

АНАЛИЗ ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УБЫТКОВ, ВЫЗВАННЫХ ПРОБЛЕМАМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ

Шифрин В.Г., Лимаренко Н.В., Тринц Д.В., Иноземцев Д.С., Савченко А.И.

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Российская Федерация

Аннотация. В данной статье рассмотрены проблемы влияния нарушения электромагнитной совместимости (ЭМС) электрических и электронных устройств на окружающие их экосистемы. Проведён анализ и дана классификация нарушения ЭМС, рассмотрены причины возникновения нарушения совместимости и проанализированы экономические убытки и негативное экологическое влияние, как следствие рассмотренных нарушений. Была проведена классификация и обобщение методов минимизация негативных последствий нарушения ЭМС, рассмотрены критерии уменьшения экономических потерь, классифицированы способы профилактики и предупреждения нарушения ЭМС различных силовых и электронных устройств. Рассмотрены способы контроля за совместимостью устройств и даны рекомендации по соблюдению необходимых требований безопасности и контроля.

Ключевые слова: электромагнит, экология, экономика, нарушение, профилактика, регулирование, энергосистема, электронные устройства, совместимость.

ANALYSIS OF ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL LOSSES CAUSED BY ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY ISSUES

Shifrin V.G., Limarenko N.V., Trinz D.V., Inozemtsev D.S., Savchenko A.I.

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation

Annotation. This article discusses the problems of the influence of electromagnetic compatibility (EMC) violations of electrical and electronic devices on the surrounding ecosystems. The analysis is carried out and the classification of EMC violations is given, the causes of the compatibility violation are examined, and the economic losses and the negative environmental impact, as a consequence of the considered violations, are analyzed. A classification and generalization of methods to minimize the negative consequences of EMC violations was carried out, criteria for reducing economic losses were considered, methods for preventing and preventing EMC violations of various power and electronic devices were classified. The methods of monitoring the compatibility of devices are considered and recommendations are given for observing the necessary safety and control requirements.

Keywords: electromagnet, ecology, economics, violation, prevention, regulation, power system, electronic devices, compatibility.

Значимость. проблемы. электромагнитной совместимости (ЭМС) возникла в ходе разработок и вводе в эксплуатацию различных силовых, электронных и коммуникационных приборов и оборудования. Аспект надёжности и безопасности оборудования, зависящий от влияния внешних факторов является основной задачей при влиянии электромагнитного поля.

К самым значимым местам влияния электромагнитного излучения относят: биосферу, экосферу и техносферу. Соответственно, проблема корректной эксплуатации устройств с различной электромагнитной совместимостью является актуальной, поскольку её решение напрямую связано с эксплуатационными затратами и экологическим состоянием окружающих её экосистем.

Целью данного исследования является анализ факторов, оказывающих влияние на экологические и экономические убытки, возникающие при эксплуатации электронного оборудования, и связанных с проблемами его электромагнитной совместимости.

Способы решения проблем ЭМС, рассмотренные ниже, разделены на 2 группы:

1. инженерное-технические решения;
2. основанные на разработке нормативных документов.

Основной угрозой для безаварийной, и, следовательно, безопасной эксплуатации ВЛ являются грозовые разряды, способные вызывать кратковременные скачки напряжений в месте удара до миллионов вольт, что фатально для изоляции любого оборудования, включая сети ультравысоких напряжений, и способно привести к выводу оборудования и нарушению ЭМС сети. Для защиты от

ударов молний, подстанции оснащаются вертикальными молниеотводами, над ВЛ протягивают стальные тросы, а каждую опору заземляют с малым сопротивлением заземления (около 10 Ом), это простое и эффективное решение, многократно снижающее влияние атмосферных разрядов на электрооборудование [1].

При проектировании релейной защиты энергосистемы учитывается влияние геомагнитных бурь на оборудование, чье влияние способно спровоцировать появление уравнивающих токов в сети, приводящих к срабатыванию защитных систем, в результате чего без электроэнергии способны остаться большое количество потребителей, что ведёт к серьёзным экономическим убыткам. Зоны отчуждения, необходимые для безопасного функционирования ВЛ, создают проблемы для ведения сельскохозяйственной деятельности и животноводства, а также нарушают ландшафт местности. Чтобы минимизировать данное негативное влияние, сети ВЛ стараются выносить подальше от сельскохозяйственных угодий и заменять ВЛ кабельными системами, где это возможно [2, 3]. Это приводит к увеличению протяженности кабельных и высоковольтных линий, что влечёт расход материалов и человеческих ресурсов и ведёт к более масштабным экономическим расходам.

Опасные и мешающие влияния нарушения ЭМС на биосферу, оказывающие значительное влияние на человека, представлены на рис. 1. Влияние нарушения ЭМС энергосистемы на различные и электрические устройства представлено на рис. 2.

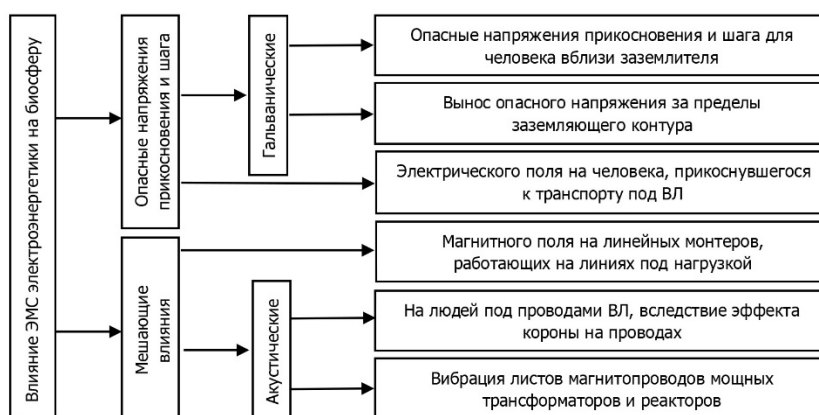


Рисунок 1 – Влияния нарушения ЭМС на биосферу и человека

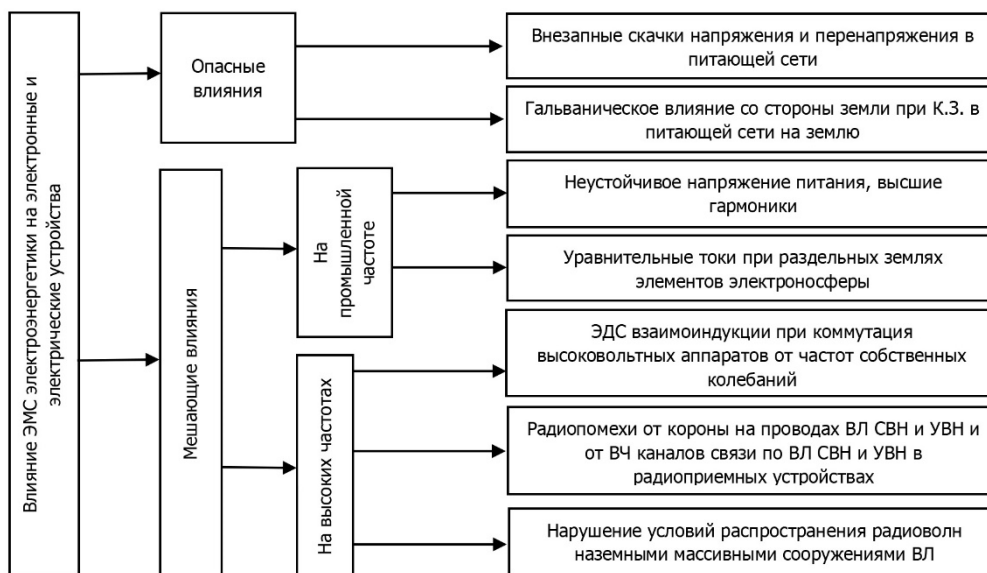


Рисунок 2 – Связь нарушения ЭМС электроэнергетики с информационной, компьютерной и радиотехнической электроносферой

Для решения такой глобальной задачи, как обеспечение устойчивости ЭМС оборудования и устойчивости энергосистемы в целом, следует принимать целый комплекс мер, включающий в себя: установку разрядников и ОПН в сетях ВН; обеспечение высокого уровня изоляции, отвод импульсных помех по схемам «проводник-земля» и «проводник-проводник» до их влияния на аппаратуру через заземляющие контуры; прокладка информационных цепей отдельно от силовых цепей, избегание областей с высокими уровнями электромагнитных помех при проектировании сооружений и установки оборудования; применение шин для выравнивания потенциалов, как на подстанциях, так и

непосредственно возле потребителей; установка барьерных заземлителей; установка «экранов» - элементов конструкций с высокой электромагнитной проводимостью для поглощения, отражения и преобразования электромагнитных полей и волн [3].

Кроме того, каждое электронное оборудование, обеспечивающее надежность ЭМС должно обладать собственной устойчивостью к ЭМС для обеспечения надежного функционирования энергосистемы, что учитывается при разработке систем релейной защиты и автоматики.

Инженерные мероприятия, описанные выше, строго регламентируются нормативно-правовыми актами, разработанными для снижения помех в электрических и электронных устройствах и снижение негативного влияния нарушения ЭМС на живые организмы и экономических потерь.

В настоящее время одним из необходимых для нормального совместного функционирования частей энергосистемы критериев является сертификация технических средств на соответствие требованиям ЭМС, которую проходят предприятия, изготавливающие электротехнические и электронные средства, а так же проводятся экспертизы ЭМС в конкретно выбранной электромагнитной обстановке для улучшения ЭМС устройств и аппаратов, на основе которых делается вывод о допущении определенного количества помех и ограничении электромагнитного излучения. Что достигается путём разработки и внедрения помехоподавляющих и защитных устройств [4-8].

На международном уровне обеспечением контроля на ЭМС, ее стандартизацией и стандартизацией всех электротехнических устройств занимается Международная электротехническая комиссия (МЭК), два комитета которой полностью заняты работами, относящимися к ЭМС: ТК77 «Электромагнитная совместимость оборудования, включая электрические сети» и Международный специальный комитет по радиопомехам – СИСПР. В Европе ответственной организацией по контролю уровня обеспечения ЭМС и стандартизации электрооборудования является Европейский комитет по стандартизации в области электротехники (СЕНЕЛЕК), а в каждой отдельно взятой стране стандартизацией в области ЭМС занимаются национальные комитеты, в России это Государственный комитет по радиочастотам (ГКРЧ). С 2001 года в России введены стандарты, обязывающие сертифицировать практически всю электротехническую продукцию по ЭМС, а так же значительное количество других документов, оказывающих правовое регулирование в области ЭМС, например: ГОСТ Р 50648-94 (МЭК 1000-4-8-93), ГОСТ Р 50649-94 (МЭК 1000-4-9-93), ТР ТС 020/2011, СанПиН 2.2.4.1191-03). Негативной стороной рассматриваемой проблемы является государственный приоритет принятия решения, т.к. требования, созданные международными организациями, не несут абсолютной правовой и юридической силы, и право следовать рекомендациям международных организаций, занимающихся проблемами ЭМС, или нет остается у государственных комитетов.

На основании проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Установлено существенное влияние электронных устройств на экосистемы, однако закономерности, описывающие эти процессы, в данный момент отсутствуют, соответственно данное направление перспективно, но требует дополнительных научных исследований.

3. Специфика всей области электроэнергетики такова, что увеличение безопасности использования силового оборудования связано с огромными капиталовложениями в эту область, что иногда вызывает трудности для соблюдения всех необходимых требований по обеспечению стабильной ЭМС. Поэтому ответственные за безопасность и заинтересованные в получении выгоды от стабильного функционирования энергосистемы организации и должностные лица обязаны грамотно расставлять приоритеты при проектировании и осуществлении контроля за ЭМС.

Библиографический список

1. Титков, В. В. Электромагнитная совместимость электроэнергетики техносферы и биосферы / В. В. Титков, Ф. Х. Халилов // Техносферная совместимость устройств – 2016. – С.45-57.
2. Дьяков, А. Ф. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике / А. Ф. Дьяков, Б. К. Максимов // Совместимость электромагнитных устройств – 2018. – № 2 (14). – С. 31-54.
3. Кадомская, К. П. Электромагнитная совместимость воздушных, подземных и подводных линий электропередачи высокого напряжения с биосферой и окружающей средой / К. П. Кадомская, С. А. Кандаков // Высоковольтные линии электропередачи – 2017. – С. 15-18.
4. Хабигер, Э.М. Электромагнитная совместимость. Основы ее обеспечения в технике / Э.М Хабигер // Технические науки – 2017. – С. 35-42.
5. Дьяков, А.Ф. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике / А.Ф. Дьяков // Энергетика сегодня – 2016. – С. 68-75.
6. Костенко, М.В. Электромагнитная совместимость / М.В. Костенко // Устройства и проблемы ЭМС – 2017. – С. 10-12.
7. Лимаренко, Н.В. Исследование влияния параметров рабочих тел индуктора на коэффициент мощности / И.А. Успенский, И.А. Юхин, Г.А. Борисов, Н.В. Лимаренко // Известия нижеволжского

агроуниверситетского комплекса. – 2019. – № 3 (55). – с. 360-369. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-03-45.

8. Лимаренко, Н.В. Исследование влияния заполненности рабочей зоны рабочими телами на качество функционирования индуктора / Н.В. Лимаренко // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. трудов 10-й междунар. науч. конф. – Ростов-на-Дону, 1-3 марта, 2017. – с. 622-626.

Работа выполнена в рамках инициативной НИР.