**Лекция**

**Защита городской среды от электромагнитных полей**

*Электромагнитное поле* – это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами. В электромагнитном поле (ЭМП) электрическое поле порождает переменное магнитное поле, а магнитное поле порождает переменное электрическое поле. Поэтому электрическое и магнитное поля не существуют обособленно и независимо друг от друга. Электромагнитные колебания распространяются в пространстве в виде электромагнитных волн. Электромагнитные волны характеризуются частотой *f,* Гц, и длиной волны *λ,* м. Электромагнитный спектр излучения приведен на рис. 1. Область спектра неионизирующего излучения отвечает за электромагнитное излучение.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Неионизирующее излучение | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Ионизирующее излучение | | | | |
| Сверх-низкие частоты | | | Радиочастоты | | | | | | Микро-волны | | | | Инфракрасное | | | Видимое | | УФ | | Рентгеновское | | Гамма | | |
|  |  |  | |  |  |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  | |  | |  | |  |  |
| 103 108 1011 1014 1016 1019  Гц | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Рис. 1. **Электромагнитный спектр излучения**

Международная классификация электромагнитных волн по частотам приведена в табл. 1. Различают две зоны действия электромагнитного поля на организм человека. Зона индукции, или «ближняя» зона, ограничена расстоянием от источника излучения, равным *R ≤ λ/*2*π* или примерно 1/6 длины волны. При этом длина волны определяется из соотношения *λ=с/f*, где *с* – скорость распространения волны (для воздуха – скорость света).

Таблица 1

**Международная классификация электромагнитных волн по частотам**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № диапазона | Диапазон  радиочастот | Границы  диапазона | Диапазон  радиоволн | Границы  диапазона |
| 1  2  3  4  5  6  7  8  9  10  11  12 | Крайне низкие, КНЧ  Сверхнизкие, СНЧ  Инфракрасные, ИНЧ  Очень низкие, ОНЧ  Низкие частоты, НЧ  Средние, СЧ  Высокие частоты, ВЧ  Очень высокие, ОВЧ  Ультравысокие, УВЧ  Сверхвысокие, СВЧ  Крайне высокие, КВЧ  Гипервысокие, ГВЧ | 3...30 Гц  30...300 Гц  0,3...3 кГц  3...30 кГц  30...300 кГц  0,3...3 МГц  3....30 МГц  30...300 МГц  0,3...3 ГГц  3...30 ГГц  30...300 ГГц  300...3000 ГГц | Декамегаметровые  Мегаметровые  Гектокилометровые  Мириаметровые  Километровые  Гектометровые  Декаметровые  Метровые  Дециметровые  Сантиметровые  Миллиметровые  Децимиллиметровые | 100...10 Мм  10...1 Мм  1000...100 км  100...10 км  10...1 км  1...0,1 км  100...10 м  10...1 м  1...0,1 м  10...1 см  10...1 мм  1...0,1 мм |

В зоне индукции электромагнитная волна еще не сформировалась, электрическая и магнитная составляющие не зависят друг от друга. Поэтому действие ЭМП в зоне индукции нормируется допустимой электрической напряженностью (В/м) или допустимой магнитной напряженностью (А/м). Это характерно для НЧ и ВЧ диапазонов. Напряженность электрического поля Е изменяется обратно пропорционально кубу расстояния от источника излучения, а напряженность магнитного поля Н – обратно пропорционально квадрату расстояния от источника.

Зона излучения, или «дальняя» зона, находится от источника на расстоянии *R > λ/*2*π* или на расстоянии, большем, чем 1/6 длины волны. В зоне излучения существует строгое соотношение между электрической и магнитной составляющими электромагнитного поля: *Е* = 377 Н, где 377 – волновое сопротивление вакуума. Действие ЭМП в зоне излучения нормируется допустимой плотностью потока энергии (мкВт/см2).

*Источники ЭМП.* В условиях города на население воздействует как суммарный*электромагнитный фон*, так и сильные электромагнитные поля от отдельных источников. Максимум электромагнитного фона приходится на интервал времени от 10 до 22 часов. Наибольший динамический диапазон изменения электромагнитного фона наблюдается в зимнее время, наименьший − в летнее. В частотном распределении ЭМ-фона выделяют полосы частот: 50 Гц – электроэнергосбережение; 1…32 МГц – вещание коротковолновых станций; 66…960 МГц – телевидение и радиовещание, радиотелефонные системы, радиорелейные линии связи. Интенсивность фона зависит от излучения природных источников, расписания работы радиостанций, интенсивности автомобильного движения, близости к электроэнергетическим источникам.

*Источниками низкочастотных ЭМП*в городе являются линии электропередачи (50 Гц). Интенсивность воздействия от них определяется напряжением линии (110, 120, 330 кВ и выше).

*Высокочастотные и сверхвысокочастотные ЭМП* излучают передающие радиотехнические объекты( радиовещания, телевидения, радиосвязи, радиолокации, радиолюбительского диапазона). Их частотный диапазон очень широк − от 9 кГц до сотен ГГц. Мощности, излучаемые передающими антеннами, также разнообразны.

К радиопередающим устройствам относятся и радиотелефонные системы с «сотовой» структурой. Выходная мощность базовых станций сотовой радиосвязи достигает 100 Вт, передатчиков автомобильной связи – 6 Вт, ручных радиотелефонов – 2 Вт. Для центра города максимум излучения от базовых станций приходится на период суток с 11 до 17 часов, для «спальных» районов − с 9 до 10 и с 19 до 20 часов.

*Биологический эффект от электромагнитного облучения* зависит от частоты, продолжительности и интенсивности воздействия ЭМП, а также от внешних факторов: температуры и влажности воздуха, уровня шума и т.п. На развитие патогенных реакций в организме человека влияют: область тела, подвергаемая облучению, величина облучаемой поверхности, особенности организма (возраст человека, образ жизни, состояние здоровья). Наиболее чувствителен к ЭМП организм детей и больных людей, в частности страдающих аллергическими заболеваниями. ЭМП опасны для жизни в период эмбрионогенеза и для организма людей, склонного к образованию опухолей.

Наиболее изучены *тепловые эффекты* воздействия ЭМП на биологические ткани. Они проявляются в диапазонах ВЧ и СВЧ. Наиболее уязвимыми к действию ЭМП являются ткани с плохой циркуляцией крови и терморегуляцией: хрусталик глаза, семенные железы и желчный пузырь, участки желудочно-кишечного тракта.

Исследованы последствия *негативных (информационных) эффектов* воздействия ЭМП на человека. Среди них выделяют патологические реакции, которые связывают с онкологическими заболеваниями, в частности с лейкемией (раком крови), разнообразными психическими нарушениями, эффектом «радиозвука», влиянием на сердечно-сосудистую систему, в том числе на снижение артериального давления и замедление ритма сердца (брадикардия).

*Нормы ПДУ электромагнитных воздействий*. Нормируемый ПДУ напряженности электрического поля (50 Гц), излучаемого воздушными линиями электропередачи (ВЛ) напряжением 300 кВ и выше, составляет на территории жилой застройки 1 кВ/м на высоте 1,8 м от поверхности земли. Индукция магнитного поля промышленной частоты (50 Гц) на территории жилой застройки от ВЛ переменного тока и др. объектов не должна превышать 50 мкТл (временный норматив) на высоте 1,8 м от поверхности земли.

Оценка воздействия электромагнитных полей радиочастотного диапазона (ЭМП РЧ) осуществляется:

* в диапазоне частот 30 кГц … 300 МГц – по эффективным значениям напряженности электрического поля (Е), В/м;
* в диапазоне частот 300 МГц … 300 ГГц − по средним значениям плотности потока энергии (ППЭ), мкВт/см2.

В случае импульсно-модулированного излучения оценка производится по средней за период следования импульсов интенсивности ЭМИ РЧ.

ПДУ электромагнитных полей, создаваемых передающими радиотехническими объектами, для мест жилой застройки, мест массового отдыха и для внутренних помещений жилых и общественных зданий приведены в табл. 2.

**ПДУ ЭМП, создаваемых радиотехническими объектами**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диапазон частот | 30…300  кГц | 0,3…3  МГц | 3…30  МГц | 30…300  МГц | 0,3…300 ГГц |
| Параметр | Е, В/м | | | | ППЭ, Вт/см2 |
| ПДУ | 25 | 15 | 10 | 3\* | 10  25\*\* |

Примечание. \* − кроме средств радио- и телевизионного вещания (диапазон частот 48,5…108; 174…230 МГц); \*\* − для облучения от антенн, работающих в режиме кругового обзора или сканирования.

Специальные нормативы ПДУ установлены для метеорологических РЛС и радиопередающих средств аэропортов гражданской авиации. Для систем сотовой связи, работающих в частотном диапазоне 400…1200 МГц, ПДУ плотности потока энергии составляют:

* 100 мкВт/см2 для пользователей радиотелефонов;
* 10 мкВт/см2 для населения, облучаемого от базовых станций.

При одновременном излучении несколькими источниками должны соблюдаться следующие условия:

* если для всех источников ЭМП РЧ установлены одинаковые ПДУ:

≤ *ЕПДУ* или Σ*ППЭn ≤ ППЭ ПДУ ,*

где *En* (*ППЭn)* – напряженность электрического поля (плотность потока энергии), создаваемая в данной точке каждым источником; *ЕПДУ (ППЭ ПДУ* ) – допустимая напряженность электрического поля (допустимая плотность потока энергии);

* если для всех источников ЭМП РЧ установлены разные ПДУ:

Σ [(*En* / *EnПДУ*)2  + *ППЭn /ППЭ ПДУ*] ≤ 1 .

*Методы охраны от ЭМП*. *К градостроительным методам* относятся: организация санитарных разрывов и санитарно-защитных зон источников ЭМП, рациональное размещение источников и приемников излучения (территориальный разнос), экранирование.

*Санитарные разрывы* устанавливаются вдоль воздушных линий электропередачи (ВЛ), в которой напряженность электрического поля превышает 1 кВ/м. Для вновь проектируемых ВЛ допускается принимать границы санитарных разрывов вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля по обе стороны от нее на следующих расстояниях от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном к ВЛ:

* 20 м – для ВЛ напряжением 330 кВ;
* 30 м – для ВЛ напряжением 500 кВ;
* 40 м – для ВЛ напряжением 750 кВ;
* 55 м – для ВЛ напряжением 1150 кВ.

*Санитарно-защитные зоны* для защиты населения от воздействия ЭМП, создаваемых антеннами стационарных передающих радиотехнических объектов, устанавливаются с учетом перспективного развития объекта и населенного пункта. Границы СЗЗ определяются на высоте 2 м от поверхности земли по значениям ПДУ. Кроме СЗЗ, вводятся зоны ограничений – это территории, где на высоте более 2 м от поверхности земли интенсивность ЭМП превышает ПДУ. СЗЗ и зона ограничений определяются с учетом суммирования ЭМП отдельных источников, входящих в состав радиотехнического объекта. Внешние границы зон определяются расчетным методом по распределению уровней ЭМП на территории, прилегающей к источнику излучения.

На территориях санитарных разрывов, СЗЗ и зон ограничений не допускается размещения жилых и общественных зданий, площадок для стоянок и остановок транспорта, предприятий по обслуживанию автомобилей, бензозаправочных станций, складов нефти и нефтепродуктов, дачных и садово-огородных участков.

*Экранами ЭМП* могут быть ограждающие конструкции зданий и конструктивные элементы сооружений, а также лесонасаждения деревьев и кустарников. Экраном от электрического поля ВЛ может служить заземленная металлическая сетка, расположенная на крыше здания с неметаллической кровлей. Необходимо заземлять протяжные металлические объекты (трубопроводы, кабели), машины и механизмы на пневматическом ходу. Заземления устанавливают не менее чем в двух точках.