

# Содержание

Предисловие .....	9
<b>Глава 1. Техническое регулирование в области ЭМС и ЭМБ .....</b>	<b>15</b>
1.1. Общие вопросы электромагнитной совместимости .....	15
1.1.1. Совместимость в технической системе .....	15
1.1.2. Совместимость между системами.....	18
1.1.3. Особенности введения термина ЭМС .....	20
1.2. Допустимые уровни и интервалы помех. Помехоподавление .....	25
1.3. Электромагнитная безопасность технической системы.....	30
1.4. Функциональная безопасность технической системы.....	34
<b>Глава 2. Электромагнитные помехи в технических средствах электрифицированной железной дороги .....</b>	<b>38</b>
2.1. Виды электромагнитных помех .....	38
2.2. Низкочастотные кондуктивные ЭМ помехи.....	41
2.2.1. Гармоники, интергармоники напряжения электропитания.....	41
2.2.2. Напряжения сигналов, передаваемых в система электропитания.....	44
2.2.3. Колебания напряжения и помехи в сетях электропитания .....	44
2.2.4. Провалы, перерывы напряжения электропитания и временные перенапряжения .....	46
2.2.5. Отклонения величины напряжения электропитания.....	47
2.2.6. Изменения частоты в системах электропитания .....	48
2.2.7. Наведённые низкочастотные напряжения.....	49
2.2.8. Постоянные составляющие в сетях электропитания переменного тока.....	49
2.3. Низкочастотные излучаемые ЭМ помехи .....	49
2.3.1. Магнитные поля.....	49
2.3.2. Электрические поля .....	50
2.4. Высокочастотные кондуктивные ЭМ помехи .....	51
2.4.1. Наведённые напряжения или токи непрерывных колебаний.....	52
2.4.2. Аперриодические и колебательные переходные процессы.....	52
2.5. Излучаемые высокочастотные ЭМ помехи .....	53
2.5.1. Излучаемые колебательные ЭМП.....	53

2.5.2. Излучаемые импульсные ЭМП.....	54
2.6. Электростатические разряды.....	54
2.7. Экстремальные уровни ЭМ воздействий.....	55
2.7.1. ЭМ импульс молнии.....	55
2.7.2. ЭМ импульс ядерного взрыва.....	63
2.8. Интервалы совместимости.....	64
<b>Глава 3 Механизмы связи и способы их ослабления.....</b>	<b>66</b>
3.1. Гальваническая связь.....	66
3.1.1. Гальваническая связь через цепи питания.....	66
3.1.2. Гальваническая связь через контур заземления.....	70
3.1.3. Полное сопротивление измерительных и сигнальных линий.....	83
3.1.4. Обратные перекрытия.....	88
3.2. Ёмкостная связь.....	89
3.3. Индуктивная связь.....	92
3.4. Электромагнитная связь между электрическими цепями.....	96
3.4.1. Электромагнитная связь двух линий.....	97
3.4.2. Многопроводные системы с электромагнитной связью.....	100
3.5. Связь электромагнитным излучением.....	103
3.6. Заземление экранов кабелей.....	108
3.7. Идентификация механизмов связи.....	110
<b>Глава 4. Аналитические модели ЭМП от линий электроснабжения и их расчёт.....</b>	<b>113</b>
4.1. Расчет напряженностей ЭМП от ЛЭП постоянного тока.....	113
4.1.1. Влияние ЛЭП постоянного тока на окружающую среду.....	113
4.1.2. Методика расчета ЛЭП постоянного тока.....	115
4.2. Расчет напряженностей ЭМП от ЛЭП переменного тока.....	121
4.2.1. Влияние ЛЭП переменного тока на окружающую среду.....	121
4.2.2. Методика расчета ЛЭП переменного тока.....	125
4.2.3. Пример расчета напряженностей от воздушной ЛЭП.....	134
4.3. Расчет напряженностей ЭМП от ЛПЭ переменного тока.....	136
4.3.1. Общие сведения.....	136
4.3.2. Пример расчета напряженностей от ЛПЭ переменного тока.....	137
4.4. Анализ полученных результатов и выводы.....	138

<b>Глава 5. Расчёт ЭМП от тяговой сети, работающей на постоянном токе.....</b>	<b>141</b>
5.1. Расчет электрических напряженностей ЭМП методом зеркальных отображений.....	141
5.2. Использование метода зеркальных отображений для расчёта электрических напряженностей ЭМП от ТС.....	145
5.3. Использование метода зеркальных отображений для расчёта магнитных напряженностей ЭМП от ТС.....	151
<b>Глава 6. Аналитические модели ЭМП от элементов транзитной тяговой подстанции.....</b>	<b>156</b>
6.1. Структурная схема тяговой подстанции постоянного тока 3,3 кВ.....	156
6.2. Расчет напряженностей ЭМП от элементов распределительных устройств.....	158
6.3. Расчет напряженностей от понижающего трансформатора.....	161
6.4. Расчет напряженностей от выпрямительного каскада.....	172
6.5. Расчет напряженностей от сглаживающего устройства.....	180
6.6. Расчет напряженностей от комплектной трансформаторной подстанции.....	186
6.6.1. Принципиальная схема комплектной трансформаторной подстанции.....	186
6.6.2. Компоновка трансформаторной подстанции.....	188
<b>Глава 7. Расчёты напряженностей ЭМП на объектах электрифицированной железной дороги.....</b>	<b>190</b>
7.1. Общий подход.....	190
7.2. Особенности расчета результирующих напряженностей от объектов железной дороги, электрифицированной постоянным током.....	197
7.2.1. На перегонах.....	199
7.2.2. Вблизи тяговых подстанций.....	201
7.2.3. На железнодорожных станциях.....	202
7.3. Результаты расчётов ЭМП помех на линейных участках электрифицированной железной дороги.....	205
7.3.1. Электромагнитная среда на перегоне.....	205

7.3.2. Электромагнитная среда на станции .....	214
7.3.3. Электромагнитная среда на территории и вблизи ТПС .....	222
7.4. Сопоставление результатов расчета с экспериментом .....	226
<b>Глава 8. Повышенные широкополосные радиопомехи на электрифицированной железной дороге.....</b>	<b>230</b>
8.1. Электромагнитные помехи, создаваемые электровозом как элементом ЭЭЖС.....	230
8.1.1. Электровозы однофазно-постоянного тока.....	230
8.1.2. Математическая модель участка контактной сети.....	234
8.2. ТПС и возможные пути распространения широкополосных высокочастотных помех.....	239
8.3. Электромагнитные помехи, создаваемые контактными сетями в ЭЭЖС .....	240
8.3.1. Основные причины возникновения широкополосных радиопомех .....	240
8.3.2. Математическая модель контактной сети .....	241
8.3.3. Резонансные колебания в тяговой сети.....	246
8.3.4. Напряжение шума и коэффициент мешающего тока .....	247
8.3.5. Взаимодействие токоприемников и контактной сети .....	252
8.4. Электромагнитные помехи от ЛЭП и ЛПЭ в ЭЭЖС .....	255
<b>Глава 9. Влияние постоянных и низкочастотных ЭМП на слаботочные линии.....</b>	<b>260</b>
9.1. Общий подход к решению.....	260
9.2. Расчеты электромагнитных излучений радиочастот .....	264
9.3. Расчет электрических наводок низкочастотных и высокочастотных ЭМП .....	267
9.4. Влияние тяговой сети на линии связи.....	268
9.4.1. Расчет электрического мешающего влияния.....	268
9.4.2. Расчет магнитного мешающего влияния.....	269
9.5. Определение мешающих токов ТС.....	271
9.5.1. Определение мешающих токов ТС переменного тока .....	271
9.5.2. Определение влияющих токов ТС постоянного тока .....	274
9.6. Спектральный состав напряжения на входе сглаживающих фильтров ТПС постоянного тока.....	274
9.7. Влияние блуждающих токов в земле.....	277

<b>Глава 10. Общие подходы к защите окружающей среды и человека ..</b>	<b>280</b>
10.1. Защита человека от воздействия ЭМП на электрифицированной железной дороге.....	280
10.2. Санитарно-защитные зоны от воздействия ЭМП .....	281
10.3. Эффективные средства защиты человека и электрооборудования .....	282
10.3.1. Коллективные средства защиты .....	282
10.3.2. Индивидуальные средства защиты.....	286
10.3.3. Улучшение условий ЭМС в ЭЭЖС.....	288
10.3.4. Организация средств защиты .....	290
10.3.5. Оздоровительно-профилактические мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности обслуживающего персонала.....	291
10.4. Основы правового и нормативного обеспечения ЭМС .....	291
<b>Глава 11. Проблемы ЭМБ на МАГЛЕВ транспорте.....</b>	<b>300</b>
11.1. Особенности воздействия физических факторов волновой природы на МАГЛЕВ транспорте .....	300
11.1.1. Фоновые источники излучений и виброакустических колебаний, воздействующих на техносферу.....	301
11.1.2. Техногенные источники излучений и виброакустических колебаний на МАГЛЕВ транспорте .....	303
11.1.3. Особенности сочетанного воздействия на техносферу физических факторов волновой природы при использовании МАГЛЕВ транспорта .....	307
11.1.4. Меры защиты от излучений и виброакустических колебаний на МАГЛЕВ транспорте .....	310
11.2. Обеспечение ЭМБ на МАГЛЕВ транспорте.....	315
11.2.1. Оптимальное проектирование и размещение элементов ЭЭУ.....	318
11.2.2. Источники ЭМП.....	320
11.2.3. Математическая модель задачи.....	321
11.2.4. Снижение результирующей магнитной напряженности ЭМП оптимальным размещением элементов ЭЭУ.....	329
11.3. Функциональная безопасность на электрифицированном железнодорожном транспорте .....	334
11.3.1. Электромагнитная безопасность.....	335
11.3.2. Функциональная безопасность.....	340
11.3.3. ГОСТ Р МЭК 61508 Функциональная безопасность систем электрических, электронных, программируемых электронных, связанных с безопасностью .....	343

<b>Глава 12. Особенности подготовки специалистов по ЭМБ в высших железнодорожных учебных заведениях .....</b>	<b>347</b>
12.1. Система обучения в области ЭМБ человека .....	347
12.1.1. ЭМБ в общей системе подготовки специалистов .....	347
12.1.2. Программа экологического образования по безопасности человека в электромагнитных полях.....	348
12.1.3. Инновационные технологии в области ЭМБ человека.....	349
12.2. Особенности подготовки бакалавров и магистров по направлению «Техносферная безопасность» по профилю «Электромагнитная безопасность».....	351
12.3. Методическое обеспечение обучения по направлению ЭМБ .....	353
12.4. Специфика подготовки специалистов в области «Техносферная безопасность» в железнодорожных вузах .....	355
12.5. Особенности осуществления контроля за обучением .....	358
12.6. Инновационные подходы к подготовке специалистов по ЭМБ в рамках реализации программы «Безопасный город» ....	359
Библиографический список .....	365
Приложения.....	379