

Разговоры о вредном воздействии электромагнитных полей (ЭМП) начались в конце 20-х годов, когда появилась техника, работающая на сравнительно сильных токах в диапазоне высоких частот (ВЧ). А после войны всерьез занялись изучением биологического воздействия радаров, ВЧ-, УВЧ- и СВЧ-приборов. Все внимание было направлено на тепловое воздействие ультрадефис и сверхвысоких частот. Тепловая модель воздействия исходила из возможности недопустимого перегрева человеческого организма или отдельных органов в зоне действия ЭМП (эффект «человека в микроволновой печи»).

Если говорить о сравнительно низких частотах (от 50 Гц до сотен кГц), то общепринятая точка зрения была такова: плотность тока, наведенного в биологических тканях переменными магнитным и электрическим полями, должна быть существенно ниже плотности биотоков, текущих в живых тканях. Перегрев (как при СВЧ) был исключен. Все остальные эффекты, которые время от времени наблюдались, относили к артефактам – процессам, иногда возникающим при исследовании организма вследствие воздействия или обработки и в норме не свойственным ему.

Для возможного биологического действия постоянного ЭМП делали послабление и допускали, что постоянное электрическое поле оказывает какое-то действие на живые клетки, но напрочь отказывали в этом постоянному магнитному полю. Это аргументировали тем, что энергия взаимодействия магнитного поля с биологическими молекулами на несколько порядков меньше энергии теплового движения молекул.

Сегодня это мнение вызывает улыбку. Справедливости ради надо сказать, что идею воздействия слабых полей на организм в известной мере дискредитировали некоторые опубликованные в литературе данные магнитобиологических экспериментов, постановка которых не выдерживала критики.

В 1970-е годы специалисты вернулись к эффектам слабых и очень слабых магнитных и электрических полей на модельные физико-химические системы, биологические объекты и организм человека. Механизмы, вызывающие эти эффекты, «работают» на уровне молекул, а порой атомов, вследствие чего очень

трудноуловимы. Тем не менее ученые экспериментально продемонстрировали и теоретически объяснили магнитные и спиновые эффекты. Выяснилось, что хотя энергия магнитного взаимодействия на несколько порядков меньше энергии теплового движения, но на той стадии реакции, где собственно все и происходит, тепловое движение не успевает помешать действию магнитного поля.

Это открытие заставляет по-новому взглянуть и на сам феномен жизни на Земле, которая возникла и развивалась в условиях геомагнитного поля. В лаборатории было показано влияние сравнительно слабых (на порядок-два выше геомагнитного) постоянных и переменных магнитных полей на выход первичной реакции фотосинтеза – фундамента всей экосистемы нашей планеты. Это влияние оказалось небольшим (меньше процента), но важно другое: доказательство его реального существования.

Второе важное открытие – наличие так называемых «окон чувствительности» живых и модельных физико-химических объектов на частоту и величину полей. В 1985 г впервые было установлено, что частоты «окон чувствительности» биологических объектов совпадают с циклотронными частотами в данном постоянном магнитном поле ионов ключевых молекул в тех или иных биохимических реакциях. Явление получило название биологического циклотронного резонанса.

Эксперименты показали, что эффект, производимый на циклотронной частоте переменным магнитным полем, определяется величиной его проекции на направление постоянного магнитного поля. Если направления полей перпендикулярны, то эффекты отсутствуют.

При малой величине постоянного магнитного поля биологический циклотронный резонанс может проявляться на низких частотах. Так, в геомагнитном поле Новосибирска и Якутска частота циклотронного резонанса близка к 50 Гц, т. е. к частоте переменного тока в сети. А для геомагнитного поля Москвы она ниже. В железобетонных домах частота циклотронного резонанса искажена.

Что все это означает на практике, в быту? Мы гладим электрическим утюгом и в те моменты, когда положение утюга и магнитного поля Земли создают положение, при котором ионы кальция в наших клетках

приходят в состояние магнитного резонанса. Попросту говоря, начинают вести себя в клетках не так, как должны. Хорошо это или плохо, рассмотрим чуть позже, а сейчас обратим внимание на другое.

Телевизор, электрическая плита, стиральная машина, компьютер и остальные бытовые электроприборы, окружающие нас, при определенном положении относительно нашего тела (или нашего тела относительно приборов) могут влиять на электрохимические процессы, протекающие в клетках организма.

Это обстоятельство объясняет сложность изучения влияния слабых полей на живые организмы. Достаточно переставить стол с экспериментальной установкой, поменять ее ориентацию в пространстве, как опыты переставали получаться. В других лабораториях, где пытались повторить эксперименты, опубликованные в солидных журналах, сразу могло ничего не получиться! Тут не долго до обвинений коллег в шарлатанстве или научном подлоге.

Но читателя интересуют не проблемы ученых, а вопрос: хорошо или плохо жить при повышенном фоне электромагнитных полей?

Эволюционно все живое на Земле не приспособлено к быстрому повышению или резким колебаниям окружающих нас ЭМП. Возьмем для примера радиацию. Человек приспособился переживать громадные температурные скачки, невероятные уровни химического загрязнения окружающей среды, но против повышения радиоактивного фона у него защиты нет. У нас нет эволюционно сложившихся механизмов противодействия ионизирующей радиации. Нет у нас и механизмов нейтрализации электрических и магнитных полей, имеющих другие характеристики, нежели природные.

Как биологический вид человек до последнего времени существовал в условиях небольшого магнитного поля и в еще меньших по величине низкочастотных электромагнитных полях, основными источниками которых являются ближние и дальние электромагнитные импульсы, обусловленные грозами, и возмущения, возникающие в магнитосфере Земли при вторжениях в нее солнечной плазмы.

«Современное человечество, как и все живое, обитает в своеобразном

электромагнитном океане, поведение которого определяется теперь не только естественными причинами, но и искусственным вмешательством. Нам нужны опытные лоцманы, досконально знающие скрытые течения этого океана, его отмели и острова. И требуются еще более строгие навигационные правила, помогающие оберегать путников от электромагнитных бурь», – так образно описал нынешнюю ситуацию один из первопроходцев отечественной магнитобиологии Ю.А. Холодов. Тем не менее кое-какие правила жизни в окружении телевизоров, утюгов, стиральных машин, персональных компьютеров, пейджеров и мобильных телефонов уже существуют. О них и поговорим.

В соответствии с международной классификацией источники электромагнитных полей (ЭМП) делят на две группы: от 0 до 3 кГц и от 3 кГц до 300 ГГц. В первую группу включают ЭМП в интервале частот от нуля до нескольких сотен тысяч Гц – поля воздушных и кабельных линий электропередач, длинноволновых радиотрансляционных центров, электрифицированного транспорта и бытовой техники. Вторую группу составляют ЭМП высоких, ультравысоких и сверхвысоких частот (0,3-30 триллионов Г) – системы сотовой связи, микроволновые печи и телевизионные передатчики.

Границы проектируемых в РФ санитарно-защитных зон ЛЭП до ближайшего жилья составляют для ЛЭП-750 не меньше 250 м, а для ЛЭП-1150 – 300 м. В некоторых странах с высокой плотностью населения жилые дома расположены даже под ЛЭП.

Считается, что основное воздействие обусловлено электрическим полем ЛЭП переменного тока, индуцирующим в теле человека ток смещения (емкостной). У нас допускается постоянное пребывание людей в поле напряженности меньше 0,5 кВ/м. При напряженности поля в 2-4 раза выше и частоте 50 Гц ток смещения не превышает полтора-трех десятков микроампер и у человека не будет возникать никаких неприятных ощущений. Но стоит прикоснуться к автомобилю, который стоит рядом с ЛЭП, и вас слегка «дернет». Металлическая крыша дома экранирует от переменного электрического поля только в том случае, если она заземлена. Неметаллическую крышу покрывают металлической сеткой и заземляют.

На проводах высоковольтных воздушных ЛЭП напряжение близко к порогу коронного разряда в воздухе. При ненастной погоде возникающий коронный разряд сбрасывает с ЛЭП переменного тока в атмосферу облака ионов разного знака, заряды которых не компенсируют друг друга. Даже вдали от ЛЭП электрическое поле, создаваемое ионным облаком на земной поверхности, может превышать естественное электрическое поле Земли и предельно допустимые уровни (ПДУ).

Американский исследователь Луиза Юнг предложила оригинальный способ демонстрации коронного разряда на ЛЭП. Если ночью подойти к ЛЭП с флуоресцентной лампой дневного света, то при наличии коронного разряда лампа начнет светиться сверхъестественным светом, причем при порывах ветра свет внутри лампы будет колебаться подобно пламени свечи.

Еще один источник электромагнитного загрязнения – длинноволновые радиопередающие центры. Когда-то их размещали в зонах жилой застройки. В 20-30-х годах прошлого века в московских домах, расположенных вокруг радиостанции имени Коминтерна, которая вещала на длине волны 2 км, можно было провести такой опыт. Если на рамку намотать около сотни витков проволоки и присоединить к концам лампочку от карманного фонарика, то она загоралась. Простой расчет показывает, что для этого напряженность магнитного поля должна составлять никак не меньше нескольких А/м. Сейчас во многих странах это предельно допустимый уровень для 8-часового рабочего дня.

Радиоволны большой длины «накрывают» большее пространство. Известно, что электрическую составляющую волны экранируют стены зданий, но магнитную они ослабляют мало.

В штате Мэн в свое время была развернута система радиосвязи с подводными лодками, находящимися в океане. Морская вода сильно поглощает радиоволны, но чем длина волны больше, тем поглощение меньше. По этой причине связь вели на частоте 15 Гц, т. е. на длине волны 20 тысяч км. Так как излучаемая антенной мощность пропорциональна кубу отношения ее размеров к длине волны, то антенны пришлось протянуть почти через весь штат.

Но местным жителям крупно повезло: в геомагнитном поле штата частоты биологического циклотронного резонанса (он тогда еще не был открыт) значимых для организма ионов заметно отличаются от 15 Гц. А вот жителям домов возле Октябрьского РПЦ Москвы повезло гораздо меньше. По данным Института медицины труда РАМН, часть домов оказалась в зоне ограничения застройки, где превышены ПДУ. Мало успокоительного можно сказать и жителям многих других домов в Москве, особенно расположенных вблизи Останкинского телецентра.

Проблему составляют ведомственные и частные РПЦ, которые в последние годы растут как грибы. На фоне РПЦ антенны базовых станций сотовой телефонной связи вносят незначительный вклад в электромагнитное загрязнение городских улиц.

Еще одна тема для разговора – транспорт на электроприводе, который служит источником электрических и магнитных полей в диапазоне частот от 0 до 1 кГц. Железнодорожный транспорт использует переменный ток, городской (троллейбусы, трамваи, метро) – постоянный. Средние значения магнитного поля в пригородных электропоездах составляют около 20 мкТл, на транспорте с приводом постоянного тока – около 30 мкТл. У трамваев, где рельсы являются обратным проводом, магнитные поля компенсируют друг друга на гораздо большем расстоянии, чем у проводов троллейбуса, внутри которого колебания магнитного поля невелики даже при разгоне. В этом отношении троллейбус экологичнее трамвая.

Среди транспортных средств на электрической энергии самые большие колебания магнитного поля наблюдаются в метро. На станции «Университет» при отправлении состава величина магнитного поля на платформе составляет 50-100 мкТл и больше, превышая геомагнитное поле, особенно его горизонтальную составляющую, и даже меняя направление. И даже когда поезд давно исчезал в тоннеле, магнитное поле никак не желало вернуться к прежнему значению. Лишь после того, как состав проходил следующую точку подключения к контактному рельсу или шел накатом, магнитное поле на платформе возвращалось к старому значению.

В самом вагоне метро магнитное поле еще выше – 150-200 мкТл, т. е. в 10 раз выше, чем в обычной наземной электричке.

Электромагнитные поля в наших домах можно условно разделить на две категории: поля электротехнического оборудования здания и поля бытовой техники внутри квартир.

Электрическое поле от внешнего электротехнического оборудования в жилых домах, которое создают силовые трансформаторы на лестнице, кабельные линии в подъезде и т. д., обычно невелико – $1 \cdot 10$ В/м, т. е. ниже ПДУ – 500 В/м. Но магнитное поле от него часто превышает магнитное ПДУ (0,2 мкТл). В каждом конкретном случае все зависит от планировки дома и квартиры.

Ощутимый вклад в переменное электрическое поле в помещении вносит внутренняя проводка, которая действует как антенна, излучающая на частоте 50 Гц. Так, бытовые выключатели однополюсные и разрывают цепь только одного провода. Следовательно, выключив настольную лампу, мы тем самым сводим к нулю и магнитное поле от соответствующего участка проводки. Но оно и так невелико, поскольку токи в двухжильном проводе текут в противоположных направлениях и их магнитные поля вычитаются друг из друга. Однако суммарное электрическое поле двухжильного провода после щелчка выключателя может возрасти, если разорвана цепь нулевого провода, а второй провод остается под напряжением. Такая ситуация встречается часто, потому что когда монтируют настенные выключатели или подсоединяют к штепсельным розеткам электроприборы с собственными выключателями, мало кто задумывается, какой из проводов нулевой.

Магнитное поле от стандартных бытовых электроплит на расстоянии 20-30 см от передней панели, где обычно стоит хозяйка, составляет 1-3 мкТл (показатель зависит от модификации и состояния плиты). У конфорок магнитное поле, естественно, больше. Но на расстоянии 50 см оно уже неотличимо от общего поля в кухне, которое составляет примерно 0,1-0,15 мкТл.

Магнитные поля от холодильников и морозильников невелики. По данным Центра электромагнитной безопасности, у обычного бытового холодильника поле выше ПДУ (0,2 мкТл) возникает в радиусе 10 см от компрессора и только во время его работы, но у холодильников, оснащенных системой «no frost», превышение ПДУ можно

зафиксировать даже на расстоянии 1 м от дверцы холодильника.

Малыми являются поля от мощных электрических чайников. Так, на расстоянии 20 см от чайника «Tefal» поле составляет около 0,6 мкТл, а на расстоянии 50 см оно неотлично от общего фона ЭМП в помещении кухни. У утюгов поле выше 0,2 мкТл обнаруживается на расстоянии 25 см от ручки и только в режиме нагрева.

Достаточно большими можно назвать поля стиральных машин. Даже у малогабаритных машин поле на частоте 50 Гц у пульта управления составляет более 10 мкТл, на высоте 1 м – 1 мкТл, сбоку, на расстоянии 50 см, – 0,7 мкТл. Правда, большая стирка – явление не столь частое, кроме того, при работе автоматической или полуавтоматической стиральной машины хозяйка может отойти подальше или вообще выйти из помещения, где ведется стирка.

Еще большее поле создает во время работы пылесос – порядка 100 мкТл.

Рекордсменом среди бытовой техники в интересующем нас отношении является маленькая электробритва, поле которой измеряется сотнями мкТл.

Самые знаменитые ЭМП в квартире – это поля персональных компьютеров. По своему устройству и по создаваемым полям компьютеры близки к телевизионным и радиоприемникам, видео– и аудиоманитофонам, музыкальным центрам и другой технике, которую встретишь сегодня почти в каждом доме.

Монитор компьютера – это источник как постоянного, так и переменного электрических полей. Первое нежелательно из-за прямого биологического действия, второе – как фактор, влияющий на баланс аэроионов в помещении. Напряженность статического электрического поля непосредственно возле экрана электронно-лучевых трубок мониторов в относительно сухом воздухе может достигать нескольких сот кВ/м. На расстоянии 40-50 см оно меньше: от десятков до единиц кВ/м, но и в этом случае все равно выше ПДУ.

Кроме электрической компоненты компьютерного ЭМП, есть еще и

магнитная. В телевизорах и мониторах магнитные поля обусловлены в основном работой систем кадровой и строчной развертки, не имеют ярко выраженной направленности и примерно одинаковы перед экранами: под углами 45, 90 и 180° к ним.

У портативных компьютеров типа «Ноутбук» электронно-лучевая трубка заменена жидкокристаллическим экраном, но переменное магнитное поле от других элементов по-прежнему присутствует, а держат ноутбук во время работы гораздо ближе к себе, чем стационарный компьютер. В итоге для большинства ноутбуков разных моделей рекомендации по уровням магнитных полей не выполняются.

Нельзя обойти вниманием самые одиозные источники электромагнитного загрязнения на высоких, ультравысоких и сверхвысоких частотах – СВЧ-печи и радиотелефоны (мобильники), работающие в диапазоне 0,3-3 ГГц.

В силу принципа своей работы СВЧ-печи служат мощнейшим источником излучения. По этой причине их конструкция предполагает наличие соответствующей экранировки, а время работы относительно мало – пища разогревается или готовится быстро. И все же находиться рядом с включенной микроволновкой не стоит. На расстоянии 30 см она создает заметное переменное (50 Гц) магнитное поле (0,3?8 мкТл), так что лучше отойти на метр-два, где, как показывают замеры, величина плотности потока энергии ниже санитарно-гигиенических норм.

Частота мобильных телефонов ниже, чем у СВЧ-печей, и зависит от типа системы. Во многих странах изучают эффекты излучения радиотелефонов сотовой связи и на животных, и на добровольцах. Снимают энцефалограммы, фиксируют величину суммарного кровотока головного мозга, изменения в сердечно-сосудистой и дыхательной деятельности, гормональной системе, изучают влияние на когнитивные (познавательные) функции, сон и т. д.

Большинство исследований биоэлектрической активности головного мозга до сих пор отмечают только такие изменения, которые можно отнести на счет неспецифической защитной реакции организма в ответ на неприятное, но слабое по своей биологической значимости

воздействие. Отсутствие достоверных изменений свидетельствует о подпороговом характере изменений. Однако то, что изменения особенно четко регистрировали после прекращения облучения, означает, что какое-то влияние все-таки существует и эффект последствия есть.

В ходе исследований был открыт любопытный феномен. Оказалось, что на человека электромагнитные поля высоких частот, модулированные по амплитуде, могут производить существенно большее биологическое действие, чем немодулированные. Это означает следующее: если просто держать включенный мобильник возле уха, его действие одно, а если на другом конце кто-то начнет говорить или просто издавать какие-то звуки (модулировать ЭМП по амплитуде), то действие будет уже другое, причем заметно большее. Из этого следует, что говорить самому полезнее для здоровья, чем слушать.

В целом можно сказать, что вопросов пока больше, чем ответов, и каждый сам может решать, что для него выгоднее и полезнее – пользоваться всеми благами Цивилизации или оставаться в Каменном веке. Правда, последнее у человека вряд ли получится, по крайней мере в обжитых местах.