

Ультразвук и инфразвук

Ультразвуком называются механические колебания упругой среды с частотой, превышающей верхний предел слышимости, – 20 кГц.

Ультразвук, так же, как и шум, можно характеризовать уровнем звукового давления (дБ) или интенсивностью (Вт/м^2).

Ультразвук обладает в основном локальным действием на организм, поскольку передается при непосредственном контакте с ультразвуковым инструментом, обрабатываемыми деталями или средами, где возбуждаются ультразвуковые колебания (контактный ультразвук).

Длительное систематическое воздействие ультразвука, распространяющегося воздушным путем (воздушный ультразвук), вызывает изменения нервной, сердечно-сосудистой и эндокринной систем, слухового и вестибулярного анализаторов.

Основу профилактики неблагоприятного воздействия ультразвука на работающих составляет гигиеническое нормирование.

Нормативные документы:

- ГОСТ 12.1.01–89 ССБТ «Ультразвук. Общие требования безопасности»;
- СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96 «Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения».

Этими нормативными документами ограничиваются уровни возможного звукового давления в высокочастотной области слышимых звуков и ультразвуков на рабочих местах (80–10 дБ при среднегеометрических частотах третьоктавных полос 12,5–00 кГц).

Инфразвук – неслышимая человеком область колебаний. Обычно верхней границей инфразвуковой области считают 16–25 Гц. Нижняя граница инфразвука не определена.

Наибольшую интенсивность инфразвуковых колебаний создают машины и механизмы, совершающие низкочастотные механические колебания (инфразвук механического происхождения), или турбулентные потоки газов и жидкостей (инфразвук аэродинамического или гидродинамического происхождения).

Исследования биологического действия инфразвука на организм показали, что при уровне 110–150 дБ и более он может вызывать у людей неприятные субъективные ощущения и изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системах, вестибулярном анализаторе.

Нормируемыми характеристиками инфразвука на рабочих местах согласно СН 2.2.4/2.1.8.583-96 «Инфразвук на рабочих местах, в жилых и общественных помещениях и на территории жилой застройки» являются уровни звукового давления в децибелах в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 2, 4, 8, 16 Гц.

Допустимыми уровнями звукового давления являются 105 дБ в октавных полосах 2, 4, 8, 16 Гц и 102 дБ в октавной полосе 31,5 Гц. При этом общий уровень звукового давления не должен превышать 110 дБ.

Неионизирующие электромагнитные поля и излучения

Электромагнитное поле (ЭМП) представляет особую форму материи. Всякая электрически заряженная частица окружена электромагнитным полем.

Электромагнитное поле может существовать и в свободном состоянии в виде движущихся со скоростью $3 \cdot 10^8$ м/с фотонов или в виде электромагнитных волн.

Движущееся ЭМП (электромагнитное излучение – ЭМИ) характеризуется векторами напряженности электрического E [В/м] и магнитного H [А/м] полей, которые определяют силовые свойства ЭМП.

Длина волны λ , частота колебаний f и скорость распространения электромагнитных волн в воздухе c связаны соотношением $c = \lambda f$.

Например, для промышленной частоты $f = 50$ Гц длина волны $\lambda = 3 \cdot 10^8 / 50 = 6000$ км, а для ультракоротких частот $f = 3 \cdot 10^8$ Гц длина волны равна 1 м.

В ЭМП существует три зоны, которые различаются по расстоянию от источника.

Зона индукции I (ближняя зона) имеет радиус $R \leq \lambda/2\pi$. В этой зоне электромагнитная волна не сформирована, и поэтому на человека действует независимо друг от друга напряженность электрического и магнитного полей.

Зона интерференции II (промежуточная) имеет радиус $\lambda/2\pi < R < 2\pi\lambda$.

В этой зоне одновременно воздействуют на человека напряженность электрического и магнитного полей, а также энергетическая составляющая.

Зона излучения III (дальняя), имеющая радиус $R \geq 2\pi\lambda$, характеризуется тем, что это зона сформированной электромагнитной волны. В этой зоне на человека воздействует только энергетическая составляющая, а векторы E и H всегда взаимно перпендикулярны. В вакууме и воздухе $E = 377 H$.

Для токов промышленных частот размер зон I и II составляет несколько десятков километров. Начиная со сверхвысоких частот, зона индукции уменьшается и оценка осуществляется по характеристике S , для которой в нормативных документах принято название – плотность потока энергии (ППЭ), хотя фактически – это плотность потока мощности [Вт/м²], которая в общем виде определяется векторным произведением E и H , а для сферических волн при распространении в воздухе может быть выражена как

$$S = \frac{P}{4\pi R^2}$$

где P – мощность излучения, Вт.

Естественными источниками электромагнитных полей и излучений являются атмосферное электричество, радиоизлучения Солнца и галактик, электрическое и магнитное поля Земли.

Источниками электрических полей промышленной частоты (50 Гц) являются линии электропередач, а также все высоковольтные установки промышленной частоты.

Магнитные поля промышленной частоты возникают вокруг любых электроустановок и токопроводов промышленной частоты.

Источниками электромагнитных излучений радиочастот являются мощные радиостанции, антенны, установки индукционного нагрева, исследовательские установки, высокочастотные приборы и устройства, используемые в промышленности, в медицине и в быту.

Источниками электростатического поля и электромагнитных излучений в широком диапазоне частот являются персональные электронно-вычислительные машины (ПЭВМ) и видеодисплейные терминалы (ВДТ) на электронно-лучевых трубках. Главную опасность для пользователей представляют электромагнитное излучение монитора в диапазоне частот 5 Гц–400 кГц и статический электрический заряд на экране.

В табл. 1.9 представлен весь спектр электромагнитных излучений.

Таблица 1.9

Спектр электромагнитных излучений

Название ЭМИ		Диапазон частот, Гц	Длины волн, м
Статические	Постоянные ЭМП	0	-
Низкочастотные	Крайне- и сверхнизкие	$3(10^0-10^2)$	10^8-10^6
	Инфра- и очень низкие, низкие	$3(10^2-10^4)$	10^6-10^4
Радиочастотные	Длинные волны (ДВ)	$3(10^4-10^5)$	10^4-10^3
	Средние волны (СВ)	$3(10^5-10^6)$	10^3-10^2
	Короткие волны (КВ)	$3(10^6-10^7)$	10^2-10^1
	Ультракороткие (УКВ)	$3(10^7-10^8)$	10^1-10^0
	Микроволны (СВЧ)	$3(10^8-10^{11})$	10^0-10^{-3}
Оптические	Инфракрасные	$3(10^{11}-10^{14})$	$10^{-3}-10^{-6}$
	Видимые	$3 \cdot 10^{14}$	$(0,39-0,76)10^{-6}$
	Ультрафиолетовые	$3(10^{14}-10^{15})$	$10^{-6}-10^{-7}$
Ионизирующие	Рентгеновское излучение	$3(10^{15}-10^{19})$	$10^{-7}-10^{-11}$
	Гамма-излучение	$3(10^{19}-10^{22})$	$10^{-11}-10^{-14}$

Степень воздействия ЭМП на человека зависит от частоты, напряженности электрического и магнитного полей, интенсивности потока энергии, локализации излучения и индивидуальных особенностей организма. Длительное воздействие электрического поля на организм человека может вызвать нарушение функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Это выражается в повышенной утомляемости, болях в области сердца, изменении кровяного давления и пульса. Возможны также незначительные и нестойкие изменения в составе крови.

Под влиянием высокочастотных колебаний в крови, являющейся электролитом, возникают ионные токи, вызывающие *нагрев тканей тела* человека.

Применение техногенных ЭМП и ЭМИ различных частот

Частота ЭМП и ЭМИ	Технологический процесс, установка, отрасль
50...300 Гц	Электроприборы, в том числе бытового назначения, высоковольтные линии электропередачи, трансформаторные подстанции, радиосвязь, научные исследования, специальная связь
0,3...3 кГц	Радиосвязь, электропечи, индукционный нагрев металла, физиотерапия
3...30 кГц	Сверхдлинноволновая радиосвязь, индукционный нагрев металла (закалка, плавка, пайка), физиотерапия, УЗ-установки
30...300 кГц	Радионавигация, связь с морскими и воздушными судами, индукционный нагрев металлов, электрокоррозионная обработка, ВДТ, УЗ-установки
0,3...3 МГц	Радиосвязь и радиовещание, радионавигация, индукционный и диэлектрический нагрев материалов, медицина
3...30 МГц	Радиосвязь и радиовещание, диэлектрический нагрев, медицина, нагрев плазмы
30...300 МГц	Радиосвязь, телевидение, медицина (физиотерапия, онкология), диэлектрический нагрев материалов, нагрев плазмы
0,3...3 ГГц	Радиолокация, радионавигация, радиотелефонная связь, телевидение, микроволновые печи, физиотерапия, нагрев и диагностика плазмы
3...30 ГГц	Радиолокация и спутниковая связь, метеолокация, радиорелейная связь, нагрев и диагностика плазмы, радиоспектроскопия
30...300 ГГц	Радары, спутниковая связь, радиометеорология, медицина (физиотерапия, онкология)

Нормирование ЭМП. Допустимые уровни воздействия на работников и требования к проведению контроля на рабочих местах для электромагнитных полей изложены в СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях», а также ГОСТ 12.1.002–84 – для электромагнитных полей промышленной частоты и ГОСТ 12.1.006–84 – для электромагнитных полей радиочастот.

Для электростатических полей согласно ГОСТ 12.1.045–84 устанавливается допустимая напряженность поля на рабочих местах по формуле

$$E = \frac{60}{\sqrt{t}}$$

где E – допустимая напряженность поля, кВ/м;
 t – продолжительность воздействия поля, $t = 1-9$ ч.

В соответствии с этим стандартом предельное значение напряженности поля $E_{\text{пду}}$, при которой допускается работать в течение часа, равно 60 кВ/м.

В течение рабочей смены разрешается работать без специальных мер защиты при напряженности 20 кВ/м.

Для определения допустимого времени работы в электростатическом поле без защитных мер в зависимости от фактической напряженности следует пользоваться формулой

$$T_{\text{доп}} = (E_{\text{пду}}/E_{\text{факт}})^2,$$

где $E_{\text{пду}}$ – предельное значение напряженности поля, при которой допускается работать в течение часа, $E_{\text{пду}} = 60$ кВ/м;

$E_{\text{факт}}$ – фактическое значение напряженности, кВ/м.

Для электрического поля промышленной частоты допускается пребывание персонала без специальных средств защиты в течение всего рабочего дня в электрическом поле напряженностью до 5 кВ/м. В интервале свыше 5 кВ/м до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания определяется по формуле

$$T = 50/E - 2,$$

где T – допустимое время пребывания в зоне действия электрического поля, ч; E – напряженность воздействующего поля в контролируемой зоне, кВ/м.

При напряженности поля свыше 20 кВ/м до 25 кВ/м время пребывания персонала в поле не должно превышать 10 мин.

Внутри жилых зданий принято $E_{\text{пду}} = 0,5$ кВ/м, на территории зоны жилой застройки – 1 кВ/м.

Для постоянных магнитных полей установлена напряженность поля $H_{\text{пду}} = 8$ кА/м в течение рабочей смены при работе с магнитными установками и магнитными материалами.

Для магнитных полей промышленной частоты нормируется предельно допустимая напряженность поля $H_{\text{пду}}$ в зависимости от характера воздействия (непрерывного или прерывистого), общего времени T воздействия в течение рабочего дня.

Оценка воздействия на человека электромагнитных полей радиочастот осуществляется по нижеследующим параметрам.

По энергетической экспозиции, которая определяется интенсивностью ЭМИ РЧ и временем его воздействия на человека. Оценка по энергетической экспозиции применяется для лиц, работа или обучение которых связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ.

По значениям интенсивности – такая оценка применяется для лиц, работа или обучение которых не связаны с необходимостью пребывания в зонах влияния источников ЭМИ РЧ.

В диапазоне частот 30 кГц–300 МГц интенсивность ЭМИ РЧ оценивается значениями напряженности электрического поля E [В/м] и напряженности магнитного поля H [А/м].

В диапазоне частот 300 МГц–300 ГГц интенсивность оценивается значениями плотности потока энергии ППЭ [Вт/м²], [мкВт/см²].

Энергетическая экспозиция (ЭЭ) в диапазоне частот 30 кГц–300 МГц определяется как произведение квадрата напряженности электрического или магнитного поля на время воздействия на человека.

ЭЭ, создаваемая электрическим полем: $\text{ЭЭ}_E = E^2 T [(В/м)^2 \cdot ч]$.

ЭЭ, создаваемая магнитным полем: $\text{ЭЭ}_H = H^2 T [(А/м)^2 \cdot ч]$.

Одновременное воздействие электрического и магнитного полей в диапазоне частот 0,06–3 МГц считается допустимым при условии

$$(\text{ЭЭ}_E)/(\text{ЭЭ}_{E\text{плд}}) + (\text{ЭЭ}_H)/(\text{ЭЭ}_{H\text{плд}}) < 1.$$

Предельно допустимую плотность потока энергии в диапазоне частот 300 МГц–300 ГГц на рабочих местах персонала устанавливают, исходя из допустимого значения энергетической нагрузки W на организм и времени пребывания в зоне облучения. Предельно допустимая плотность потока энергии определяется по формуле

$$\text{ППЭ} = W/T,$$

где W – нормированное значение допустимой энергетической нагрузки на организм, равное 2 Вт/м² для всех случаев облучения, исключая облучение от вращающихся и сканирующих антенн, и 20 Вт/м² для случаев облучения от вращающихся и сканирующих антенн;

T – время пребывания в зоне облучения, ч.

Независимо от продолжительности воздействия интенсивность не должна превышать максимальных значений (например, 1000 мкВт/см² (10 Вт/м²) для диапазона частот 300 МГц–300 ГГц).

Предельно допустимые значения (согласно санитарным нормам) электрического поля и плотности потока энергии на территории жилой застройки, а также на рабочих местах лиц, не достигших 18 лет, и женщин в состоянии беременности представлены в табл. 1.10.

Таблица 1.10

Предельно допустимые значения напряженности электрического поля и плотности потока энергии

f	50 Гц	30–300 кГц	0,3–3МГц	3–30 МГц	30–300 МГц	0,3–300 ГГц
$E, В/м$	600	25	15	10	3,0	ППЭ 0,1 Вт/м ²

Методы и средства защиты от воздействия ЭМП. Применяют следующие способы и средства защиты или их комбинации:

– защита временем предусматривает ограничение времени пребывания человека в рабочей зоне, если интенсивность облучения превышает нормы, установленные при условии облучения в течение смены, и применяется, когда нет возможности снизить интенсивность облучения до допустимых значений другими способами;

– защита расстоянием применяется, когда невозможно ослабить интенсивность облучения другими мерами, в том числе и сокращением времени пребывания человека в опасной зоне. В этом случае увеличивают расстояние между источником излучения и обслуживающим персоналом. Защита расстоянием может применяться как в производственных условиях, так и в условиях населенных мест. Этот вид защиты основан на быстром уменьшении интенсивности поля с расстоянием.

Уменьшение мощности излучения достигается регулировкой передатчика (генератора), его заменой на менее мощный, если позволяет технология работ, применением специальных устройств – аттенюаторов, которые поглощают, отражают или ослабляют энергию на пути от генератора к антенне, внутри ее или при изменении угла направленности антенны.

Уменьшение излучения в источнике достигается за счет применения согласованных нагрузок и поглотителей мощности. Поглотители мощности, ослабляющие интенсивность излучения до 60 дБ (10^6 раз) и более, представляют собой коаксиальные или волноводные линии, частично заполненные поглощающими материалами, в которых энергия излучения преобразуется в тепловую.

Эффективным средством защиты от воздействия электромагнитных излучений является экранирование источников излучения и рабочего места с помощью экранов, поглощающих или отражающих электромагнитную энергию.

Выбор конструкции экранов зависит от характера технологического процесса, мощности источника, диапазона волн. *Отражающие экраны* используют в основном для защиты от паразитных излучений (утечки из цепей в линиях передачи СВЧ-волн, из катодных выводов магнетронов и других), а также в тех случаях, когда электромагнитная энергия не является помехой для работы генераторной установки или радиолокационной станции. В остальных случаях, как правило, применяются поглощающие экраны. Для изготовления отражающих экранов используются материалы с высокой электропроводностью (металлы или хлопчатобумажные ткани с металлической основой). Сплошные металлические экраны наиболее эффективны и уже при толщине 0,01 мм обеспечивают ослабление электромагнитного поля примерно на 50 дБ (в 100 000 раз). Для изготовления поглощающих экранов применяются материалы с плохой электропроводностью, например экраны в виде прессованных листов резины специального состава со сплошными или полыми шипами.

Важное профилактическое мероприятие по защите от электромагнитного облучения – рациональное размещение оборудования и создание специальных помещений, в которых должны находиться источники электромагнитного излучения. Экраны источников излучения на рабочих местах блокируются с отключающими устройствами, что позволяет исключить работу излучающего оборудования при открытом экране.

Факторы риска при работе с компьютерами, нормы и рекомендации для защиты от ЭМП при эксплуатации компьютеров

С точки зрения безопасности труда на здоровье пользователей прежде всего влияют повышенное зрительное напряжение, психологическая перегрузка, длительное неизменное положение тела в процессе работы и воздействие электромагнитных полей, которое является наиболее опасным и коварным, так как действует незаметно и проявляется не сразу.

Особенно опасно электромагнитное излучение компьютера для детей и беременных женщин.

Согласно СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 в диапазоне частот 5 Гц–2 кГц напряженность электрического поля E не должна превышать 25 В/м, а магнитная индукция B – 250 нТл, что равнозначно напряженности магнитного поля $H = 0,2$ А/м. Напряженность магнитного поля и магнитная индукция связаны между собой следующим соотношением:

$$H = \frac{B}{\mu_0}$$

где H – напряженность магнитного поля, А/м;

B – магнитная индукция, Тл;

$\mu_0 = 4 \pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная постоянная;

при этом 1 А/м \sim 1,25 мкТл, 1 мкТл \sim 0,8 А/м.

В диапазоне частот 2–400 кГц – $E < 2,5$ В/м, а $H < 0,02$ А/м. Эти значения должны характеризовать ЭМП на расстоянии 50 см от видеодисплейных терминалов вокруг них, так как ЭМИ от компьютера распространяются в пространстве во всех направлениях, а не только от экрана. В связи с этим согласно СанПиН расстояние между тыльной поверхностью одного видеомонитора и экраном другого должно быть не менее 2 м, а между боковыми поверхностями – не менее 1,2 м. При индивидуальном использовании ПЭВМ или однорядном их расположении необходимо установить защитное покрытие на заднюю и боковые стенки ПЭВМ.

Регламентируется также поверхностный электростатический потенциал, который не должен превышать 500 В. Компьютеры с жидкокристаллическим экраном не наводят статического электричества и не имеют источников относительно мощного электромагнитного излучения.

При использовании блока питания возникает некоторое превышение уровня на промышленной частоте, поэтому рекомендуется работа от аккумулятора.

Во всех случаях для снижения уровня облучения монитор рекомендуется располагать на расстоянии вытянутой руки пользователя. Оптимальным считается расстояние до экрана 60–70 см.

Появился новый показатель напряженности труда – наблюдение за экранами видеотерминалов. Оптимальным устанавливается наблюдение до 2 ч в смену, допустимым – до 3 ч. Свыше 3 ч – это напряженность (вредность) первой, а свыше 4 ч – напряженность второй степени. Зрительная нагрузка больше этого времени просто не допускается.

Для обеспечения метеоусловий площадь на одно рабочее место с ПЭВМ должна быть не менее 6,0 м². Освещенность на поверхности стола должна быть 300–500 лк, а уровень шума на рабочих местах не должен превышать 50 дБА.

Помещения с ПЭВМ должны обязательно иметь естественное освещение, кроме того, их запрещается располагать в подвальных и цокольных этажах.

Даже если все параметры компьютера, среды и рабочего места соответствуют нормативным требованиям и рекомендациям, частая и продолжительная работа за ПЭВМ может привести к негативным последствиям для здоровья.

Поэтому следует уделять внимание режиму труда и отдыха, который зависит от вида и категории трудовой деятельности. Длительность работы преподавателей вузов в дисплейных классах не должна превышать 4 ч в день, а максимальное время занятий для первокурсников – 2 ч в день, студентов же старших курсов – 3 академических часа при соблюдении регламентированных перерывов и профилактических мероприятий.

Лазерное излучение

Лазерное излучение (ЭМИ с частотами $30 \cdot 10^{11}$ – $1,5 \cdot 10^{15}$ Гц) генерируют оптические квантовые генераторы (ОКГ) – лазеры. Лазерное излучение (ЛИ) – это узкий нефокусированный или фокусированный световой поток, сосредоточенный в основном в видимой области длин волн, а также в инфракрасной и ультрафиолетовой. Специфическими свойствами ЛИ являются острая направленность, монохроматичность (одноцветность), большая мощность.

Нефокусированный луч имеет ширину 1 – 2 см, фокусированный – 1–0,01 мм и менее.

В основу классификации лазеров положена степень опасности лазерного излучения для обслуживающего персонала. По этой классификации лазеры разделены на четыре класса:

1-й класс (безопасные) – выходное излучение не опасно для глаз;

2-й класс (малоопасные) – опасно для глаз прямое или зеркально отраженное излучение;

3-й класс (среднеопасные) – опасно для глаз прямое, зеркально, а также диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности и (или) для кожи – прямое или зеркально отраженное излучение;

4-й класс (высокоопасные) – опасно для кожи диффузно отраженное излучение на расстоянии 10 см от отражающей поверхности.

Биологическое действие ЛИ возникает вследствие поглощения организмом тепловой энергии лазера, что приводит к ожогам кожи. Особенно сильно влияет ЛИ на глаза. При работе с лазерами большой мощности возможно повреждение внутренних органов и мозга. ЛИ может вызвать изменения в деятельности сердечно-сосудистой системы. При работе с ОКГ опасно не только прямое, но и отраженное ЛИ. В механизме биологического воздействия лазерного луча, кроме теплового эффекта, имеет значение и ряд других факторов. При обслуживании ОКГ, кроме излучений, на работающих может влиять постоянный или импульсный шум интенсивностью до 120 дБ, пониженное содержание кислорода в воздухе или повышенное содержание азота, а также токсические вещества (нитробензол, сероуглерод).

В качестве ведущих критериев при оценке степени опасности генерируемого лазерного излучения приняты величина мощности (энергии), длина волны, длительность импульса и экспозиция облучения.

Основными нормативными правовыми актами, используемыми для оценки условий труда при работе с оптическими квантовыми генераторами, являются СанПиН 5804-91 «Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров»; ГОСТ 12.1.040–83 «Лазерная безопасность. Общие положения»; ГОСТ 12.1.031–81 «Лазеры. Методы дозиметрического контроля лазерного излучения».

Предупреждение поражений лазерным излучением включает систему мер инженерно-технического, планировочного, организационного, санитарно-гигиенического характера.

Защитные мероприятия включают в себя экранирование ОКГ, применение телевизионных систем наблюдения за ходом процесса, использование дистанционного управления процессом, сведение к минимуму отражающих поверхностей оборудования и стенок. Работа выполняется при общем ярком освещении.

Размещают лазер только в специальном помещении, дверь которого должна иметь блокировку. На входную дверь наносят знак лазерной безопасности. Для удаления возможных токсических газов, паров и пыли оборудуется приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. Для защиты от шума принимаются соответствующие меры звукоизоляции установок, звукопоглощения и др.

При эксплуатации лазеров должен производиться периодический дозиметрический контроль (не реже одного раза в год). В качестве СИЗ применяют специальные противолазерные очки, фильтры, защищающие глаза оператора, щитки, маски, технологические халаты и перчатки.

Контрольные вопросы и задачи

1. Понятие электромагнитного поля (ЭМП). Зоны ЭМП в зависимости от расстояния от источника.

2. Источники ЭМП и виды электромагнитных излучений.

3. Действие ЭМП на организм человека.

4. Нормирование ЭМП промышленной частоты и статических полей.

5. **Задача.** Определить допустимую продолжительность работы в электростатическом поле без защитных средств, если фактическое значение напряженности поля $E_{\text{факт}}$ составляет 30 кВ/м.

6. **Задача.** Определить допустимое время пребывания персонала без специальных средств защиты в электрическом поле промышленной частоты напряженностью 10 кВ/м.

7. Нормирование электромагнитных полей радиочастот.

8. **Задача.** Определить, в какой зоне ЭМП находится рабочее место, расположенное на расстоянии 5 м от источника, если частота излучения составляет $3 \cdot 10^8$ Гц. Какие параметры ЭМП нормируются для данного рабочего места?

9. Как определяется энергетическая экспозиция, создаваемая электрическим полем? Магнитным полем?

10. Какое требование должно выполняться при одновременном воздействии электрического и магнитного полей в диапазоне частот 0,06–3 МГц?

11. Методы и средства защиты от воздействия ЭМП.

12. Факторы риска при работе с компьютерами, нормы и рекомендации для защиты от ЭМП при эксплуатации компьютеров.

13. Укажите диапазон частот и свойства лазерного излучения.

14. Назовите классы лазеров в зависимости от степени опасности лазерного излучения.

15. Охарактеризуйте биологическое действие лазерного излучения на организм человека.

16. Какие вредные факторы могут воздействовать на работающих при эксплуатации ОКГ?

17. Какими параметрами характеризуется степень опасности генерируемого лазерного излучения?

18. Дайте краткую характеристику мероприятий по предупреждению поражений лазерным излучением. _