4 гражданская оборона

Необходимо оценить устойчивость лаборатории физики твердого тела к воздействию электромагнитного импульса (ЭМИ) ядерного взрыва и предложить мероприятия по повышению устойчивости.

**4.1 Основные положения**

Одной из основных задач ГО является проведение мероприятий, направленных на повышение устойчивости работы объектов в условиях чрезвычайных ситуаций (ЧС) мирного и военного времени.

Под устойчивостью работы промышленного объекта понимают способность его в условиях ЧС выпускать продукцию в запланированных объеме и номенклатуре, а при получении слабых и средних разрушений или нарушении связей по кооперации и поставкам восстанавливать производство в минимальные сроки.

Под устойчивостью работы объектов, непосредственно не производящих материальные ценности, понимают способность их выполнять свои функции в условиях ЧС.

На устойчивость работы объектов народного хозяйства в ЧС влияют следующие факторы [15]:

1. надежность защиты рабочих и служащих от воздействия чрезвычайных событий;
2. способность инженерно-технического комплекса объекта противостоять в определенной степени ударной волне, световому излучению и радиации;
3. защищенность объекта от вторичных поражающих факторов (пожаров, взрывов, затоплений, заражений сильнодействующими ядовитыми веществами);
4. надежность системы снабжения объекта всем необходимым для производства продукции (сырьем, топливом, электроэнергией, водой и т.п.);
5. устойчивость и непрерывность управления производством и ГО;
6. подготовленность объекта к ведению спасательных и других неотложных работ и работ по восстановлению нарушенного производства.

Исследование устойчивости работы объекта народного хозяйства заключается во всестороннем изучении условий, которые могут сложиться в ЧС, и в определении их влияния на производственную деятельность.

Цель исследования состоит в том, чтобы выявить уязвимые места в работе объекта в ЧС и выработать наиболее эффективные рекомендации, направленные на повышение его устойчивости. В дальнейшем эти рекомендации включаются в план мероприятий по повышению устойчивости работы объекта, который и реализуется.

Исследование устойчивости предприятий проводится силами инженерно-технического персонала с привлечением специалистов научно-исследовательских и проектных организаций, связанных с данным предприятием. Весь процесс планирования и проведения исследования можно разделить на три этапа [15]:

1. Подготовительный этап.

На первом этапе разрабатываются руководящие документы, определяется состав участников исследования и организуется их подготовка.

1. Оценка устойчивости работы объекта в условиях ЧС.

На втором этапе проводится непосредственно исследование устойчивости работы объекта в ЧС.

1. Разработка мероприятий, повышающих устойчивость работы объекта.

На третьем этапе подводятся итоги проведенных исследований. Группы специалистов по результатам исследований подготавливают доклады, в которых излагаются выводы и предложения по защите рабочих и служащих и повышению устойчивости оцениваемых элементов производства.

На каждом предприятии, исходя из его назначения, размещения и специфики производства, мероприятия по повышению устойчивости могут быть различными.

На образование ЭМИ расходуется небольшая часть ядерной энергии, однако, он способен вызывать мощные импульсы токов и напряжений в проводах и кабелях воздушных и подземных линий связи, сигнализации, управления, электропередачи, в антеннах радиостанций и т.п.

Воздействие ЭМИ может привести к сгоранию чувствительных электронных и электрических элементов, связанных с большими антеннами или открытыми проводами, а также к серьезным нарушениям в цифровых и контрольных устройствах, обычно без необратимых изменений.

Особенностью ЭМИ как поражающего фактора является его способность распространяться на десятки и сотни километров в окружающей среде и по различным коммуникациям. Поэтому ЭМИ может оказать воздействие там, где ударная волна, световое излучение и проникающая радиация теряют свое значение как поражающие факторы.

При наземных и низких воздушных взрывах в зоне, радиусом в несколько километров от места взрыва, в линиях связи и электроснабжения возникают напряжения, которые могут вызвать пробой изоляции проводов и кабелей относительно земли, а также пробой изоляции элементов аппаратуры и устройств, подключенных к воздушным и подземным линиям.

Степень повреждения зависит в основном от амплитуды наведенного импульса напряжения или тока и электрической прочности оборудования.

Главная задача защитных устройств от ЭМИ — исключить доступ наведенных токов к чувствительным узлам и элементам защищаемого оборудования. Проблема защиты от ЭМИ усложняется тем, что импульс протекает примерно в 50 раз быстрее, чем, например, разряд молнии, и поэтому простые газовые разрядники в данном случае малоэффективны.

В каждом конкретном случае должны быть найдены наиболее эффективные и экономически целесообразные методы защиты электронной аппаратуры и крупных разветвленных электротехнических систем. Рассмотрим основные методы защиты [15]:

1. Экраны и защитные устройства.

Металлические экраны отражают электромагнитные волны и гасят высокочастотную энергию. Через систему заземления ток, наведенный ЭМИ, стекает в землю, не причиняя вреда электронной аппаратуре, находящейся внутри металлических шкафов или коробов.

1. Защита кабелей.

Соединительные кабели для защиты прокладывают в земляных траншеях под цементным или бетонированным полом зданий либо заключают в стальные короба, которые заземляют. Можно размещать кабеля и на поверхности поля, закрыв их заземленными швеллерами.

Надежность повышается, если кабель разветвляется и подводится к нескольким шкафам с разделительными трансформаторами. В этом случае изолированные участки сети обладают большим сопротивлением изоляции и малой емкостью проводов относительно земли. Также целесообразно применять фильтры от высокочастотных помех.

1. Защитные разрядники и плавкие предохранители.

Основные функции защитного разрядника — разомкнуть линию или отвести энергию для предотвращения повреждения в защищаемом оборудовании. Устанавливается на входы и выходы аппаратуры.

Для защиты аппаратуры могут быть рекомендованы плавкие предохранители и защитные входные приспособления, которые представляют собой различные релейные или электронные устройства, реагирующие на превышение тока или напряжения в цепи.

1. Грозозащитные устройства.

Обеспечивают «стекание» большого разряда в землю без повреждения изоляционных элементов линий.

1. Использование симметричных двухпроводных линий.
2. Защита периферийных устройств.

Указанные способы и средства защиты должны внедряться во все виды электротехнической и радиоэлектронной аппаратуры с учетом характера поражающего действия электромагнитных излучений ядерного взрыва для обеспечения надежности работы предприятий в условиях ЧС мирного и военного времени.

**4.2 Исходные данные**

Оценить устойчивость работы лаборатории физики твердого тела к воздействию ЭМИ ядерного взрыва по исходным данным, занесенным в таблицу 4.1.

Объект располагается на расстоянии R = 5 км от вероятного ядерного взрыва. Ожидаемая мощность ядерного боеприпаса q = 1000 кт, взрыв наземный. Элементы системы, подверженные воздействию ЭМИ:

1. Питание электродвигателей: напряжения 380 В и 6000 В по подземным неэкранированным кабелям l1 = 75 м. Кабели имеют вертикальное отклонение к электродвигателям высотой l1 = 1,5 м. Допустимые колебания напряжения сети ±5%, коэффициент экранирования кабеля η = 2.

2. Система автоматического управления энергоблока состоит из устройства ввода, ЭВМ, блока управления исполнительными органами, разводящей сети управления дополнительными агрегатами. Устройство ввода, ЭВМ, блок управления выполнены на микросхемах, имеющих токопроводящие элементы высотой l3 = 0,05 м. Рабочее напряжение микросхем 5 В. Питание от общей сети напряжения 220 В через трансформатор. Допустимые колебания напряжения сети ±5%. Разводящая сеть управления имеет горизонтальную линию l2 = 50 м и вертикальные ответвления высотой l2 = 2 м к блокам управления. Рабочее напряжение питания 220В. Допустимые колебания напряжения сети ±5%, коэффициент экранирования разводящей сети η = 2.

**Таблица 4.1 — Исходные данные по оценке воздействия ЭМИ на устойчивость объекта**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Расстояние, | Мощность, | Длина, м | | Допуск, |
| Км | кт | l1 | l2 | % |
| 5 | 1000 | 75 | 50 | 5 |

4.3 Исследование устойчивости объекта к воздействию ЭМИ

1. Рассчитаем ожидаемые на объекте максимальные значения вертикальной EВ и горизонтальной EГ составляющих напряженности электрического поля [16]:

, В/м, (4.1)

, В/м, (4.2)

где R — расстояние объекта от вероятного ядерного взрыва;

q — ожидаемая мощность ядерного боеприпаса.

 В/м,

 В/м.

2. Определим максимальные ожидаемые напряжения наводок [16]:

а) в системе электропитания:

, В (4.3)

, В (4.4)

где l1 — высота вертикального отклонения кабеля к электродвигателям,

L1 — длина подземного экранированного кабеля;

η — коэффициент экранирования кабеля.

В

В

б) в разводящей сети управления:

, В (4.5)

, В (4.6)

где l2 — высота вертикального ответвления разводящей сети управления к блокам управления,

L2 — длина горизонтальной линии разводящей сети управления;

η — коэффициент экранирования кабеля.

В

 В

в) в устройстве ввода, ЭВМ, блоке управления:

, В (4.7)

где l3 — высота токопроводящих элементов;

η — коэффициент экранирования кабеля.

 В

3. Определим допустимые максимальные напряжения наводок [16]:

а) в сети питания:

, В (4.8)

где U — напряжение питания электродвигателей;

В

В

б) в разводящей сети управления:

В

в) в устройстве ввода, ЭВМ, блоке управления:

В

4. Рассчитаем коэффициент безопасности [16]:

, дБ (4.9)

где UД — допустимое максимальное напряжение наводок в устройстве ввода, ЭВМ, блоке управления,

UЭ — ожидаемое максимальное напряжение наводок в устройстве ввода, ЭВМ, блоке управления.

дБ

Сведем полученные данные в таблицу (см. таблицу 4.2).

**Таблица 4.2 — Результаты оценки устойчивости объекта к воздействию ЭМИ**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Элементы**  **системы** | **Допустимые напряжения сети, В** | **Напряженность электрических полей, В/м** | | | **Наводимые напряжения в токопроводящих элементах, В** | | | |
|  |  | ЕВ | ЕГ | UB | | UГ | |
| Электроснабжение  Электродвигателей | 399  6300 | 1831,0  1831,0 | 3,7  3,7 | 1373,3  1373,3 | | 137,3  137,3 | |
| Устройство ввода, ЭВМ, блок управления | 5,25 | 1831,0 | 3,7 | 45,8 | | — | |
| Разводящая сеть управл. Исполнит. агрегатами | 231 | 1831,0 | 3,7 | 1831,0 | | 91,6 | |
| **Коэффициент безопасности К = — 18,81 дБ << 40 дБ.** | | | | | | | |

4.4 Выводы по результатам исследования

Данный объект может оказаться в зоне воздействия ЭМИ наземного ядерного взрыва. Возможен выход из строя элементов объекта от величины вертикальной составляющей электрического поля. Наиболее уязвимыми элементами объекта являются: устройство ввода, ЭВМ, блок управления исполнительными агрегатами. Объект не устойчив к воздействию ЭМИ, так как коэффициент безопасности значительно меньше удовлетворительного значения, составляющего К≥40 дБ.

4.5 Предложения по повышению устойчивости объекта

Для повышения устойчивости работы объекта к воздействию ЭМИ ядерного взрыва необходимо провести следующие мероприятия:

1. кабель питания двигателей экранировать, поместив в стальные трубы, а на входах двигателей установить быстродействующие отключающие устройства (разрядники);
2. разводящую сеть блока управления исполнительными агрегатами проложить в стальных трубах, а пульт управления и блоки управления закрыть заземленными экранами, экраны заземлить;
3. на входах и выходах пульта управления и блоков управления установить быстродействующие отключающие устройства (разрядники, плавкие предохранители).