

ПОЖАРНАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 614.842.4

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМАТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ МЕТРОПОЛИТЕНА

Д.И. Павлов, С.А. Бороздин, Г.А. Гитцович, А.В. Флерчук

В статье приведены результаты исследований внешних воздействующих факторов (ВВФ) в специфичных условиях подземных сооружений метрополитена, характеризующихся своеобразным микроклиматом, уровнем внешних механических воздействий, высокой энергонасыщенностью, влияющих на устойчивость функционирования автоматических установок пожаротушения и пожарной сигнализации в подземных сооружениях метрополитена. Представлены результаты исследований электромагнитной обстановки в подземных сооружениях метрополитена глубокого заложения.

Сравнительный анализ количественных значений таких факторов, как температура, влажность, скорость воздушного потока, пыль, освещенность, вибрация, электромагнитные помехи, полученных при исследованиях, с данными нормативно-технической документации позволяет сделать вывод о том, что в области требований к климатическим и механическим воздействиям, устойчивости к воздушному потоку, воздействию прямого света и электромагнитным помехам автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации, в том числе системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах и других систем пожарной автоматики могут нормально функционировать в подземных сооружениях метрополитена глубокого заложения.

Ключевые слова: автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации, внешние воздействующие факторы, электромагнитная обстановка, метрополитен, пожарная безопасность.

В настоящее время большое внимание уделяют мониторингу и прогнозированию рисков пожаров на объектах различного назначения. При этом специалисты стараются охватить комплекс проблем, применяя системный подход к вопросам, связанным с рисками возникновения пожаров и обеспечением выполнения положений Федерального закона [1]. В определениях статьи 2 [1] значатся технические средства, к которым относятся автоматические установки пожаротушения и пожарной сигнализации (далее АУПТ и АУПС), в том числе системы оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах и других систем пожарной автоматики. Жизненный цикл этих технических средств, как и любого изделия, проходит стадии разработки, изготовления, эксплуатации, утилизации. При эксплуатации АУПТ и АУПС подвергаются внешним воздействующим

факторам (далее ВВФ), но при этом они должны выполнять свои функции.

В работе [2] приведены статистические данные, которые свидетельствуют о том, что в подземных сооружениях метрополитена происходит около 50% пожаров от их общего числа. В среднем на 5 км трассы метрополитена происходит один пожар в год. Вместе с тем происходит значительное количество ложных срабатываний систем автоматической противопожарной защиты.

Своевременность обнаружения возгорания на ранней стадии и, как следствие, повышение уровня обеспечения пожарной безопасности людей в подземных сооружениях метрополитена зависят от степени устойчивости аппаратуры автоматических установок пожаротушения и автоматических установок пожарной сигнализации (АУПТ и АУПС) к воздействию внешних воздействующих факторов в

процессе эксплуатации.

В свою очередь устойчивость функционирования АУПС и АУПТ является системной характеристикой, связанной с надежностью каждого из составляющих её элементов и устойчивости АУПТ и АУПС к воздействию внешних воздействующих факторов.

В данной статье рассмотрены следующие компоненты ВВФ.

Согласно нормативно-технической документации [3,4] к ВВФ, влияющим на устойчивость функционирования, относятся следующие факторы:

климатические – повышенная температура, пониженная температура, повышенная влажность, воздушный поток, пыль, агрессивные среды;

механические – вибрация, механический удар, воздействие света (освещенность);

электромагнитные помехи (ЭМП).

В подземных сооружениях Санкт-

Петербургского метрополитена были проведены исследования параметров ВВФ.

Для определения параметров температуры, влажности, освещенности и скорости воздушного потока на станциях, в производственных и бытовых помещениях использовался метод прямых измерений этих параметров с последующей аналитической обработкой полученных результатов и сравнения их с ранее полученными результатами и данными, приведенными в литературных и других источниках.

Контроль за состоянием микроклимата Санкт-Петербургского метрополитена проводился на станциях, отличающихся по срокам их эксплуатации – от 8 до 25 лет. Замеры исследуемых параметров среды выполнялись в подплатформенных коридорах, кабельных коллекторах, в машинных залах и других производственно-бытовых помещениях.

Сводные данные о состоянии микроклимата и воздушной среды в метрополитене представлены в табл.1.

Таблица 1

Состояние воздушной среды в подземных сооружениях и помещениях

Исследуемая среда	Температура воздуха, град. С			Относит. влажность, %	Содержание углекислого газа, %	Содержание пыли, мг/м ³
	сред.	макс	мин			
СПб метрополитен	20,3	25,4	14,8	Средняя 48	От 0,04 до 0,08	0,3 до 3,0
Теплый период года	От 18,0 до 28,0			От 15 до 90		
Холодный период года	От 10,0 на станциях мелкого заложения до 25,4			От 15 до 75		
Атмосферный воздух, подаваемый	6,6	14,6	-1,0	82	0,03	-

В результате анализа полученных данных установлено, что значение температуры на станциях и в помещениях метрополитена колеблется от минимального значения – 14,8 °С до максимального – 28,0 °С, значение относительной влажности колеблется в диапазоне 15–90%. Для станций мелкого заложения параметры микроклимата зависят от параметров наружного атмосферного воздуха.

Содержание пыли на станциях находится в пределах от 0,5 до 0,9 мг/м³, а в сооружениях и помещениях – в пределах от 0,3 до 3,0 мг/м³. Характеристики пыли: однодисперсная (32% пыли имеет диаметр частиц до 5 мкм), по слипаемости относится ко второй группе – слабослипающаяся, по смачиваемости пыль относится к смачиваемой по классификации на основе метода пленочной флотации. Измеренные значения концентрации углекислого газа составили 0,04–0,08%, максимальная концентрация монооксида углерода достигала 0,012 %.

Скорость воздушных потоков в большинстве помещений, таких как: служебно-бытовые, служебно-технические, эскалаторные станции, а также подплатформенные коридоры, не имеющие открытых каналов, сообщающихся со станцией, не превышает 0,3 м/с.

В подземных сооружениях метрополитена применяются светильники как с лампами накаливания, так и с люминесцентными и светодиодными лампами. В обследуемых помещениях измерялось максимальное значение освещенности. Измеренные значения освещенности находились в пределах от 80 до 600 Лк.

Для получения реальных значений параметров вибрации были проведены измерения линейных уровней виброускорения вдоль подплатформенных помещений – коридоров на расстоянии 1,5 м от пути для станций закрытого типа и на расстоянии 2,5 м от пути на станциях пилонного типа (СТП). Замеры проводились по длине коридора через 20 м. В табл.2 приведены максимальные величины уровней виброускорений в помещениях блок-поста, СТП и машинного зала эскалаторов.

Более высокие значения уровней виброускорений для станций закрытого и одноводчатого типа по сравнению со СТП объясняются близостью расположения их подплатформенных коридоров к источнику вибрации – движущемуся подвижному составу. Пиковые значения уровней виброускорения обусловлены характером торможения и ускорения подвижного состава на станциях.

Таблица 2

Уровни вибрации в подземных сооружениях метрополитенов

Наименование помещений	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц					
	31,5	63	125	250	500	1000
	Значения уровней виброускорения, м/с^2					
Блок-пост	$3 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-1}$	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$4,2 \cdot 10^{-1}$	$9,3 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-2}$
СТП	$3,4 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-1}$	$2,4 \cdot 10^{-1}$	$5,3 \cdot 10^{-1}$	$1,9 \cdot 10^{-1}$	$7,5 \cdot 10^{-2}$
Машинный зал эскалаторов (работа двух машин)	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-2}$	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$3,0 \cdot 10^{-2}$	$6,7 \cdot 10^{-2}$	$7,5 \cdot 10^{-2}$

Максимальные значения уровней виброускорения $0,42\text{--}0,53 \text{ м/с}^2$ при подходе и отходе подвижного состава составили и $7,5 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}^2$ в машинном зале эскалаторов [5].

На станции метро «Ладожская» были измерены максимальные значения виброускорения и виброскорости: виброускорение конструкций вестибюля – $0,2 \text{ м/с}^2$; виброускорение на тьюбингах наклонного хода – $0,5 \text{ м/с}^2$; виброскорость на эскалаторных плитах – 3 мм/с ; виброскорость колебаний на полу кабельного коллектора платформенного участка станции – $0,36 \text{ мм/с}$.

При контроле параметров вибрации конструкций расстановка датчиков осуществлялась таким образом, чтобы обеспечить измерение контролируемых параметров в местах, где они имеют наибольшие значения.

На станции метро «ул. Дыбенко»

проводились измерения параметров вибрации на тьюбинговой обделке. Максимальные величины амплитуды вибрации обделки тоннеля составили следующие значения.

При работающих эскалаторах: $10\text{--}40 \text{ мм/с}^2$ по ускорению; $0,04\text{--}0,05 \text{ мм/с}$ по скорости; $0,6\text{--}1,0 \text{ мкм}$ по перемещению.

При выключенных эскалаторах: $0,5\text{--}0,7 \text{ мм/с}^2$ по ускорению; $0,005\text{--}0,007 \text{ мм/с}$ по скорости; $0,1\text{--}0,2 \text{ мкм}$ по перемещению.

Преобладающие значения частоты вибрации находились в диапазоне от $2,5$ до $5,0 \text{ Гц}$.

На станции метро «Озерки» были проведены исследования распределения максимальных значений амплитуд виброускорений по стенам и полу машинного зала и тьюбинга наклонного хода. Результаты исследований приведены в табл.3.

Таблица 3

Количество зарегистрированных значений амплитуд виброускорений

Диапазон значений амплитуд виброускорений, м/с^2	Местоположение точки контроля вибрации	
	Стены и пол машинного зала	Тьюбинги наклонного хода
0,2-0,3	23	190
0,3-0,4	5	101
0,4-0,5	5	40
0,5-0,7	2	27
0,7-1,0	0	8
>1	0	0

Данные таблицы свидетельствуют о том, что максимальное значение амплитуды виброускорения наблюдается на тьюбингах наклонного хода и составляет $1,0 \text{ м/с}^2$.

Кроме того, измерялись параметры вибраций конструкций, вызванных разработкой мерзлого грунта на поверхности строительной площадки.

Вскрытие мерзлого грунта осуществлялось установкой ударного действия «Rokson», смонтированной на базе экскаватора ЭО 3323. Верхняя часть грунта представляла собой смесь водонасыщенного песка и супеси, смерзшуюся на поверхности после ее извлечения из обсадных труб при изготовлении буронабивных свай. Толщина замороженного слоя грунта – $1,5 \text{ м}$. Минимальное расстояние от места проведения работ до тьюбинга наклонного хода составляло около 28 м .

Зарегистрированные при работе установки сигналы представляли собой последовательность периодически следующих друг за другом импульсов, соответствующих ударам по грунту. Измеренные при работе установки максимальные значения виброускорений на тьюбингах наклонного хода не превысили $0,11 \text{ м/с}^2$, что меньше допустимого значения $0,15 \text{ м/с}^2$ по [6].

В ходе исследований установлено, что достаточно хорошо изучены климатические и механические ВВФ, собраны статистические данные по температурному и влажностному режимам за длительный период времени по станциям, производственным и бытовым помещениям. В то же время электромагнитная обстановка в подземных сооружениях метрополитена мало исследована.

Об определении электромагнитной

совместимости, её природе, воздействии ЭМП на технические средства и биологический материал имеется немало литературных данных [7-9].

Требования по ЭМС к АУПС и АУПТ приведены в статье 103 [1], где говорится о том, что технические средства автоматических установок пожарной сигнализации должны быть устойчивы к воздействию электромагнитных помех с предельно допустимыми значениями уровня, характерного для защищаемого объекта, при этом данные технические средства не должны оказывать отрицательное воздействие электромагнитными помехами на иные технические средства, применяемые на объекте защиты. Стандартами определены общие [10, 11] и конкретные [12-18] требования устойчивости технических средств к ЭМП.

В метрополитене измерения и исследования следующих параметров ЭМС проводились методом прямых измерений:

измерения кондуктивных помех в диапазоне частот 0,15-30 МГц и осциллографирование наведенных импульсных помех в шлейфе пожарной сигнализации;

измерения кондуктивных помех в диапазоне частот 0,15-30 МГц и осциллографирование наведенных импульсных помех в шлейфе пожарной сигнализации;

измерения кондуктивных помех в сети электропитания прибора приемно-контрольного

пожарного;

измерения электромагнитных полей в диапазоне частот 30-1000 МГц на объекте размещения прибора приемно-контрольного пожарного;

измерения магнитных полей в диапазоне частот 0-500 Гц на объекте размещения прибора приемно-контрольного пожарного.

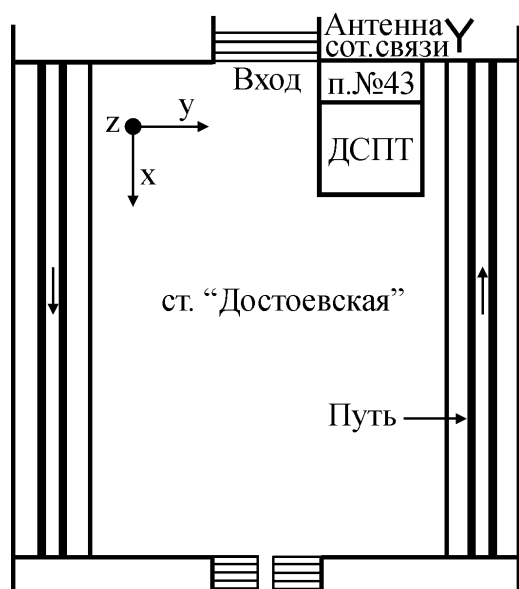
В связи с тем что в настоящее время отсутствуют методики поверки регистраторов помех в сети электропитания, выбран метод регистрации и осциллографирования следующих параметров:

импульсных помех в сети электропитания;
отклонений напряжения и частоты сети электропитания.

Полученные данные измерений электромагнитных помех подверглись математической и статистической обработке.

По согласованию со службами Санкт-Петербургского метрополитена для проведения измерений уровня ЭМП были выбраны помещение ДСПТ (дежурной службы), помещение машинного зала, платформа перед входом в помещение ДСПТ на станции метро «Достоевская». В помещении ДСПТ располагался прибор приемно-контрольный пожарный (ППКП). К ППКП были подключены шлейфы пожарной сигнализации с пожарными извещателями. Рядом с помещением ДСПТ располагалась антенна сотовой связи (рис.1).

а)



б)

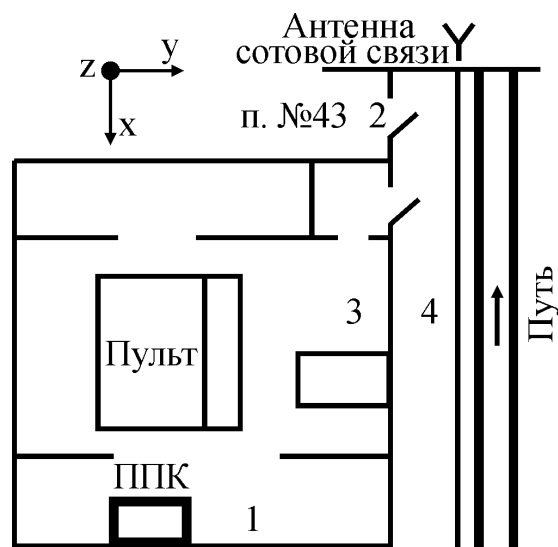


Рис. 1. Расположения помещения ДСПТ и антенны сотовой связи на станции метро «Достоевская» (а), расположение системы пожарной автоматики в помещении ДСПТ (б)

При проведении исследований электромагнитной обстановки проводились измерения следующих параметров.

1. Амплитуды импульсных помех, провалов, повышений напряжения и отклонений частоты в сети электропитания пожарного приемно-контрольного

прибора регистратором событий Fluke в течение 720 часов.

2. Напряжения кондуктивных радиопомех в сети электропитания и шлейфах пожарного приемно-контрольного прибора с помощью измерителя радиопомех SMV-11 в диапазоне частот 0,15-30 МГц

в течение 12 часов.

3. Напряженности электромагнитного поля на объекте размещения прибора приемно-контрольного пожарного измерителем радиопомех SMV-8.5 с антеннами в диапазоне частот 30-1000 МГц в течение 12 часов.

4. Напряженности магнитных полей в диапазоне частот 50-500 Гц и напряженности постоянного магнитного поля на объекте размещения пожарного приемно-контрольного прибора, в машинном зале и на платформе в течение 12 часов.

5. Напряженности импульсного магнитного поля путем осциллографирования осциллографом TDS 2024 напряжения, наводимого в индукционной рамке, с последующей математической обработкой записанной осциллограммы.

6. Определен гармонический состав питающего напряжения при помощи записи осциллограмм напряжения осциллографом TDS 2024 с последующей математической обработкой записанной осциллограммы.

По окончании измерений электромагнитных помех была произведена статистическая обработка полученных результатов.

Всего записано 454 события с 26.04 12:12:24 до 26.05 12:56:48 (всего 720 ч).

Были зарегистрированы следующие события:

увеличение напряжения свыше 242 В;
провалы напряжения ниже 198 В, включая прерывания питания;

импульсные напряжения амплитудой более 200 В между проводами и на проводах относительно земли.

При регистрации импульсных напряжений длительностью более 1 мкс определялось количество импульсов, полярность, амплитуда импульсов и фаза напряжения в сети в момент появления импульсов. При регистрации отклонений действующего значения напряжения определялась величина напряжения и длительность отклонения в периодах питающего напряжения. При регистрации прерываний питания измерялась величина минимального напряжения и длительность прерывания.

Результаты обработки данных приведены на рис.2. Следует отметить, что наибольшее количество событий приходилось на будние дни. Возможно, это связано с уменьшением интенсивности движения подвижного состава в выходные дни и, как следствие, уменьшением энергопотребления.

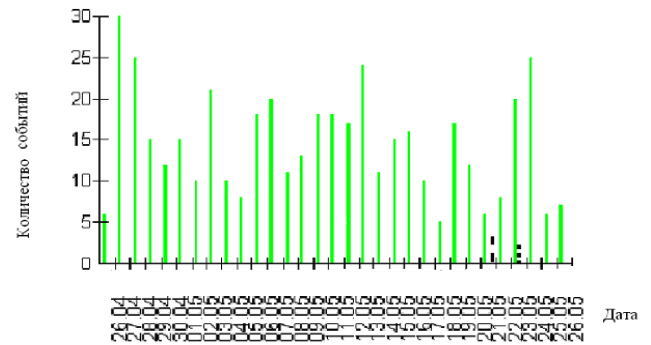


Рис. 2. Распределение количества зарегистрированных событий по датам

Подавляющее количество зарегистрированных событий относится к появлению импульсных помех микросекундных длительностей с амплитудой более 200 В. При этом наблюдаются как симметричные (провод-провод), так и несимметричные помехи (провод-земля). Максимальная амплитуда симметричных помех составляет 1880 В, а несимметричных помех – 2150 В. За сутки наблюдалось от 5 до 30 импульсных помех с амплитудой более 200 В. В большинстве случаев это была пачка помех (несколько импульсов или колебание). Фаза появления импульсов случайна. В большинстве случаев импульс помехи направлен в сторону уменьшения напряжения (рис.3), хотя встречаются и импульсы, увеличивающие напряжение.

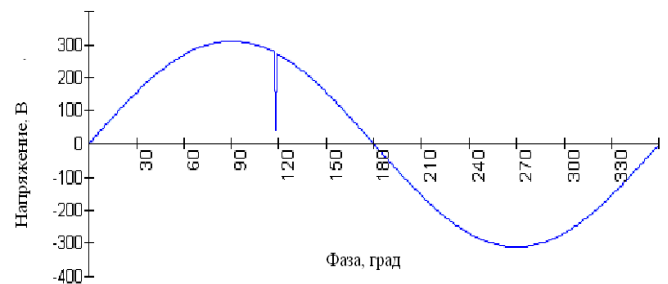


Рис. 3. Положение импульса помехи на синусоиде питающего напряжения

Зарегистрировано лишь несколько импульсов с амплитудой более 1500 В и два провала напряжения $U_{пр}$ до 194 В длительностью 4 и 6 периодов питающего напряжения.

Прерывания питания зарегистрированы три раза, причем все в ночное время при отсутствии движения поездов. Максимальная длительность прерывания $T_{макс}$ составляет 7 минут 44 секунды.

Отклонения частоты питания более чем на 2% не зарегистрировано.

Повышения напряжения более 242 В не зарегистрировано.

Напряжение в питающей сети близко к синусоиде.

Гармоники напряжения и коэффициент несинусоидальности не превышают 2 %.

Индустриальные радиопомехи в сети электропитания переменного тока

Результат измерений напряжения радиопомех U и максимально допустимое требованиями напряжение радиопомех $U_{\max}$ представлены на рис.4. Сплошная линия соответствует уровню эмиссии помех, допускаемому для промышленного оборудования. Пунктирная линия соответствует требованиям Российского Морского Регистра, которые действуют для частот ниже 150 кГц. Уровень радиопомех в сети не представляет опасности для систем пожарной автоматики, которые рассчитаны на воздействие радиочастотных напряжений до 140 дБ.

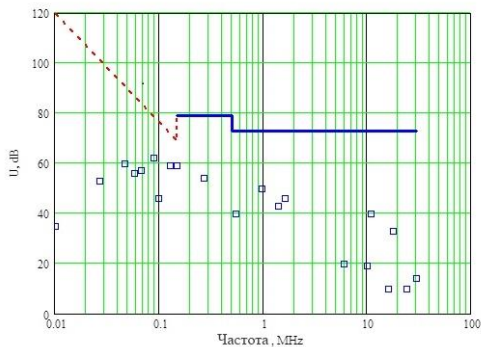


Рис. 4. Квазипиковое значение радиопомех U (значки □□□) в дБмкВ в сети электропитания переменного тока, и максимально допустимое требованиями стандартов значение уровня радиопомех $U_{\max}$ в дБмкВ (линии)

Индустриальные радиопомехи в шлейфах сигнализации

Осциллограммы напряжений на шлейфах относительно земли представлены на рис.5-6. Напряжения соответствуют рабочим сигналам при нормальной работе системы пожарной автоматики.

Импульсные напряжения и радиопомехи, превышающие уровни рабочих сигналов в шлейфах, не зарегистрированы.

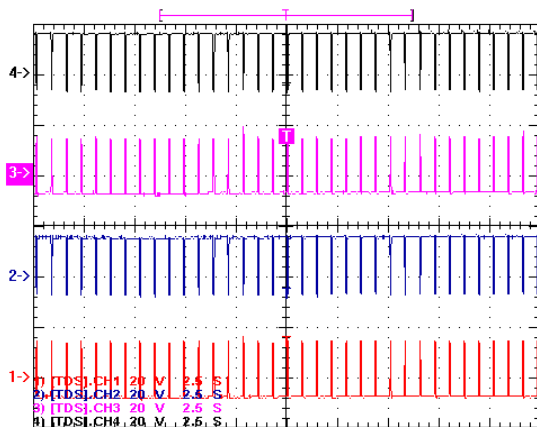


Рис. 5. Напряжения в шлейфах относительно земли в миллисекундном масштабе

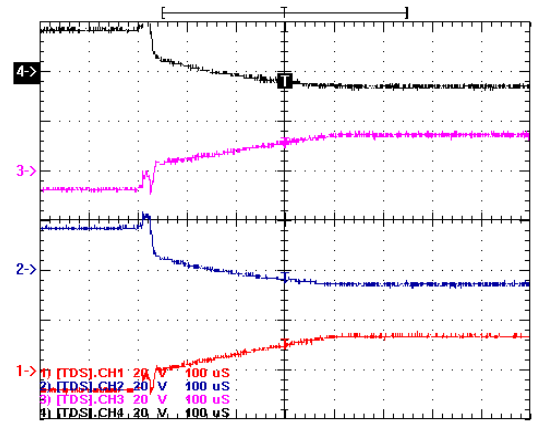


Рис. 6. Напряжения в шлейфах относительно земли в микросекундном масштабе

Напряженность электромагнитного поля радиопомех

Результаты измерений напряженности электромагнитного поля радиопомех E представлены на рис.7-9. Размещение помещения, в котором установлена система пожарной автоматики ППК, место расположения антенны сотовой связи, являющейся источником помех, и расположение точек измерения напряженности электромагнитного поля (точки 1, 2) приведены на рис.1.

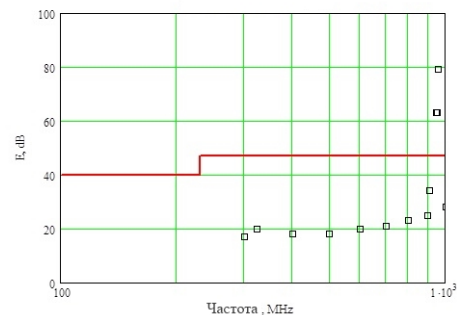


Рис. 7. Квазипиковое значение напряженности электромагнитного поля радиопомех E (значки □□□), дБмкВ/м в помещении ДСПТ (точка 1) в диапазоне низких частот

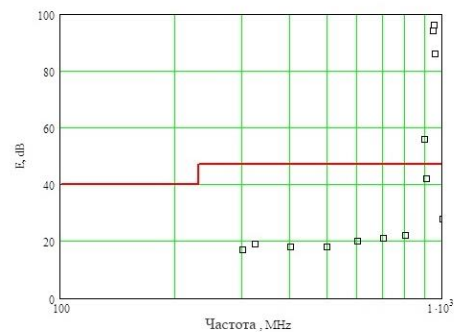


Рис. 8. Квазипиковое значение напряженности электромагнитного поля радиопомех E (значки □□□), дБмкВ/м в помещении ДСПТ (точка 1) в диапазоне высоких частот и норма на уровень помех, создаваемых промышленным оборудованием

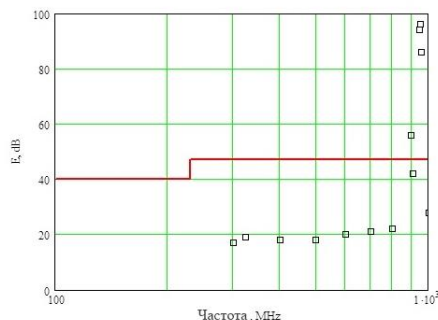


Рис. 9. Квазипиковое значение напряженности электромагнитного поля радиопомех E (значки $\square$), дБмкВ/м в входе в служебное помещение на расстоянии 3 м от антенны сотовой связи (точка 2)

в диапазоне высоких частот и норма на уровень помех, создаваемых промышленным оборудованием

Напряженность электромагнитного поля в диапазоне 910-960 МГц в помещении ДСПТ достигает 80 дБ. Зарегистрированное максимальное значение вызвано излучением антенны сотовой связи. Напряженность электромагнитного поля в диапазоне 910-960 МГц на расстоянии 3 м от антенны сотовой связи достигает 100 дБ.

Напряженность магнитного поля

Результаты измерений напряженности магнитного поля H представлены в табл.4-6. Размещения точек измерения приведены на рис.1.

Таблица 4

Напряженность магнитного поля в помещении ДСПТ в месте размещения ППК (точка 1)

Направление поля	Напряженность переменного поля, А/м		Напряженность постоянного поля, А/м	
	Фоновое значение	Значение при прохождении поезда	Фоновое значение	Значение при прохождении поезда
Hx	0,3	0,6	2	минус 0,1 до +13
Hy	0,2	1	4	минус 1 до +7
Hz	0,2	1,3	20	минус 0,5 до +30

Таблица 5

Напряженность магнитного поля в помещении ДСПТ у стены, примыкающей к платформе (точка 3)

Направление поля	Напряженность переменного поля, А/м		Напряженность постоянного поля, А/м	
	Фоновое значение	Значение при прохождении поезда	Фоновое значение	Значение при прохождении поезда
Hx	0,2	1,7	- 1,3	минус 13,7 до +11
Hy	0,5	2,1	5,2	минус 14,4 до +27
Hz	0,6	1,5	13,4	минус 0,7 до +40

Таблица 6

Напряженность магнитного поля на платформе на расстоянии 1 м от поезда (точка 4)

Направление поля	Напряженность переменного поля, А/м		Напряженность постоянного поля, А/м	
	Фоновое значение	Значение при прохождении поезда	Фоновое значение	Значение при прохождении поезда
Hx	1,5	5,6	- 21	от минус 48 до минус 25
Hy	2,1	5,4	22	минус 0,4 до +72
Hz	1,4	2,7	16	минус 10 до +72

Напряженность переменного магнитного поля с частотой 50-500 Гц в машинном зале, расположенном под эскалатором, не превышает 2,5 А/м в центре зала, 6,5 А/м на расстоянии 0,5 м от электродвигателей и 32 А/м на расстоянии 5 см от электродвигателей.

Напряженность переменного поля в диапазоне частот 50-500 Гц на расстоянии более 0,5 м от электродвигателей не превышает 7 А/м.

Изменение постоянного магнитного поля происходит в широких пределах и достигает 82 А/м. Влияние этого фактора на системы пожарной автоматики не исследовано.

Электростатическое электричество

Измерения электростатического поля и зарядов в подземных сооружениях метрополитена не проводились. Однако пояснения и рекомендации [13] позволяют определить степени жесткости, которые можно применить к АУПС и АУПТ в подземных сооружениях. Так, например, технические средства могут подвергаться воздействию электростатических разрядов величиной до нескольких киловольт в зависимости от материалов отделки помещений и относительной влажности окружающего воздуха, а также воздействию импульсных электромагнитных полей, когда происходят электростатические разряды

от оператора на расположенные вблизи технические средства, металлические предметы и оборудование. Кроме того, для определения требований помехоустойчивости к электростатическому разряду в качестве основного параметра используются уровни электростатического напряжения, устанавливаемые в соответствии с условиями окружающей среды.

Заключение

Сравнительный анализ количественных значений таких факторов, как температура, влажность, скорость воздушного потока, пыль, освещенность, вибрация, полученных при исследованиях, с данными нормативно-технической документации позволяет сделать вывод о том, что в области требований к климатическим и механическим воздействиям, устойчивости к воздушному потоку, воздействию прямого света и АУПТ и АУПС может нормально функционировать в подземных сооружениях метрополитена.

Анализ требований современных нормативных документов по устойчивости АУПТ и АУПС к воздействию ЭМП и результаты исследований по определению количественных значений электромагнитных факторов в подземных сооружениях метрополитенов показал, что для повышения надежности их работы необходимо

следующее:

1) Отнесение АУПТ и АУПС по устойчивости к ЭМП к 3-4 или специальному классу.

2) Отнесение АУПТ и АУПС к 4 или 5 классу условий эксплуатации по [15].

3) Для обеспечения системного уровня помехоустойчивости АУПТ и АУПС принятие дополнительных мер, учитывающих реальные условия эксплуатации, например, применение средств первичной защиты.

4) Обеспечение резервным электропитанием компонентов АУПТ и АУПС, для которых нормами оно не предусмотрено.

5) Выбор критерия качества функционирования предпочтительно – А.

Кроме того, при проведении исследований установлено, что изменения постоянного магнитного поля достигают 82 А/м, а современный нормативный документ по испытаниям на устойчивость АУПС и АУПТ к постоянным магнитным полям отсутствует. Вопрос устойчивости АУПС и АУПТ к постоянным медленно меняющимся магнитным полям требует дополнительного изучения. На данном этапе можно рекомендовать традиционные меры защиты от магнитных полей. Это может быть применение специальных сплавов для корпусов, дополнительное экранирование.

Библиография

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: федер. закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ; принят Гос. Думой 04.07.2008; одобрен Сов. Федерации 11.07.2008 // *Собр. Законодательства РФ*. - 2008. - № 30 (ч. I), ст. 3579.
2. Михайлов В.В., Павлов Д.И., Чуркин И.Н. Проверка с пристрастием исследования климатических и механических факторов, воздействующих на автоматические средства противопожарной защиты по подземных сооружениях метрополитена / В.В. Михайлов, Д.И. Павлов, И.Н. Чуркин // *Безопасность. Достоверность. Информациа*. - 2006. - № 67. - С. 52-55.
3. ГОСТ 26883-86 Внешние воздействующие факторы. Термины и определения. - М., ИПК Изд-во стандартов, 1989.
4. ГОСТ Р 53325-2012 Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования. Методы испытаний. - М., Стандартинформ, 2014.
5. Беляцкий В.П., Ильин В.В. Провести исследования и разработать комплекс нормативно-технической и методической документации по обеспечению безопасности эвакуации людей из подземных сооружений метрополитенов / В.П. Беляцкий, В.В. Ильин. – СПб Филиал ВНИИПО, 1984.
6. ВСН 490-87 Проектирование и устройство свайных фундаментов и шпунтованных в условиях реконструкции промышленных предприятий и городской застройки. – М., 1988.
7. Paul C.R. Introduction to electromagnetic

References

1. Tekhnicheskij reglament o trebovaniyah pozharnej bezopasnosti: feder. zakon ot 22.07.2008 g. №123-FZ; prinyat Gos. Dumoj 04.07.2008; odobr. Sov. Federacii 11.07.2008 // *Sobr. Zakonodatel'stva RF*. - 2008. - № 30 (ch. I), st. 3579.
2. Mihajlov V.V., Pavlov D.I., CHurkin I.N. Proverka s pristrastiem issledovaniya klimaticheskikh i mekhanicheskikh faktorov, vozdeystvuyushchih na avtomaticheskie sredstva protivopozharnej zashchity po podzemnyh sooruzheniyah metropolitena / V.V. Mihajlov, D.I. Pavlov, I.N. CHurkin // *Bezopasnost'. Dostovernost'. Informaciya*. - 2006. - № 67. - S. 52-55.
3. GOST 26883-86 Vneshnie vozdeystvuyushchie faktory. Terminy i opredeleniya. - M., IPK Izd-vo standartov, 1989.
4. GOST R 53325-2012 Tekhnika pozharnaya. Tekhnicheskie sredstva pozharnoj avtomatiki. Obshchie tekhnicheskie trebovaniya. Metody ispytaniy. - M., Standartinform, 2014.
5. Belyackij V.P., Il'in V.V. Provesti issledovaniya i razrabotat' kompleks normativno-tekhnicheskoy i metodicheskoy dokumentacii po obespecheniyu bezopasnosti ehvakuacii lyudej iz podzemnyh sooruzhenij metropolitenov / V.P. Belyackij, V.V. Il'in. – SPb Filial VNIPO, 1984.
6. VSN 490-87 Proektirovanie i ustrojstvo svajnyh fundamentov i shpuntovannyh v usloviyah rekonstrukcii promyshlennyh predpriyatij i gorodskoj zastrojki. – M., 1988.
7. Paul C.R. Introduction to electromagnetic compatibility / C.R. Paul // A Wiley-Interscience

- compatibility / C.R. Paul // A Wiley-Interscience publication. – 1992. – 765 p.
8. Tesche F.M., Ianoz M.V., Karlsson T. EMC analysis methods and computational models. / F.M. Tesche, M.V. Ianoz, T. Karlsson // A Wiley-Interscience publication. – 1997. – 623 p.
9. John EMC of Printed Circuit Boards and Microelectronic Engineering Techniques, Proceedings of the 13-th Int / John // Wroclaw Symposium on EMC. – 1996. – June 25-28. – P. 14–52.
10. ГОСТ 30804.6.1-2013 (МЭК 61000-6-1:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2013.
11. ГОСТ 30804.6.2-2013 (МЭК 61000-6-2:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2013.
12. ГОСТ 30804.4.2-2013 (МЭК 61000-4-2:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний. – М., 2014.
13. ГОСТ 30804.4.3-2013 (МЭК 61000-4-3:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2014.
14. ГОСТ 30804.4.4-2013 (МЭК 61000-4-4:2007) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2014.
15. ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний. – М., ИПК Изд-во стандартов, 2000.
16. ГОСТ 30804.11-2013 (МЭК 61000-4-11:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2014.
17. ГОСТ 30805.22-2013 (CISPR:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи промышленные. Нормы и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2015.
18. ГОСТ Р 55176.3.1-2012 (IEC 62236-3-1:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 3-1. Подвижной состав. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2014.
- publication. – 1992. – 765 p.
8. Tesche F.M., Ianoz M.V., Karlsson T. EMC analysis methods and computational models. / F.M. Tesche, M.V. Ianoz, T. Karlsson // A Wiley-Interscience publication. – 1997. – 623 p.
9. John EMC of Printed Circuit Boards and Microelectronic Engineering Techniques, Proceedings of the 13-th Int / John // Wroclaw Symposium on EMC. – 1996. – June 25-28. – R. 14–52.
10. ГОСТ 30804.6.1-2013 (МЭК 61000-6-1:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в жилых, коммерческих зонах и производственных зонах с малым энергопотреблением. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2013.
11. ГОСТ 30804.6.2-2013 (МЭК 61000-6-2:2005) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам технических средств, применяемых в промышленных зонах. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2013.
12. ГОСТ 30804.4.2-2013 (МЭК 61000-4-2:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электростатическим разрядам. Требования и методы испытаний. – М., 2014.
13. ГОСТ 30804.4.3-2013 (МЭК 61000-4-3:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2014.
14. ГОСТ 30804.4.4-2013 (МЭК 61000-4-4:2007) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2014.
15. ГОСТ Р 51317.4.5-99 (МЭК 61000-4-5-95) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Требования и методы испытаний. – М., ИПК Изд-во стандартов, 2000.
16. ГОСТ 30804.11-2013 (МЭК 61000-4-11:2004) Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к динамическим изменениям напряжения электропитания. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2014.
17. ГОСТ 30805.22-2013 (SISPR:2006) Совместимость технических средств электромагнитная. Оборудование информационных технологий. Радиопомехи промышленные. Нормы и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2015.
18. ГОСТ Р 55176.3.1-2012 (IEC 62236-3-1:2008) Совместимость технических средств электромагнитная. Системы и оборудование железнодорожного транспорта. Часть 3-1. Подвижной состав. Требования и методы испытаний. – М., Стандартинформ, 2014.

FEATURES OF OPERATION OF THE AUTOMATIC MEANS OF FIRE-PREVENTION PROTECTION OF TRANSPORT STRUCTURES UNDERGROUND

The results of studies of external influencing factors (EIF) in the specific conditions of underground structures underground, characterized by a unique microclimate, the level of external mechanical influences, high energy-affecting the stability of the functioning of automatic fire extinguishing systems and fire alarm systems in the subway underground facilities.

The results of studies of electromagnetic conditions in the subway underground facilities deep foundations.

Comparative analysis of quantitative values for factors such as temperature, humidity, air velocity, dust, light, vibration, electromagnetic interference, obtained from studies with these specifications and technical documentation can be concluded that in the requirements to environmental and mechanical stresses, the resistance to air flow to direct light and electromagnetic interference, automatic fire extinguishing and fire alarm systems, including evacuation warning and control system of people in fires and other fire automation systems can function properly in the subway underground facilities deep foundations.

Keywords: Automatic fire extinguishing and fire alarm systems, the external influencing factors, electromagnetic environment, underground, fire safety.

Павлов Д.И.,

*старший научный сотрудник,
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Россия, г. Санкт-Петербург,
тел. +7 (812) 441-02-27, e-mail: dimpavlov@rambler.ru*

Pavlov D.I.,

*Senior Researcher,
St. Petersburg University of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russia, St. Petersburg.*

Бороздин С.А.,

*старший научный сотрудник,
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Россия, г. Санкт-Петербург,*

Borozdin S.A.,

*Senior Researcher,
St. Petersburg University of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russia, St. Petersburg.*

Гитцович Г.А.,

*научный сотрудник НИИППИ,
ФГБОУ ВО Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России,
Россия, г. Санкт-Петербург,*

Gittcovich G.A.,

*Researcher,
St. Petersburg University of State Firefighting Service of EMERCOM of Russia,
Russia, St. Petersburg.*

Флерчук Артем Валерьевич,

*Заместитель начальника
ФКУ «Центр управления в кризисных ситуациях» ГУ МЧС России по республике
Крым*

Flerchuk A.V.,

*Deputy chief,
Crisis Management Centre of the Ministry of Emergency Situations of Russia of the
Republic of Crimea.*