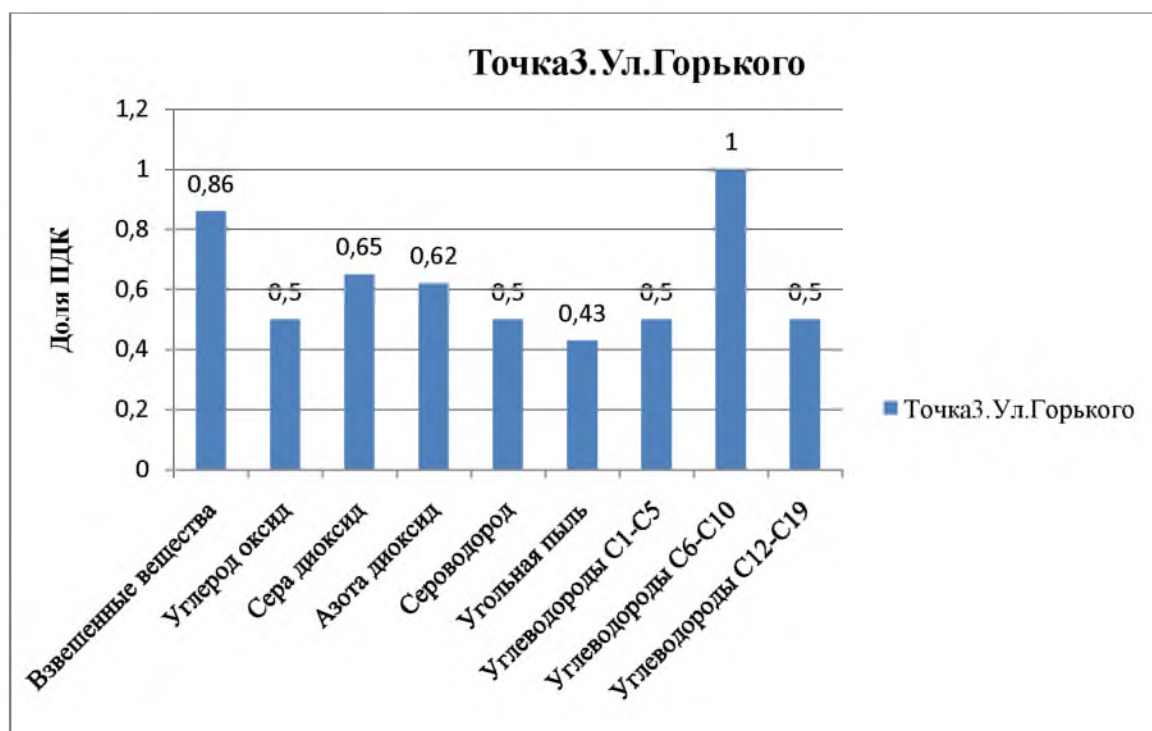


Рисунок 2.8 — Вклад вредного вещества в загрязнение атмосферного воздуха в Точке 3. Ул. Горького

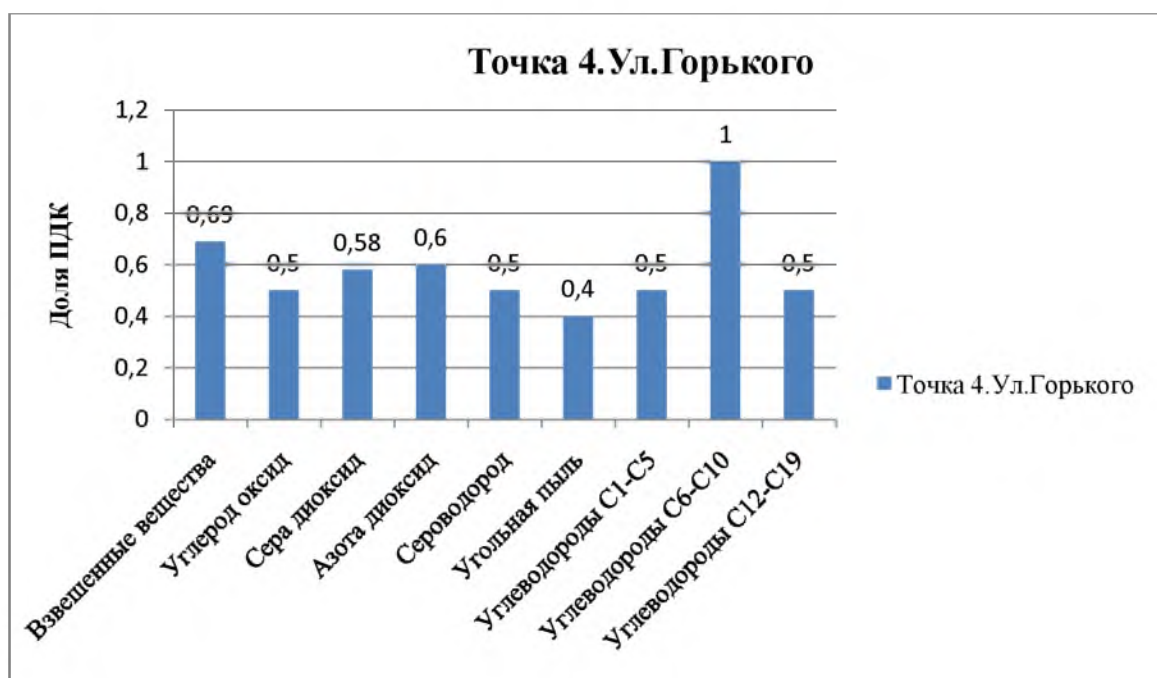


Рисунок 2.9 — Вклад вредного вещества в загрязнение атмосферного воздуха в Точке 4. Ул. Горького

Далее проанализируем результаты мониторинга в Точках 5 и 6 (рисунки 2.10-2.11).

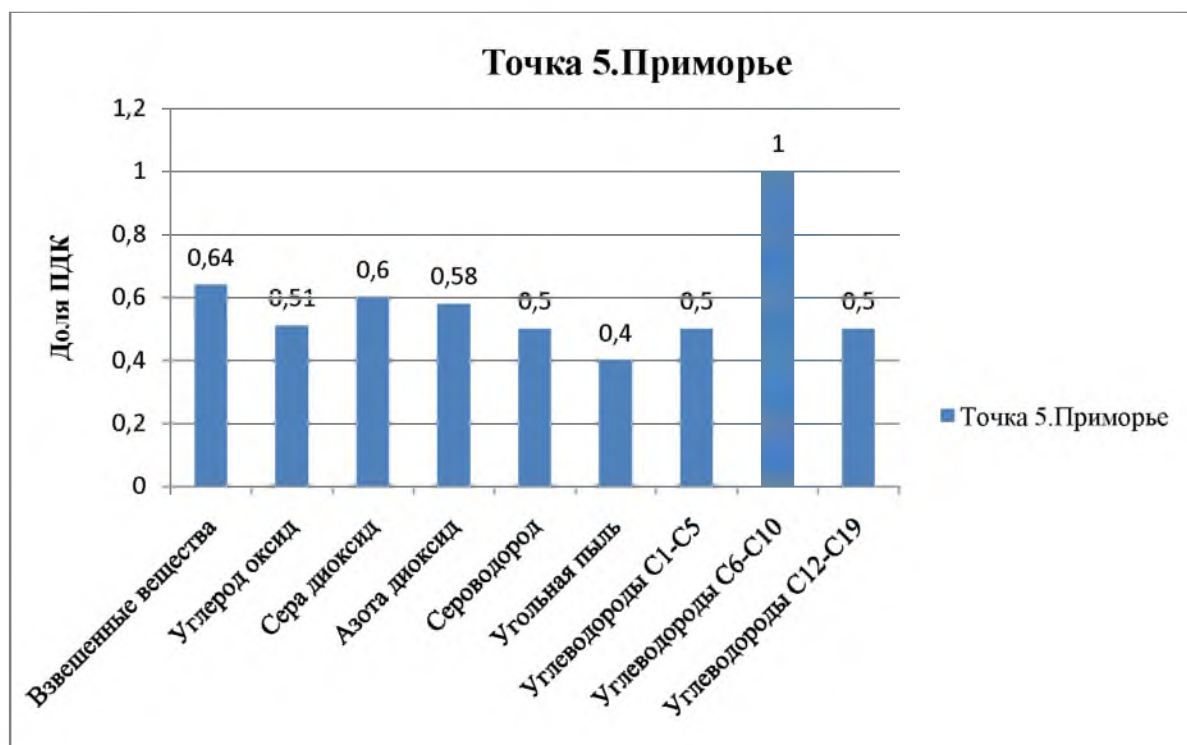


Рисунок 2.10 — Вклад вредного вещества в загрязнение атмосферного воздуха в Точке 5. Приморье

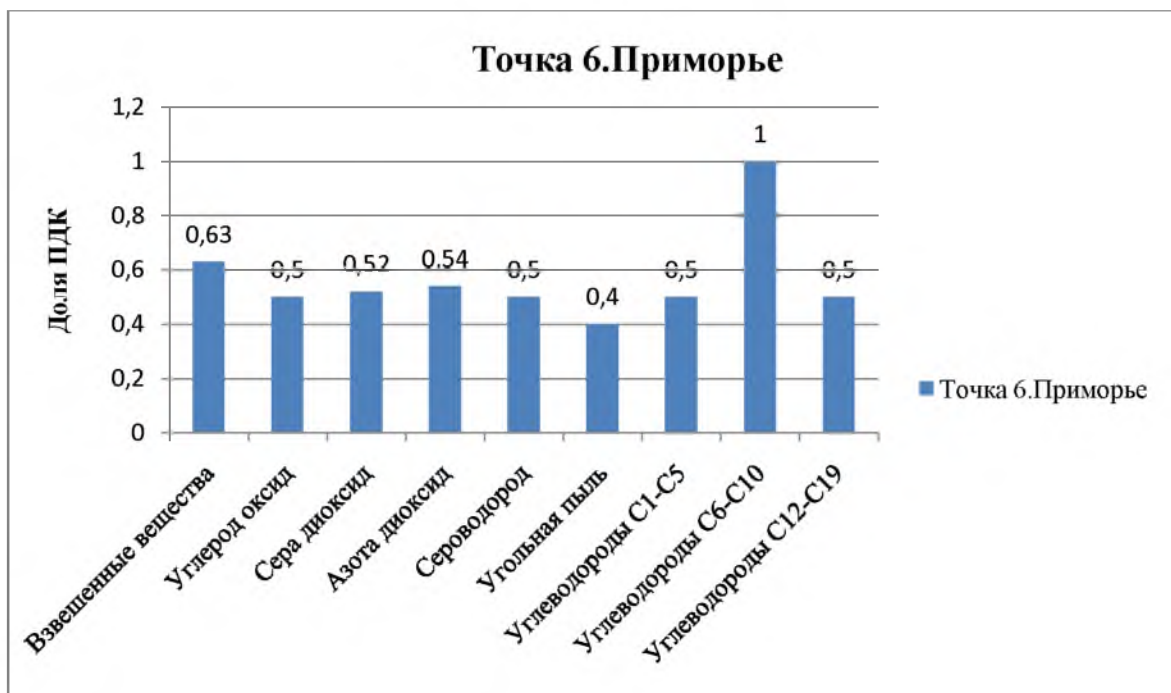


Рисунок 2.11 — Вклад вредного вещества в загрязнение атмосферного воздуха в Точке 6. Приморье

На рисунках видно, что такие загрязняющие вещества, как сероводород, оксид углерода и углеводороды присутствуют в воздухе микрорайона Приморье в тех же концентрациях, что в Центре и на ул. Горького. Концентрации взвешенных веществ, серы диоксида, азота диоксида и угольной пыли — ниже.

Необходимо отметить, что все загрязняющие вещества, за исключением углеводородов C6-C10, присутствуют на границе санитарно-защитной зоны АО «ТМТП» в концентрациях меньших ПДК. Что касается углеводородов C6-C10, то их концентрация равна ПДК.

На рисунке 2.12 наглядно представлено распределение концентрации угольной пыли в атмосфере городской территории на границе санитарно-защитной зоны.

На рисунке видно, что в Точке 3 угольная пыль в воздухе присутствует в большем объеме на каждый кубический метр. Точка отбора пробы находится напротив второй проходной порта, выходящей прямо на широкий мол.

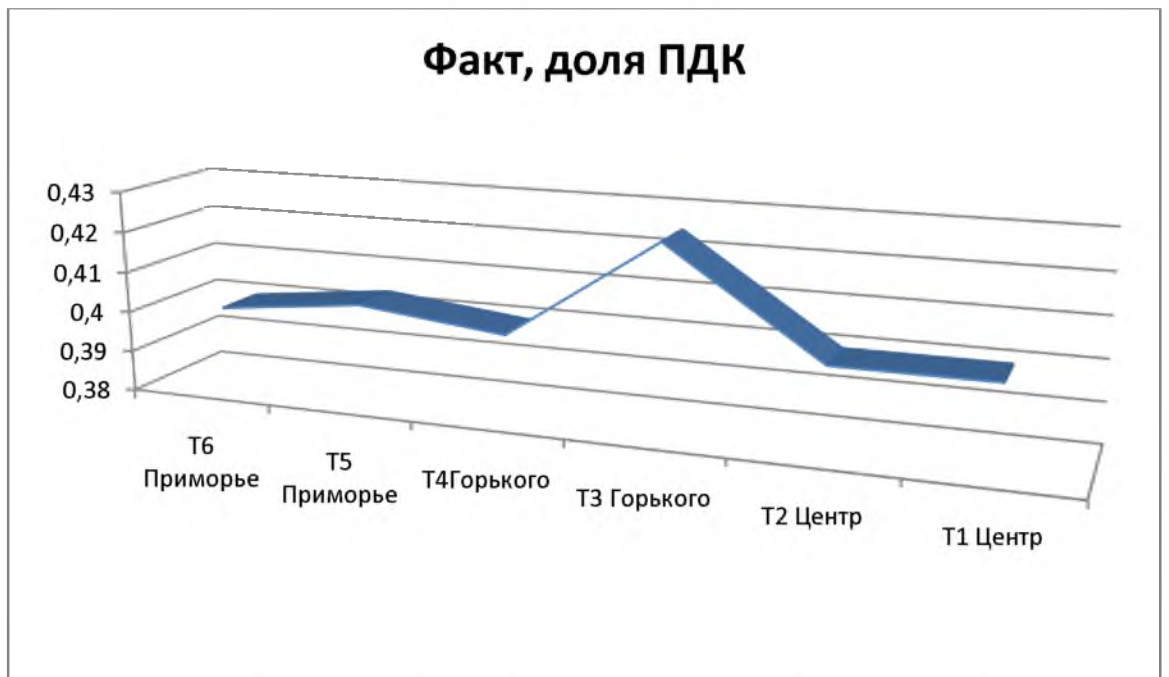


Рисунок 2.12 — Фактическое содержание угольной пыли в атмосфере города на границе санитарной зоны (доля ПДК)

Таким образом, выявлено, что:

- наиболее загрязненным является воздух в Точке 1 (Центр) и Точке 3 (ул. Горького);
- концентрация отдельных веществ (сероводород, оксид углерода и углеводороды) на всем протяжении санитарно-защитной зоны (Точки 1-6) не изменяется;
- концентрации взвешенных веществ, серы диоксида, азота диоксида и угольной пыли варьируют;
- наибольшая концентрация угольной пыли отмечается в Точке 3, ближе всех расположенной к погрузрайону (месту перевалки угля).



### 3 Рекомендации по снижению негативного воздействия пыления при перевалке угля на атмосферный воздух в городе Туапсе

Проведенные во второй главе исследования показали, что вдоль всей границы санитарно-защитной зоны Туапсинского морского порта фоновое загрязнение атмосферы находится в пределах допустимой концентрации. Загрязняющие вещества, находятся в атмосфере в концентрациях от 0,4ПДК до 1ПДК, при этом большинство контролируемых веществ присутствуют в атмосфере в концентрациях близких к половине предельно допустимых.

Самая низкая концентрация во всех пробах (Точки 1-6) отмечается по такому загрязняющему веществу, как «угольная пыль». Незначительно, но все же выше (0,43ПДК), концентрация угольной пыли отмечена в точке отбора напротив второй проходной порта (Точка 3, начало улицы Горького).

Такое превышение концентрации связано с тем, что проходная находится непосредственно напротив широкого мола, где и производится складирование и перевалка угля (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 — Расположение второй проходной порта

Далее по улице Горького и в районе Приморье присутствие угольной пыли отмечается в меньшей концентрации.

Здесь необходимо отметить эффективность такой меры по защите окружающей среды от негативного воздействия работ по перевалке угля, как искусственно созданная преграда, препятствующая переносу пыли на большие расстояния. Речь идет об ограждении границы порта высоким (6 м) забором. При этом забор не только не создает негативных впечатлений от близости промзоны, но и несет эстетическую нагрузку, как арт-объект. Граффити выполнено в стиле стрит-арт краснодарским художником Георгием Куриновым (рисунок 3.2).



Рисунок 3.2 — Пылешумозащитный экран на границе Туапсинского морского порта

Длина забора, который сооружен по северо-восточной границе тыловых территорий сухогрузного района ТМТП и северо-восточной границе промплощадки вдоль ул. Горького 600 м, площадь около двух с половиной тысяч метров [1].

Экран способствует предотвращению выбросов пыли от зернового терминала, а также на снижение выбросов от угольных причалов порта.

Это сооружение — техническое решение, направленное не на уменьшение пыления при производстве перевалки, а именно защищающее городские улицы от угольной и зерновой пыли.

Сравнительный анализ результатов наблюдений за последние пять лет показал, что снижены уровни таких вредных для населения факторов, как уровень шума (снижен на четверть) и присутствие в воздухе неорганической пыли (уровень снижен на 20 %).

Разрыв сооружения (отсутствие забора) в районе второй проходной не создает препятствия переносу пыли при погрузочно-разгрузочных работах. Риск «выноса» пыли на улицу города особенно повышается при юго-западном направлении ветра. Учитывая тот факт, что ветры южного направления, в том числе Ю-З, имеют большую повторяемость, особенно в летний период, и могут иметь скорости 15 м/с и более, возникает опасность создания неблагоприятной экологической ситуации.

Интенсивность загрязнения окружающей среды при перевалке насыпных грузов зависит от следующих факторов (рисунок 3.3) [16].

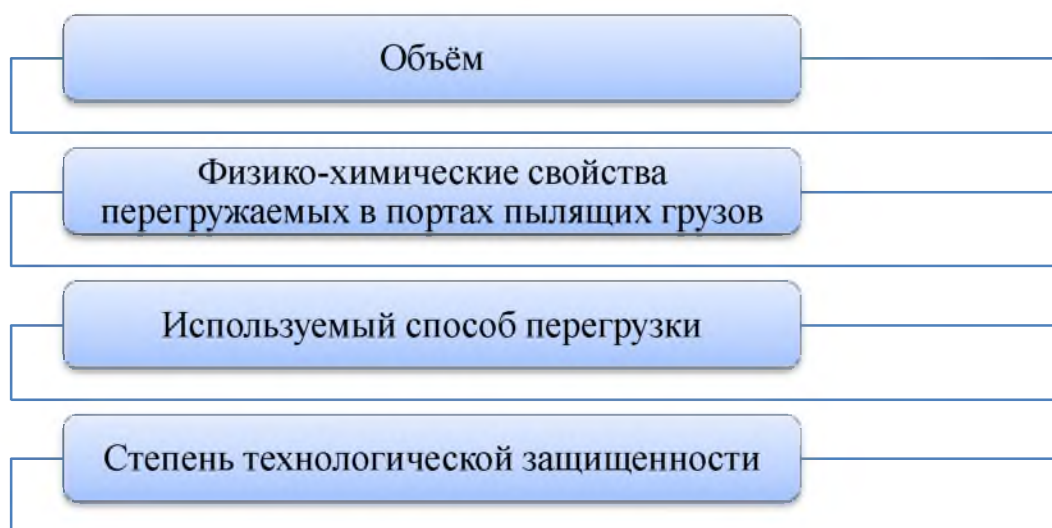


Рисунок 3.3 — Факторы, влияющие на интенсивность загрязнения окружающей среды при перевалке насыпных грузов

Как было указано выше, в морском порту Туапсе универсальный (не специализированный) терминал по перевалке угля. То есть перевалка



осуществляется открытым способом посредством грейферной погрузки. Этот способ погрузки вызывает наиболее интенсивное пыление, но является более экономичным. В портах с небольшим объёмом перевалки использование технологии как на специализированных терминалах — не рентабельно. Поэтому, такой фактор как способ перегрузки, останется в нашем случае неизменным.

Объём перевалки угля, при одном и том же способе перегрузки и равной степени технологической защищённости, влияет прямо пропорционально на концентрацию угольной пыли в воздухе промышленной зоны, в границах санитарной защитной зоны и на улицах населённых пунктов, расположенных в непосредственной близости к местам перевалки.

В 2023 году в целом по России отмечено снижение объёмов перевалки угля через морские порты на 0,4 %. В первом квартале 2024 года тенденция усилилась, падение экспорта стало ещё более очевидным. Если же рассмотреть, как изменились объёмы перевалки угля по бассейнам, то они были разнонаправлены (рисунок 3.4).

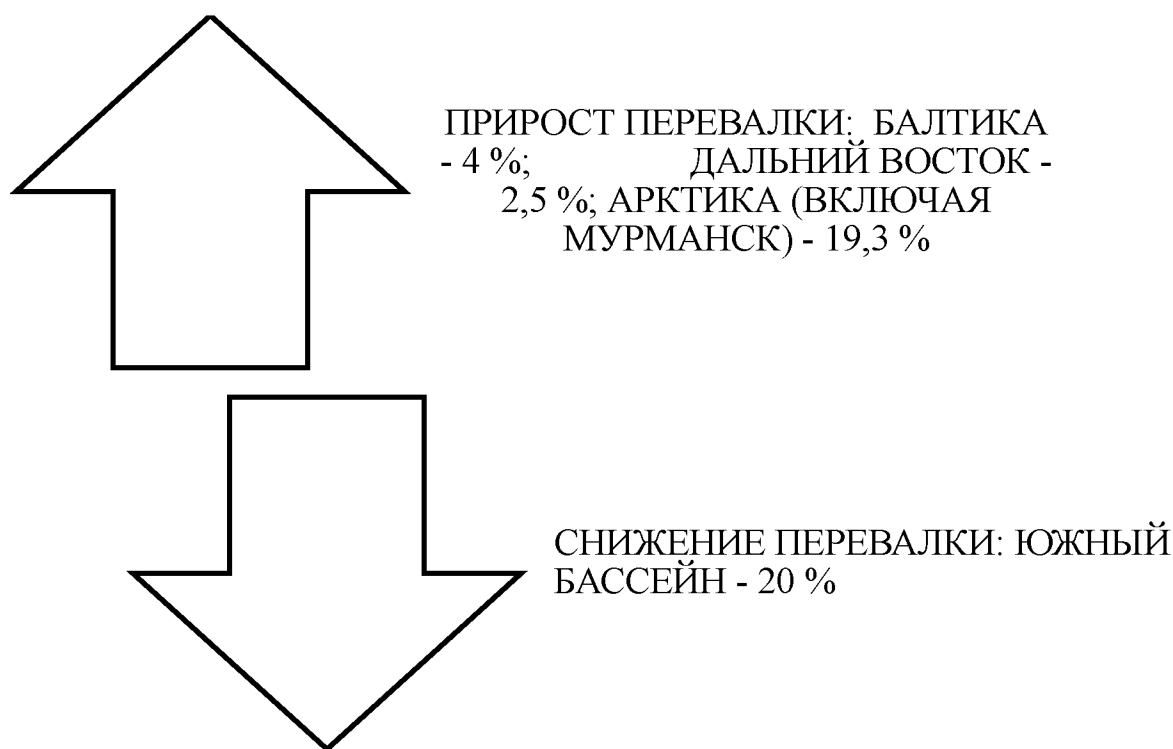


Рисунок 3.4 — Изменение объёмов перевалки угля в 2024 году через морские порты России

На рисунке видно, что значительно снизились объёмы перевалки через порты Туапсе, Новороссийск, Тамань, Ростов-на-Дону (Южный бассейн). Главными причинами, которые привели к такому спаду, являются проблемы логистики (дефицит подъездных путей к терминалам) и высокие цены стивидоров на юге.

Объёмы угля, экспортируемые через порт Туапсе, в последние годы не превышают 3 млн. т в год. По данным Neft Research, самыми недозагруженными портами Азово-Черноморского бассейна в 2023 году стали Тамань (недозагружен на 58%), Туапсе (на 71%) и Ростов-на-Дону (84%) [22].

При таких минимизированных объёмах перевалки вполне объяснима концентрация угольной пыли, не достигающая в Туапсинском порту и половины ПДК. Однако, маловероятно, что при увеличении объёмов перевалки и сохранении в неизменном виде тех мер, которые уже предприняты АО «ТМТП» для уменьшения вредного воздействия на окружающую среду, современный уровень загрязнения атмосферы угольной пылью останется прежним.

С учетом того, что после введения эмбарго на закупку российского угля странами Евросоюза в августе 2022 года, основными рынками сбыта стали, в том числе Индия и Турция, ожидается увеличение перевалки угля через Южный бассейн, как более экономичный путь, в сравнении с транспортировкой через Суэцкий канал. Сейчас правительство вернулось к планам развития транспортного коридора «Север — Юг», проект которого появился еще в начале 2000-х годов (рисунок 3.5).

На рисунке очевидны преимущества проекта МТК «Север-Юг». В проекте, конечно речь идет, прежде всего, о Каспии, но, по мнению экспертов, реализация этих планов может позитивно затронуть и порты Азово-Черноморского бассейна как параллельного дополняющего направления и логистику через Новороссийск, Туапсе, Тамань и другие порты [25].



Рисунок 3.5 — Международный транспортный коридор  
Проект «Север-Юг»

Ожидание увеличения объемов перевалки, и как следствие, увеличения выброшенной при перевалке угольной пыли, должно сопровождаться превентивными мерами по недопущению превышения концентрации загрязняющего вещества. Меры должны соответствовать требованиям внедрения наилучших доступных технологий.

Перечень наилучших доступных технологий для сокращения выбросов угольной пыли на специализированных и универсальных терминалах представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 — Перечень наилучших доступных технологий для сокращения выбросов угольной пыли на специализированных и универсальных портовых перегрузочных комплексах

№ п/п	Обозначение для ИТС 46-2017	Название НДТ
1	НДТ В-1	Озеленение и лесозащитные полосы
2	НДТ В-2	Пылеподавление орошением «для предотвращения пыления»
3	НДТ В-3	Пылеподавление орошением «для улавливания и осаждения пыли»
4	НДТ В-4	Аспирация организованных источников пыления

Продолжение таблицы 3.1

5	НДТ В-5	Системы пылеподавления пеной на конвейерах (СППК)
6	НДТ В-6	Локальные ветрозащитные конструкции: – защитные кожухи, укрытия, боковые ограждения конвейеров – подпорные стенки штабелей угля на складе
7	НДТ В-7	Механическая и вакуумная уборка пыли с внутренних поверхностей технологических зданий и покрытия проездов и площадок
8	НДТ В-8	Применение кранов-манипуляторов с двухзвенной стрелой и шарнирным подвесом орошаемого грейфера
9	НДТ В-9	Строительство ветро-пылезащитных экранов (стенок) вокруг технологического комплекса

С учетом специфики технологии и оборудования для перегрузки угля на универсальном комплексе в перечень наилучших доступных технологий входит большая часть технологий из перечня для специализированных комплексов, за исключением НТД В-4 (аспирация) и НТД В-5 (Системы пылеподавления пеной на конвейерах (СППК)).

Из перечисленных выше НДТ в морском порту Туапсе уже внедрены НДТ В-2; НДТ В-3; НДТ В-7.

Предлагаем уже в 2024 году начать разработку технических решений с целью их реализации до увеличения объемов перевалки, которые ожидаются, по мнению экспертов, уже к 2030 году [25].

Одним из эффективных средств борьбы с распространением угольной пыли являются пылезащитные экраны жесткого типа (НДТ В-9). В зависимости от расположения экрана — с подветренной или наветренной стороны — они могут выполнять пылезащитную или ветрозащитную функцию соответственно (рисунок 3.6).



Рисунок 3.6 — Размещение экрана с наветренной стороны (ветрозащитная функция)

Предлагаем смонтировать ветрозащитный экран на широком молу (погрузрайон), где размещены складские площади под уголь и ведутся работы по перевалке угля. Схема размещения экрана представлена на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 — Предлагаемое место размещения ветрозащитного экрана в морском порту Туапсе (причал 11а)

Обоснование выбора места установки ветрозащитного экрана:

- 1) преграда для ветра юго-западного направления, имеющего значительную повторяемость в розе ветров в Туапсе;
  - 2) уменьшение пыления в рабочей зоне;
  - 3) снижение массы угольной пыли, выносимой на улицу Горького через незащищенное пространство в районе второй проходной порта;
  - 4) причал 11а не используется при погрузочно-разгрузочных работах.
- Такие ветро-пылезащитные экраны получили большое распространение в



Японии, Китае, Канаде и других развитых странах. В России проект реализован в Мурманском морском торговом порту. Там проект реализован масштабно: экраны высотой 20 м установлены как с подветренной, так и с наветренной стороны, общей протяженностью более 1800 м (рисунок 3.8) [5].

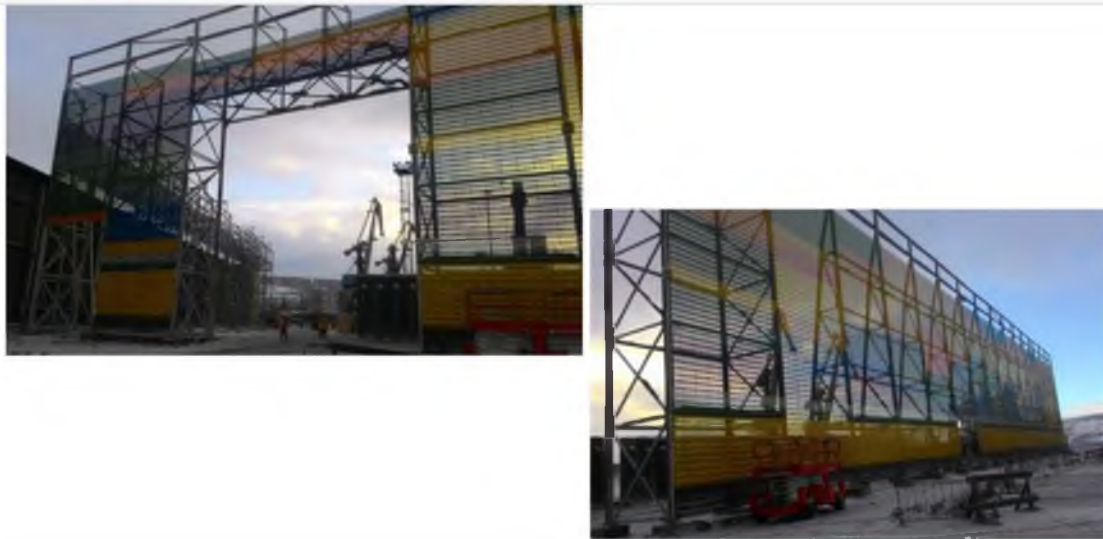


Рисунок 3.8 — Фрагмент ветро-пылезащитного экрана в порту Мурманск

На рисунке 3.9 отражены большая или меньшая эффективность от выбора технических характеристик сооружения.

*Зависимость коэффициента пылеподавления от процента перфорации панелей экрана*

Скорость ветра (м/с)	Высота ветрозащитной стенки (м)	Коэффициент перфорации (%)	Средний коэффициент пылеподавления
10	20	30	92,84%
		20	93,55%
30		80,72%	
20		81,79%	

*Зависимость коэффициента пылеподавления от высоты экрана при различной скорости ветра*

Скорость ветра (м/с)	Высота ветрозащитного экрана пылеподавления (м)	Средний коэффициент пылеподавления
10	18	89,95%
	20	92,84%
	23	94,78%
20	18	76,87%
	20	80,72%
	23	83,57%
40	20	74,97%

Рисунок 3.9 — Коэффициент пылеподавления в зависимости от технических характеристик ветрозащитного экрана

Мы видим, что даже при самом сильном ветре (40 м/с) средний

коэффициент пылеподавления составляет более 70%.

Полагаем, что реализация такого мероприятия позволит как минимум сохранить существующий уровень концентрации угольной пыли при увеличении объемов перевалки. При сохранении объемов, либо незначительном их увеличении этот показатель снизится.

Такая технология как НДТ В-1 Озеленение и лесозащитные полосы в условиях города Туапсе, не актуальна, так как улицы города, в том числе и в границах санитарно-защитной зоны порта, достаточно озеленены.

Из нереализованных АО «ТМТП» наилучших технологий остаются НДТ В-6 Локальные ветрозащитные конструкции, а именно подпорные стенки штабелей угля на складе, и НДТ В-8 Орошаемый грейфер. Их необходимо рассматривать как перспективные меры для повышения экологичности.

## Заключение

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Перегрузка угля на экспорт в Туапсинском морском торговом порту осуществляется на универсальном терминале, технологию которого характеризуют, как самую «пылящую».

2. При существующем объёме перевалки (около 3 млн. т в год) начиная с 2007 года на исследуемой площадке, порт активно внедряет мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду:

- ведет пылеподавление (терминал оснащен генераторами водяного тумана, водяными пушками, делается уборка с увлажнением проездов и рабочих площадок);
- угольные площадки вынесены на дальние рубежи причального фронта;
- изменены пропорции сортности угля в пользу менее пылящих;
  - возведен 6-метровый пыле-шумозащитный экран, отделяющий производственную площадь порта от городских кварталов; последовательно ведет работу по снижению экологической нагрузки.

3. В связи с этим, анализ результатов экологического мониторинга воздушной среды в границах санитарно-защитной зоны, показывает что в пяти точках из шести концентрация равна 0,4 ПДК; максимум концентрации угольной пыли напротив второй проходной порта составил - 0,43 ПДК (с.с. в среднем за 2023 год);

4. Таким образом, АО «Туапсинский морской торговый порт» не только снижает негативное воздействие на воздушную среду, но и имеет возможность получить меры государственной поддержки внедрения наилучших доступных технологий в виде льготы по оплате за негативное воздействие на окружающую среду.

Предложения и рекомендации:

1. С учетом прогнозируемого до 2030 года увеличения объема экспорта угля, в том числе через Туапсинский морской торговый порт,



предлагаем предпринять ряд мер с использованием новейших доступных технологий для сокращения выбросов угольной пыли на универсальных портовых перегрузочных комплексах, а именно: строительство ветрозащитного экрана (НДТ В-9) на широком молу (погрузрайон), где размещены складские площади под уголь и ведутся работы по перевалке угля.

2. Рассматривать как перспективные меры для повышения экологичности и ускорить процесс внедрения нереализованных АО «ТМТП» наилучших технологий сокращения выбросов угольной пыли, такие как НДТ В-6 - Локальные ветрозащитные конструкции (подпорные стенки штабелей угля на складе) и НДТ В-8 - Орошаемый грейфер.

## Список литературы

1. АО «ТМТП». [Электронный ресурс]. URL: [https://port.one/sustainable\\_development/environmental/port\\_tuapse/](https://port.one/sustainable_development/environmental/port_tuapse/) (дата обращения 25.01.2024)
2. Архив погоды в в Туапсе (Россия), климат по месяцам, роза ветров в Туапсе. [Электронный ресурс]. URL: <https://world-weather.ru/archive/russia/tuapse/#t1> (дата обращения 15.03.2024)
3. Бердиева, Л.Я., Мамметсахедова, С.Ч., Гараджаев, Г.А. Гигиеническое значение взвешенных частиц в атмосферном воздухе и их влияние на здоровье населения. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gigienicheskoe-znachenie-vzveshennyh-chastits-v-atmosfernom-vozdruhe-i-ih-vliyanie-na-zdorovie-naseleniya/viewer> (дата обращения 16.02.2024)
4. Вильде, Татьяна. Методы борьбы с пылью. [Электронный ресурс]. URL: <https://portnews.ru/projects/pub11/> (дата обращения 20.03.2024)
5. Горгуца, Р.Ю. Строительство пылезащитных экранов в Мурманском морском торговом порту Презентация PowerPoint. [Электронный ресурс]. URL: [https://morproekt.ru/attachments/article/1060/МСТ\\_пыль-2019+.pdf](https://morproekt.ru/attachments/article/1060/МСТ_пыль-2019+.pdf) (дата обращения 20.03.2024)
6. ИТС 46-2019. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Сокращение выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ при хранении и складировании товаров (грузов) (утв. Приказом Росстандарта от 17.04.2019 N 835) - официальный текст документа. [Электронный ресурс]. URL: <https://e-ecolog.ru/docs/eMNUkELr2EOWo69gxjczn/full> (дата обращения 14.04.2024)
7. Классификация энергетических ресурсов по источникам и местоположению по Н.Ф. Реймерсу. [Электронный ресурс]. URL: <https://yandex.ru/search/> (дата обращения 19.01.2024)
8. Кожокин, Е.Т. Транспортный коридор Север - Юг в условиях новой

реальности. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/transportnyy-koridor-sever-yug-v-usloviyah-novoy-realnosti/viewer> (дата обращения 18.04.2024)

9. Критерии отнесения объекта НВОС к категории - Мир Эколога. [Электронный ресурс]. URL: <https://mirecologa.ru/objekt-negativnogo-vozdeystviya/kriterii-otneseniya-obektov-k-kategorii/> (дата обращения 15.01.2024)

10. Мантуров, Д.В. Переход на наилучшие доступные технологии в аспекте современной промышленной политики Российской Федерации. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perehod-na-nailuchshie-dostupnye-tehnologii-v-aspekte-sovremennoy-promyshlennoy-politiki-rossiyskoy-federatsii/viewer> (дата обращения 28.01.2024)

11. Мешков, Г.Б., Петренко, И.Е., Губанов Д.А. Итоги работы угольной промышленности России за 2023 год. [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/itogi-raboty-ugolnoy-promyshlennosti-rossii-za-2023-god/viewer> (дата обращения 3.02.2024)

12. Моделирование распространения взвеси угольной пыли при хранении и погрузочно-разгрузочных работах в портах (на примере порта Ванино). [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/modelirovanie-rasprostraneniya-vzvesi-ugolnoy-pyli-pri-hranenii-i-pogruzochno-razgruzochnyh-rabotah-v-portah-na-primere-porta/viewer> (дата обращения 20.03.2024)

13. Московская, И.В., Агошков, А.И., Круглова, А.С. Об измерении концентрации угольной пыли при осуществлении контроля качества атмосферного воздуха // Вестник Инженерной школы Дальневосточного федерального университета. 2022. № 3(52). С. 95–102 (дата обращения 20.03.2024)

14. Патент № 2401239 РФ, В65G 63/00. Способ портовой перевалки каменного угля/Смирнов А. А, Стариков А.П, Нусенкис В.Л, Степанов О.Л, Пашута В.Л, Деменьева Т.Н. – № 2009132975/11; заявл. 2009.09.02; Опубл. 2010.10.10.

15. Погодин В.А. Сокращение выбросов при перевалке, складировании и хранении угля в морских портах. Актуализация ИТС НДТ- 46 подразделом В. [Электронный ресурс]. URL: [https://morproekt.ru/ attachments /article/ 1007/ %D0%9D%D0%94%D0%A2%20%D0%A3%D0%93%D0%9E%D0%9B%D0%AC-.pdf](https://morproekt.ru/attachments/article/1007/%D0%9D%D0%94%D0%A2%20%D0%A3%D0%93%D0%9E%D0%9B%D0%AC-.pdf) (дата обращения 25.03.2024)
16. Пылящий вопрос - Морские вести России. [Электронный ресурс]. URL: <https://morvesti.ru/analitika/1692/31749/> (дата обращения 20.03.2024)
17. Радиолов, А.С. и др. Экспериментальное обоснование гигиенических нормативов смеси предельных углеводородов с6-с10 в атмосферном воздухе населенных мест. [Электронный ресурс]. URL: [https://cyberleninka.ru article/n/eksperimentalnoe-obosnovanie-gigienicheskikh-normativov-smesi-predelnyh-uglevodorodov-s6-s10-v-atmosfernom-vozdruhe-naselennyh-mest/viewer](https://cyberleninka.ru/article/n/eksperimentalnoe-obosnovanie-gigienicheskikh-normativov-smesi-predelnyh-uglevodorodov-s6-s10-v-atmosfernom-vozdruhe-naselennyh-mest/viewer) (дата обращения 23.03.2024)
18. РЖД возят уголь в Китай в контейнерах open top. [Электронный ресурс]. URL: <https://zen.yandex.ru/media/chinalogist/rjd-voziat-ugol-v-kitai-v-kontejnerah-open-top-600e3b8441733326ebbb3643> (дата обращения 05.04.2024)
19. Роза ветров в населённом пункте Туапсе <https://ru.meteocast.in/windrose/ru/tuapse/> (дата обращения 15.03.2024)
20. Федеральный закон от 21 июля 2014 г. № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об охране окружающей среды»// СЗ РФ. — 2014. — № 27.
21. Филимонов, Ф. Ю. Важнейшие факторы увеличения объемов экспорта угля Российской Федерации / Ф. Ю. Филимонов. — Текст: непосредственный // Экономика, управление, финансы : материалы IX Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, октябрь 2018 г.). — Санкт-Петербург: Свое издательство, 2018. — С. 15-19. [Электронный ресурс]. URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/310/14545/> (дата обращения: 11.04.2024).
22. Черноморская угольная отмель // Бизнес-Газета РБК. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rbc.ru/newspaper/2024/02/15/65cb772b9a7947ae04a2fa71> (дата обращения 11.04.2024)

23. Что ждёт угольную отрасль России в 2024 году? | Добывающая промышленность. [Электронный ресурс]. URL: <https://dprom.online/chindustry/что-zhdyot-ugolnyuyu-otrasl-rf-v-2024/> (дата обращения 11.04.2024)

24. Шувалов Ю. Ю. Технология погрузки угля в специализированные контейнеры на углепогрузочном комплексе / Ю. Ю. Шувалов, Е. В. Шувалова // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова. — 2020. — Т. 12. — № 5. — С. 868–876.

25. Экспорту металлургического угля требуется ускорение (18 сентября 2023) | Monocle.ru. [Электронный ресурс]. URL: <https://monocle.ru/expert/2023/38/eksportu-metallurgicheskogo-uglya-trebuyetsya-uskoreniye/> (дата обращения 11.04.2024)