



ТРАНСПОРТНАЯ СРЕДА



III Всероссийский форум общественного пассажирского транспорта

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ САНИТАРНЫХ НОРМ
ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ МЕТРОПОЛИТЕНОВ В ПОВСЕДНЕВНЫХ УСЛОВИЯХ И
ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**



Громов В.Н. д.т.н. профессор, СПб политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург

2023 г.

Метрополитен это:

- **Критически важный объект** - нарушение функционирования которого приводит к чрезвычайной ситуации или к значительным негативным последствиям для безопасности, экономики, инфраструктуры городов, либо для жизнедеятельности населения, проживающего на соответствующей территории;
- **Основное транспортное предприятие** крупных городов с населением более 1млн.чел., воспринимающее все проблемы внешней окружающей среды (включая экологические, ЧС техногенного и природного характера и т.п.);
- **Объект двойного назначения с замкнутой системой жизнеобеспечения**, способный в определенный период стать последней защитой для жителей города в период ЧС, терактов и возможной внешней угрозы .

1. **Сооружение двойного назначения** это инженерное сооружение производственного, общественного, коммунально-бытового или транспортного назначения, приспособленное (запроектированное) для укрытия людей, техники и имущества от опасностей, возникающих в результате последствий аварий на потенциально опасных объектах, а также от воздействия современных средств поражения.

Вентиляция метрополитенов является основной системой жизнеобеспечения и создания необходимых режимов проветривания при повседневной эксплуатации, при нарушении нормальной работы инженерной инфраструктуры, терактах и ЧС.

Поддержание параметров внутреннего микроклимата на станциях и в тоннелях в допустимом диапазоне значений - важнейшая задача системы вентиляции метрополитенов.

В силу большого количества требований и норм проектирования, вентиляционные системы в подземных сооружениях **относятся к разряду самых сложных и самых ответственных инженерных систем.**

До настоящего времени не полностью решена задача по обеспечению эффективных режимов проветривания при пожарах, техногенных авариях и террористических актах.

Для снижения последствий ЧС требуется создание централизованно-децентрализованной системы управления микроклиматом

Единый центр контроля и управления тоннельной вентиляцией метрополитена позволит реализовать автоматизированную адаптивную систему поддержания санитарных норм микроклимата в соответствии с текущими параметрами наружного воздуха.

Создание Единого центра контроля и управления микроклиматом метрополитена позволит:

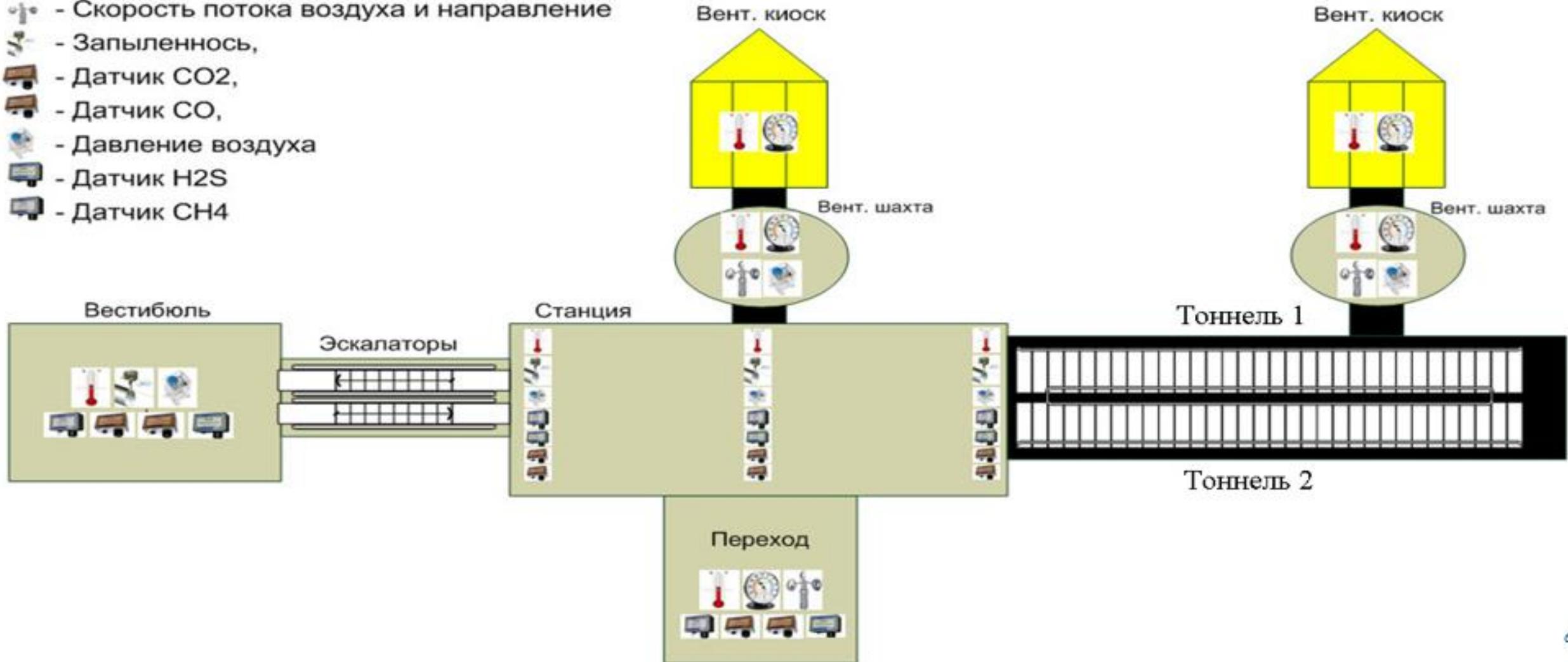
- Обеспечить благоприятные и безопасные условия перевозки, сохранить здоровье пассажиров, персонала метрополитена, поддержать высокую работоспособность персонала, защитить окружающую среду в процессе эксплуатации транспортных систем путем достижения максимального соответствия их требованиям российского законодательства;
- Снизить риски и смягчить последствия при терактах и ЧС на метрополитенах путем использования системы полномасштабного контроля параметров воздушной среды (микроклимата), видеонаблюдения, мониторинга текущей обстановки с применением новых информационных технологий;
- Повысить энергоэффективность и снизить энергопотребление метрополитенов за счет оптимизации работы системы вентиляции;
- Обеспечить надежное функционирование метрополитена как объекта двойного назначения при ЧС.

Структурная схема централизованной системы управления микроклиматом метрополитена

Условные обозначения:

-  – Температура,
-  - Влажность,
-  - Скорость потока воздуха и направление
-  - Запыленность,
-  - Датчик CO2,
-  - Датчик CO,
-  - Давление воздуха
-  - Датчик H2S
-  - Датчик CH4

Требуется 100% **Параметрическая система управления тоннельной вентиляцией**, в соответствии с реальными параметрами микроклимата и наружного воздуха



Фрагмент единой системы управления микроклиматом метрополитена



Физ. величина	Обознач.	Диапазон	Ед.
Температура	T	-50...+70	°C
Влажность воздуха	φ	0-100	%
Скорость и напр. потока воздуха	V	0-20	м/с
Запыленность воздуха	H	0-1	мг/м ³
Атмосферное давление	P	60-120	кПа
Содержание CO ₂	C1	0-0,5	%
Содержание CO	C2		
Содержание H ₂ S	S		

Основные измерительные средства системы мониторинга параметров микроклимата:

- Измеритель воздушного потока;
- Стационарный прибор контроля запыленности воздуха;
- Специальная система контроля параметров воздушной среды
- Датчики температуры, относительной влажности и давления.
- Специальные датчики контроля ХОВ и радиации при ЧС.

Параметрическая (адаптивная) система управления тоннельной вентиляцией

Этот метод имеет три основных замечательных качества:

1. Может обеспечить в подземных помещениях максимально возможные оптимальные параметры микроклимата для пассажиров и сотрудников метрополитена, соответствующие требованиям нормативных документов.
2. Может быть применён в работе на всех семи режимах работы тоннельной вентиляции, т.е. экономить электроэнергию в течение всего года.
3. Может быть внедрён на всех вентиляционных шахтах метрополитена.

Суть параметрического управления тоннельной вентиляцией сводится к возможности изменять производительность вентустановок вентиляционных шахт за счет изменения частоты вращения главного электродвигателя адаптивно и в соответствии с требованиями текущего момента и параметрами наружного воздуха.

Сейчас вентустановки имеют одну производительность, установленную заводом производителем. Изменить ее возможно только при условии больших трудовых и временных затрат, что в связи с этим практически нецелесообразно и никогда не делается.

В настоящий момент вентустановки можно только либо включить на приток или вытяжку, либо отключить. Электромеханической службой Петербургском метрополитене в 2021 году запущена в работу система параметрического управления вентустановками тоннельной вентиляции на опытном участке «Международная» - «Волковская» состоящем из пяти вентиляционных шахт, где вентиляционные агрегаты и системы управления ими позволяют ежечасно изменять число оборотов рабочего колеса вентиляционного агрегата в зависимости от температуры наружного воздуха (дискретное регулирование).

По самым скромным подсчетам параметрическое управление **десятиком вентиляционных шахт** позволит ежегодно сэкономить в Петербургском метрополитене 2469,1 тыс. кВт/ч электрической энергии, что в денежном выражении составит 22,12 млн. рублей в год.

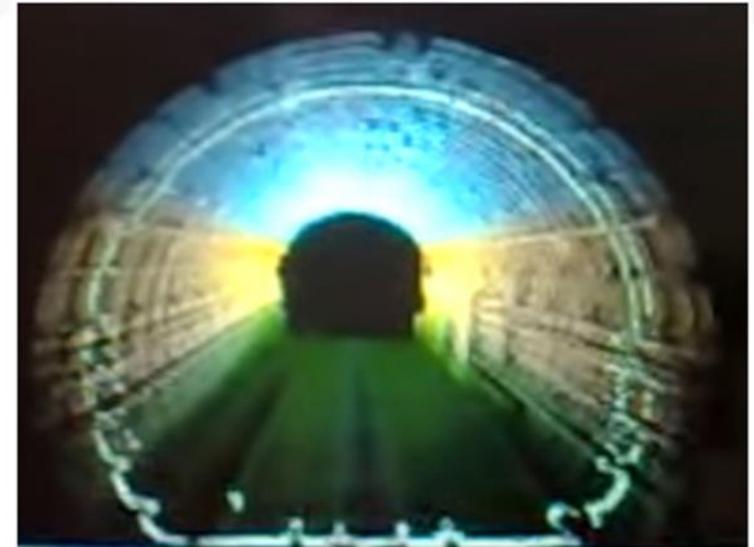
Применение на подвижных составах мобильных систем мониторинга параметров микроклимата позволит поднять на более высокий уровень безопасности метрополитена, комфортность и надежность пассажироперевозок без существенных экономических затрат на их внедрения.

Принципы реализации данной задачи были изложены автором в статье:

«Бортовая автоматизированная система мониторинга потенциально опасных зон метрополитена».
Журнал МЕТРО №1 2015 г. с. 32-35.

Сейчас в Московском метро функционирует мобильный вагон-лаборатория для диагностики состояния путей, но принцип мобильного мониторинга и параметров воздушной среды можно реализовать на основе новых информационных технологий и на обычном подвижном составе и примеры этому тоже есть.

Результат работы лазерного 3D-сканера и термографии вагоном-лабораторией «Синергия»



*«Каменный век закончился не потому, что камни кончились,
а потому, что появились новые технологии» .*

/ Ахмед Заки Ямани

Бывший министр нефти Саудовской Аравии/

Развитие современных информационных технологий позволяет устанавливать малогабаритные бортовые системы мониторинга и на обычных подвижных составах. Бортовые мобильные системы дают возможность подключать к современным контроллерам тепловизоры и датчики контроля параметров воздушной среды в метрополитене в масштабе реального времени (включая контроль СО, СО2, контроль химически – опасных веществ, вести радиационный контроль и т.п.).

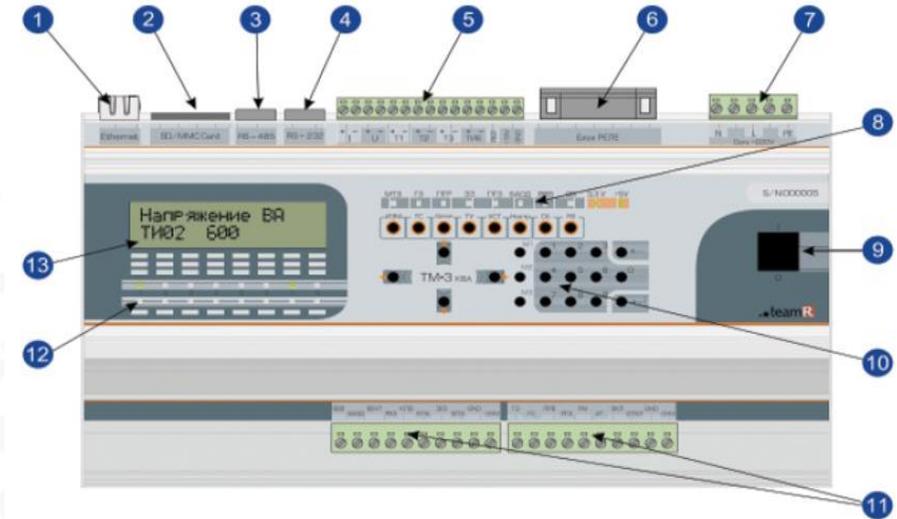
По данным ООО «КБ Метроспецтехника» [2], более трёх лет ведётся эксплуатация инновационной мобильной противопожарной системы АСОТП-765, установленной на поездах метро серий 81-765/766/767 и работающей в режиме реального времени. За 3 года предотвращено несколько серьёзных аварий на высоковольтном оборудовании блоков распределительных устройств. Выявлено и задокументировано почти 400 пожароопасных ситуаций, вызванных перегревами или реальными возгораниями элементов электрооборудования подвижного состава.

Вся информация о работе противопожарных систем АСОТП-765 собирается в единой базе данных центра ТО. С целью выполнения требований безопасности передача цифровых данных осуществляется только по односторонним беспроводным каналам, не допускающим прохождение внешней информации обратно, в сторону подвижных составов.



- Основными качественными характеристиками бортового контроллера «ТМЗcom» являются [3]:
 - точность преобразования сигналов с датчиков – не хуже $\pm 0,2\%$;
 - высокая надежность и достоверность доставки информации – не более 1 ошибки за 26 лет;
 - непрерывная круглосуточная работа без вмешательства оператора;
 - дистанционная самодиагностика;
 - аппаратура БАС может стыковаться с концентраторами маршрутизаторами типа «ТМЗcom» по интерфейсу RS-485 (ГОСТ Р МЭК 60870-5-101 на скорости 460,8кбит/с).

Концентратор маршрутизатор «ТМЗcom»



Контроллер «ТМЗcom» может осуществлять передачу необходимых наборов данных в направлении систем диспетчерских центров в протоколах ГОСТ Р МЭК 60870-5-101/104 по беспроводным каналам связи метрополитена.

Конфигурирование контроллера может выполняться дистанционно с помощью встроенного в прибор WEB-сервера, что позволяет оператору редактировать параметры конфигурации и логики статистического анализа.

«Ахиллесовой пятой» метрополитенов были и остаются воздухозаборные киоски вентшат (ВКВ), которые для жизнеобеспечения метрополитена являются одними из важнейших технических сооружений.

На основании организационных документов по транспортной безопасности ВКВ признаются критическими элементами, на охрану которых должны быть направлены дополнительные защитные меры.

Вместе с тем, не может не вызывать беспокойство слабая техническая защищенность ВКВ.

В связи с наличием в крупных городах предприятий, работающих с такими ХОВ как, аммиак, хлор и т.п. нельзя не учитывать возможность техногенных аварий на близко расположенных от воздухозаборов потенциально опасных предприятий.

- **Необходимо обеспечить бесперебойный мониторинг химически опасных веществ и опасных воздействий при ЧС и терактах в зоне наружных вентиляционных киосков метрополитенов.**
- **Мониторинг должно осуществляться путем выдачи управляющих сигналов в систему вентиляции и тревожных сообщений, видео информации с комплекса технических средств безопасности в зоне контролируемых объектов на автоматизированные рабочие места в ситуационном центре метрополитена.**

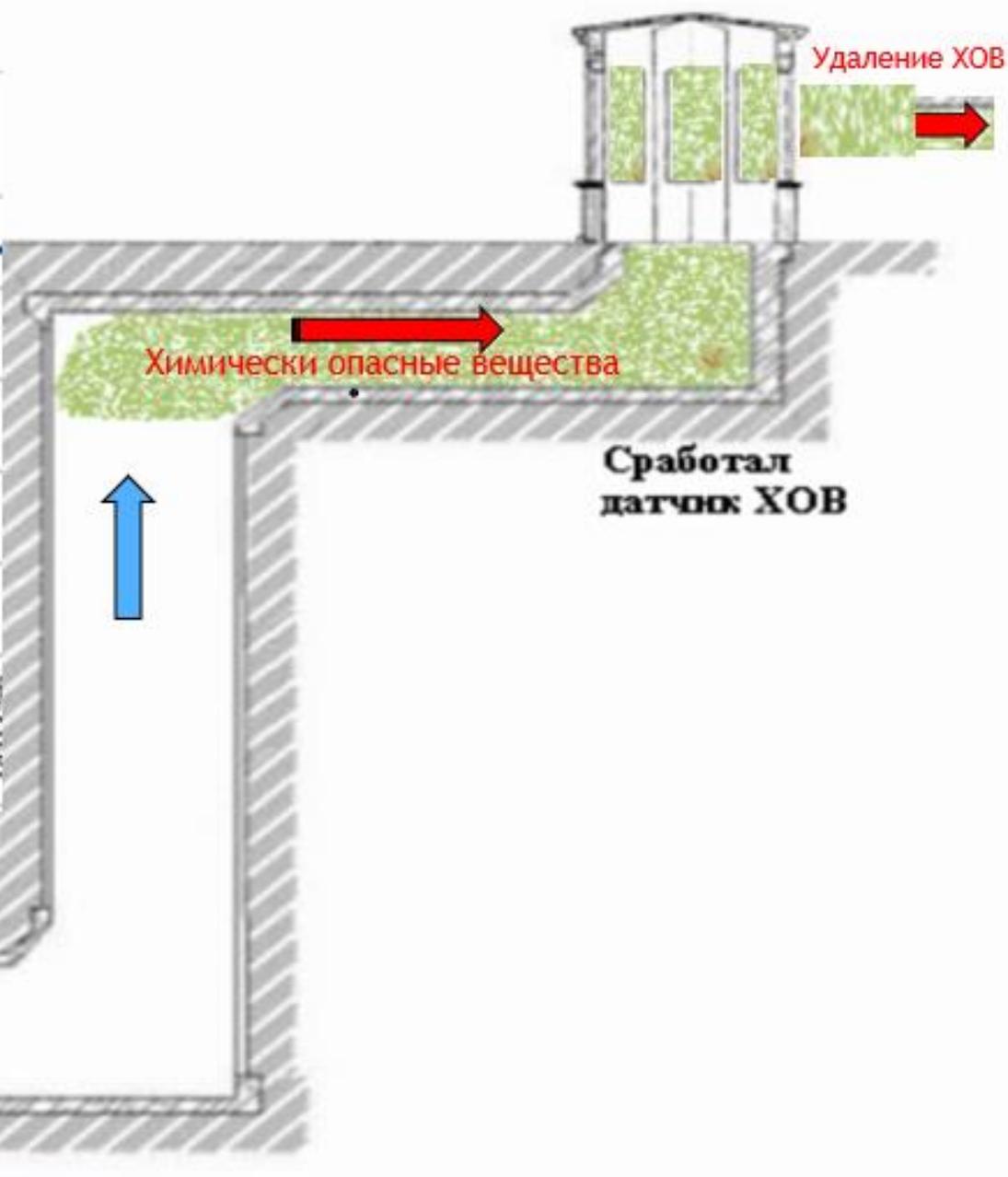
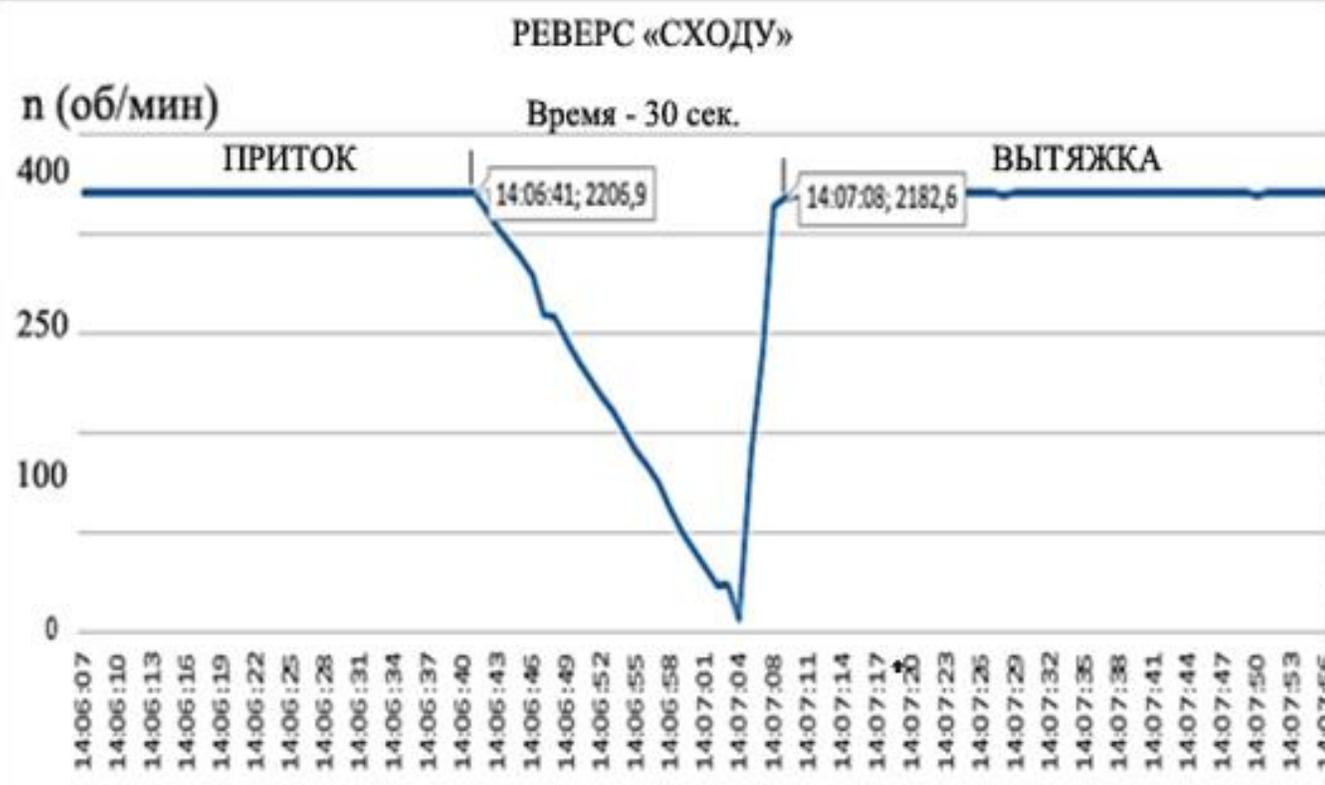
В случае внезапного появления в составе наружного воздуха опасных концентраций химически опасных веществ (ХОВ), задымлений и т.п., при их обнаружении автоматизированной спец. системой, **необходимо обеспечить прекращение подачи с поверхности воздуха**, путем перекрытия газоздушных трактов с помощью быстродействующих защитно-герметических и герметических клапанов и ввести режим фильтровентиляции.

Кроме этого, одиночный нарушитель, либо группа нарушителей, может произвести через киоск вентшахты распыление опасных химических, радиоактивных или биологических веществ.

Подобный эпизод может привести к более тяжким последствиям, чем от реализации угрозы взрыва. При этом нарушитель имеет реальные шансы остаться незамеченным,

В связи с этим, необходимо иметь возможность оперативно обеспечить высокоскоростной **реверс на вытяжку** приточных вентиляторов для удаления ХОВ и вести постоянный метеоконтроль в зоне вентшахт.

АКТИВНАЯ ЗАЩИТА ВЕНТШАХТ



РЕВЕРС «СХОДУ»

Время - 30 сек.

n (об/мин)



ПРИТОК

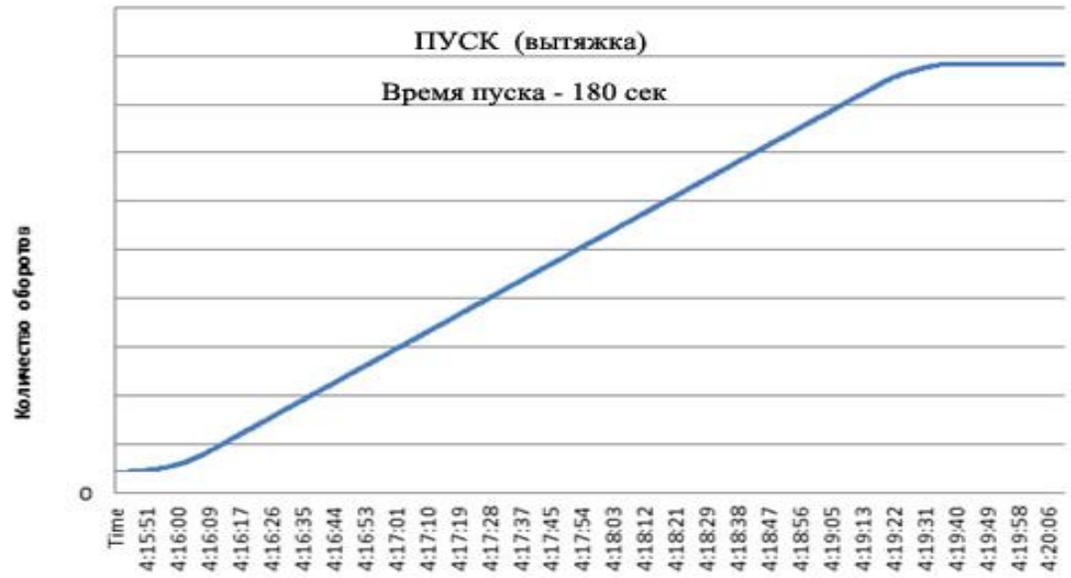
ВЫТЯЖКА

14.06:41; 2206,9

14.07:08; 2182,6

ПУСК (вытяжка)

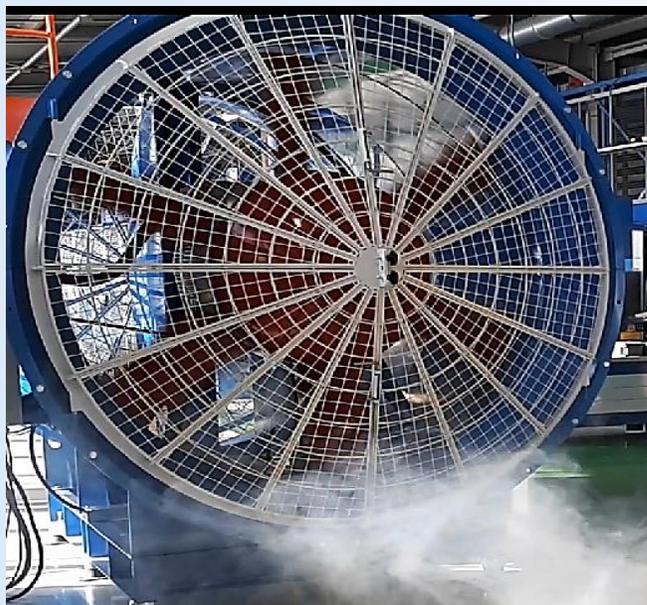
Время пуска - 180 сек



Количество оборотов

0

Time



Реверс «сходу» не допускается

МЕТРОПОЛИТЕНЫ

**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СООРУЖЕНИЯ
И УСТРОЙСТВА**

СП 32-106-2004

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ
(ГОССТРОЙ РОССИИ)**

Москва

2004

ПРЕДИСЛОВИЕ

1 РАЗРАБОТАН ОАО «Метрогипротранс», ФГУП «26 центральный научно-исследовательский институт» Минобороны России, ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта» МПС России, Санкт-Петербургским филиалом ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России

СОГЛАСОВАН МЧС России (письмо № 43-95 от 14.01.04)

2 ВНЕСЕН Управлением технического нормирования, стандартизации и сертификации в строительстве и ЖКХ Госстроя России

3 ОДОБРЕН для применения письмом Госстроя России № ЛБ-1907/9 от 23.04.2004

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

При техногенных авариях и катастрофах обычных методов управления системой вентиляции (типа реверс сходу) для смягчения последствий ЧС становится недостаточно.

При этом должны активироваться дополнительные устройства, за счет которых метрополитен изолируется от внешней среды.

Тоннели метро должны секционироваться защитно-герметическими затворами на участки длиной не более 10 км для борьбы за живучесть при наводнениях, затоплениях и пожарах.

На каждом изолированном участке должны предусматриваться дополнительные сооружения и устройства, обеспечивающие его автономное функционирование, включая дизель-электрические станции.

Вентиляционные каналы, связанные с внешней средой в указанных режимах, должны быть перекрыты быстродействующими защитными и защитно-герметическими автоматическими клапанами.

Управление быстродействующими защитными автоматическими клапанами и допустройствами должно осуществляется АСУ допустройствами метрополитена.

АСУ допустройствами метрополитена должна обеспечивать контроль и регистрацию ПФ современных видов оружия, и, при наличии задания, химически опасных веществ (ХОВ) и продуктов горения при пожарах в зоне приточных вентиляционных киосков.

Оперативное управление работой метрополитена в ЧС и в военное время предусматривается из командного пункта метрополитена (КПМ).



Заключение

1. Транспортная безопасность (ТБ) является важнейшей составляющей национальной безопасности, и ее главные цели устойчивое и безопасное функционирование транспортного комплекса и защита интересов личности, общества и государства от актов незаконного вмешательства.
2. При этом крайне необходимо разработать научно обоснованные предложения в Правила противопожарного режима в РФ (ППР в РФ от 16.09.2020 № 1479), внедрить новые методы и средства обеспечения защиты транспортной инфраструктуры метро, включая допущения.
3. Внедрение в метрополитенах систем параметрического (адаптивного) управления вентустановками тоннельной вентиляции и Единых центров контроля и управления микроклиматом метрополитена позволит:
 - обеспечить максимально возможные оптимальные параметры микроклимата для пассажиров и сотрудников метрополитена в зависимости от изменяющихся погодных условий окружающей среды, времени суток, парности движения поездов;
 - экономить электроэнергию и её учет вплоть до каждой вентиляционной установки в отдельности;
 - обеспечивать максимально эффективное дымоудаление из очага задымления и борьбу с последствиями ЧС;
 - оперативно контролировать и управлять с АРМов диспетчерских служб и лабораторий микроклимата режимами работы всеми (или каждой из всех) вентиляционными шахтами, устанавливать оптимальные значения параметров микроклимата в контролируемых точках.
4. Время простых изолированных решений закончилось и для обеспечения безопасности, поддержания параметров воздушной среды метрополитенов в аварийных режимах и при воздействиях террористической направленности необходим системный подход.

Использованная литература:

1. «МЕТРО INFO International» №1 2015, Бортовая автоматизированная система мониторинга потенциально опасных зон метрополитена, СПбПУ Петра Великого, В.Н. Громов, Стр. 32-38.
2. «МЕТРО INFO International» №2 2021, Концепции повышения пожарной безопасности поездов метро на базе цифровых технологий АСОТП-765, ООО «КБ Метроспецтехника» И. Г. Саутин Р. Ю. Широков Стр. 10-16.
3. ЗАО «Системы связи и телемеханики» (ЗАО «ССТ» cts@ctsspb.ru). Специализируется на разработке, производстве и внедрении программно-аппаратных средств диспетчерского телеуправления

Спасибо за внимание

Контакты:

Громов Виктор Никифорович

vgromov2022@list.ru

Курышев Вячеслав Александрович

asmetro-kva@mail.ru