Областная научно-практическая конференция

"Исследователи природы"

Муниципальное образовательное бюджетное учреждение

Тюкалинского муниципального района Омской области

« Гимназия г. Тюкалинска»

**Тема: «Измерение электромагнитного поля электроприборов дома и в помещении гимназии»**

***Автор:***

 ученик 8 «Б» класса

 МОБУ Гимназия г. Тюкалинска

Кабанов Николай Максимович

***Руководитель:***

учитель математики и информатики

МОБУ Гимназия г. Тюкалинска

Сугоняк Антон Сергеевич

**г. Тюкалинск**

**2018 г.**

Содержание

|  |  |
| --- | --- |
| 1. Введение  | 3 |
| 2. Электромагнитное поле | 5 |
|  2.1 Понятие электромагнитного поля | 5 |
|  2.2 Источники электромагнитного поля | 6 |
|  2.3 Влияние электромагнитного поля на организм человека | 7 |
| 3. Измерение электромагнитного поля | 11 |
|  3.1 Способы измерения электромагнитного поля | 11 |
|  3.2 Измерение электромагнитного поля в жилых помещениях | 12 |
|  **3.3 Измерение электромагнитного поля в помещении гимназии** | 14 |
| 4. Рекомендации для размещения и использования техники | 16 |
| Список литературы | 19 |
| Приложение  | 20 |

1. **Введение**

В современном мире электричество для человека – это все. Попробуйте прожить без всей окружающей нас техники хотя бы день. Вы поймете, что сейчас это практически невозможно. Для современного человека разрядившийся телефон, смартфон или планшет – это уже катастрофа вселенского масштаба. А теперь представьте, что не горят лампочки, не работает телевизор, нет воды, тепла. Кажется, это смахивает на сюжет фильма или компьютерной игры про ядерный пост-апокалипсис. Нет, сейчас мы не можем представить себе жизнь без электроэнергии. Электричество для нас – это и есть жизнь. Но восторгаясь современными благами цивилизации (новая бытовая техника, интернет, транспорт), мы редко задумываемся об оборотной стороне медали. Безопасна ли вся эта техника, не наносит ли она вреда здоровью человека?

В моей работе я хотел разобраться, действительно ли электроприборы так вредны для здоровья человека, а если да, то разработать правила пользования ими, чтобы уменьшить их негативное влияние. Выявление потенциально опасных для здоровья человека электроприборов является **актуальным исследованием**, в связи увеличением количества бытовой техники, которая окружает человека в быту и на работе.

**Цель работы:** измерить уровень электромагнитного поля электроприборов дома и в помещение гимназии и разработать практические рекомендации для их безопасного использования.

**Гипотеза исследования:** если соблюдать определенные правила работы с электротехникой, то можно обезопасить организм человека от отрицательного влияния магнитного поля на здоровье.

**Объект исследования:** электромагнитное поле.

**Предмет исследования:** значение характеристик электромагнитного поля.

**Задачи исследования:**

1. Ознакомиться с понятием электромагнитное поле и изучить его влияние на здоровье человека;
2. Провести измерение электромагнитного поля электрических приборов дома и в помещениях гимназии;
3. Провести анкетирование среди учеников, учителей гимназии по вопросу влияния электромагнитного поля на здоровье человека;
4. Разработать практические рекомендации по работе с электроприборами для снижения влияния электромагнитного поля на здоровье человека.

**Методы работы:** анкетирование, наблюдение, сравнение и анализ результатов.

**Практическая значимость** моего исследования заключается в сформулированных способах и методах защиты организма человека от отрицательного влияния электромагнитных излучений в школе, дома и офисе, которые оформлены в виде брошюры, которую можно использовать при размещении техники в школе и дома.

**2. Электромагнитное поле**

**2.1 Понятие электромагнитного поля**

Электромагнитные поля - это особая форма существования материи, характеризующаяся совокупностью электрических и магнитных свойств [4].

Электромагнитное поле относится к такому виду материи, которая возникает вокруг движущихся зарядов. Оно состоит из электрического, а также магнитного полей. Их существование взаимосвязано, так как существовать отдельно и независимо друг от друга они не могут, потому что, одно поле порождает другое [3].

А теперь попробуем подойти к теме электромагнитного поля более подробно. Из определения можно сделать вывод, что в случае изменения электрического поля появляются предпосылки к возникновению магнитного поля. А так как электрическое поле имеет свойство со временем изменяться и его нельзя назвать неизменным, то магнитное поле также является переменным.

При изменении одного поля, порождается другое. И независимо от того, каким будет последующее поле, источником будет служить предыдущее поле, то есть проводник с током, а не первоначальный его источник.

И даже в том случае, когда в проводнике будет отключен ток, все равно электромагнитное поле никуда не исчезнет, а будет продолжать существовать и распространятся в пространстве.

Электромагнитное поле – это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между электрически заряженными частицами.

Физические причины существования электромагнитного поля связаны с тем, что изменяющееся во времени электрическое поле Е порождает магнитное поле Н, а изменяющееся Н - вихревое электрическое поле: обе компоненты Е и Н, непрерывно изменяясь, возбуждают друг друга [4]. Поскольку изменяющиеся электрическое и магнитное поля порождают в соседних точках пространства соответственно магнитное и электрическое поля, эти оба связанных между собой поля распространяются в виде единого ЭМП.

Электромагнитные поля невидимы для человека вооруженным глазом. Они окружают нас повсюду, но мы не можем их почувствовать и вообще заметить.

Для характеристики величины электрического поля используется понятие напряженность электрического поля, обозначение Е, единица измерения В/м (Вольт-на-метр). Величина магнитного поля характеризуется напряженностью магнитного поля Н, единица А/м (Ампер-на-метр). При измерении сверхнизких и крайне низких частот часто также используется понятие магнитная индукция В, единица Тл (Тесла), одна миллионная часть Тл соответствует 1,25 А/м [3].

Основными исследователями и открывателями электромагнитных полей можно считать:

- английского физика М. Фарадея, который экспериментально обнаружил и дал математическое описание явления электромагнитной индукции — возникновения электродвижущей силы в проводнике, находящемся под действием изменяющегося магнитного поля,

- английского физика Дж. Максвелла, который в 1864 году создаёт теорию электромагнитного поля, согласно которой электрическое и магнитное поля существуют как взаимосвязанные составляющие единого целого — электромагнитного поля. Эта теория с единой точки зрения объясняла результаты всех предшествующих исследований в области электродинамики, и, кроме того, из неё вытекало, что любые изменения электромагнитного поля должны порождать электромагнитные волны, распространяющиеся в диэлектрической среде (в том числе, в пустоте) с конечной скоростью, зависящей от диэлектрической и магнитной проницаемости этой среды.

**2.2 Источники электромагнитного поля**

**1. Природные источники электромагнитных полей.**

Природные источники электромагнитных полей делят на две группы. Первая - поле Земли - постоянное электрическое и постоянное магнитное поле. Вторая группа - радиоволны, генерируемые космическими источниками (Солнце, звезды и т.д.), атмосферные процессы - разряды молний и т.д. Естественное электрическое поле Земли создается избыточным отрицательным зарядом на поверхности; его напряженность обычно от 100 до 500 В/м [8]. Но значение этих полей настолько незначительно, что не оказывает никакого вредного влияния на организм человека. Наоборот, за миллионы лет существования жизни на Земле, растения и животные нуждаются в этом естественном электромагнитном фоне. Датские ученые даже проводили эксперименты по изоляции растений от электромагнитного поля Земли с помощью клетки Фарадея. Результаты показали, что трава, выращенная без электромагнитного поля, отставала в своем развитии от травы, растущей в естественных условиях.

**2. Антропогенные источники электромагнитных полей.**

Антропогенные источники также делятся на 2 группы:

 **- Источники низкочастотных излучений (0 - 3 кГц).**

Эта группа включает в себя все системы производства, передачи и распределения электроэнергии (линии электропередачи, трансформаторные подстанции, электростанции, различные кабельные системы), домашнюю и офисную электро- и электронную технику, электропроводку, транспорт на электроприводе, ж/д транспорт и его инфраструктуру, а также метро, троллейбусный и трамвайный транспорт [7].

Наиболее существенное влияние на человека оказывают те устройства, которыми мы пользуемся постоянно в течение дня: мобильные телефоны, компьютеры и телевизоры. Их воздействие несопоставимо с влиянием радарных установок, ЛЭП и другой мощной техники, но оно опасно своим постоянством.

**- Источники высокочастотных излучений (от 3 кГц до 300 ГГц).**

К этой группе относятся функциональные передатчики - источники электромагнитного поля в целях передачи или получения информации. Это коммерческие передатчики (радио, телевидение), радиотелефоны (авто-, радиотелефоны, радио СВ, любительские радиопередатчики, производственные радиотелефоны), направленная радиосвязь (спутниковая радиосвязь, наземные релейные станции), навигация (воздушное сообщение, судоходство, радиоточка), локаторы (воздушное сообщение, судоходство, транспортные локаторы, контроль за воздушным транспортом). Сюда же относится различное технологическое оборудование, использующее СВЧ-излучение, переменные и импульсные поля, бытовое оборудование (СВЧ-печи), средства визуального отображения информации на электронно-лучевых трубках (мониторы ПК, телевизоры и пр.). Для научных исследований в медицине применяют токи ультравысокой частоты. Возникающие при использовании таких токов электромагнитные поля представляют определенную профессиональную вредность, поэтому необходимо принимать меры защиты от их воздействия на организм [7].

В своей работе я в основном рассматриваю источники низкочастотного излучения, т.е. электроприборы, работающие от сети электроснабжения, промышленная частота которой составляет 50 Гц.

 **2.3 Влияние электромагнитного поля на организм человека**

В ходе своего исследования я провел анкетирование в гимназии и за ее пределами. В опросе участвовало 138 человек разных возрастных групп: 6-11 лет (24 человека), 11-14 лет (38 человек), 14-18 лет (28 человек) и старше 18 лет (48 человек). Анкеты и результаты анкетирование представлены в приложении. В результате этого я выяснил, что большая часть опрошенных знает о существование ЭМП и о его вредном воздействие на человека. (См. таблицы № 1, 2 и диаграммы № 1, 2 в Приложение).

Широкие исследования о влиянии электромагнитного излучения на здоровье человека в мире были начаты еще в 60 годы прошлого столетия. Был накоплен большой клинический материал о неблагоприятном воздействии магнитных и электромагнитных полей. Уже в это время было предложено ввести новые заболевания «Радиоволновая болезнь» или «Хроническое поражение микроволнами» [6]. В дальнейшем, работами ученых в России было установлено, что наиболее чувствительной к воздействию электромагнитных полей является нервная система человека. Результаты проведенных работ были использованы при разработке санитарных нормативных документов в России.

На данный момент наукой количественно не доказано прямой связи между уровнем электромагнитных полей и онкологической и другого рода заболеваемостью. Однако качественно такая связь прослеживается: в местах, где люди подвергаются воздействию электромагнитного излучения чаще выявляются раковые заболевания и расстройства сердечно-сосудистой и вегетативной нервной системы [5]. При облучении человека электромагнитными волнами в тканях его организма происходят сложнейшие физико-биологические процессы, которые могут явиться причиной нарушения нормального функционирования как отдельных органов, так и организма в целом. Многочисленные исследования в области биологического действия ЭМП позволят определить наиболее чувствительные системы организма человека: нервная, иммунная, эндокринная и половая. Эти системы организма являются критическими.

**1. Влияние на нервную систему.**

Большое число исследований, дают основание отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных систем в организме человека к воздействию ЭМП. Изменяется высшая нервная деятельность, память у людей, имеющих контакт с ЭМП. Эти лица могут иметь склонность к развитию стрессовых реакций. Определенные структуры головного мозга имеют повышенную чувствительность к ЭМП. Особую высокую чувствительность к ЭМП проявляет нервная система эмбриона.

1.Нарушается передача нервных импульсов;

2. Происходит угнетение высшей нервной деятельности;

3. Ухудшается память;

4. Нарушается структура капиллярного барьера головного мозга;

**2. Влияние на иммунную систему.**

Пи воздействии ЭМП нарушаются процессы иммуногенеза, чаще в сторону их угнетения. Изменяется характер инфекционного процесса– течение инфекционного процесса отягощается аутоиммунной реакцией. установлено также, что у животных, облученных ЭМП, изменяется характер инфекционного процесса - течение инфекционного процесса отягощается. Влияние ЭМП высоких интенсивностей на иммунную систему организма проявляется в угнетающем эффекте на Т-систему клеточного иммунитета. ЭМП могут способствовать неспецифическому угнетению иммуногенеза, усилению образования антител к тканям плода и стимуляции аутоиммунной реакции в организме беременной самки [6].

**3. Влияние на эндокринную систему.**

Пи действии ЭМП, как правило, происходит стимуляция гипофизарно-адреналиновой системы, что сопровождается увеличением содержания адреналина в крови, активацией процессов свертывания крови [6].

1. Происходит стимуляция гипофиза, сопровождающаяся увеличением содержания адреналина в крови;

2. Активизация процессов свертывания крови.

**4. Влияние на половую систему**.

Нарушения половой функции обычно связаны с изменением ее регуляции со стороны нервной и нейроэндокринной систем. С этим связаны результаты работы по изучению состояния гонадотропной активности гипофиза при воздействии ЭМП [6]. Многократное облучение ЭМП вызывает понижение активности гипофиза.

1. Снижение активности половых клеток;

2. Патология развития эмбриона на различных стадиях беременности;

3. Преждевременные роды;

4. Снижение скорости развития плода.

Результаты клинических исследований, проведенных в России, показали, что длительный контакт с электромагнитным полем может привести к развитию заболевания, получившего наименование «радиоволновая болезнь». Клиническую картину этого заболевания определяют, прежде всего, изменения функционального состояния нервной и сердечно-сосудистой систем. Люди, длительное время находящиеся в зоне облучения, предъявляют жалобы:

1. Слабость

2. Раздражительность

3. Быструю утомляемость

4. Ослабление памяти

5. Нарушение сна

6. Расстройства вегетативных функций нервной системы

7. Гипотония

8. Боли в сердце

9. Нестабильность пульса

10. Нарушаются внимание и память.

Помимо всего вышеперечисленного, электромагнитные волны изменяют обстановку на рабочем месте, наполняя воздух положительно заряженными ионами. Такие ионы вредны для людей, поэтому помещение необходимо проветривать. Из вышесказанного видно, что необходимо контролировать уровень электромагнитного поля, чтобы минимизировать его влияние на здоровье человека.

**3. Измерение электромагнитного поля**

**3.1 Способы измерения электромагнитного поля**

Провести измерения электромагнитного поля можно следующим образом:

1. Пригласить специалистов из экспертных служб. Это наиболее точная и качественная оценка ЭМП. Но далеко не в каждом населенном пункте можно найти таких специалистов, и их услуги стоят не дешево. В среднем цена за такую экспертизу обычной квартиры или дома составляет 15 – 20 тыс. рублей [9.1]. Сумма немаленькая. К тому же при перестановке или приобретении техники придется снова вызывать специалистов. Такая экспертиза может потребоваться при оценке влияния внешних факторов: ЛЭП, подстанций, вышек радио- и сотовой связи, для дальнейших разбирательств в судах или других инстанциях.

 2. Воспользоваться портативными приборами. В быту применяются индикаторы, измерители, датчики электромагнитных полей. Единого названия у этих приборов не существует. Такие тестеры компактны, просты в использовании, не требуют никаких дополнительных знаний. Стоимость их варьируется от 4 до 15 тыс. руб. Но у них есть свой недостаток: их измерения не обладают такой высокой точностью, как при экспертной оценки. Но с другой стороны для бытового пользователя не важны сверхточные данные.

3. Предыдущие способы требуют материальных затрат. Но что, если нет возможности приобрести приборы или вызвать экспертов. В домашних условиях наличие (только наличие, а не величину) электромагнитного поля можно определить с помощью:

1. Компаса. В электромагнитном поле стрелка компаса будет вращаться с большой скоростью. Чем мощнее поле, тем быстрее вращение стрелки.

2. Обычного радиоприемника. Его нужно будет включить и найти любую среднюю или длинную волну, на которой нет ни одной станции. То есть из радиоприемника должен доноситься только равномерный шум. Вам нужно будет подойти к каждому электроприбору с включенным радиоприемником. Приемник начнет трещать, шуметь и издавать разные звуки. Вот по характеру этих звуков Вы и можете определить электромагнитное поле исследуемого прибора. То есть, чем громче шум и треск, тем сильнее излучение.

Но недостаток последних способов заключается в том, что мы не видим уровень электромагнитного поля, и поэтому не можем сказать о его безопасности.

В своей работе я буду использовать измеритель уровня электромагнитного фона МЕГЕОН-07020, российской компании «Мегеон». Прибор позволяет измерять параметры магнитного и электрического полей, а также оснащен звуковым оповещением при превышении максимальных значений [9.2]. Учтенные в приборе пороговые значения допустимого уровня ЭМИ соответствуют нормативным документам: СанПиН 2.1.2.1002-00 по пункту 6.4.2.; СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 по пункту 7.1.; СН 2971-84 по пункту 3.1.; ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 [2, 9.3].

 **3.2 Измерение электромагнитного поля в жилых помещениях.**

С помощью вышеописанного прибора я решил привести измерения электромагнитного поля в своем доме. Измерения я проводил следующим образом:

1. Измерение электромагнитного фона комнаты: замеры проводились в 3-4 точках комнаты;

2. Измерение электромагнитного фона мест наибольшего пребывания (кровать, письменный стол, кухонный стол и т.д.);

3. Измерение электромагнитного поля конкретной электротехники на расстояниях: непосредственно у объекта, 30-40 см. от объекта и 1-1,5 от объекта.

Все данные представлены в таблице №8 (см. Приложение).

Предельно допустимые нормы для электромагнитного фона жилых помещений по российским стандартам составляет **0,1 мкТл**, для бытовой техники – по российским стандартам – **0,4 мкТл**, по европейским – **0,25 мкТл** [9.3] .

Измерения фона проводились при всех выключенных электроприборах, включенными я оставил только ту технику, которая нужна для функционирования моего дома, т.е. которую нельзя отключить без «вреда» для нашего существования (газовый котел, электроводонагреватель, водяной насос, холодильники). Как видно из измерений, общий электромагнитный фон в моем доме нормальный, среднее значение его в жилых помещениях не превышает 0,06 мкТл, не намного выше уровень только на кухне – 0,1 мкТл и в коридоре – 0,09 мкТл. Это обусловлено наличием в кухне газового котла, холодильника и морозилки с функцией NoFrost, а в коридоре распределительного электрического щитка. Но и эти значения не превышают нормы. Т.е. в целом уровень ЭМП в моем доме нормальный.

Уровень ЭМП в местах постоянного пребывания тоже оказался низким. Во всех спальных зонах уровень не превышал 0,05 мкТл. Это обусловлено тем, что никаких электроприборов поблизости от мест для сна нет. Не порадовало только рабочее место в кухне, за которым моя мама проводит много времени при приготовлении еды. Оно составило 0,48 мкТл. Такой высокий уровень обусловлен наличием у рабочей зоной газового котла (ЭМП которого вблизи составляет около 6,0 мкТл). За моим письменным столом уровень составил 0,08 мкТл, потому что на письменном столе нет компьютера, который обычно и является источником ЭМП.

Что касается рабочего места для компьютера, то оно находиться в спальне у родителей на расстоянии 3,5 метров от спальной зоны. Уровень ЭМП за этим рабочим местом составляет 0,35 мкТл, что чуть выше предельно допустимого значения, но это значение все равно ниже подобных обычных показателей. Это объясняется тем, что компьютер установлен в углу, системный блок установлен на столе, за монитором, а современные мониторы имеют защиту передней панели от ЭМИ (т.о. монитор защищает не только от своего поля, но и от поля системного блока). Источник бесперебойного питания расположен под потолком, на расстоянии 1,5 метров от места пребывания, поэтому его поле на этом расстоянии минимально. Т.е. удачное расположение техники может существенно снизить уровень ЭМП.

Следующим этапом было измерение ЭМП бытовых электроприборов. И вот тут меня ждал большой сюрприз. Все данные об измерениях представлены в таблице № 9 в Приложении.

Стоит сказать, что мною было проведено анкетирование на предмет выяснения осведомленности учащихся и учителей гимназии про ЭМП, его вреда для здоровья (анкета представлена в Приложении).

 Анкетирование показало предсказуемые результаты: рейтинг опасных приборов: сотовые телефоны и гаджеты, телевизоры, компьютеры, СВЧ-печи (см. Приложение таблица № 6 и диаграмма № 6). Но как видно из моих измерений к этому списку прибавляются еще такие приборы как, холодильник, газовый котел (с электронным управлением), утюг, пылесос, фен, электробритва, электроплита, и даже розетка с включенным в нее прибором (см. Приложение таблица № 9 и диаграммы № 9,12). А если брать расстояние в 30 см., то все электроприборы можно считать опасными (см. Приложение таблица № 9 и диаграммы № 11, 13). И дело не в мощности приборов, не всегда более мощный прибор является источником более высокого уровня ЭМП. Яркий пример тому настольные лампы: уровень ЭМП у лампы накаливания – 0,65 мкТл, а у энергосберегающей, мощность которой в 6 раз меньше – 1,5 мкТл. Причина этого в пускателе для галогеновой лампы, именно он является источником высокого ЭМП.

 Также в ходе работы я выяснил зависимость уровня ЭМП от расстояния. Чем больше расстояние - тем ниже уровень. (См. Приложение диаграмма № 8).

 **3.3 Измерение электромагнитного поля в помещениях гимназии.**

В гимназии измерения проводились таким же образом, как и дома. Вначале ЭМП в кабинете замерялось в трех точках и у доски. Следующий замер – у компьютера и мультимедийной установки (если они есть), а также у первой парты, которая расположена ближе всего к технике.

В коридорах, столовой, спортзале замеры проводились также в 3 точках.

Данные приведены в таблице №10 в Приложении.

В общем, ЭМП в помещениях гимназии в норме. Исключение составляет столовая, в среднем в ней повышенный уровень ЭМП – 0,61 мкТл. Это связано с большим количеством электроплит, холодильников, вытяжек и проводки. Но школьники находятся в столовой 10-15 минут в день, поэтому большого вреда для здоровья это ЭМП не причинит. Чего не скажешь о персонале столовой. На сегодняшний день – столовая одно из опаснейших мест в гимназии.

Разумеется, если в кабинетах установлен компьютер и мультимедийная установка, то в радиусе 1,5 метров от них будет повышенный уровень ЭМП. Учителям следует учесть это при установке техники. Так в кабинетах № 5 и 34 у первой парты ЭМП повышено – причина ноутбук и мультимедийная установка. В остальных кабинетах с компьютерами такой ситуации нет. Но учителям стоит помнить, что устанавливая компьютер близко к своему рабочему месту, они подвергают себя постоянному воздействию ЭМП. Примером правильного размещения техники можно считать кабинет химии, где компьютер установлен на расстоянии 2 метров и от первой парты и от места педагога.

Конечно, большим недостатком можно считать то, что во многих кабинетах стоят телевизоры с ЭЛТ. Но по опросам педагогов, ими пользуются крайне редко, да и расстояние от них до первых парт соответствует минимальному – 2 - 2,5 метра. Т.е. при правильном использовании – они безопасны.

Отдельная ситуация с кабинетом информатики. Общий уровень ЭМП в помещении при включенной технике немного повышен – 0,15 мкТЛ. И разумеется, на каждом рабочем месте уровень ЭМП будет выше нормы. Это ожидаемый результат. Но школьники проводят за компьютером не более 20-30 минут, что соответствует нормам. Стоит обратить внимание только на неправильное расположение мониторов (см. Приложение, рис 1). Чтобы уменьшить уровень ЭМП, не следует располагать рабочее место человека сзади монитора другого компьютера. Еще одно опасное местом в школе - рабочее место учителя информатики. Уровень ЭМП на его рабочем месте составляет 0,85 мкТл. Но возможно снизить этот фон, более грамотно установив технику (принтеры, копиры, сканеры, мультимедийные установки возможно разместить дальше на расстоянии от 1,5 метров по средством удлинителей USB), и уменьшить количество проводов и удлинителей, которые создают не маленькое ЭМП. Эти рекомендации касаются всех рабочих мест педагогов, где находятся компьютеры. Лучше проложить электрический провод с недостающей розеткой, чем использовать удлинители и тройники, которые не безопасны еще и с точки зрения короткого замыкания.

Из своего исследования я сделал следующие выводы:

Нет безопасных электроприборов;

Среднее безопасное расстояние у большинства приборов 50-70 см., но в идеале – лучше соблюдать дистанцию 1,2-1,5 м. (См. Приложение диаграммы № 11, 14,);

 Многие приборы даже в спящем режиме продолжают излучать ЭМП (компьютер, ноутбук, гаджеты);

Для ЭМП не существует преград – стен, перекрытий, мебели, поэтому надо обращать внимание и на технику, которая находиться не только рядом со спальными и рабочими местами, но и в соседних помещениях;

Электропроводка создает уровень ЭМП сопоставимый с уровнем компьютера и телевизора, причем, чем выше количество проводов на единицу площади, тем выше уровень ЭМП;

Простая розетка с включенным в нее прибором – источник большого уровня ЭМП, это тот же телевизор LED;

Высокий уровень ЭМП создают приборы с электродвигателями: вентиляторы, фены, электробритвы, пылесосы;

Современные LED экраны имеют защиту от ЭМП со стороны передней панели (речь идет о сертифицированной продукции);

Самым опасным, по количеству техники, местом в доме можно считать кухню: газовой котел, холодильник, морозильник, электродуховка.

Стоит обратить внимание на «безопасные» с виду приборы: ночники или бра у изголовья кровати, настольные лампы, фены, электробритвы, электромассажеры;

Сотовая техника – это отдельный пункт исследования. Ведь эта единственная техника, которой мы пользуемся в близком контакте. Все знают о ее вреде. Как показал мой опрос, именно эту технику мы считаем самой опасной, но при этом пользуемся ей чаще всего,– это парадокс. (См. Приложение диаграмма № 6, 7,). Как показали замеры: ЭМП этих приборов в режиме разговора и работы интернета в 10 раз превышает норму!!! А эти приборы находятся либо в непосредственной близости от нашего головного мозга (сотовые телефоны, смартфоны), либо на коленях, рядом с нашей репродуктивной системой. Беременным женщинам запрещено работать на компьютерах, но вот сидеть в Одноклассниках или в ВК можно. А кто подумал о не рожденном ребенке, который в это время тоже «активно пользуется» интернетом. Мы неодобрительно смотрим на курящих мамаш, делаем им замечания, но фото годовалых детей, играющих на планшете, вызывают у нас улыбку умиления. Стоит об этом задуматься.

* 1. **Рекомендации для размещения и использования техники**.

В результате анкетирование я выяснил, что подавляющее число опрошенных – 88% не знают как защититься от вредного воздействия ЭМП (см. Приложение таблица № 5 и диаграмма № 5). Хотя электроприборами пользуются все постоянно. Причем интенсивнее всего используется наиболее опасная техника – сотовые, компьютеры, телевизоры, СВЧ-печи.

Конечно, на предприятиях существуют разные виды защиты от ЭМП: клетка Фарадея, защитные экраны. Но в домашних условиях эти методы не приемлемы.

В связи с проведенными исследованиями, можно дать следующие рекомендации для использования и размещения электротехники. Все они отражены в разработанном мною буклете. Также там представлены значения уровня ЭМП некоторых электроприборов и безопасное расстояние до них.

1. Приобретайте бытовую технику проверенных производителей, обращайте внимание на отметку о соответствии прибора требованиям «Международных санитарных норм допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях»;

2. Размещайте технику, электропроводку, розетки, лампочки на расстоянии не менее 1,5 м от места, где постоянно находитесь: спите, отдыхаете или работаете, рядом со спальным местом не должно быть ничего лишнего;

3. Не включайте одновременно несколько источников магнитного поля;

4. Старайтесь, чтобы провода не образовывали «кольца» и «петли»;

5. Находитесь на безопасном расстоянии от включенных приборов, источников сильного ЭМП, большая часть техники с высоким уровнем ЭМП работает непродолжительное время – СВЧ-печи, электрочайники;

6. Не оставляйте технику надолго включенной. Если вы не пользуетесь прибором, выключите его, и к тому же вытащите шнур из розетки;

7. На ночь не оставляйте технику работать в режиме stand-by;

8. При планировке мест для сна, работы, отдыха – уточните расположение техники у соседей или в подъезде, а также домовой проводки, ведь она тоже источник ЭМП;

9. Не использовать удлинители и тройники, лучше подвести стационарный провод с розеткой к месту подключения;

10. Постоянно проветривайте помещение – положительные ионы вредны для здоровья;

11. Вся электротехника должна быть заземлена. При заземлении уровень ЭМП уменьшается в 2-3 раза.

12. Если ваша работа связана с долгим пребыванием за компьютером – расположите все его элементы на расстоянии не меньше 70-80 см. от себя, лучше всего в углу помещения, делайте перерывы в работе.

13. Ограничивайте использование детьми сотовых телефонов и гаджетов, звонки должны совершаться только по необходимости, а не вестись часовые разговоры с друзьями. Используйте гарнитуру «hands-free» при общении. Помните, что самая пиковая нагрузка приходиться на момент вызова абонента, поэтому дождитесь соединения, а потом подносите телефон к уху.

14. Не используйте сотовые телефоны как будильник, купите простой электронный будильник, который работает от батареек.

15. Также не стоит использовать сотовые телефоны для проигрывания музыки, лучше приобрести mp3-плеер, он безопаснее.

16. Сократите пребывание детей за компьютерами, потому что именно дети наиболее сильно подвержены влиянию ЭМП. Норма для подростков не должна превышать 40-60 мин. в день. Если же учеба требует большего, то необходимо разбить время работы на интервалы по 30-40 мин. с обязательным отдыхом.

17. Располагайте компьютер в углу помещения, лучше организовать для него отдельное место, подальше от спальных и рабочих зон. Монитор можно использовать как защиту от ЭМП от системного блока и АСР, но не устанавливайте его задней панелью к другому рабочему месту;

18. Интернет на мобильных устройствах не должен работать в фоновом режиме.

19. Книги лучше читать не в электронном виде на планшете, а в бумажном. Если такая необходимость возникла, размещайте электронную книгу или планшет на специальной подставке на столе перед собой на расстоянии 30-40 см.

20. Выбирая между стационарным компьютером и ноутбуком, следует отдать предпочтение первому, т.к. пользоваться ноутбуком удаленно на расстоянии 70-80 см. не возможно. Если же есть такая необходимость, старайтесь подключать к ноутбуку клавиатуру и мышь, это позволит расположить его дальше от себя. Также удаленно подключайте к ноутбуку модем, через удлинитель USB.

Если коротко обобщить эти правила: качественная техника, защита расстоянием и временем.

Разумеется, в век высоких технологий невозможно обойтись без благ цивилизации. Мы уже привыкли, что техника существенно облегчает нам жизнь, и вряд ли кто-то захочет сейчас вернуться в средневековье, без электричества. Но чтобы вред, который может нанести все эти «чудеса науки» не оказался «ложкой дегтя в бочке меда», надо просто соблюдать несложные правила и меры предосторожности. И тогда техника будет для вас другом, а не врагом.

**Список литературы:**

1. Робертсон Б. Современная физика в прикладных науках. - М., 1985. - 423 с.

2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН2.2.4.1191-03. Электромагнитные поля в производственных условиях.

3. Физика. 9 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений / Громов С. В., Родина Н. А.. – М., 2003. – 247 с.

 4. Физика. 9 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений / А. В. Перышкин. – 12–е изд. дораб. – М. Дрофа, 2007. – 256 с.

5. Хван Т. А., Хван П. А.. Основы экологии. Серия "Учебники и учебные пособия". - Ростов н/Д: "Феникс", 2003. - 256с.

6. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие для вузов/ Д. А. Кривошеин, Л. А. Муравей, Н. Н. Роева и др.; Под ред. Л. А. Муравья. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. - 447с.

7. Электромагнитное поле и здоровье человека, под редакцией Ю. Г. Григорьева – М.: РУДН, 2002. – 236 с.

8. Энциклопедический словарь юного физика./ Сост. В. А. Чуянов - М. Педагогика, 2008. – 542 с.

9. Интернет-ресурсы:

1. www.[sud-expertiza.ru/ekspertiza-elektromagnitnogo-izlucheniya](http://sud-expertiza.ru/ekspertiza-elektromagnitnogo-izlucheniya)

2. [www.megeon-pribor.ru](http://www.megeon-pribor.ru)

3. www.ohranatruda.ru

4. www.wikipedia.org

**Приложение.**

**Анкета**

1. Знаете ли вы что такое электромагнитное поле?

|  |  |
| --- | --- |
|  | Да |
|  | Нет |

1. Влияют ли электромагнитные поля бытовых приборов на здоровье человека?

|  |  |
| --- | --- |
|  | Да |
|  | Нет |
|  | Не знаю |

1. Какая бытовая техника, по Вашему мнению, оказывает наиболее негативное воздействие на здоровье человека:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Сотовый телефон, смартфон, планшет |  | Пылесос |
|  | Компьютер |  | Утюг |
|  | Телевизор |  | Электрочайник |
|  | Микроволновая печь |  | Электробритва |
|  | Холодильник |  | Электрическая плита |
|  | Стиральная машинка |  | Электрическая лампочка |

1. Какой техникой Вы чаще всего пользуетесь:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Сотовый телефон, смартфон, планшет |  | Пылесос |
|  | Компьютер |  | Утюг |
|  | Телевизор |  | Электрочайник |
|  | Микроволновая печь |  | Электробритва |
|  | Холодильник |  | Электрическая плита |

5 . Сколько времени вы проводите в день за компьютером:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  Не более 1 часа |
|  | От 1 до 2 часов |
|  | От 2 до 3 часов |
|  | Более 3 часов |

1. Сколько времени в день вы пользуетесь сотовым телефоном и гаджетами:

|  |  |
| --- | --- |
|  |  Не более 30 минут |
|  |  Не более 1 часа |
|  | От 1 до 2 часов |
|  | От 2 до 3 часов |
|  | Более 3 часов |

1. Знаете ли Вы как защититься от электромагнитного поля бытовых приборов? Если, да, то напишите как.

|  |  |
| --- | --- |
|  | Нет |
|  | Да, \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ |

1. Ваш возраст:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 7 – 10 лет |  | 18 – 25 лет |
|  | 11 -14 лет  |  | Старше 25 лет |
|  | 15 – 18 лет |  |  |
| Знаете ли Вы что такое электромагнитное поле? Таблица 1. |  |  |
|   | Да | Нет |  |  |  |
| 6-11 лет | 42% | 58% |  |  |  |
| 11-14 лет | 82% | 18% |  |  |  |
| 14-18 лет | 86% | 14% |  |  |  |
| Старше 18 лет | 92% | 8% |  |  |  |
| Влияют ли электромагнитные поля бытовых приборов на здоровье человека? Таблица 2. |
|   | Да | Нет | Не знаю |  |  |
| 6-11 лет | 33% | 33% | 33% |  |  |
| 11-14 лет | 66% | 18% | 16% |  |  |
| 14-18 лет | 75% | 11% | 14% |  |  |
| Старше 18 лет | 85% | 0% | 15% |  |  |
| Сколько времени Вы проводите за компьютером?  | Таблица 3. |  |
|   | Не более 1 часа | От 1 до 2 часов | От 2 до 3 часов | Более 3 часов |  |
| 6-11 лет | 75% | 17% | 4% | 4% |  |
| 11-14 лет | 29% | 29% | 18% | 24% |  |
| 14-18 лет | 25% | 18% | 32% | 25% |  |
| Старше 18 лет | 8% | 23% | 31% | 38% |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Сколько времени в день вы пользуетесь сотовым телефоном и гаджетами: Таблица 4. |
|   | Не более 30 минут | Не более 1 часа | От 1 до 2 часов | От 2 до 3 часов | Более 3 часов |
| 6-11 лет | 75% | 25% | 0% | 0% | 0% |
| 11-14 лет | 32% | 26% | 24% | 8% | 11% |
| 14-18 лет | 11% | 7% | 7% | 29% | 46% |
| Старше 18 лет | 17% | 38% | 13% | 4% | 29% |
| Знаете ли Вы как защититься от электромагнитного поля бытовых приборов?  Таблица 5. |
|   | Да | Нет |  |  |  |
| 6-11 лет | 0% | 100% |  |  |  |
| 11-14 лет | 0% | 100% |  |  |  |
| 14-18 лет | 11% | 89% |  |  |  |
| Старше 18 лет | 29% | 71% |  |  |  |
| Какая бытовая техника, по Вашему мнению, оказывает наиболее негативное |
|  воздействие на здоровье человека:  |  |  |  Таблица 6. |
|   | 6-11 лет | 11-14 лет | 14-18 лет | Старше 18 лет | Всего |
| Сотовый телефон | 22 | 23 | 16 | 44 | 105 |
| Компьютер | 24 | 25 | 16 | 37 | 102 |
| Телевизор | 22 | 18 | 14 | 21 | 75 |
| Микроволновая печь | 0 | 5 | 10 | 32 | 47 |
| Холодильник | 0 | 1 | 0 | 3 | 4 |
| Стиральная машина | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 |
| Пылесос | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Утюг | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Электрочайник | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 |
| Электробритва | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Электрическая плита | 0 | 0 | 2 | 2 | 4 |
| Электрическая лампочка | 0 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| Какой техникой Вы чаще всего пользуетесь:  |  |  Таблица 7. |
|   | 6-11 лет | 11-14 лет | 14-18 лет | Старше 18 лет | Всего |
| Сотовый телефон | 8 | 31 | 27 | 44 | 110 |
| Компьютер | 18 | 26 | 20 | 42 | 106 |
| Телевизор | 18 | 26 | 18 | 30 | 92 |
| Микроволновая печь | 0 | 13 | 9 | 19 | 41 |
| Холодильник | 4 | 16 | 18 | 30 | 68 |
| Стиральная машина | 2 | 5 | 5 | 17 | 29 |
| Пылесос | 2 | 10 | 15 | 17 | 44 |
| Утюг | 1 | 7 | 15 | 22 | 45 |
| Электрочайник | 1 | 5 | 14 | 16 | 36 |
| Электробритва | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Электрическая плита | 0 | 8 | 6 | 15 | 29 |
| Электрическая лампочка | 1 | 8 | 6 | 28 | 43 |

Диаграмма 1.



Диаграмма 2.



Диаграмма 3.



Диаграмма 4.



Диаграмма 5.



Диаграмма 6.



Диаграмма 7.



Измерение ЭМП дома. Таблица 8.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Помещение | 1 точка, мкТл. | 2 точка, мкТл. | 3 точка, мкТл. | Среднее значение, мкТл |
| 1 | Коридор 1 этаж | 0,11 | 0,09 | 0,09 | 0,10 |
| 2 | Кухня | 0,12 | 0,08 | 0,08 | 0,09 |
| 3 | Зал | 0,08 | 0,03 | 0,06 | 0,06 |
| 4 | Коридор 2 этаж | 0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,04 |
| 5 | Спальня родителей | 0,04 | 0,08 | 0,06 | 0,06 |
| 6 | Моя комната | 0,05 | 0,02 | 0,08 | 0,05 |
| 7 | Веранда | 0,02 | 0,04 | 0,05 | 0,04 |
| 8 | Ванна, туалет | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,04 |
| 9 | Рабочее место на кухне |   |   |   | 0,48 |
| 10 | Письменный стол |   |   |   | 0,08 |
| 11 | Компьютерный стол (80см. от компьютера) |   |   |   | 0,35 |
| 12 | Мое спальное место |   |   |   | 0,04 |
| 13 | Спальное место родителей |   |   |   | 0,05 |

Измерение ЭМП бытовых приборов. Таблица 9.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование техники | Примечание | ЭМП у прибора, мкТл | ЭМП, 30 см, мкТл | ЭМП 1,5 м., мкТл | Безопасное расстояние, м. |
| 1 | Газовый котел | включает электронную плату, циркуляционный насос и вентилятор | 8,60 | 3,50 | 0,35 | 2,00 |
| 2 | Водонагреватель |   | 0,70 | 0,25 | 0,02 | 0,40 |
| 3 | Водяной насос |   | 16,00 | 12,00 | 0,15 | 1,50 |
| 4 | Компьютер | монитор передняя панель | 2,70 | 0,66 | 0,17 | 1,10 |
|   |   | монитор задняя панель | 3,87 | 0,80 | 0,20 | 1,20 |
|   |   | системный блок | 4,6 | 2,5 | 0,05 | 1,50 |
|   |   | ACP | 17,00 | 4,50 | 0,08 | 1,50 |
| 5 | Ноутбук | рабочий режим | 2,1 | 1,77 | 0,04 | 0,80 |
|   |   | спящий режим | 0,4 | 0,2 | 0,02 | 0,30 |
| 6 | Телевизор LED | передняя панель | 2,20 | 0,65 | 0,05 | 0,50 |
|   |   | задняя панель | 7,50 | 1,20 | 0,09 | 1,00 |
| 7 | Телевизор с ЭЛТ | передняя панель | 20,00 | 14,00 | 4,60 | 2,50 |
|   |   | задняя панель | 10,00 | 7,00 | 0,65 | 1,80 |
| 8 | Спутниковый ресивер |   | 0,36 | 0,15 | 0,02 | 0,30 |
| 9 | Холодильник | у дверцы | 0,35 | 0,15 | 0,02 | 0,30 |
|   |   | у компрессора | 2,00 | 0,70 | 0,06 | 0,70 |
| 10 | Морозильник NoFrost | у дверцы | 4,00 | 1,80 | 0,15 | 1,20 |
|   |   | у компрессора | 4,60 | 2,00 | 0,15 | 1,20 |
| 11 | СВЧ печь |   | 12,00 | 8,00 | 0,15 | 1,50 |
| 12 | Электродуховка |   | 8,80 | 2,30 | 0,08 | 0,70 |
| 13 | Электроплитка |   | 7,50 | 2,10 | 0,06 | 0,70 |
| 14 | Утюг |   | 2,50 | 0,50 | 0,06 | 0,50 |
| 15 | Фен |   | 16,00 | 0,80 | 0,06 | 0,70 |
| 16 | Пылесос |   | 12,00 | 4,00 | 0,06 | 1,00 |
| 17 | Электробритва |   | 15,00 | 0,75 | 0,06 | 0,50 |
| 18 | Электрическая розетка с включенным в нее проводом |   | 2,20 | 0,40 | 0,02 | 0,60 |
| 19 | Лампа накаливания, 75 Вт. |   | 1,30 | 0,33 | 0,02 | 0,50 |
| 20 | Энергосберегающая лампа |   | 0,95 | 0,30 | 0,02 | 0,60 |
| 21 | Настольная лампа накаливания |   | 0,65 | 0,25 | 0,02 | 0,40 |
| № п/п | Наименование техники | Примечание | ЭМП у прибора, мкТл | ЭМП, 30 см, мкТл | ЭМП 1,5 м., мкТл | Безопасное расстояние, м. |
| 22 | Настольная лампа галогеновая |   | 1,50 | 0,65 | 0,04 | 1,50 |
| 23 | Распределительный щиток |   | 15,00 | 6,00 | 0,17 | 1,50 |
| 24 | Сотовый телефон | ждущий режим | 0,15 | 0,09 | 0,02 | 0,05 |
|   |   | режим игры, просмотра | 0,41 | 0,20 | 0,03 | 0,30 |
|   |   | режим разговора | 11,00 | 0,40 | 0,04 | 0,50 |
|   |   | на зарядке | 0,43 | 0,20 | 0,02 | 0,30 |
| 25 | Смартфон | ждущий режим | 0,15 | 0,09 | 0,02 | 0,05 |
|   |   | режим игры, просмотра | 2,30 | 0,50 | 0,03 | 0,50 |
|   |   | режим разговора | 2,85 | 0,17 | 0,00 | 0,30 |
|   |   | режим интернет | 8,30 | 0,65 | 0,04 | 0,60 |
|   |   | на зарядке | 0,56 | 0,25 | 0,02 | 0,30 |
| 26 | Планшет | ждущий режим | 0,13 | 0,10 | 0,02 | 0,05 |
|   |   | режим игры, просмотра | 0,47 | 0,30 | 0,02 | 0,40 |
|   |   | режим разговора | 2,7 | 0,2 | 0,03 | 0,30 |
|   |   | режим интернет | 1,6 | 0,75 | 0,03 | 0,60 |
|   |   | на зарядке | 1,10 | 0,3 | 0,03 | 0,40 |



Рисунок 1. Расстановка техники в кабинете информатики.

Измерение ЭМП в помещении гимназии. Таблица 10.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | № каби-нета | Предмет | 1 точка, мкТл. | 2 точка, мкТл. | 3 точка, мкТл. | Среднее значение, мкТл. | У доски, мкТл. | 1 парта (возле компьютера или мультимедийной установки), мкТл | Возле компьютера, мкТл. |
| 1 | 9 | История | 0,04 | 0,06 | 0,02 | 0,04 | 0,08 | --- | --- |
| 2 | 7 | Биология | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,1 | 2,3 |
| 3 | 17 | Начальная школа | 0,03 | 0,08 | 0,04 | 0,05 | 0,07 | 0,08 | 1,7 |
| 4 | 20 | Начальная школа | 0,05 | 0,06 | 0,08 | 0,06 | 0,06 | 0,1 | 1,9 |
| 5 | 21 | Начальная школа | 0,06 | 0,02 | 0,03 | 0,04 | 0,08 | --- | --- |
| 6 | 31 | Русс. язык и литература | 0,03 | 0,04 | 0,05 | 0,04 | 0,07 | --- | --- |
| 8 | 34 | Русс. язык и литература | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,08 | 0,56 | 1,8 |
| 8 | 28 | Иностранный язык | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,04 | 0,08 | 0,09 | 4,5 |
| 9 | 29 | Иностранный язык | 0,06 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | --- | --- |
| 10 | 13 | География | 0,04 | 0,08 | 0,03 | 0,05 | 0,07 | --- | --- |
| 11 | 5 | ИЗО | 0,04 | 0,06 | 0,03 | 0,04 | 0,08 | 0,38 | 2,1 |
| 12 | 26 | Информатика | 0,15 | 0,18 | 0,12 | 0,15 | 0,16 | --- | 0,85 |
| 13 | 27 | Химия | 0,06 | 0,04 | 0,07 | 0,06 | 0,08 | 0,08 | 2,6 |
| 14 |   | Коридор 1 этаж | 0,09 | 0,09 | 0,1 | 0,09 | --- | --- | --- |
| 15 |   | Коридор 2 этаж | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 0,04 | --- | --- | --- |
| 16 |   | Коридор 3 этаж | 0,06 | 0,05 | 0,02 | 0,04 | --- | --- | --- |
| 17 |   | Спортзал | 0,02 | 0,03 | 0,05 | 0,03 | --- | --- | --- |
| 18 |   | Столовая | 0,46 | 0,66 | 0,72 | 0,61 | --- | --- | --- |

Диаграмма 8.



Диаграмма 9.



Диаграмма 10.



Диаграмма 11.



Диаграмма 12.



Диаграмма 13.



Диаграмма 14.

