

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ (В/М) В
САЛОНАХ АВТОМОБИЛЕЙ С СИГНАЛИЗАЦИЕЙ О ПРИСУТСТВИИ
ОПАСНЫХ УСЛОВИЙ

Электронные учебно-методические материалы для студентов по
специальности 6-05-0715-07 «Эксплуатация наземных транспортных и
технологических машин и комплексов», «Техническая эксплуатация
автомобилей и автосервис», для самостоятельного изучения

Электронные учебно-методические материалы

Минск БНТУ 2025

УДК 629.331.042:537.531

Авторы: к.в.н. В.В. Савлучинский, доцент, к.т.н. В.М. Изоитко, к.т.н.
И.А.Серебряков, А.Д. Куц

Рецензенты:

Зав. кафедрой моделирования и проектирования учреждения образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет» к.п.н.,
доцент Н.Г.Серебрякова.

Доцент кафедры ТЭА автотракторного факультета «Белорусский
национальный технический университет» кандидат технических наук,
доцент К.В. Буйкус

В работе разработаны рекомендации по обнаружению опасных условий внутри автотранспортного средства в зависимости от напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей оказывающей вредное воздействие на организм и определения регистрируемых параметров о присутствии опасных условий внутри автотранспортного средства.

Белорусский национальный технический университет
Пр-т Независимости, 59, г. Минск, Республика Беларусь
Тел (017) 292-85-90

Савлучинский В.В., 2025
БНТУ, 2025.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Глава 1. Обнаружение опасных условий внутри автотранспортного средства в зависимости от напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей оказывающей вредное воздействие на организм.	15
Глава 2. Рекомендации к разработке сигнализатора о присутствии опасных условий внутри автотранспортного средства.	28
Заключение	62
Литература	65
Приложение А. Лабораторная работа «Оценка напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей с сигнализацией о присутствии опасных условий».	69
Приложение Б. Лабораторная работа «Измерение электрической проводимости пара, получаемого с насыщенного солью водного раствора методом нагревания до кипения».	81

ВВЕДЕНИЕ

Изучение парапсихологических явлений началось с организации в 1882 г. в Лондоне «Общества для исследования психологических явлений». В проблему парапсихологии включают целый ряд «сверхпсихических способностей человека – способность передавать и принимать мысленную информацию без помощи известных органов чувств («телепатия»), определять вид и местонахождение предметов недоступных чувственному восприятию («телеэстезия»), мысленным усилием передвигать предметы («телекинез»), угадывать прошлое («ретроскопия»), предсказывать будущее («перескопия»), к парапсихологии относят различные явления и феномены из арсенала спиритизма [1].

Если говорить об исследованиях, к которым можно подходить с точки зрения научной, то следует к ним отнести телепатию и телеэстезию. Методы парапсихологических исследований телепатии и телеэстезии сводятся в основном к следующему (Васильев, 1962а, 1962б)

1. Наблюдения и анализ случаев так называемой «спонтанной телепатии», когда у людей внезапно возникает чувство тревоги за своих близких о которых в данный момент нет никаких сведений. Это либо неопределенное ощущение беспокойства, либо ощущение, имеющее определенную окраску – убежденность в заболевании близких, в происшедшем с ними несчастья или их смерти.

2. Опыты по выполнению мысленного задания.

3. Эксперименты с картами Зенера.

4. Эксперименты по угадыванию вида предметов недоступных зрительному восприятию.

Особенно по пункту 1 проявляется аналогия [2, 3, 4] с формами поражений СВЧ при систематическом воздействии сантиметровых и дециметровых волн в пределах допустимых уровней и периодически воздействию интенсивностей превышающих их в десятки, а иногда и более раз.

Таблица 1 - Имеющиеся жалобы (на 100 обследованных).

Наименование жалоб	С жалобами	Без жалоб
Быстрая утомляемость	96	4
Головные боли	86	14
Слабость	72	28
Раздражительность	57	43
Боли в области сердца	54	46
Тревожный сон	52	48
Потливость	41	59
Снижение памяти	27	73
Эмоциональная неустойчивость	24	76
Боли в животе	20	80

продолжение таблицы 1

Снижение аппетита	19	81
Сердцебиение	17	83
Импотенция	17	83
Головокружения	17	83
Сонливость	13	87
Одышка при физических напряжениях	12	88
Отрыжка и изжога	12	88
Вздутие живота	8	92
Запоры	6	94
Похудание	5	95
Снижение зрения	4	96
Шум в ушах	4	96
Тошнота	3	97
Выпадение волос	3	97
Боли в глазах	3	97
Быстрое поседение	2	98

Все приведенные в таблице симптомы были проявлены при облучении 10 мВт/см² и более.

В электронных учебно-методических материалах приводятся рекомендации по обнаружению опасных условий внутри автотранспортного средства в зависимости от напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей оказывающей вредное воздействие на организм и определения регистрируемых параметров о присутствии опасных условий внутри автотранспортного средства.

Данные по влиянию электромагнитного поля радиочастот и микроволнового излучения на водителя автотранспортного средства, которым является электромобиль свидетельствуют, что выраженность наблюдаемых изменений общего физического состояния зависит от интенсивности и времени воздействия.

Вклад электромагнитного излучения дизельного, карбюраторного и инжекторного автотранспорта незначительный, наибольшее влияние оказывает электротранспорт [5]. Гибридные автомобили и электромобили являются наиболее опасными для здоровья водителя, так как большое количество мощной автомобильной электроники сосредотачивается в пределах относительно небольшого по размерам автотранспортного средства. Кроме этого, батареи и силовые кабели в гибридах и электромобилях часто расположены близко к водителю, следовательно, электрический ток, который приводит в действие их двигатель, на малых скоростях создает магнитные поля, которые представляют серьезный риск для здоровья водителя в результате воздействия электромагнитного поля [6].

Нагрузки, возникающие при работе автомобиля, неизбежно оказывают воздействие на элементы его конструкции, в результате чего они изменяются.

Кроме обычных эксплуатационных неисправностей, которые неизбежны, всегда могут иметь место внезапные возникновения неисправностей вследствие изменения технического состояния автотранспортного средства и дорожных условий, что носит случайный характер [7].

Установлено что основными факторами являются количество и мощность электрооборудования, работоспособность систем подавления электромагнитного излучения, наличие электронных средств в системе зажигания, пробег, тип кузова и т.п.

При эксплуатации автотранспортного средства, работающего на электротяге, генерируются электромагнитные поля, которые могут нарушить электромагнитную безопасность. Поэтому для обеспечения электромагнитной совместимости необходима оценка характеристик и источников электромагнитного поля в электротранспорте. Зафиксированные высокие уровни воздействия электромагнитного излучения как на водителя, так и на пассажиров автотранспортного средства хоть и не превышают предельно допустимый уровень, но заставляют задуматься о поиске экранирующего оборудования, а также проведении более тщательного исследования различных электромобилей и гибридных автотранспортных средств. Это связано с длительным пребыванием водителей за рулем автотранспортного средства, в отличии от кратковременного воздействия электромагнитных излучений бытовых электроприборов.



Рисунок – 1. Прибор для измерения интенсивности облучения в СВЧ диапазоне



Рисунок – 2. Замер интенсивности облучения в СВЧ диапазоне
Значения излучения электромагнитного поля [8].

Значения электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м)

Значения магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в милли Гауссах - mG)

eme54.by

Рассмотрим на каких значениях электромагнитное поле оказывает влияние на человека.

Значения электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м)

0-10 В/м - Безопасно

10-25 В/м - Немного фонит

25- 40 В/м - Предельно допустимое

40-100 В/м - Есть влияние

100-200 В/м - Влияет на здоровье человека

200 В/м и более - Опасно для здоровья человека

Значения магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в миллиГауссах - mG)

Измерение магнитного поля в Микро Тесла:

0,0-0,15 μT - Безопасно

0,15-0,25 μT - Немного фонит

0,25-0,4 μT - Предельно допустимое

0,4-1,0 μT - Влияет на здоровье человека

1,0-2,0 μT - Сильное влияние на здоровье человека

2,0 μT и более - Опасно для здоровья человека

Измерение магнитного поля в миллиГауссах:

0-1,5 mG - Безопасно (зеленый уровень)

1,5-2,5 mG -Предельно допустимое (желтый уровень)

2,5-10 mG - Влияет на здоровье человека (оранжевый уровень)

10 mG и более - Опасно для здоровья человека (красный уровень)

Результат замеров электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м), магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в миллиГауссах - mG) представлено в таблице, где желтым выделен предельно допустимый уровень, красным выделены значения опасные для здоровья.

Таблица –1. Результат замеров электрического и магнитного поля на месте водителя.

НА МЕСТЕ ВОДИТЕЛЯ				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
Ноги	0 v/m 0,1 uT	31 v/m 0,1 uT	41 v/m 1,40 uT	49 v/m 1,58 uT
Руки на руле	0 v/m 0,0 uT	29 v/m 0,0 uT	25 v/m 0,30 uT	27 v/m 0,49 uT
Руки возле консоли	24 v/m 0,11 uT	39 v/m 0,0 uT	45 v/m 1,72 uT	40 v/m 1,83 uT
Тело (кресло)	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	37 v/m 0,64 uT	37 v/m 0,42 uT
Голова	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	29 v/m 0,32 uT	29 v/m 0,40 uT

Из таблицы видно, что предельно допустимые значения получены на месте водителя ноги, руки возле консоли; на месте пассажира во время движения ноги; на месте пассажира заднего ряда ноги; под капотным пространством во время работы двигателя и во время движения на инверторе, на электродвигателе, между двигателем и инвертором; в багажном отсеке рядом с АКБ на полном ходу.

Кроме того, в процессе движения автотранспортного средства происходит изменение электромагнитного излучения за счет присутствия внешних полей от линий электропередач, вышки телерадиопередающего центра, базовых станции сотовой связи и др. [9].

Публикация [10] подтверждает наличие опасных режимов излучения. Это - голова – 20-30 Гц; глаза – 40-100 Гц; вестибулярный аппарат – 0,5-13 Гц; сердце – 4-6 Гц; позвоночник – 4-6 Гц; желудок – 2-3 Гц; кишечник – 2-4 Гц; почки – 6-8 Гц; руки – 2-5 Гц.

Общая картина изменений представлена в таблице 2.

Таблица - 2. Изменения под влиянием различных уровней электромагнитного поля.

Интенсивность электромагнитного поля, мВт/см ²	Наблюдаемые изменения
600	Болевые ощущения в период облучения.
200	Угнетение окислительно-восстановительных процессов ткани.
100	Повышение артериального давления с последующим его снижением; в случае хронического воздействия – устойчивая гипотония. Двухсторонняя катаракта.
40	Ощущение тепла. Расширение сосудов. При облучении 0,5-1 ч. повышение давления на 20-300 мм рт.ст.
20	Стимуляция окислительно-восстановительных процессов ткани.
10	Астенизация после 15 мин. облучения, изменение биоэлектрической активности головного мозга.
8	Неопределенные сдвиги со стороны крови с общим временем облучения 150 ч., изменение свертываемости крови.
6	Электрокардиографические изменения, изменения в рецепторном аппарате.
4-5	Изменение артериального давления при многократных облучениях, непродолжительная лейкопения, эритропения.
3-4	Ваготоническая реакция с симптомами брадикардии, замедление электропроводимости сердца.
2-3	Выраженный характер снижения артериального давления, учащение пульса, колебания объема крови сердца.
1	Снижение артериального давления, тенденция к учащению пульса, незначительные колебания объема крови сердца. Снижение офтальмотонуса при ежедневном воздействии в течении 3,5 мес.
0,4	Слуховой эффект при воздействии импульсных магнитных полей.
0,3	Некоторые изменения со стороны нервной системы при хроническом воздействии 5-10 лет.
0,1	Электрокардиографические изменения.
До 0,05	Тенденция к понижению артериального давления при хроническом воздействии.

При действии переменного магнитного поля могут наблюдаться только характерные для этого поля явления зрительных ощущений, так называемые фосфены. Принято считать, что они являются результатом непрямого

действия на зрительный анализатор наведенных электрических токов. При воздействии постоянных магнитных полей 2 Тл в течении нескольких минут могут происходить изменения вкусовых ощущений. В областях тела, находящихся под постоянным воздействием магнитного поля чаще всего рук может ощущаться зуд. Объективно отмечаются изменения со стороны сосудистой и капиллярной сети, окраски кожных покровов, может появиться отечность и уплотнения кожи. На ладонной поверхности кистей кожа становится истонченной. Сенситивные нарушения заключаются в гипертензии.

Электромобиль устроен не так просто, как может показаться: ему необходимы сложные преобразователи напряжения и много тяжелых и громоздких аккумуляторов. Электроника проникает не только в управление работой отдельных агрегатов автомобиля, но и в различные вспомогательные системы и элементы его конструкции, в том числе, влияющие на безопасность движения и общую комфортность эксплуатации.

При эксплуатации автотранспортных средств, работающих на электротяге, генерируются электромагнитные поля, которые могут нарушить электромагнитную безопасность. Поэтому для ее обеспечения и электромагнитной совместимости необходима оценка характеристик и источников электромагнитных полей в электротранспорте. Зафиксированные высокие уровни воздействия электромагнитных излучений как на водителя, так и на пассажиров автотранспортного средства.

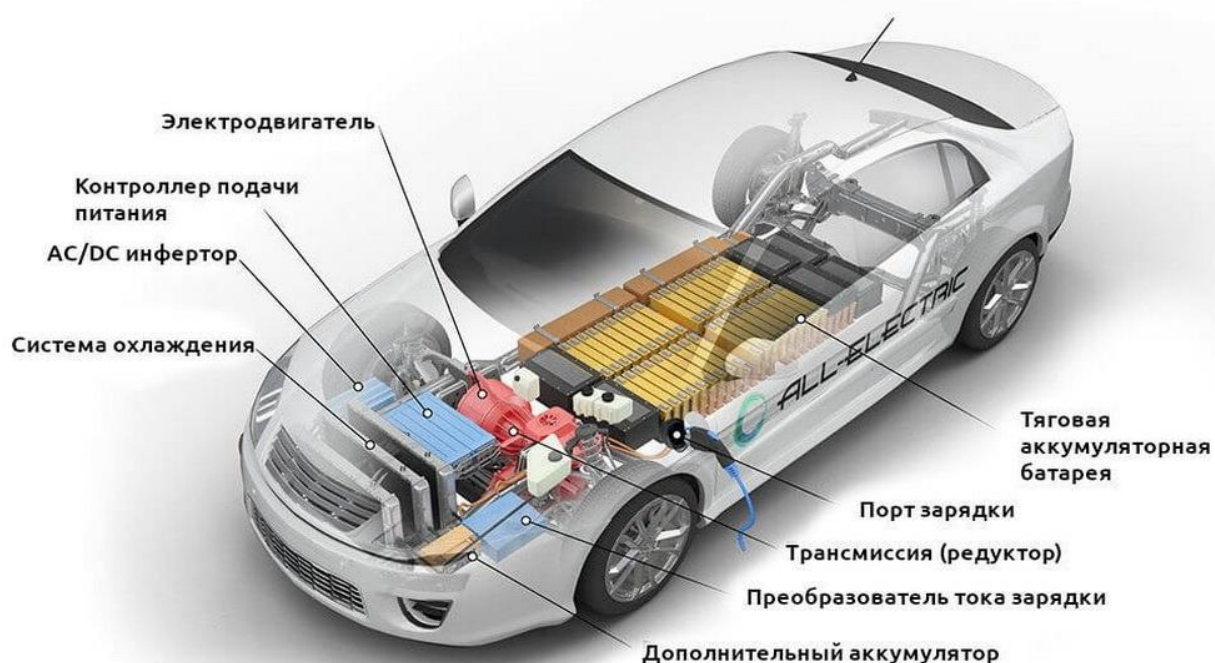


Рисунок – 3. Типовая компоновка электромобиля [11]

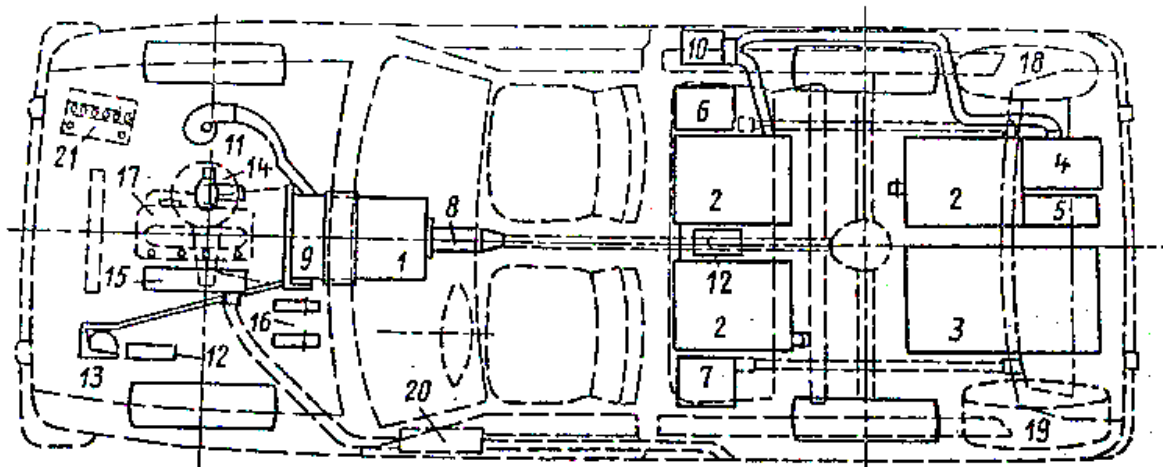


Рисунок – 4. Размещение основных агрегатов на электромобиле фирмы Bosch: 1- электродвигатель, 2- батареи, 3- электроника управления, 4 - преобразователь для заряда батареи 12В, 5- дроссельная катушка, 6- предохранитель, 7- главный выключатель, 8 – сцепление, 9 – фрикционное сцепление, 10 - вентилятор охлаждения батарей, 11 – вентилятор охлаждения электродвигателя, 12 – переключатель, 13- механизм выключения сцепления, 14 – карбюратор, 15 – термический дожигатель, 16- педали дроссельной заслонки и тормоза, 17- бензиновый двигатель, 18 – бензобак, 19 – запасное колесо, 20- глушитель, 21- аккумуляторная батарея 12 В [12, 13].

В настоящее время в Республике Беларусь руководствуются глобальными техническими правилами №20 касающиеся безопасности электромобилей. Технология электрической тяги хорошо отработана, но последние достижения в области энергоаккумулирования (аккумуляторы, конденсаторы, маховики) позволили существенно улучшить характеристики электромобилей и сделали их реальной альтернативой для потребителей [7].

Отмечено, что разные электромагнитные поля могут менять двигательную активность организма, изменять чувствительность к раздражителям, нарушать формирование условных рефлексов и угнетать память. Отмечается изменение двигательной активности при воздействии полей сверхвысоких частот. Среди биотропных параметров электромагнитных полей следует учитывать не только интенсивность, но также градиент, вектор, частоту и форму импульса.

Электромагнитное поле вызывает процесс торможения, на этом принципе реализована методика радиосна. Доказано снопоподобное действие электромагнитного поля.

Любой человек может оценить работу своего мозга по ощущениям основываясь на здравом смысле. Это зрение, слух, обоняние, осязание, вкус.

Так как физиологической основой опасных режимов излучения являются альфа-ритмы головного мозга, то изменения в ощущениях может быть связано со временем появления различных реакций нервной системы на магнитные поля свыше 20 мТл.

Таблица – 3. Время появления различных реакций нервной системы на магнитные поля свыше 20 мТл.

Время	Виды реакций
Секунды (1-3)	Нет
Десятки секунд	Сенсорная, электроэнцефалография, условно рефлекторная.
Минуты	Изменения в двигательной активности, сенсорных процессах, электрической активности, УР и морфологии.
Часы	Дистрофические изменения.
Сутки	Деструктивные изменения.

Если исходить из этапов развития реакций, возникающих при облучении электромагнитным излучением с различными интенсивностями, то весь реально существующий диапазон может быть разбит на несколько областей, переходы между которыми в идеальном случае представляют пороги действия излучений.

Таблица 4 – Уровни биологического действия электромагнитных излучений.

Увеличение	Область летального действия	
	Порог поражения	
	Область экстремальных воздействий	
	Порог вредного действия	
Интенсивность электромагнитных излучений	Область адаптации и компенсации	Зона репаративной регенерации
		Зона компенсации
		Зона физиологической адаптации
Уменьшение	Порог чувствительности	
	Область подпорогового действия	

Существует возможность в определенных пределах провести оценку: представляет ли наблюдаемый эффект потенциальную опасность или нет, оказывает благоприятное действие. В первом случае результаты учитываются в процессе гигиенического нормирования, во-втором – обнаруженный эффект после соответствующей апробации и адаптации к конкретным задачам находит применение в биотехнологической и медицинской практике. Эти эффекты могут лежать в основе нетрадиционных технических систем, в которых используются неионизирующие электромагнитные излучения преимущественно в импульсном режиме со сложной структурой сигнала.

В соответствии с появлением электротранспорта водитель может быть подвержен информационно-психологическому воздействию на все компоненты сознания – психические процессы (восприятие, память, воображение, мышление, внимание). Поэтому водитель электротранспортного средства должен быть обучен защите от информационных воздействий на психику и признаки применения и

собственно применение микроволновых (которые могут быть конструкционными устройствами электротранспорта или электромобиля) установок на опасных режимах излучения.

Опасными условиями являются [14]:

Электромагнитные волны.

1.Дециметровые /ультравысокие частоты (УВЧ)/ длина волны от 1м до 10см; частота от 300 МГц до 3 ГГц.

2.Сантиметровые /сверхвысокие частоты (СВЧ)/ длина волны от 10 см до 1 см; частота от 3 ГГц до 30 ГГц.

3.Миллиметровые /крайневысокие частоты (КВЧ)/ длина волны от 1 см до 1 мм; частота от 30 ГГц до 300 ГГц.

4.Рентгеновское излучение длина волны от 10 нм до 1 пм; частоты от 30 ГГц до 300 ЭГц.

5.Гамма-излучение длина волны ≤ 10 Пм; частота ≤ 30 ЭГц

Акустические волны:

1.Инфразвуковые длина волны ≈ 17 м; частоты ниже 20 Гц.

2.Ультразвуковые длина волны $\approx 0,017$ м; частоты выше 20 КГц.

Система комфорта, в зависимости от мощности ее функционирования внутри автомобиля вызывает отрицательное действие на тонкие психические функции: ухудшается внимание, теряется точность расчета, проявляется беспечность и замедляется быстрота реакции. Наиболее опасное для водителя явление – замедление времени реакции в зависимости от уровня возбуждения коры головного мозга во время движения автотранспортного средства и, в особенности, электромобиля. Может появиться расстройство координации движений.

Признаки, указывающие на воздействие магнитного поля в опасных режимах излучения:

- голосовые изменения;
- двигательное возбуждение;
- выраженные голосовые изменения;
- судороги;
- повышение (понижение) температуры тела;
- учащение (замедление) пульса;
- дыхательные движения (отдышка);
- изменение частоты дыхательных движений и частоты сердечных сокращений;
- ощущение вспышек света (магнитофосфен), возникает при действии магнитного поля на голову;
- раздражение сетчатки;
- воздействие постоянного магнитного поля на затылок повышает порог электрического раздражения руки;
- возникновение слабых ощущений, таких как покалывание, чувство тяжести, ползание мурашек;
- состояние засыпания, наблюдаемое в гипнозе;

- изменение двигательной активности организма, изменение чувствительности к раздражителям;
- ухудшение кратковременной памяти и внимания;
- снижения скорости ответных реакций на раздражители;
- снижение болевого порога;
- ощущение тепла в месте воздействия, схожее с действием солнечных лучей;
- слабое недомогание;
- головная боль;
- головокружение;
- тошнота;
- рвота;
- чувство страха;
- жажда;
- легкая слабость;
- боли в конечностях;
- повышенная потливость;
- повышение температуры тела;
- приступы тахикардии;
- нарушение сердечной деятельности;
- гипертензия.

Таким образом требования к обнаружению опасных зон электромагнитных излучений могут состоять из двух групп требований. Первая группа это требования к обнаружению опасных условий внутри автотранспортного средства. Вторая группа требований это обнаружение опасных условий в географическом месте расположения автотранспортного средства.

Оценивая биологические последствия (эффекты) облучения организмов, удобно делить их на летальные, возникающие в результате действия излучения в больших дозах, и не летальные (сублетальные) инициируемые воздействием излучений в малых и средних дозах. В определенном диапазоне доз наблюдаются эффекты стимуляции, а не повреждения или угнетения таких процессов как клеточное деление, рост и развитие организма.

ГЛАВА 1. ОБНАРУЖЕНИЕ ОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ВНУТРИ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАПРЯЖЕННОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ (В/М) В САЛОНАХ АВТОМОБИЛЕЙ ОКАЗЫВАЮЩЕЙ ВРЕДНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ

В результате проведенного анализа имеющейся опубликованной литературы по информационным воздействиям на психику человека, технологиям управления поведением, а также техническим устройствам, реализующим эти технологии можно сделать вывод, что физической основой технологий, оказывающих вредное воздействие на организм являются сверхнизкочастотные электромагнитные излучения, сверхвысокочастотное или микроволновое излучение по зарубежной классификации. Устройства способные привести к летальным последствиям возможно анализируют сердечный ритм, давление в полости сердца, частоту дыхания, объемный кровоток в аорте и способно оказать влияние на вагус – один из главных нервов в системе иннервации сердца, на медиаторы типа адреналина и ацетилхолина. Это подтверждает наличие информационно-энергетического воздействия на биообъекты.

Таблица – 5. Значения электрических параметров тканей животных и человека в различных частотных диапазонах (удельное сопротивление ρ , ом см) [4].

Частота,	Мышца	Сердечная мышца	Печень	Легкие	0,9 % раствор NaCl
10(Гц)	A 960	A 960	A 840, 1230	A 1100	-
100(Гц)	A 890	A 920	A 890, 1060	A 1100	-
1(КГц)	A 800 980	A 750, 930 Д 830-900 Ж 700-1300	A 770, 800, 970 Д 1000-1600	A 1000 Д 1400-1900	-
10(КГц)	A 760, 880	A630	A685, 860	A90	
100(КГц)	И 170-250 Е 520	И 190-240	A 460 И 220-550 Ж 550-800 К 420	И 165-200	-
1(МГц)	И160-240 Е 200	И 180-230 Ж 400-550 К 400	И 210-420	И 150-280	-
10(МГц)	И 150-170	И 140-180	И 180-260	И 110-150	-
100(МГц)	Л 100-130 И 120-160 Н 140-200 Н 120-150	И 130-170	Л 120-145 И 150-200 Н 180-210 Н 150-180	Л 95-130 И 100-140	60
1(ГГц)	О 75-79 П 81-84 Р 77	П 83 - 100	О 98-106 П 92-100 Р 100	П 137	49 56 53

продолжение таблицы 5

10(Гц)	О 12 С 13	-	О 15-17	-	9
24(Гц)	-	-	-	-	-

Таблица – 6. Значения электрических параметров тканей животных и человека в различных частотных диапазонах (удельное сопротивление ρ , ом см) [4].

Частота	Селезенка	Почки	Мозг	Жировая ткань	0,9 % раствор NaCl
10(Гц)	-	-	-	-	-
100(Гц)	-	-	-	-	-
1(КГц)	А 1000 Ж 260-430	-	Д 500-800 Ж 450-550	А-500-5000 В 1700-2500	-
10(КГц)	-	-	-	-	-
100(КГц)	И250-500	И 150-270	И460-880	-	-
1(МГц)	И 230-380	И 140-250	И 430-700	-	-
10(МГц)	И 150-170	И 120-170	И 200-450	-	-
100(МГц)	Л 85-105 И 110-150 Н 150 Н 120	Л 100-120 И 100-150 Н 130-160 Н 90-140	Л 160-230 И 200-300 И 220-260 И 180-200	Л 1170-1250 И 1500 Н 2200-4300 Н 1700-2500	60
1(Гц)	-	П 81-82	-	О 700-1400 П 1100- 3500 Р 200	49 56 53
10(Гц)	-	-	-	О 240-370 С 210	9
24(Гц)	-	-	-	ф 71	-

Таблица – 7. Значения электрических параметров тканей животных и человека в различных частотных диапазонах (удельное сопротивление ρ , ом см) [4].

Частота	Кость	Костный мозг	Кровь	Плазма	0,9 % раствор NaCl
10(Гц)	-	-	-	-	-
100(Гц)	-	-	Б 166	-	-
1(КГц)	-	-	Б 166 Г 147 Д 120-135 З 130-180	С 60	-
10(КГц)	-	-	Г147	-	-
100(КГц)	-	-	Г147	-	-
1(МГц)	-	-	Г140	-	-
10(МГц)	-	-	Г 90	-	-
100(МГц)	-	И 4100-5300 И 3000-5000	М 82 Н 120-150 Н 80-100	Л 61 М70 Н 80 Н 60	60

1(Гц)	О 150 С 130	О 60-200 С 100	О 64-72 П 80	О 54	49 56 53
10(Гц)	-	-	С 11 С 9,5 Т 9,3	О 9	9
24(Гц)	ф 71	-	Ф 3,8	-	-

Примечание: А – собака; Б – овца при температуре тела 18°. (плазма при 37°); В – собака; Г – кролик, при температуре 20°; Д – кролик, свежие ткани при температуре 23°; Е – кролик, свежие ткани, при температуре 20°; Ж – человек и различные животные, свежие ткани при температуре 23°; З – овца, при температуре 0°; И – человек, измельченные ткани, при температуре 18°; К – кролик, измельченные ткани, при температуре 20°; Л – человек, измельченные ткани, при температуре 37°; М – овца, при температуре 20°; Н – бык и свинья, свежие, при температуре 20°; О – собака и лошадь, свежие ткани и кровь, при температуре 38°, кость и костный мозг при температуре 25°; П – человек, свежие ткани при температуре 23°; Р – бык, измельченные ткани, при температуре 22°; С – человек, свежие ткани при температуре 37°; Т – человек, свежие ткани, при температуре 35°; У – лягушка, свежие ткани, при температуре 25°; Ф – человек, свежие ткани, при температуре 37°.

Таблица – 8. Значения электрических параметров тканей животных и человека в различных частотных диапазонах [4] (Диэлектрическая проницаемость относительно вакуума, ϵ).

Частота	Мышца	Сердечная мышца	Печень	Легкие	0,9 % раствор NaCl
10(Гц)	А 10000*10 ³	А 7000*10 ³	А 16000*10 ³	А 8000*10 ³	-
100(Гц)	А 800*10 ³ У 1000*10 ³	А 800*10 ³ А 820*10 ³	А 900*10 ³ А 850*10 ³	А 450*10 ³	-
1(КГц)	А 130*10 ³ Е 100*10 ³ У 170*10 ³	А 300*10 ³	А 150*10 ³	А 90*10 ³	-
10(КГц)	А 50*10 ³ А 60*10 ³ У 90*10 ³ Е 50*10 ³	100*10 ³	А 50*10 ³ А 60*10 ³	А 30*10 ³	-
100(КГц)	Е 20*10 ³ У 30*10 ³	-	Ж 7000-12000	-	-
1(МГц)	Е 2000	-	Ж 1200- 2000	-	-
10(МГц)	-	-	-	-	-
100(МГц)	Н 69-73 Н 71-76	-	Л 60-75 Н 72-74 Н 70-79	-	78
1(Гц)	О 49-52 П 53-55 Р 61	П 53-57	О 46-47 П 44-52 Р 50	П 35	72 78
10(Гц)	О 40-42 С 29	-	О 34-38	-	66
24(Гц)	-	-	-	-	-

Таблица – 9. Значения электрических параметров тканей животных и человека в различных частотных диапазонах [4] (Диэлектрическая проницаемость относительно вакуума, ϵ).

Частота	Селезенка	Почки	Мозг	Жировая ткань	0,9 % раствор NaCl
10(Гц)	-	-	-	-	-
100(Гц)	-	-	-	A 150*10 ³	-
1(КГц)	-	-	-	A 50*10 ³	-
10(КГц)	-	-	-	A 20*10 ³	-
100(КГц)	-	-	-	-	-
1(МГц)	-	-	-	-	-
10(МГц)	-	-	-	-	-
100(МГц)	H 88-90 H 100-101	H 83-84 H 87-92	H 70-75 H 81-83	H 8-13 H 11-13	78
1(ГГц)	-	П 53-56	-	O 4,3-7,5 П 3,2-6 Р 9,5	72 78
10(ГГц)	-	-	-	O 3,5-9 С 3,6	66
24(ГГц)	-	-	-	Ф 3,4	-

Таблица – 10. Значения электрических параметров тканей животных и человека в различных частотных диапазонах [4] (Диэлектрическая проницаемость относительно вакуума, ϵ).

Частота	Кость	Костный мозг	Кровь	Плазма	0,9 % раствор NaCl
10(Гц)	-	-	-	-	-
100(Гц)	-	-	-	-	-
1(КГц)	-	-	-	-	-
10(КГц)	-	-	Г 2900 Г 2800	-	-
100(КГц)	-	-	Г 2740	-	-
1(МГц)	-	-	Г 2040	-	-
10(МГц)	-	-	Г 200	-	-
100(МГц)	-	И 7-8	H 72-74 H 73-76	H 82 H 76	78
1(ГГц)	O 8	O 4,3- 7,8	O 58-62 П 63	O 69	72 78
10(ГГц)	O 8 С 6,6	O 4,4- 6,6 С 5,8	O 50-52 С 45 Т 48	С 61	66
24(ГГц)	Ф 6.3	-	Ф 3,2	-	-

Летальное действие электромагнитного поля

В таблице приведены экспериментально установленные значения интенсивности и летальности действия электромагнитного поля различных частотных диапазонов, оказывающиеся летальными (при нормальных остальных факторах внешней среды для животных различных видов).

Как видно из таблицы гибель животных наступает в тех случаях, когда под действием электромагнитного поля высокой интенсивности температура тела животных (определяемая по ректальной температуре) повышается до уровня выше критического, т.е. $41-42^{\circ}$. Для крупных животных (собаки и кролики) и $42-43^{\circ}$. для мелких (крысы и мыши). При таких условиях происходит необратимое нарушение терморегуляции в организме и животное погибает.

Явление выделения тепла при поглощении электромагнитной энергии послужило основой для применения полей высокой частоты в медицинской технике.

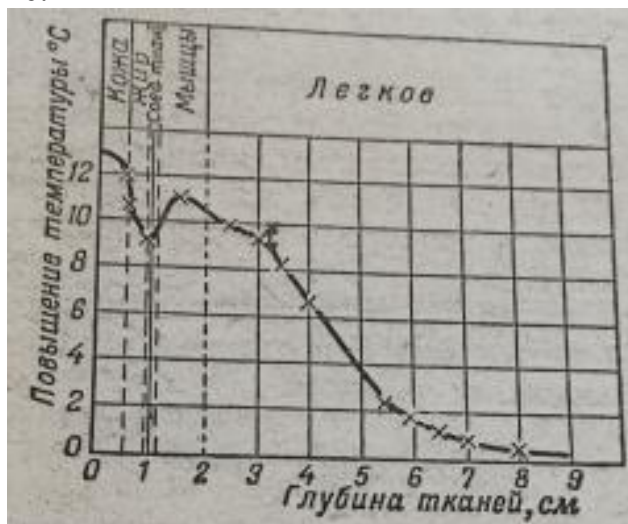


Рисунок – 5. Подъем температуры в тканях животного организма при облучении сантиметровыми волнами.

Мышцы и кожа в 2-3 раза сильнее поглощают энергию сантиметровых волн, чем жировые ткани и кости. Это согласуется с процентом содержания воды в тканях: чем больше содержит воды та или иная ткань, тем больше энергии она поглощает. В соответствии с различной поглощающей способностью тканей происходит неодинаковое повышение их температуры при облучении сантиметровыми волнами [4]. Появляется проблема ожирения у людей использующих микроволновые печи, постоянное использующих мобильный телефон и живущих в среде интернет общения.

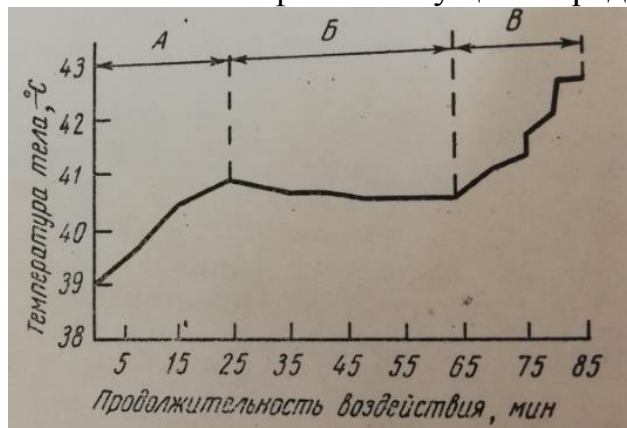


Рисунок – 6. Повышение температуры тела у собаки при общем СВЧ-облучении с большой интенсивностью (2800 МГц , 165 мВт/см^2), что применительно к электротранспорту может расцениваться как появление

опасных условий. А – начальное нагревание, приводящее к учащению дыхания, Б – равновесное состояние, В – нарушение терморегуляции и коллапс.

В серии экспериментов, проведенных с собаками, кроликами, крысами для изучения температурной и других физиологических реакций на воздействие импульсными и непрерывными СВЧ полями высоких интенсивностей (2800 и 200 М гц). на рисунке представлена зависимость повышения температуры тела у собаки при общем СВЧ-облучении с большой интенсивностью (2800 Мгц, 165 мвт/ см²), что применительно к электротранспорту может расцениваться как появление опасных условий для пассажиров , таких как учащение дыхания, нарушение терморегуляции и коллапс.

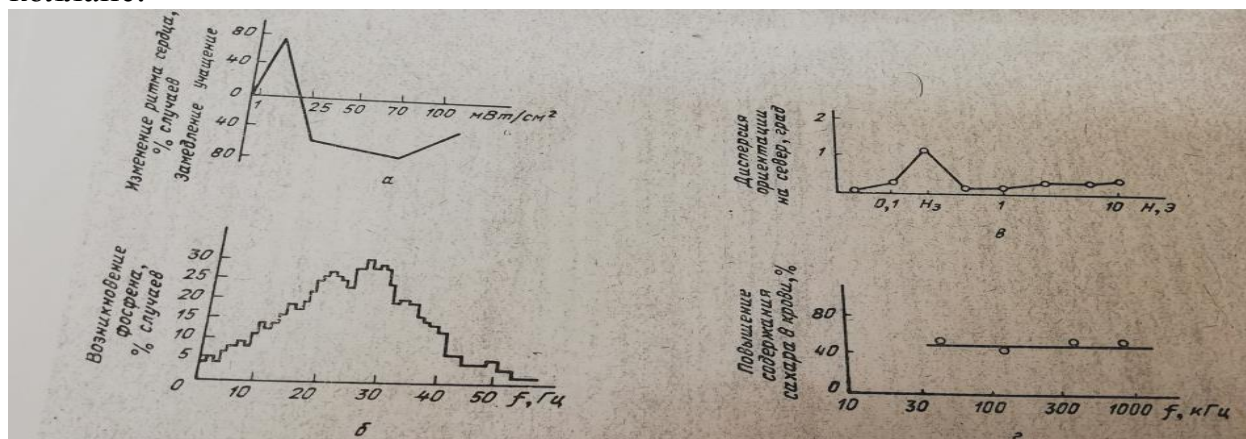


Рисунок – 7. Зависимость биологических эффектов электромагнитного поля от интенсивности (а, в) и частоты (б, г). А (а) – изменение ритма сердца у кролика под воздействием СВЧ – полей; б) изменение ориентации улиток под действием магнитного поля (Н – напряженность горизонтальной составляющей геомагнитного поля) в – возникновение фосфена (ощущения вспышек света) у человека под воздействием низкочастотных полей; изменение углеводного обмена у кролика под действием низко- и высокочастотных полей.

Экспериментальные исследования биологического действия электромагнитных полей в этой части в основном рассматриваются исследования биологических эффектов ЭМП. Эти исследования охватывают всю рассматриваемую область ЭМП – от постоянных полей до миллиметровых радиоволн. Наиболее значимый материал накоплен в исследованиях с УВЧ и СВЧ (Пресман, Гордон, Могендович)– диапазонами; в меньшей мере освоены постоянные магнитные и электрические поля и низкочастотный диапазон. Безусловно необратимы летальные эффекты ЭМП – гибель живого организма под действием ЭМП высоких интенсивностей. С изучения таких экспериментальных эффектов начинается оценка любого биологически действенного фактора, в частности летального действия ЭМП.

В таблице приведены экспериментально установленные значения интенсивности и длительности воздействия ЭМП различных частотных диапазонов, оказывающиеся летальными (при нормальных остальных факторах внешней среды) для животных различных видов. Как видно из

таблицы, гибель животных наступает в тех случаях, когда под действием ЭМП высокой интенсивности температура тела животных (определяемая по ректальной температуре) повышается до уровня выше критического, т. е. до $41-42^{\circ}$ по С., для крупных животных собаки или кролика и $42 - 43^{\circ}$ по С. для мелких (крысы, мыши). При таких условиях происходит необратимое нарушение терморегуляции в организме и животное погибает. Иначе говоря, повышение температуры тела, приводящее к гибели животного, обусловлено тепловым эффектом ЭМП при учете теплообмена организма.

В серии экспериментов, проведенных с собаками, кроликами и крысами для изучения температурной и других физиологических реакций на воздействие импульсными и непрерывными СВЧ полями высоких интенсивностей (2800 и 200 МГц), были установлены следующие закономерности (Михельсон 1961 г., Ховланд 1961 г.), которые могут быть отнесены к цели данной работы: выявление закономерности в зависимости от напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей с сигнализацией о присутствии опасных условий внутри автотранспортного средства.

1. В процессе облучения животных наблюдается три фазы изменения ректальной температуры: начальное повышение, равновесное состояние, быстрое повышение до значений выше критического, приводящее к необратимому повышению терморегуляции и к гибели животного, если облучение не прекращается.

2. При увеличении интенсивности от 100 до 165 мВт/см^2 равновесная фаза укорачивается и может даже совсем исчезнуть, а критическая температура достигается быстрее. При одинаковой интенсивности волны с частотой 2800 МГц вызывают больший тепловой эффект, чем волны с частотой 200 МГц.

3. Под действием наркоза у собак повышается чувствительность к действующему ЭМП – при частоте 200 МГц равновесная фаза укорачивается, а при частоте 2800 МГц исчезает. Характерно, что повышение температуры тела, вызванное переносом животного в помещение с высокой температурой (49° по С.), не зависит от наркоза.

У кроликов и крыс наркоз, наоборот, понижает тепловой эффект при воздействии с частотой 2800 МГц, но повышает его у крыс при частоте 200 МГц.

4. Облучение головы наркотизированной собаки (2800 МГц, 130 мВт/см^2) приводит к такому же повышению температуры. Как и облучение всего тела с большей интенсивностью (165 мВт/см^2) при той же продолжительности воздействия. При облучении же участка туловища, равного по площади облучаемой части головы, тепловой эффект значительно слабее.

5. Продолжительное облучение при интенсивностях 100 и 165 мВт/см^2 (в течении 3-6 часов) приводит к лейкоцитозу (главным образом за счет увеличения количества нейтрофилов), который сохраняется еще через 24 часа после прекращения облучения, когда ректальная температура тела становится нормальной. В то же время отмечается понижение количества

лимфоцитов и эозинофилов, чаще всего через 24 и 48 час. после прекращения облучения. Двухфазно изменяется концентрация эритроцитов: она уменьшается в первые 30-60 мин. облучения, а затем возрастает и возвращается к норме через 24 часа после прекращения облучения.

Эти данные указывают, что гибель животных по действием электромагнитного поля (ЭМП) нельзя рассматривать просто как результат перегрева тела, так как наблюдается ряд глубоких нарушений регуляторных процессов в организме, которые зависят не только от величины электромагнитной энергии, преобразующуюся в тепловую, но и от частоты электромагнитного поля (ЭМП), от локализации воздействия и от физиологического состояния животного.

Таблица – 11. Гибель животных под действием ЭМП разных частотных диапазонов.

Параметры ЭМП	Животные	Летальные значения		Оценка летального исхода		Литературный источник
		Интенсивность ЭМП	Длительность воздействия, мин.	повышение темп., °С.	% смертности	
постоянное магнитное поле	дрозофила	120000 э	60	-	100	Beisher, 1964
50-500 гц 50 гц 500 гц	мышь	650000 в/м	60-120 270 90	-	70-90 50 50	Соловьев 1963
14,88 Мгц 69,7 Мгц	крыса крыса крыса крыса крыса	9000 в/м 5000 в/м 4000 в/м 5000 в/м 2000 в/м	10 100 100 5 100	-	100 80 25 100 83	Фукалова, 1964
200 Мгц	Собака Собака Морская свинка Морская свинка Морская свинка Кролик	330 мвт/см 220 мвт/см 590 мвт/см 410 мвт/см 330 мвт/см 165 мвт/см	15 21 20 20 20 30	5 4,1 5,9 4,2 4,1 6-7	50 25 100 67 100 100	Addington, 1961 Michaelson, 1961
2800-3000 Мгц (импульсн.)	Собака Кролик Кролик Крыса Крыса Крыса	165 мвт/см 300 мвт/см 100 мвт/см 300 мвт/см 100 мвт/см 40 мвт/см	270 25 103 15 25 90	4-6 6-7,5 4-5 8-10 6-7 -	100 100 100 100 100 100	Michaelson, 1961 Тягин, 1958 Лобанова, 1960

10000 МГц (импульсн.)	Крыса	400 мВт/см	13-14	7	100	Мирутиненко, 1964 Baranski, 1963
	Мышь	32 мВт/см	1,7	5,6-7,8	100	
	Мышь	8,6 мВт/см	33	9,2	100	
	Мышь	5 мВт/см	188	6,8	100	
24000 МГц (импульсн.)	Крыса	300 мВт/см	20	5,5	100	Deichman, 1959
	Крыса	28 мВт/см	139	5,5	100	
	Мышь	170 мВт/см	6,3	5,5	100	
	Мышь	37 мВт/см	282	5,5	100	

Из таблицы видно, что описанные эффекты можно рассматривать как результат теплового стрессорного действия электромагнитного поля (стресс, или общий адаптационный синдром – совокупность приспособительных реакций организма на любое опасное воздействие (тепло, химические воздействия, психическая травма). Воздействующий агент (стрессор) стимулирует активность гипоталамуса и выделение гипофизом гормона АКТГ, что в свою очередь активизирует гормональную деятельность коры надпочечников). Действительно, фазы изменения температуры соответствуют трем стадиям стресса – реакция тревоги, стадии резистентности, стадии истощения, а наблюдаемые изменения крови характерны для ранних проявлений теплового стресса.

В пользу теплового периферического раздражения свидетельствуют результаты исследований проведенных в Туланском университете в 1961 году, в которых сравнивались реакции у кошки при локальном нагреве периферических нервов (радиального, лучевого, тройничного и седалищного) металлическим нагревателем, инфракрасными лучами и 3- и 12 – сантиметровыми волнами (10000 и 3000 МГц). Животных подвергали различного вида наркозу, в том числе и глубокому. Во всех случаях, независимо от вида воздействия, при повышении температуры нерва до 46° по Цельсию отмечались реакции, типичные для болевого раздражения: учащенное дыхание, возбуждение (пробуждение от наркоза), учащение сердцебиения, сужение периферических кровеносных сосудов, повышение кровяного давления. Подобные реакции наблюдались и при сдавливании периферического нерва.

Кук (Cook, 1952 г.) сравнивал пороговые интенсивности облучения участка тела человека микроволнами (3000 МГц) и инфракрасными лучами по едва переносимому болевому ощущению. Такое ощущение возникало, когда температура кожи повышалась до 46-47° по Цельсию.

При сравнительно больших размерах облучаемого участка переносимая интенсивность микроволн 800 мВт/см² оказалась в 4 раза большей, чем соответствующая интенсивность инфракрасных лучей. Однако энергия, поглощаемая в поверхностных тканях глубиной 1,5 мм, была примерно одинаковой в обоих случаях, что можно объяснить различием в степени поглощения. Следовательно эффект локального облучения микроволнами обуславливается как будто только преобразованием электромагнитной энергии в тепловую.

Все это указывает на неспецифическое, чисто стрессорное действие ЭМП, такое же, как при нагревании инфракрасными лучами, но это далеко не очевидно.

В сравнительных экспериментах Дейхмана и сотр. 1959 г. облучавших дорсальную поверхность тела крыс инфракрасными лучами и микроволнами с частотой 24000 Мгц (оба вида излучения практически полностью поглощаются в кожном слое), были выявлены иные соотношения. Оказалось, что при одинаковой интенсивности облучения микроволны значительно быстрее нагревают кожные ткани и до более высокой температуры, чем инфракрасные лучи: микроволны – до 45° за 2 мин., а при инфракрасные лучи - 42° – за 12 мин. Подобное различие отмечено и в повышении общей температуры тела (ректальной): до 42° – за 14 мин., и до 39° за 24 мин. соответственно. Наконец для летального эффекта требуется в 8 раз более длительное облучение инфракрасными лучами, чем микроволновыми при такой же интенсивности облучения.

Эти результаты показывают, что при одинаковой теплопродукции в поверхностных тканях животных микроволны действуют на организм значительно эффективнее инфракрасных лучей (судя по повышению температуры тканей, и по повышению общей температуры тела, и по летальному действию). Значит не только тепловой эффект микроволн определяет их биологическое действие, наряду с тепловым микроволны оказывают на организм и иное, «электромагнитное» воздействие.

Особый интерес представляют морфологические изменения, возникающих при многократных слабых воздействиях, начиная от интенсивностей порядка 1 мвт/см². Наиболее чувствительными к таким воздействиям оказываются нервные ткани – кожные рецепторы при облучении миллиметровыми и 3-х сантиметровыми волнами, интерорецепторы и структуры центральной нервной системы при облучении 10-и сантиметровыми и дециметровыми волнами.

Следует отдельно остановиться на структурных изменениях в клетках головного мозга, происходящих при многократных облучениях СВЧ-диапазона малой интенсивности (Толгская, Гордон, 1964). Во-первых, это изменения в межнейронных связях клеток коры головного мозга. Во-вторых при облучении миллиметровыми волнами, сантиметровыми волнами приводит к усиленному размножению клеток микроглии вокруг сосудов мозга, дециметровые волны вызывают дистрофические изменения.

Характерно, что подобного рода изменения в структурах головного мозга обнаружены и под действием ЭМП высокочастотного диапазона и даже под действием постоянного магнитного поля.

Многократные воздействия на крыс ЭМП с частотой 500 кгц при нетепловых интенсивностях (1800 в/м и 50 а/м) приводили к изменениям в синапсах клеток коры головного мозга, в структурах таламо-гипоталамической и ствола мозга (Толгская, Никонова, 1964, Александровская, Холодов, 1965, 1966 г.), а длительное воздействие постоянным магнитным полем 200-300 э на животных (кролики, кошки,

крысы) вызывало дистрофические изменения нейроглии (Нейроглия-вспомогательная ткань мозга. Считалось, что глиальные клетки выполняют только опорно-трофические функции. В последнее время установлено, что клетки глии участвуют в проведении нервных импульсов, а возможно являются «ячейками памяти». Клетки микроглии ведут себя как типичные фагоциты, т.е. по видимому выполняют защитную функцию в нервной системе.) Более интенсивное и длительное воздействие магнитного поля (7000 э, 500 час.) на морских свинок вызвало значительные морфологические изменения (кровоизлияния, отеки, некробиотические процессы) в ряде органов – легких, селезенке, желудочно-кишечном тракте, семенниках (Рыжов, Гарганеев, 1965 г., Торопцев).

Обобщив данные исследований с многократными воздействиями ЭМП малых интенсивностей, можно сделать следующие заключения:

1. Морфологические изменения в тканях и органах под действием ЭМП различных частот и постоянного магнитного поля могут появляться и в отсутствие какого-либо существенного теплового эффекта. По-видимому они возникают за счет кумуляции каких-то функциональных нарушений регуляции обменных процессов.

2. Наиболее часто наблюдаются морфологические изменения в тканях периферической и центральной нервной системы, нарушающие ее регуляторные функции как за счет разрыва соответствующих связей, так и за счет изменения структуры самих нервных клеток. Характерно, что такие нарушения однотипны при воздействии ЭМП самых различных частот вплоть до постоянного магнитного поля.

Вместе с тем имеются убедительные экспериментальные доказательства того, что даже резкие морфологические изменения под действием ЭМП высоких интенсивностей нельзя отнести только за счет теплового эффекта. Это можно показать на примере многочисленных исследований по воздействию интенсивных ЭМП на глаза и семенники животных.

Глаза и семенники – органы, бедные кровеносными сосудами. Следовательно они должны сильнее нагреваться под действием ЭМП, чем органы, в которых возможен интенсивный отвод тепла за счет усиления кровотока. В ряде экспериментальных исследований обнаружено возникновение катаракты хрусталика глаза под действием СВЧ-полей (Лучевые катаракты, 1959 г. Белова, Гордон, Вильямс, Мерола, Киносита, Карпентер, Ван Уммерсен, Кодан). Установлены следующие закономерности этого эффекта:

1. При однократном облучении глаз микроволнами (от 3-30 сантиметровых) высокой интенсивности в хрусталике возникает катаракта (помутнение), развивающиеся либо сразу после облучения, либо в течение более длительного периода – до десятков дней. Пороговые интенсивности для возникновения катаракты зависят от длительности облучения (120-700 мвт/см² для 270-5 мин. соответственно).

2. Характер развития катаракты, ее локализация и величина практически одинаковы при всех указанных условиях облучения и мало зависят от

частоты микроволн. Отмечается, что импульсные микроволны оказывают более эффективное катарактогенное действие, чем непрерывные.

3. Катаракта возникает и в результате многократных облучений, причем их пороговая интенсивность и продолжительность меньше, чем при однократном облучении (например, 10 сеансов по 30 мин. с интенсивностью 150 мВт/см^2). У людей отмечались отдельные случаи катаракты при хроническом (до нескольких лет) воздействии микроволн с интенсивностью несколько мВт/см^2 .

Изменения в семенниках обнаружены при многократных облучениях животных микроволнами. Облучение 3-х сантиметровыми волнами интенсивностью 100 мВт/см^2 , вызывающее повышение температуры в тканях семенников только на $3,3^0$ приводило к атрофии семенных канальцев, а облучение 10 сантиметровыми волнами с интенсивностью всего $0,3 \text{ мВт/см}^2$ на протяжении 2-3 месяцев приводило к изменениям эпителиальных и промежуточных клеток. Морфологические изменения в семенниках возникали у морских свинок под действием постоянного магнитного поля 7000 Э .

Опасными условиями являются

Электромагнитные волны:

1. Дециметровые /ультравысокие частоты (УВЧ)/ длина волны от 1 м до 10 см; частота от 300 МГц до 3 ГГц.

2. Сантиметровые /сверхвысокие частоты (СВЧ)/ длина волны от 10 см до 1 см; частота от 3 ГГц до 30 ГГц.

3. Миллиметровые /крайневысокие частоты (КВЧ)/ длина волны от 1 см до 1 мм; частота от 30 ГГц до 300 ГГц.

4. Рентгеновское излучение длина волны от 10 нм до 1 пм; частоты от 30 ГГц до 300 ЭГц.

5. Гамма-излучение длина волны $\leq 10 \text{ Пм}$; частота $\leq 30 \text{ ЭГц}$

Акустические волны:

1. Инфразвуковые длина волны $\approx 17 \text{ м}$; частоты ниже 20 Гц.

2. Ультразвуковые длина волны $\approx 0,017 \text{ м}$; частоты выше 20 КГц.

Таким образом при общем СВЧ-облучении с большой интенсивностью (2800 МГц , 165 мВт/см^2), что применительно к электротранспорту может расцениваться как появление опасных условий.

Экспериментальные исследования биологического действия электромагнитных полей в этой части в основном рассматриваются исследования биологических эффектов ЭМП. Эти исследования охватывают всю рассматриваемую область ЭМП – от постоянных полей до миллиметровых радиоволн. Наиболее значимый материал накоплен в исследованиях с УВЧ и СВЧ – диапазонами; в меньшей мере освоены постоянные магнитные и электрические поля и низкочастотный диапазон. Безусловно необратимы летальные эффекты ЭМП – гибель живого организма под действием ЭМП высоких интенсивностей. С изучения таких экспериментальных эффектов начинается оценка любого биологически действенного фактора, в частности летального действия ЭМП. Эффекты

можно рассматривать как результат теплового стрессорного действия электромагнитного поля (стресс, или общий адаптационный синдром – совокупность приспособительных реакций организма на любое опасное воздействие (тепло, химические воздействия, психическая травма). Воздействующий агент (стрессор) стимулирует активность гипоталамуса и выделение гипофизом гормона АКТГ, что в свою очередь активирует гормональную деятельность коры надпочечников). Действительно, фазы изменения температуры соответствуют трем стадиям стресса – реакция тревоги, стадии резистентности, стадии истощения, а наблюдаемые изменения крови характерны для ранних проявлений теплового стресса.

Пороговые интенсивности облучения участка тела человека микроволнами (3000 МГц) и инфракрасными лучами по едва переносимому болевому ощущению. Такое ощущение возникало, когда температура кожи повышалась до 46-47⁰ по Цельсию.

При сравнительно больших размерах облучаемого участка переносимая интенсивность микроволн 800 мвт/ см² оказалась в 4 раза большей, чем соответствующая интенсивность инфракрасных лучей. Однако энергия, поглощаемая в поверхностных тканях глубиной 1,5 мм, была примерно одинаковой в обоих случаях, что можно объяснить различием в степени поглощения. Следовательно эффект локального облучения микроволнами обуславливается как будто только преобразованием электромагнитной энергии в тепловую. Все это указывает на неспецифическое, чисто стрессорное действие ЭМП, такое же, как при нагревании инфракрасными лучами.

Обобщив данные исследований с многократными воздействиями ЭМП малых интенсивностей, можно сделать следующие заключения:

1. Морфологические изменения в тканях и органах под действием ЭМП различных частот и постоянного магнитного поля могут появляться и в отсутствие какого-либо существенного теплового эффекта. По-видимому они возникают за счет кумуляции каких-то функциональных нарушений регуляции обменных процессов.

2. Наиболее часто наблюдаются морфологические изменения в тканях периферической и центральной нервной системы, нарушающие ее регуляторные функции как за счет разрыва соответствующих связей, так и за счет изменения структуры самих нервных клеток. Характерно, что такие нарушения однотипны при воздействии ЭМП самых различных частот вплоть до постоянного магнитного поля.

ГЛАВА 2. РЕКОМЕНДАЦИИ К РАЗРАБОТКЕ СИГНАЛИЗАТОРА О ПРИСУТСТВИИ ОПАСНЫХ УСЛОВИЙ ВНУТРИ АВТОТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Все живые организмы находятся под действием магнитного поля Земли. Самым большим набором биотропных параметров обладает бегущее импульсное магнитное поле. Оно дает возможность резонансного воздействия на органы и ткани. Основу современных представлений о влиянии магнитного поля на живой организм составляет концепция действия магнитного поля как раздражителя [15].

Данные по биологическому действию электрических и магнитных полей сверхнизких энергий (сверхнизких частот нетеплового диапазона) позволяют говорить о них как о вероятном стресс-факторе:

- способность электромагнитных излучений вызывать субсенсорные раздражения в головном мозгу, достаточные для формирования условных рефлексов;
- достаточность энергии электромагнитного поля для того, чтобы уже в начальный период воздействия вызвать отклонение от нормального стационарного состояния системы: либо активацию, либо снижение уровня гомеостаза в зависимости от физиологического состояния биообъекта в момент воздействия и характера действующего поля;
- фазовые колебания показателей биологических эффектов в процессе воздействия;
- невысокие – на 20-30 % среднестатистические отклонения от регистрируемой нормы;
- обратимость многочисленных, физиологических, биохимических, морфологических изменений в организме;
- независимость выраженности и направленности биологических эффектов от амплитудных или частотных параметров электрического или магнитного поля;
- амплитудно-частотные окна.

Воздействие сверхнизкочастотных полей не приводит сразу к патологическим изменениям в биологических системах, а завершается на второй стадии адаптации. Экстремальные раздражители вызывают эффекты дистресса – истощение защитных ресурсов организма, повреждение биологических структур и различные формы патологии. Крайнее напряжение регуляторно - приспособительных механизмов может не обеспечить сохранение и возможность поддержания стабильного устойчивого состояния – гомеостаза, тогда может наступить летальный исход.

В соответствии с появлением электротранспорта водитель может быть подвержен информационно-психологическому воздействию на все компоненты сознания – психические процессы (восприятие, память, воображение, мышление, внимание). Поэтому водитель электротранспортного средства должен быть обучен защите от информационных воздействий на психику и признаки применения и собственно применение микроволновых (которые могут быть

конструкционными устройствами электротранспорта или электромотоцикла) установок на опасных режимах излучения.

В качестве метеорологических значений и ощущений, указывающих на неблагоприятную информационную обстановку, можно выделить реакции организма водителя на воздействие электромагнитных полей радиочастотного и микроволнового диапазона.

В зависимости от продолжительности и интенсивности воздействия электромагнитного поля, радиочастот и микроволн вызываемые изменения в организме подразделяют на изменения от острого термогенного воздействия.

При облучении ощущают тепло в месте воздействия, схожее с действием солнечных лучей, отмечается слабое недомогание, головная боль, головокружение, тошнота, рвота, чувство страха, жажда, легкая слабость, боли в конечностях, повышенная потливость. Отмечается повышение температуры тела, приступы тахикардии, нарушение сердечной деятельности, гипертензия.

Данные по влиянию электромагнитного поля радиочастот и микроволнового излучения свидетельствуют, что выраженность наблюдаемых изменений зависит от интенсивности и времени воздействия. Общая картина изменений представлена в таблице 2.

При взаимодействии с вертикально направленным электрическим полем промышленной частоты верхняя часть головы человека, стоящего на земле, усиливает поле в 18 раз, лицо в 20 раз, затылок в 15 раз, плечи в 8 раз.

Температура окружающей среды, в частности замкнутый электромагнитный контур, который представляет собой электромотоцикл, является основным фактором, который оказывает непосредственное влияние на организм. От температуры зависят глубина и частота дыхания, скорость циркуляции крови, характер кроветворения, снабжение кислородом клеток и тканей, соответственно интенсивность окислительных процессов, а также особенности углеводородного, солевого жирового и водного обмена и работа мышц. Температура от 15 до 25° С составляет зону комфорта, что реализовано в современных автомобилях. Термические факторы влияют на эластичность и периферическое сопротивление кровеносных сосудов, активность симпатической нервной системы и физиохимическое состояние крови, все это может влиять на время реакции водителя на изменения дорожной обстановки.

Между мыслью и физической реакцией существует связь. Процесс реакции водителя на внешнюю обстановку сложен. Простейшая схема представляется следующим образом: органы чувств – зрение, слух – получают информацию о препятствии на дороге, которое затем передается головному мозгу, где происходит осознание информации. После этого мозг «подает команду» рукам и ногам произвести нужные действия по управлению машиной, например, нажать педаль тормоза, повернуть руль. Глаз передает информацию головному мозгу за 0,19-0,35 с, ухо – за 0,15-0,3 с. [16].

При заблаговременной подготовке водителя время реакции может составить 0,08-0,2 с, что меньше физиологического минимума, необходимого для передачи команды головному мозгу. Среднее время реакции (без учета времени испуга и растерянности), можно принимать 0,8-1 с. При длительной езде на повышенной скорости водитель как бы «привыкает» к ней и перестает ощущать ее истинное значение. Недоучет этих обстоятельств и часто встречаемая у водителей уверенность в правильности оценки скорости на основе только своих ощущений, отсутствие привычки контролировать скорость движения по спидометру часто являются причинами происшествий.

С увеличением скорости встречных машин возникает опасность совместного влияния аэродинамических сил, стремящихся повернуть два близко проходящих автомобиля вокруг общего центра. Поэтому, чем больше скорость встречных автомобилей, тем большее расстояние между ними для появления эффекта называемого «динамическим коридором». Динамические габариты автомобиля возрастают с ростом скорости и приводят к наиболее опасному для водителя явлению – замедлению времени реакции.

Система комфорта, в зависимости от мощности ее функционирования внутри автомобиля вызывает отрицательное влияние на тонкие психические функции: ухудшается внимание, теряется точность расчета, проявляется беспечность и замедляется быстрота реакции. Наиболее опасное для водителя явление – замедление времени реакции в зависимости от уровня возбуждения коры головного мозга во время движения автотранспортного средства и, в особенности, электромобиля. Может появиться расстройство координации движений.

Водитель транспортного средства, такого как электромобиль может быть подвержен влиянию магнитных полей таких как электромагнитного, переменного магнитного поля, постоянного магнитного поля, бегущего магнитного поля, импульсного магнитного поля, модулированного поля ультравысоких частот, поля сверхвысокой частоты. Все эти поля оказывают влияние на биообъекты с различной степенью вызываемых реакций организма и прежде всего на психические процессы (восприятие, память, воображение, мышление, внимание).

Среди всего спектра физических полей электромагнитной природы наибольшей биологической значимостью и выраженностью симптоматики выделяются электромагнитные поля микроволнового диапазона [17].

Вследствие возможного психологического влияния облучения электромагнитным полем на водителя, целесообразно применять приборы с немедленной сигнализацией опасности требующих немедленного принятия мер защиты. Такими значениями могут быть: плотность потока энергии, удельная поглощенная мощность и экспозиционная доза, равная или более 50 мВт/см² (2,4 ГГц), 2 Вт/кг и 15 Дж/см² соответственно. Индикаторы должны быть настроены на резонансную область частот.

Требования, предъявляемые к сигнализатору для раннего предупреждения о энергоинформационном воздействии на основе

полученного сигнала от датчика, установленного в автотранспортном средстве могут быть следующие [1, 2]:

- прибор должен сигнализировать при появлении пороговой интенсивности облучения участка тела человека микроволнами (3000 МГц) и инфракрасными лучами по едва переносимому болевому ощущению. Такое ощущение возникает, когда температура кожи повышается до 46-47⁰ по Цельсию;

- прибор должен сигнализировать о магнитном поле 50 Гц индукцией 5 мТл, которое лежит в области подпороговых величин;

- прибор должен сигнализировать о импульсном магнитном поле частотой 1, 10, 100 Гц при длительности прямоугольного импульса 1мс при пороге воздействия 3-0,5 мТл;

- прибор должен сигнализировать о нахождении электромобиля в искаженном геомагнитном поле;

- прибор должен сигнализировать о непрямом действии на зрительный анализатор наведенных электрических токов, при воздействии постоянных магнитных полей 2 Тл в течении нескольких минут могут происходить изменения вкусовых ощущений, в областях тела, находящихся под постоянным воздействием магнитного поля чаще всего районе рук может ощущаться зуд;

- прибор должен сигнализировать о появлении несущих частот в диапазоне 150-450 МГц при напряженности поля, наведенного в мозге, 10-100 мВ/см, которые влияют на поведенческие и физиологические реакции;

- немедленная сигнализация при плотности потока энергии равной 100-300 мВт/см² и частоте 2,45 ГГц вызывающая изменения в хрусталике через 24-48 ч., слезотечение, гиперемия, сужение зрачка и помутнение передней камеры глаза;

- прибор должен сигнализировать о плотности потока энергии равной 100, 300, 500 мВт/см², что приводит к изменению частоты дыхательных движений и частоты сердечных сокращений, изменению электролитного баланса;

- прибор должен сигнализировать о энергии электромагнитных волн с частотой 2,45 ГГц, которая проникает практически до костного мозга, селезенки и тимуса;

- прибор должен сигнализировать о появлении магнитного поля свыше 20 мТл, при которых возникают реакции нервной системы;

- прибор должен сигнализировать о удельной поглощенной мощности 4 Вт/кг, что может быть принято в качестве критического значения, что соответствует 100 мВт/см² (2,45 ГГц) и уровню риска 0,1 %;

- прибор должен сигнализировать о появлении пороговых энергий, при которых наступает микроволново-акустическая реакция человека, как функция ширины импульса для радиочастотной энергии 2450 МГц. У обычного человека, независимо от пиковой плотности мощности и ширины импульса, пороговое значение для отдельного импульса близко к 20 мДж/кг.

Установлено, что требуется плотность падающей энергии приблизительно 40 Дж/см² в импульсе;

- сигнализировать о использовании токов в диапазоне 20-50 мА с частотой повторения импульсов от 1 Гц до 10 кГц, при котором происходит безожоговое преодоление сопротивления мышечных тканей, регламентированном значением порядка 600 Вт. При силе тока выше 250 мА может быть летальный исход;

- сигнализировать о появлении различных комбинаций электромагнитных импульсов длительностью от 20 микро секунд до 1,25 с, повторяющиеся с частотой 25-0,4 Гц и модулируемые на несущей радиочастоте в диапазоне средних и коротких волн, оказывают влияние на отдельные зоны мозга, ответственные как за эмоциональный настрой, так и за работу отдельных внутренних органов;

- применять приборы с немедленной сигнализацией опасности только в особых доказанных случаях, требующих немедленного принятия мер защиты. Такими значениями могут быть: плотность потока энергии, удельная поглощенная мощность и экспозиционная доза, равная или более 50 мВт/см² (2,4 ГГц), 2 Вт/кг и 15 Дж/см² соответственно. Индикаторы должны быть настроены на резонансную область частот. Предельно допустимые уровни плотности потока энергии в диапазоне частот свыше 300 МГц до 300 ГГц, согласно СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»;

- панель прибора с надписями по уровням биологического действия электромагнитных излучений;

- индикатор по частотам, отображаемым на цифровом табло с пояснениями предполагаемых последствий «Изменения под влиянием различных уровней электромагнитного поля»;

- раннее предупреждение о применении энерго-информационного воздействия на основе полученного сигнала от сигнализатора, установленного в электромобиле о превышении уровня сверхвысокочастотного фона или появлении сверхнизкочастотных электромагнитных излучений.

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ
ПЗ-41, ПЗ-50В, МТМ-01, Protek 3290N, АКС-1292, Циклон-05М (А),
Лазерный дозиметр ЛД-07

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ИЗЛУЧЕНИЙ SVAN-912M Soundbook_MK2_8L

ПРИБОРЫ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДПОВЕРХНОСТНОЙ СТРУКТУРЫ Георадар ЛОЗА (Модель В) Ground Penetrating Radar

ПРИБОР ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В СТРУКТУРЕ ПОВЕРХНОСТИ Тепловизор testo 881-3 Profi

ПРИБОРЫ ДЛЯ ПОИСКА СКРЫТЫХ В СТЕНАХ И В ПОЛУ ОБЪЕКТОВ Wallscanner D-tect 100 Bosch D-Tect 150

Допускается использовать прибор частотомер, дефектоскоп, тепловизор

Актуально отображение данных о аэроионном составе воздуха внутри автомобиля с сигнализацией о отклонении количества ионов от уровня 10-30 тыс. пар отрицательных и положительных ионов в 1 кубическом сантиметре воздуха.

В электромобиле должны быть средства для специальных измерений полей радиочастот и приборы для контроля состояния водителя [18, 19, 20].

Актуальной задачей является проектирование датчика или устройства, которое бы регистрировало в реальном времени при движении автотранспортного средства на увеличение содержания в ткани головного мозга аммиака на 56 %, глутаминовой кислоты на 62 %, аспарагиновой кислоты на 41,2 % одновременно при одновременном снижении содержания глутамина на 71,3 % и содержания гамма- аминопомаслянной кислоты, связанной с тормозными процессами нервной системы увеличивающейся на 60%, при которых преобладают в электроэнцефалографии волны дельта-диапазона, что характеризует состояние сна.

Биохимические изменения в мозге при 10-минутном воздействии постоянного магнитного поля 50 мТл приводит к увеличению в ткани головного мозга содержания аммиака на 56 %, глутаминовой кислоты на 62 % аспарагиновой кислоты на 41,2 % с одновременным снижением содержания глутамина на 71,3 %, а содержание гамма - аминопомаслянной кислоты связанной с тормозными процессами нервной системы увеличивается на 60 % появляются веретена, и преобладают в электроэнцефалографии волны дельта диапазона, характеризующие состояние сна и влияющие на заторможенность.

Способом диагностики состояния во время работы может быть регистрация сдвигов в распределении ритмов ЭЭГ в утомленном головном мозге с отображением его состояния на экране информационно-справочной системы через датчики, установленные в кресле. Вариант представлен на рисунке.

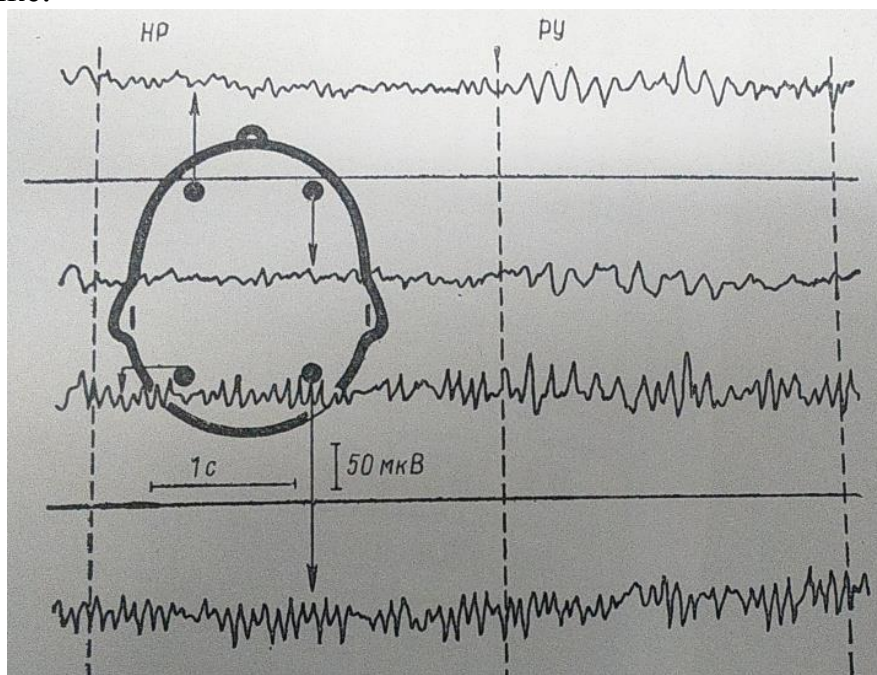


Рисунок 8. – Сдвиги в распределении ритмов ЭЭГ в утомленном головном мозге: НР – нормальный режим; РУ – режим утомления

Из рисунка видно, что при появлении медленных волн на ЭЭГ говорит о приходе мозга к состоянию сниженной функциональной подвижности – торможению, т.е. к засыпанию. Эта реакция может быть реализована в виде индикатора предупреждения о переходе мозга к состоянию, характеризующее притупление внимания во время работы [18].

Ионизация воздуха [21]- процесс превращения нейтральных атомов и молекул газов и других компонентов воздушной среды в ионы - электрически заряженные частицы, несущие положительный или отрицательный заряд. Ионы в воздухе могут образовываться вследствие как естественной, так и искусственной ионизации.

Легкие ионы - это ионы, у которых носителями заряда являются атомы, молекулы и комплексы молекул (т.е. собственно аэроионы). Нормируемыми параметрами ионизованности воздуха являются:

ρ - концентрация легких ионов (количество в 1 см³ воздуха) и P - показатель полярности, равный отношению разности концентраций положительных ρ^+ и отрицательных ρ^- легких ионов к их сумме. Показатель полярности может изменяться от минус 1 до плюс 1. При равенстве количества положительных и отрицательных ионов показатель полярности равен нулю.

Влияние аэроионов на человека многосторонне, оно зависит от полярности аэроионов, например, при недостаточной и избыточной концентрациях аэроионов оно может быть неблагоприятным, а при оптимальных концентрациях ионов отрицательной полярности - стимулирующим. Зонами, воспринимающими аэроионы в организме, являются органы дыхания и кожа.

Основными механизмами ответных реакций организма на воздействие аэроионов являются нервно-рефлекторный, электрогуморальный, адаптационный и катализирующий.

Все эти механизмы запускаются воздействием зарядов и перераспределением электронов между атомами, молекулами и клетками организма с поглощением или выделением энергии связи, с образованием новых молекулярных соединений, при этом регулятором протекающих в организме процессов являются нервная и иммунная системы и мозг.

Нервно-рефлекторный механизм проявляется в воздействии аэроионов на нервные центры, изменении их функционального состояния и далее через них воздействию на весь организм. Первичным звеном воздействия аэроионов через органы дыхания является мембрана рецепторов рефлексогенной зоны верхних дыхательных путей.

Электрогуморальный механизм, т.е. обмен электрическими зарядами под влиянием аэроионов через органы дыхания, происходит в следующей последовательности: аэроионы воздуха - альвеолы легких - венозная кровь - артериальная кровь - ткани - венозная кровь - ионы выдыхаемого воздуха, т.е. этот обмен идет в двух направлениях. При вдыхании происходит

легочный электрообмен - перенос заряда через альвеолы легких от вдыхаемого воздуха к венозной крови и тканевый обмен через стенки капилляров между артериальной кровью и клетками органов, в том числе мозга [22].

Электрообмен, обусловленный воздействием аэроионов, изменяет заряд коллоидов клеток, например, взвешенных в крови эритроцитов, коллоидов мышечной ткани, нейронов центральной нервной системы, и изменяет потенциал коллоидной субстанции мозговых клеток. Это препятствует столкновению коллоидных частиц и их агрегации, обеспечивая стабильное состояние клеток и препятствуя их коагуляции с переходом из золя в гель. При старении происходит снижение заряда клеточных и кровяных коллоидов, увеличивается коагуляция, образуется более грубодисперсная малоионизированная белковая фракция, снижается обмен веществ, и, в итоге, коллоидная суспензия может превратиться в гель, что приводит к летальному исходу.

Положительные аэроионы увеличивают содержание серотонина в слизистой оболочке дыхательных путей, крови и тканях за счет его выхода из тканевых депо. Отрицательные аэроионы снижают содержания серотонина в тканях, ускоряя его ферментативное расщепление. Широкий спектр действия серотонина, как биологически активного вещества, приводит к многостороннему воздействию ионизированного воздуха на организм [23, 24].

В мозговой ткани, в отличие от других тканей, содержание серотонина уменьшается при действии как положительных, так и отрицательных ионов в диапазоне концентраций $2 \cdot 10^3$ - $5 \cdot 10^5$ см³.

Этот эффект может быть одной из причин изменения в поведении и настроении людей при резком изменении ионизации воздуха.

Механизм действия аэроионов на организм человека связан с изменением метаболизма серотонина в мозгу [25].

Имеются данные о связи между электрической активностью обонятельных луковиц и переднего отдела гипоталамуса, что указывает на возможность влияния аэроионизации на вегетативные процессы в организме через ольфакторно-гипоталамические пути [26, 27].

Подкрепление отрицательными аэроионами в умеренных дозах естественного отрицательного заряда биокolloидов действует благоприятно на организм, катализируя в нем протекание всех электрохимических, биохимических и других реакций. Отрицательные аэроионы, как биокатализаторы, активизируют биохимические процессы и окислительно-восстановительные реакции. Причем, для активизации этих процессов не нужно ионизировать все реагирующие молекулы, а нужно лишь запустить эти процессы [28]. Кроме того, аэроионизация, как один из элементов эволюционного экологического развития человека, влияет на защитно-приспособительные реакции (адаптационный механизм) организма.

При оптимальных концентрациях ионов воздух является адекватным раздражителем и способствует оптимизации проявления адаптационных

реакций жизненно важных систем организма и достижению состояния повышенной его устойчивости, например, способствует корреляции пространственной синхронизации корковых биопотенциалов, что приводит к ускорению образования условных рефлексов [29]. Причиной формирования защитно-приспособительных реакций организма в условиях оптимальной аэроионизации является синхронизация биопотенциалов больших полушарий и корково-подкорковых взаимоотношений под действием аэроионов.

В противном случае, например, у людей, длительно работающих в условиях аэроионной недостаточности, постепенно развиваются нарушения функционирования дыхательной, сердечно-сосудистой и нервной систем, которые могут привести к срыву адаптации.

В результате совместного действия указанных механизмов влияние аэроионов на организм сказывается на ряде вегетативных (газовый, минеральный, водный обмен, регенерация тканей, функционирование эндокринных желез, ритм дыхания и сердечных биений, состав крови и др.) и анимальных (возбудимость нервной системы и мышечной ткани) функций отдельных органов и на жизнедеятельности всего организма (рост, моторика, половая функция). Причем длительное воздействие положительных и отрицательных аэроионов при высоких и низких дозах (концентрациях) приводит к неблагоприятным последствиям, а при оптимальных концентрациях - к стимулирующим эффектам.

В настоящее время нормированы параметры только легких ионов. Подход, применяемый к нормированию оптимальных концентраций легких ионов, основан на том, что для нормального функционирования организма необходимо обеспечить нужное количество заряда, которое человек получает при вдыхании за сутки в естественных условиях.

Профилактической и гигиенической считается концентрация легких ионов от 10^3 до 10^4 в см^3 , соответствующая их содержанию в чистом воздухе.

Аэроионизацию с такой концентрацией можно осуществлять круглосуточно во всех обитаемых помещениях. В естественных условиях в 1 см^3 содержится около 10^3 легких ионов, и для взрослого человека за сутки при вдыхании достигают альвеол примерно $8 \cdot 10^9$ ионов. Это значение, принятое за биологическую единицу аэроионизации (БЕ), обеспечивает оптимальный электрообмен организма человека с воздушной средой. Для здоровых людей суточная доза должна соответствовать 2 - 3 БЕ [30].

Для нормализации ионного режима воздуха необходимо:

не загрязнять воздух аэрозолями, а также озоном, окислами азота и другими вредными веществами;

не выходить за пределы допустимых уровней параметров микроклимата (температуры, влажности, линейной скорости воздуха), электромагнитных излучений, электростатических полей, шумов и вибраций.

Таким образом, установлена закономерность во влиянии ионизации на общее состояние организма. Впервые выявлена актуальность отображения данных о аэроионном составе воздуха в внутри автомобиля с сигнализацией

о отклонении количества ионов от уровня 10-30 тыс. пар отрицательных и положительных ионов в 1 кубическом сантиметре воздуха особенно в электромобиле. Установлено, что обязательным условием при гигиеническом применении искусственной ионизации воздуха необходимо исключить высокочастотное электромагнитное поле или постоянное пульсирующее поле с длиной волны, оказывающей вредное воздействие на организм.

Дозиметрия электромагнитных полей сверхвысоких частот

Техника оценки интенсивности облучения в СВЧ диапазоне связана со специфическими трудностями. В этой области длины волн становятся уже сравнимыми с линейными размерами электрических цепей генераторов и с линейными размерами биологических объектов, а в ряде случаев и значительно превышают эти размеры. В связи с этим и элементы генераторов и приемников СВЧ –диапазона, и способы воздействия этими ЭМП на биологические объекты значительно отличаются от того, с чем приходится сталкиваться при более низких частотах (Тулыгин, 1952 г., Пресман, 1954 г., Валитов, Сретенский, 1958 г., Соловьев, 1962, 1963 г).

В СВЧ диапазоне электромагнитные колебания создаются в колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки самоиндукции, а в замкнутой металлической камере – объемном резонаторе.

Электромагнитная энергия может передаваться внутри коаксиальных кабелей или волноводов (металлических труб или диэлектрических стержней круглого или прямоугольного сечения) обладающих волновым сопротивлением, зависящим от геометрических параметров этих линий передачи.

Излучение электромагнитной энергии в виде волн может быть направленным, если в качестве излучателей применяются рупоры и рефлекторы.

При облучении на расстоянии часть энергии отражается от объекта. Но если объект является нагрузкой предающей линии и его полное сопротивление (импеданс) равно волновому сопротивлению линии, то в нем может поглощаться вся передаваемая энергия. В общем случае этого можно добиться, включая между объектом и линией согласующее устройство (трансформатор импедансов).

Оценку интенсивности воздействия СВЧ – полей на людей, участвующих в испытаниях и эксплуатации соответствующих генераторов, а также при дистанционном облучении объектов в эксперименте, проводят по интенсивности облучения ρ , выражаемой в величинах плотности потока мощности обычно в мвт/см² (Пресман, Схван, Ли). Для сравнения условий воздействия СВЧ – полей и более низкочастотных полей Кнорре (1960г) предлагает пересчитывать значения ρ , E , H к величине объемной плотности энергии электромагнитного поля (в эрг/ см³) [31] по формулам

$$W_E = \frac{10^{-8} E^2}{72\pi}; W_H = 2 \pi \cdot 10^{-8} H^2; W_{СВЧ} = 3,3 \cdot 10^{-4} \rho$$

Приборы для измерения интенсивности облучения в СВЧ –диапазоне построены по принципу преобразования энергии СВЧ-полей (после ее калиброванного ослабления) в постоянный ток (при помощи термистора или кристаллического детектора), величина которого и служит мерой интенсивности

Оценку интенсивностей ЭМП низких и высоких частот (примерно до десятков МГц) и в производственных условиях, и в экспериментах с животными чаще всего приходится проводить в зоне индукции. А при этих условиях необходимо разделять величины напряженностей электрической и магнитной составляющих - Е и Н.

Прибор для измерения этих величин в принципе представляет собой вольтметр переменного тока, рассчитанный на исследуемый диапазон частот, соединенный с соответствующей антенной-витком для измерения Н и штырем или диполем для измерения Е. Измеряемые напряженности могут быть определены из соотношений:

$$H = a \frac{V}{K1S};$$

$$E = a \frac{V}{K2h};$$

где:

V – измеряемое напряжение;

a – коэффициент, зависящий от выбора единиц;

K1 и K2 – коэффициенты зависящие от формы и размера антенны;

S – площадь сечения витка;

h – длина штыря или диполя.

В экспериментальных исследованиях по воздействию переменного электрического поля биологический объект помещают между пластинами конденсатора, к которым прикладывается переменное напряжение заданной частоты. При этом следует учитывать и наличие магнитной составляющей ЭМП. Ее воздействием можно пренебречь в том случае, если размеры объекта и конденсатора малы по сравнению с длиной волны λ , соответствующей данной частоте. В исследованиях по воздействию переменного магнитного поля биологический объект помещают внутрь соленоида, питаемого переменным током заданной частоты.

Техника оценки интенсивности экспериментального облучения в СВЧ – диапазоне связана со специфическими трудностями. В этой области длины волны становятся уже сравнимы с линейными размерами электрических цепей генераторов и с линейными размерами биологических объектов, а в ряде случаев и значительно превышают эти размеры. В связи с этим и элементы генераторов и приемников СВЧ-диапазона, и способы воздействия на этими ЭМП на биологические объекты значительно отличаются от того, с чем приходится сталкиваться при более низких частотах (Тулыгин 1952г., Пресман 1954 г., Валитов, Сретенский 1958г.).

Оценку интенсивности электромагнитного поля низких и высоких частот чаще всего приходится проводить в зоне индукции. Для этих условий разработан прибор, представленный на рисунке ИЭМП -1, который позволяет измерять электрическую и магнитную составляющую ЭМП в диапазоне частот от 100 кГц до 300 МГц.

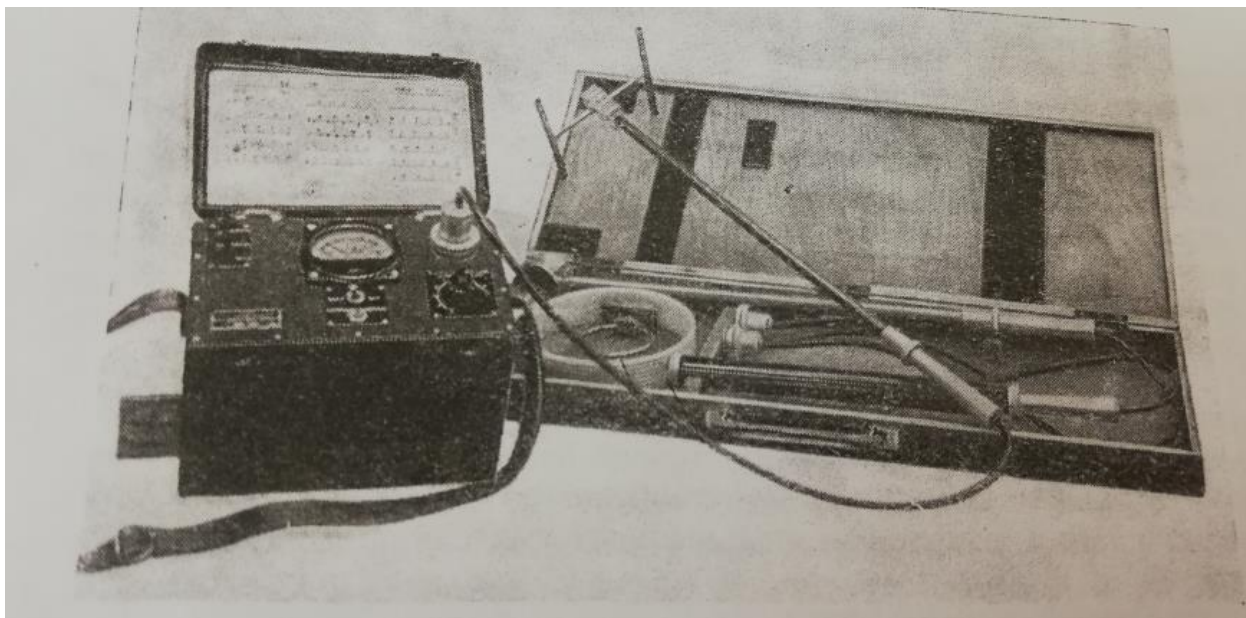


Рисунок – 9. Прибор ИЭМП -1, который позволяет измерять электрическую и магнитную составляющую ЭМП в диапазоне частот от 100 кГц до 300 МГц.

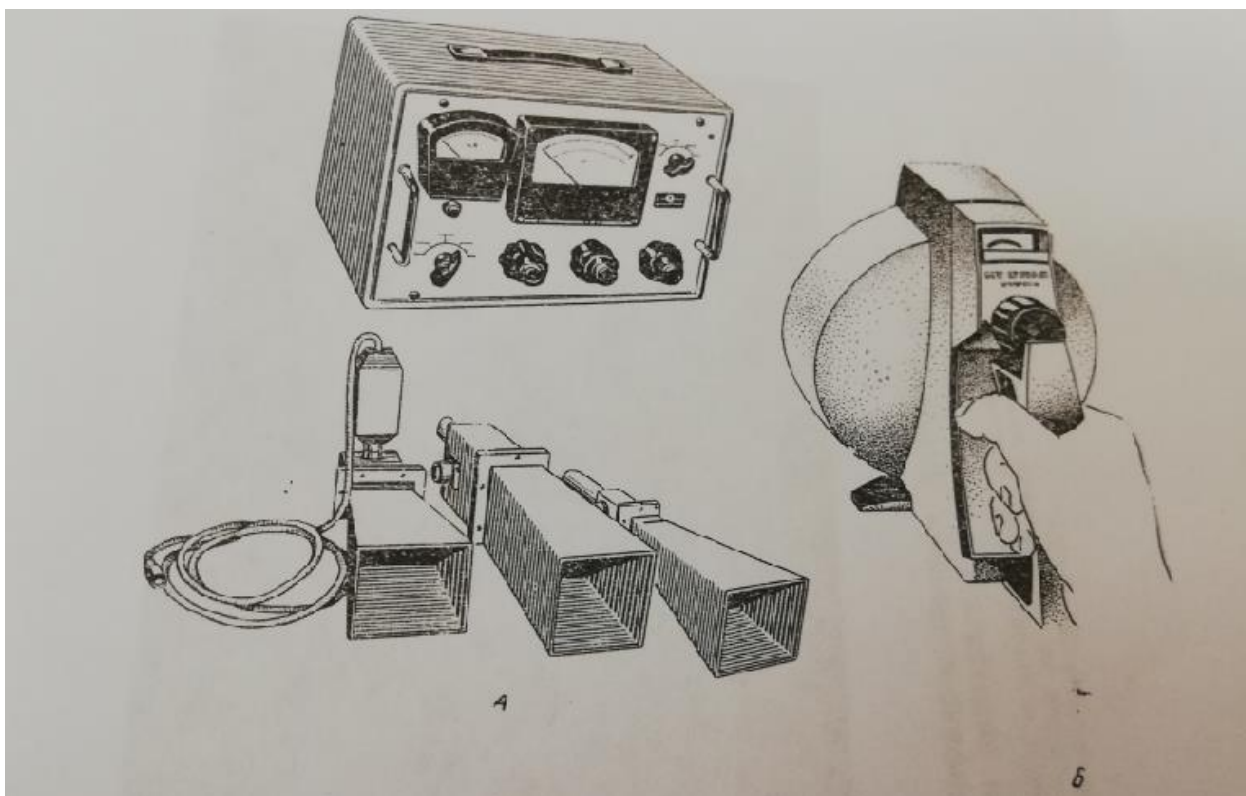


Рисунок – 10. Приборы для измерения интенсивности облучения в СВЧ диапазоне А) – «Медик» 150 – 16700 МГц. Б) - Б86Е1 (200-10000 МГц.)



Рисунок – 11. Прибор для измерения интенсивности облучения в СВЧ диапазоне

Значения излучения электромагнитного поля [8].

Значения электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м)

Значения магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в милли Гауссах - mG)

eme54.by

Рассмотрим на каких значениях электромагнитное поле оказывает влияние на человека.

Значения электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м)

0-10 В/м - Безопасно

10-25 В/м - Немного фонит

25- 40 В/м - Предельно допустимое

40-100 В/м - Есть влияние

100-200 В/м - Влияет на здоровье человека

200 В/м и более - Опасно для здоровья человека

Значения магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в миллиГауссах - mG)

Измерение магнитного поля в Микро Тесла:

0,0-0,15 μT - Безопасно

0,15-0,25 μT - Немного фонит

0,25-0,4 μT - Предельно допустимое

0,4-1,0 μT - Влияет на здоровье человека

1,0-2,0 μT - Сильное влияние на здоровье человека

2,0 μT и более - Опасно для здоровья человека

Измерение магнитного поля в миллиГауссах:

0-1,5 mG - Безопасно (зеленый уровень)

1,5-2,5 mG -Предельно допустимое (желтый уровень)

2,5-10 mG - Влияет на здоровье человека (оранжевый уровень)

10 mG и более - Опасно для здоровья человека (красный уровень)

Результат замеров электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м), магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μ T или в миллиГауссах - mG) представлено в таблице, где желтым выделен предельно допустимый уровень, красным выделены значения опасные для здоровья.

Таблица – 12. Результат замеров электрического и магнитного поля на месте водителя

НА МЕСТЕ ВОДИТЕЛЯ				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
Ноги	0 v/m 0,1 μ T	31 v/m 0,1 μ T	41 v/m 1,40 μ T	49 v/m 1,58 μ T
Руки на руле	0 v/m 0,0 μ T	29 v/m 0,0 μ T	25 v/m 0,30 μ T	27 v/m 0,49 μ T
Руки возле консоли	24 v/m 0,11 μ T	39 v/m 0,0 μ T	45 v/m 1,72 μ T	40 v/m 1,83 μ T
Тело (кресло)	0 v/m 0,0 μ T	0 v/m 0,0 μ T	37 v/m 0,64 μ T	37 v/m 0,42 μ T
Голова	0 v/m 0,0 μ T	0 v/m 0,0 μ T	29 v/m 0,32 μ T	29 v/m 0,40 μ T

Таблица – 13. Результат замеров электрического и магнитного поля на месте пассажира

НА МЕСТЕ ПАССАЖИРА				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
Ноги	71 v/m 0,0 uT	104 v/m 0,0 uT	110 v/m 1,19 uT	107 v/m 12,47 uT
Тело (кресло)	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,86 uT	0 v/m 0,90 uT
Голова	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,90 uT	0 v/m 0,97 uT

Таблица – 14. Результат замеров электрического и магнитного поля на месте пассажира заднего ряда

НА МЕСТЕ ПАССАЖИРА ЗАДНЕГО РЯДА				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
Ноги	41 v/m 0,26 uT	63 v/m 0,15 uT	67 v/m 5,49 uT	67 v/m 28,77 uT
Тело (кресло)	0 v/m 0,11 uT	0 v/m 0,11 uT	0 v/m 0,36 uT	0 v/m 0,48 uT
Голова	0 v/m 0,11 uT	0 v/m 0,11 uT	0 v/m 0,25 uT	0 v/m 0,32 uT

Таблица – 15. Результат замеров электрического и магнитного поля под капотным пространством

ПОД КАПОТНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
На инверторе	0 v/m 0,54 uT	24 v/m 0,86 uT	28 v/m 63,21 uT	28 v/m 75,21 uT
На электродвигателе	0 v/m 0,0 uT	24 v/m 0,83 uT	24 v/m 63,21 uT	29 v/m 75,18 uT
Между двигателем и инвертором	0 v/m 0,16 uT	24 v/m 0,83 uT	24 v/m 26,70 uT	24 v/m 35,15 uT

Таблица – 16. Результат замеров электрического и магнитного поля в багажном отсеке рядом с АКБ.

В БАГАЖНОМ ОТСЕКЕ (РЯДОМ С АКБ)				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
	0 v/m 0,28 uT	0 v/m 0,51 uT	22 v/m 7,80 uT	30 v/m 28,38,0 uT

Из таблицы видно, что предельно допустимые значения получены на месте водителя ноги, руки возле консоли; на месте пассажира во время движения ноги; на месте пассажира заднего ряда ноги; под капотным пространством во время работы двигателя и во время движения на инверторе, на электродвигателе, между двигателем и инвертором; в багажном отсеке рядом с АКБ на полном ходу.

Кроме того, в процессе движения автотранспортного средства происходит изменение электромагнитного излучения за счет присутствия внешних полей от линий электропередач, вышки телерадиопередающего центра, базовых станции сотовой связи и др. [9].

Публикация [32] подтверждает наличие опасных режимов излучения. Это - голова – 20-30 Гц; глаза – 40-100 Гц; вестибулярный аппарат – 0,5-13 Гц; сердце – 4-6 Гц; позвоночник – 4-6 Гц; желудок – 2-3 Гц; кишечник – 2-4 Гц; почки – 6-8 Гц; руки – 2-5 Гц.

При эксплуатации автотранспортных средств, работающих на электротяге, генерируются электромагнитные поля, которые могут нарушить электромагнитную безопасность. При общем облучении сверхвысокочастотным полем возникающие изменения физиологических функций являются отражением теплового стресса, как и при других видах электромагнитной энергии. Необходимо строго различать эффекты, вызванные электромагнитными излучениями с большой интенсивностью и малым временем облучения и низкой плотностью потока энергии и длительным временем облучения от которых зависит тепловое распределение в организме поглощенной энергии. Критерием переносимости электромагнитных излучений по тепловому эффекту следует считать уровень накопления метаболического тепла при физической работе. Удельная поглощенная мощность 4 Вт/кг может быть принята в качестве критического значения, оно соответствует 100 мВт/см² (2,45 ГГц) и уровню риска 0,1 %.

Система комфорта, в зависимости от мощности ее функционирования внутри автомобиля вызывает отрицательное действие на тонкие психические функции: ухудшается внимание, теряется точность расчета, проявляется беспечность и замедляется быстрота реакции. Наиболее опасное для водителя явление – замедление времени реакции в зависимости от уровня возбуждения коры головного мозга во время движения автотранспортного средства и, в особенности, электромобиля. Может появиться расстройство координации движений.

Прямой зависимости в изменениях в биообъекте от частоты, интенсивности и длительности воздействия сверхнизких частот при проявившемся биологическом эффекте нет. Единственное существующее объяснение – это при определенных узких спектрах частот и амплитуд возникают энергетические поля, которые воздействуют на биообъекты, особенно в частном случае на водителя и пассажиров электромобиля.

Любой человек может оценить работу своего мозга по ощущениям основываясь на здравом смысле [33]. Это зрение, слух, обоняние, осязание, вкус. Изменения в ощущениях может быть связано со временем появления различных реакций нервной системы на магнитные поля свыше 20 мТл.

Признаки, указывающие на воздействие магнитного поля в опасных режимах излучения:

- голосовые изменения;
- двигательное возбуждение;
- выраженные голосовые изменения;

- судороги;
- повышение (понижение) температуры тела;
- учащение (замедление) пульса;
- дыхательные движения (отдышка);
- изменение частоты дыхательных движений и частоты сердечных сокращений;
- ощущение вспышек света (магнитофосфен), возникает при действии магнитного поля на голову;
- раздражение сетчатки;
- воздействие постоянного магнитного поля на затылок повышает порог электрического раздражения руки;
- возникновение слабых ощущений, таких как покалывание, чувство тяжести, ползание мурашек;
- состояние засыпания, наблюдаемое в гипнозе;
- изменение двигательной активности организма, изменение чувствительности к раздражителям;
- ухудшение кратковременной памяти и внимания;
- снижения скорости ответных реакций на раздражители;
- снижение болевого порога;
- ощущение тепла в месте воздействия, схожее с действием солнечных лучей;
- слабое недомогание;
- головная боль;
- головокружение;
- тошнота;
- рвота;
- чувство страха;
- жажда;
- легкая слабость;
- боли в конечностях;
- повышенная потливость;
- повышение температуры тела;
- приступы тахикардии;
- нарушение сердечной деятельности;
- гипертензия.

DVMEMF, Детектор микроволнового излучения



Производитель: [Velleman](#)

Описание

Чувствительный микроволновый датчик для проверки утечки СВЧ бытовой техники.
ЖК монитор с подсветкой, звуковая сигнализация.
Диапазон измерений: 0 – 9,9 мВт/см².
Предупреждение: 5,0 мВт/см².
Точность измерений: 1 дБ.
Питание прибора: 9 В (6LR61C).
Рабочая температура: 0 - 40°C.
Относительная влажность: 0% - 85%.

Недостатки:

Невозможность выявления направления действия измеряемого излучения
Неизвестен диапазон измеряемых частот

Рисунок – 12. Детектор микроволнового излучения.

Детектор - это, грубо говоря, лампочка. Если есть излучение - она горит, нет излучения - не горит.



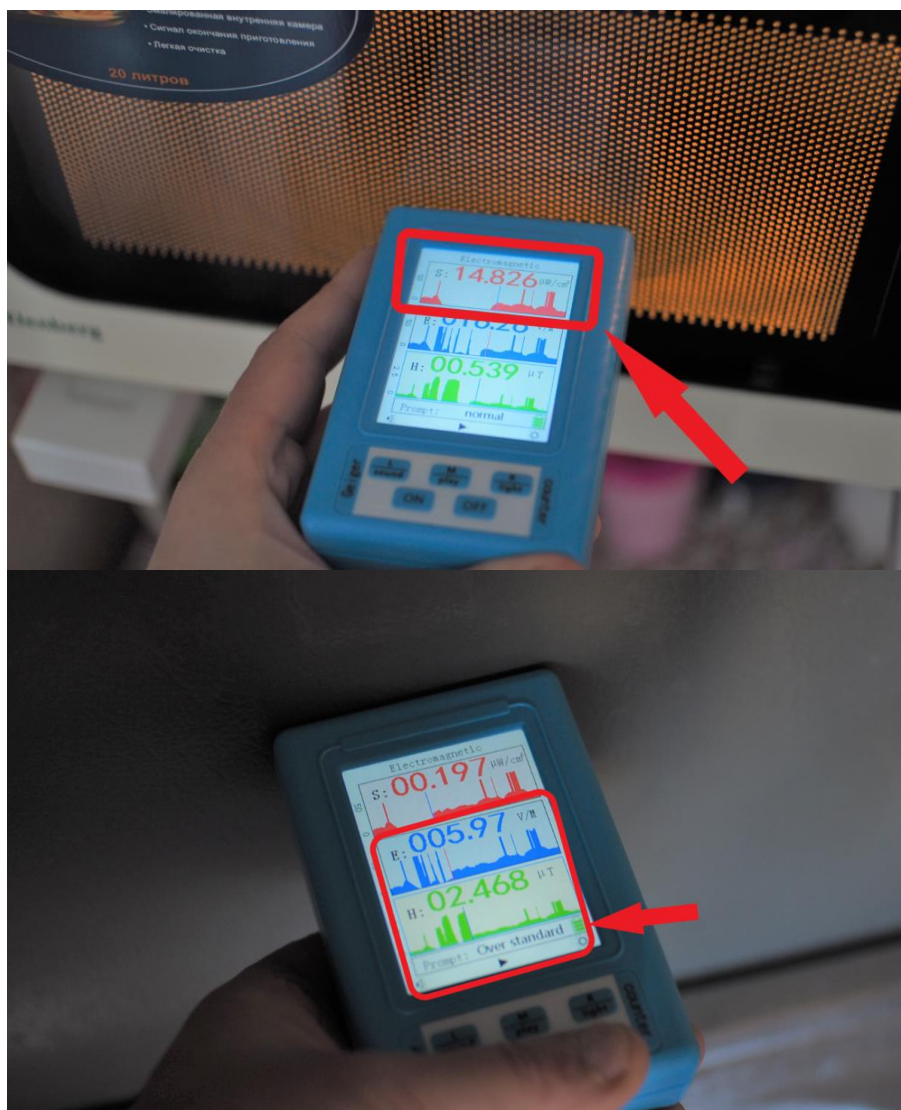


Рисунок - 13. Прибор для измерения излучения от сотовых вышек.

Измеряет детектор 3 величины:

1. Н- это напряжённость магнитного поля.
2. Е- напряжённость электрического поля.
3. S - плотность потока энергии.

S-характеризует мощность излучения во всех диапазонах сотовой связи.

По нормативам внутри жилых помещений плотность потока энергии не должна превышать 10 мкВт/см^2 .

Таблица - 17. Характеристика приборов, рекомендуемых для измерения интенсивности электромагнитного излучения по устаревшему СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96.

Тип	Основная характеристика	Рабочий диапазон частот	Пределы измерения	Погрешность
ПЗ-21 заменяет ПЗ-16	Измеритель напряженности поля с изотропными датчиками	Е: 10кГц – 300 мГц; Н: 100 кГц -30 мГц; ЕиН: 10 кГц - 300 мГц.	Е:1-1000 В/м; Н: 0,5-16 А/м.	Не более 2,5 дБ.
ПЗ-22 заменяет ПЗ-15, ПЗ-16, ПЗ-17.	Измеритель напряженности поля	ЕиН: 10 кГц - 300 мГц.	Е:1-3000 В/м; Н: 0,3-500 А/м.	Не более 2,5 дБ.
ПЗ-23	Измеритель плотности потока энергии	37,5-118 ГГц	0,5-2000 мкВт/см.кв.	Не более 2,5 дБ
ПЗ-22/1	Измеритель напряженности поля	Е: 0,01 – 300 мГц; Н: 0,01 -50 мГц.	Е:1-1000 В/м; Н: 0,3-60 А/м.	Не более 2,5 дБ
ПЗ-22/2	Измеритель напряженности поля	Е: 0,01 – 300 мГц; Н: 0,01 -30 мГц.	Е:30-3000 В/м; Н: 2-500 А/м.	Не более 2,5 дБ
ПЗ-22/3	Измеритель напряженности поля	Е: 0,01 – 1000 мГц; Н: 0,01-300 мГц.	Е:1-100 В/м; Н: 0,1-40 А/м.	Не более 2,5 дБ
ПЗ-22/4	Измеритель напряженности поля	Е: 0,01 – 300 мГц; Н: 0,01 -300 мГц.	Е:1-3000 В/м; Н: 0,1-500 А/м.	Не более 2,5 дБ
ПЗ-18,ПЗ-19,ПЗ-20.	Измеритель плотности потока энергии	0,3-39,65ГГц	0,32 мкВт/см.кв. 0,100 мкВт/см.кв.	Не более 2,5 дБ

Приближенное соответствие показаний шкалы измерителя (в микроамперах) величинам мощности излучения в мкВт/см.кв приведено в таблице .

Таблица - 18. Приближенное соответствие показаний шкалы измерителя (в микроамперах) величинам мощности излучения в мкВт/см.кв.

U _{вх} ,mv	0,65	1,76	2,87	3,97	5,08	6,19	7,3	8,41	9,52	10,62
Показания, μ А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W,мкВТ/см.кв.	4,4	32,0	85,1	163,7	267,7	397,2	552,1	732,5	938,3	1169,6

Тем самым, отклонение стрелки прибора на даже 1...2 деления (микроампера) уже свидетельствует об опасном уровне СВЧ излучения. Если же стрелка отклоняется на полную шкалу (т.е. прибор зашкалил), то уровень излучения, однозначно, является опасным (превышает 1000 мкВт/см²). Нахождение там, где присутствует такой уровень, допустимо лишь на 15-20

минут. Кстати, в соответствии даже с современными санитарными нормами (не говоря уже о советских) уровень сверхвысокочастотного излучения в месте, где находятся люди, даже кратковременно не должен превышать указанную (предельную) величину. Это может указывать на применение технологий энергоинформационного воздействия - микроволновых установок на опасных режимах излучения.

Таблица – 19. Диапазоны частот и пороговые уровни интенсивностей (плотность потока энергии или напряженностей электромагнитного поля) начиная с которых у облученных электромагнитным импульсом происходит повышение температуры на один градус.

Название электромагнитного излучения по длине волны	Диапазоны частот	Средние (пороговые) уровни интенсивностей или напряженностей электромагнитного излучения, начинающие вызывать повышение температуры тела.
Микроволны (энергии квантов $10^{-6} - 10^{-3}$ эВ)		
Миллиметровые	300-30 ГГц	7 мВТ/см ²
Сантиметровые	30-3 ГГц	10 мВТ/см ²
Дециметровые	3-0,3 ГГц	40 мВТ/см ²
Радиочастоты (энергии квантов $10^{-9} - 10^{-6}$ эВ)		
Ультракотковолновые	300-30 ГГц	150 В/м
Коротковолновые	30-3 ГГц	2250 В/м
Средневолновые	3-0,3 ГГц	8000 В/м
Сверхнизкие частоты (энергии квантов $10^{-14} - 10^{-9}$ эВ)		
Километровые и многокилометровые	0-300 кГц	Устойчивого повышения температуры тела не происходит даже при высоких интенсивностях

Время появления различных реакций нервной системы на магнитные поля свыше 20 мТл. приведено в таблице .

Таблица – 20. Время появления различных реакций нервной системы на магнитные поля свыше 20 мТл.

Время	Виды реакций
Секунды (1-3)	Нет
Десятки секунд	Сенсорная, ЭЭГ, условно рефлекторная.
Минуты	Изменения в двигательной активности, сенсорных процессах, электрической активности, УР и морфологии.
Часы	Дистрофические изменения.
Сутки	Деструктивные изменения.

Приборы для измерения магнитного поля приведены в таблице.

Таблица – 21. Приборы для измерения магнитного поля

Цифровые магнитометры серии Bell 5100 (пр-во США)	
	Назначение: предназначены для точного и быстрого измерения постоянных и переменных магнитных полей. Bell 5170 и 5180 оснащены активным LCD дисплеем, который отображает все необходимые параметры и значения наглядно даже в ухудшенных условиях освещения. Благодаря этому Вы можете работать с точностью 1% и применять функции Auto Zero, Min./Max./Peak, Hold, Auto Range, True RMS (истинно среднеквадратические показания), True Peak (истинно пиковые значения) и Relative Mode (относительные измерения). Оба прибора имеют сходные базовые функции, единицы измерения Гаусс, Тесла, Ампер/метр. Модель 5180 кроме всего оснащена аналоговым выходом (± 3 В FS) и коммуникационным портом USB. Все приборы поставляются с эталоном обнуления, руководством по эксплуатации на русском языке, чехлом, четырьмя АА батареями и базовым датчиком.

В 1990 годах выпускались приборы ПЗ-13 и ПЗ-9. Они представляют собой измерители мощности, состоящие из термисторного моста и комплекта выносных термисторных головок с набором измерительных антенн узконаправленного действия (рупорного и логарифмического типов). Они предназначены для измерения электромагнитного поля в диапазоне частот 0,3-37,5 ГГц. В дальней зоне излучения. Аппаратуры для измерений в наиболее коротковолновой части диапазона менее 8 мм в 1990 году не существовало.

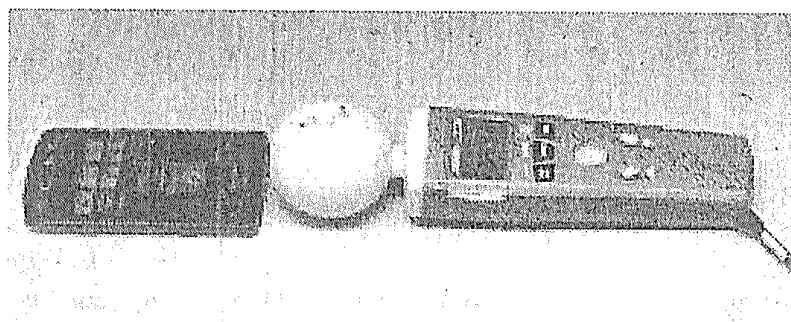


Рисунок – 14. Внешний вид измерителя уровня электромагнитного фона АТТ 2592.

Технические характеристики измерителя АТТ-2592:

- метод измерения изотропный;
- датчик 3-канальный;
- диапазон частот – 50 МГц...3,5 ГГц;

- динамический диапазон – 75 дБ;
- единицы измерения мВ/м, В/м, мкА/м, мА/м, мкВт/м², мВт/м², мкВт/см²;
- диапазон измерений:
 - а) напряженности электрического поля – 20 мВ/м...108В/м с разрешением 0,1 мВ/м;
 - б) напряженности магнитного поля – 53 мкА/м...286,4 мА/м с разрешением 0,1 мкА/м;
 - в) плотности потока энергии – 0 мкВт/м²...30,93 Вт/м² с разрешением 0,001 мкВт/м²;
- отображение текущего, максимального, среднего и максимально среднего значения;
- частота дискретизации 2 раза в секунду;
- автовыключение через 15 мин.

Основные параметры высокочастотного излучения, применяемого при психотронной обработке и подпадающие под классификацию опасных условий при географическом месте расположения автотранспортного средства. В то время как, а больших городах преобладает так называемый сетевой метод психотронной обработки, когда излучающий генератор импульсов подключается к бытовым сетям жилых зданий.

Это не исключает применение портативных и передвижных радиопередатчиков средней мощности обеспечивающих направленную трансляцию импульсных сигналов при психотронной обработке в радиусе нескольких квартир или на ограниченных площадях населенного пункта. Очень важно подчеркнуть, что в основе психотронной обработки лежит не мощность электромагнитного сигнала, а его специфическая частота и характер модуляции энергетического импульса, непосредственно воздействующего на ту или иную зону мозга. Ниже приводятся три серии частот, на которых работают как сетевые биогенераторы, так и радиопередатчики психотронной обработки.



Рисунок – 15. Принцип возникновения слухового эффекта.

I-ый канал психотронной обработки (ПТО) – серия частот: основная частота (длина волны) $1,8 \pm 0,05$ МГц (167 м) первая гармоника $3,6 \pm 0,05$ МГц (83,5 м) вторая гармоника $7,2 \pm 0,05$ МГц (41,7 м). Эта серия частот условно связывается с резонансными электрофизическими параметрами левого полушария мозга. Психотронная обработка (ПТО), проводимая на этих частотах, в зависимости от формы модулированного импульса, оказывает влияние (подавление или активацию) на аналитические способности, на оперативную память; инициирует аффект радиозвука, нарушение речи, безразличие к происходящим событиям, снижает дееспособность.

II-ой канал психотронной обработки (ПТО) – серия частот: основная частота (длина волны) $1,1 \pm 0,05$ МГц (275 м) первая гармоника $2,2 \pm 0,05$ МГц (136 м) вторая гармоника $4,4 \pm 0,25$ МГц (68 м). Эта серия частот условно связывается с резонансными электрофизическими параметрами правого полушария мозга. Психотронная обработка (ПТО), проводимая на этих частотах, в зависимости от формы модулированного импульса, подавляет (возбуждает) эмоции; ассоциативную интерпретацию событий и информации.

Биевание одной из несущих частот I-ого или II-ого каналов вызывает болевые ощущения в области мозжечка и инициирует расстройство вестибулярного аппарата, сонливость, чувство подавленности, неосознанного страха, внутреннюю дрожь.

III-й канал частот. Для усиления акустических явлений в объеме мозга одновременно с активирующим излучением в мегагерцевом диапазоне радиоволн, ведется дублирующая трансляция того-же сигнала на несущих

частотах килогерцового диапазона 2,0...6,0 кгц. Основной характеристикой ВЧ электромагнитных полей при психотронной обработке является излучение электрических импульсов с высоким градиентом нарастания и спада напряженности электромагнитного поля в каждом импульсе.

Приведем несколько примеров в графической интерпретации модуляций импульсных сигналов, вызывающих психоневрологические и физиологические реакции.

Форма огибающей амплитудно-модулированного сигнала – трапецеидальная с большой крутизной подъема и спада частотах 2,2 и 3,6 МГц. Этот тип сигнала вызывает болезненное давление на барабанную перепонку и область за мочкой ушной раковины. Напротив, этого места находится нижняя височная зона, а которой суммируются визуальные и слуховые впечатления.

Форма сигнала прямоугольная. Трансляция такого вида получила название «огневка». Она вызывает ожоговую реакцию по всему кожному покрову тела. Проводится с целью активации термоупругого центра или речевого центра (зона Брока), ответственного за развитие эффекта радиозвука.

Форма сигнала трапецеидальная пологая. Сигнал такого типа получил название «Теплоход», вызывает чувство спокойного безразличия, ... Импульсное высокочастотное электромагнитное поле, вызывающее приступ кашля, спазмы гортани, позывы к дефекации, навязчивые запахи, приступ аритмии.

Облучение с модуляцией импульсов, следующих с частотой 8-10 Гц на несущей частоте 4,4 и 7,2 МГц вызывает ощущение сфокусированного теплового пятна, или даже приступ жара и потливости. Такие же импульсы, следующие с частотой 4 Гц, вызывают жжение в области позвоночника.

Основой метода психотронной обработки лежит резонансная раскачка электромагнитными волнами (радиоволнами) групп нейронов определенных участков (зон) мозга. При этом напряженность электромагнитного поля незначительна и сравнима с напряженностью полей, создаваемых обычными вещательными радиостанциями. Проблема самозащиты рассматривается на уровне кодирования мозга техническими радиополями мегагерцового диапазона частот, к которым, как оказалось, предрасположен человек от природы.

В то же время в связи со сложными электрофизическими явлениями в структуре мозга и вследствие возможных резонансных наводок высоких гармоник, симптомы сенсорного взаимодействия отмечаются некоторыми реципиентами, подвергнутыми усиленной психотронной обработке. По этим причинам технические способы снятия радиочастотного кодирования в то же время снижают восприимчивость к высшей целенаправленной навязчивой информации на лептоновом уровне.

Полностью экранироваться от радиоволн среднего и короткого диапазонов волн бытовыми средствами практически невозможно. Самозащита от психотронной обработки строится на других принципах.

Уменьшить склонность человека к резонансному восприятию направленных радиоволн можно за счет изменения электрофизических параметров тела и мозга, или, с позиций биоэнергетики, за счет усиления биополя организма. Большое количество примеров говорит в пользу того обстоятельства, что психотронная обработка не достигает цели, пока естественное биополе человека не разрушено настолько, что не может противостоять внешним электромагнитным (радио) полям. Поэтому любые действия, сводящиеся к нормализации биоэнергетики организма дают положительные результаты в защите от психотронной обработки.

При проектировании приборов для измерения биологических рисков таких как, риск заболевания, риск сокращения продолжительности жизни, риск смертельного исхода необходимо знать значения дозы, при которых возможно появление этих рисков.

Пороговая плотность потока мощности при реакции центральной нервной системы на электромагнитное поле 10 мВт/см^2 - начинается биологическое действие микроволн.

Переменное магнитное поле 50 Гц индукцией 5 мТл лежит в области подпороговых величин. Переменное магнитное поле ощущается в виде вспышек света (магнитофосфен) возникает при действии на голову человека с индукцией свыше 20 мТл и частотой 10-100 Гц. Интенсивность зрительного ощущения наибольшая при 20 Гц - возникновение электродвижущей силы индукции вызывающее раздражение сетчатки. Порог переменного магнитного поля располагался 10 мТл при частоте 20 Гц. Длительность последствия 30 мин. Длительность ощущения светового воздействия зависит от продолжительности магнитного импульса.

Воздействие постоянного магнитного поля на затылок повышает порог электрического раздражения руки.

Биохимические изменения в мозге при 10-минутном воздействии постоянного магнитного поля 50 мТл приводило к увеличению в ткани головного мозга содержания аммиака на 56%, глутаминовой кислоты на 62% аспарагиновой кислоты на 41,2% одновременно наблюдается снижение содержания глутаминна на 71,3% содержание гамма-аминомасляной кислоты связанной с тормозными процессами нервной системы увеличивается на 60% появляются веретена и преобладает в ЭЭГ волны дельта диапазона, что характеризует состояние сна.

Бегущее магнитное поле создает лидирующее число реакций при частоте 10 Гц. Частоты 1 и 1000 Гц вызывают примерно одинаковые сенсорные реакции. Наибольшая реакция на бегущее импульсное магнитное поле 10 Гц формируется в головном мозгу.

Импульсное магнитное поле частотой 1, 10, 100 Гц при длительности прямоугольного импульса 1мс при пороге воздействия 3-0,5 мТл. вызывает сенсорную реакцию. При воздействии импульсного магнитного поля наблюдается возникновение слабых ощущений таких как покалывание, чувство тяжести, ползание мурашек.

Импульсное магнитное поле физиологически более активно, чем переменное магнитное поле. Реакция заключается в изменении отражательных свойств кожи порог реакций на импульсное магнитное поле 2,5 – 5 мТл., для переменного магнитного поля 5-30 мТл.

Нахождение организма в искаженном геомагнитном поле может приводить к эффектам, проявляющимся в нарушении регуляторных функций центральной нервной системы и сердечно-сосудистой системы. Предположительно созданная сеть ретрансляторов, функционирующих круглосуточно экранируют естественное геомагнитное поле земли, что может влиять на развитие остеопороза, ухудшение кратковременной памяти и внимания, снижения скорости ответных реакций на раздражители, снижение болевого порога, изменения альфа ритмов головного мозга.

Слабые поля вызывают отчетливые изменения поведенческих реакций, в частности двигательной активности. В переменном магнитном поле сверхнизкочастотный эффект ориентации может возрастать в 3-4 раза, например, у голубей при частоте 1-8 Гц и интенсивности 4-40 А/м. При нормальном геомагнитном поле 46 мкТл птицы правильно выбирают направление полета, при ослаблении в 2-4 раза или усилении в 2 раза полностью теряется ориентация и начинается беспорядочное метание в пространстве, что может быть указывать о нахождении автомобиля в искаженном геомагнитном поле.

Такая поведенческая реакция была объяснена наличием в организме не только птиц, рыб, но и человека «биогенного магнетита» Fe_3O_4 , представляющего собой ферритмагнитные нано кристаллы, которые получили названия магнитосом. В многочисленных исследованиях Ф. Брауна и других авторов достоверно установлено, что животные различных видов – черви и улитки ориентируются в своих передвижениях по геомагнитному полю. Оказалось, что направление и величина отклонений улиток при передвижениях зависят от времени суток, от фаз Луны и подвержены влиянию слабого магнитного поля.

Многочисленные гигиенические обследования показали, что у людей, систематически подвергающихся воздействию электромагнитного поля радиочастот (при испытаниях и эксплуатации промышленных генераторов, обслуживании радио и телепередатчиков, электротранспорта и инфраструктуры зарядных станций) возникают обратимые функциональные изменения нейро - гуморальной регуляции. Еще в 70-е годы установлены допустимые интенсивности электромагнитных полей для СВЧ 0,01 мВт/см², для УВЧ – 5 В/м, для ВЧ – 20 В/м [4].

Система живого организма регулирует скорость распространения электрических импульсов в нервах, передает в центральную нервную систему информацию о боли и связана с психическими функциями. Система контролирует общее поведение и через нее осуществляется воздействие магнитного и электрического полей Земли на животных и человека. Процесс жизнедеятельности любого организма носит колебательный характер,

благодаря чему обеспечивается координация процессов во времени, согласование их с периодическими процессами в биосфере.

При изучении колебательной организации на молекулярном и клеточном уровнях вырисовалась иерархическая система колебаний элементов на этих уровнях и синхронизации колебаний в объединениях этих элементов в постоянно усложняющиеся структуры. На рисунке представлено распределение поверхностного электрического потенциала по телу человека и ящерицы.

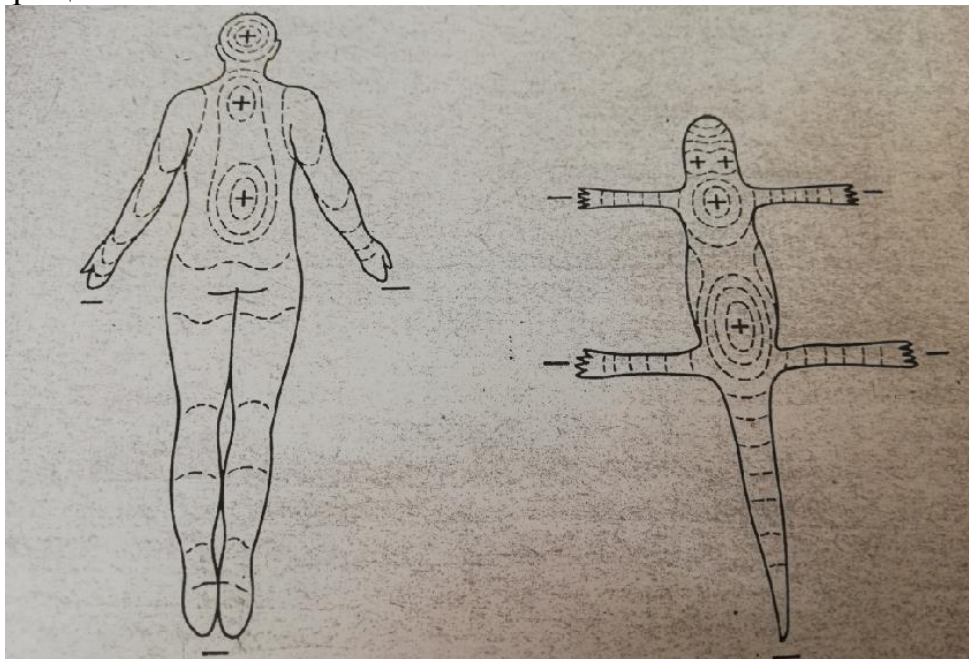


Рисунок – 16. Распределение поверхностного электрического потенциала по телу человека и ящерицы.

Макромолекулы (белки, ферменты, нуклеиновые кислоты) совершают конформационные колебания, связанные с изменением их формы и эффективного объема. Путем «захватывания» частоты колебаний одних молекул частотой колебаний других происходит синхронизация – образование синхронно-колеблющихся ансамблей макромолекул. Такого рода синхронизированные колебания макромолекул, объединенных в органеллах клетки (ядро, митохондрии, рибосомы) должны приводить к колебаниям размеров и формы органелл, которые, в свою очередь, будут образовывать синхронно колеблющиеся ансамбли. Синхронно колеблющиеся ансамбли макромолекул, связанных с поверхностью клеток, будут приводить к колебаниям последних и синхронизации колебаний на клеточном уровне.

Следует отметить две характерные черты конформационных колебаний макромолекул, органелл и клеток.

Во-первых, эти колебания связаны с поглощением и выделением весьма малых квантов энергии ($h\nu \ll kT$), т.е. соответствуют частотным диапазонам от СВЧ к более низкочастотным.

Во-вторых, эти колебания всегда связаны с электромагнитными; в макромолекулах – это флуктуации электрического и магнитного моментов распределения поверхностного электрического заряда, соотношения

поверхностных полярных и неполярных групп; в органеллах и клетках – это флюктуации распределения поверхностного заряда, изменения мембранного потенциала, вариации постоянного дипольного момента. Следовательно, взаимодействия между этими осцилляторами, ограничиваемы длиной волны, могут происходить на достаточно больших расстояниях – порядка сантиметра для СВЧ диапазона и значительно больших для высоких и низких частот. Эти взаимодействия посредством слабых сигналов электромагнитного поля обеспечивают не только синхронизацию колеблющихся элементов, ни и их взаимоориентацию за счет дипольных взаимосвязей.

У человека кристаллы магнетита распределены в мозжечке, среднем мозгу, базальных ганглиях, надпочечниках.

Возможно современные стандарты радиопередающих станций создают условия для выработки магнитотаксическими бактериями кристалликов магнетита, что приводит к искажению геомагнитного поля и человеческий биоорганизм с повышенным уровнем магнитосом в мозжечке, среднем мозгу, базальных ганглиях, надпочечниках становится подвержен влиянию псевдомагнитного поля создаваемом станциями мобильной связи на рефлекторном уровне появляются несвойственные поведенческие реакции с границами от электросна до возбуждения вплоть до агрессии.

Белок – фоторецептор криптохром является частью системы магниторецепции и играет роль биологического навигатора, откликаясь на перемену направления геомагнитных силовых линий в трехмерном пространстве атмосферы и посылая визуальный сигнал из сетчатки глаза в кору головного мозга. Отметим, что искусственное искажение геомагнитного поля излучениями передающих станций влияет на ориентационный рефлекс биоорганизмов.

При действии переменного магнитного поля могут наблюдаться только характерные для этого поля явления зрительных ощущений, так называемые фосфены. Принято считать, что они являются результатом непрямого действия на зрительный анализатор наведенных электрических токов. При воздействии постоянных магнитных полей 2 Тл в течении нескольких минут могут происходить изменения вкусовых ощущений. В областях тела, находящихся под постоянным воздействием магнитного поля чаще всего рук может ощущаться зуд. Объективно отмечаются изменения со стороны сосудистой и капиллярной сети, окраски кожных покровов, может появиться отечность и уплотнения кожи. На ладонной поверхности кистей кожа становится истонченной. Сенситивные нарушения заключаются в гипертензии.

Для несущих частот в диапазоне 150-450 МГц поведенческие и физиологические реакции наблюдали при напряженности поля, наведенного в мозге, 10-100 мВ/см. В указанной полосе несущих частот такие уровни напряженности поля в мозге человека соответствуют интенсивности воздействия излучения в интервале 0,1-1 мВт/см² или напряженности электрического поля в воздухе примерно 19-61 В/м.

Острое электромагнитное облучение приводит сразу к слезотечению, гиперемии, сужению зрачка и помутнению передней камеры глаза. При плотности потока энергии равной $100\text{--}300 \text{ мВт/см}^2$ и частоте $2,45 \text{ ГГц}$ изменения в хрусталике наблюдаются через $24\text{--}48 \text{ ч}$.

При взаимодействии с вертикально направленным электрическим полем промышленной частоты верхняя часть головы человека, стоящего на земле, усиливает поле в 18 раз, лицо в 20 раз, затылок в 15 раз, плечи в 8 раз. Так при частоте примерно в 100 МГц при облучении от груди к спине плоской поляризованной волной в свободном пространстве УПМ в ноге более чем на порядок превышает УПМ в руке человека, а в диапазоне $100\text{--}300 \text{ УПМ}$ в руке уже в несколько раз превышает УПМ в ноге. УПМ гомогенной моделью головы человека имеет несколько максимумов в интервале $300\text{--}400 \text{ МГц}$ появляются резонансные частоты. Резонанс головы наблюдается при условии, когда диаметр головы взрослого человека приблизительно 20 см в 4 раза меньше длины волны, примерно равной 80 см . УПМ в голове приблизительно в 3 раза выше, чем среднее по всему телу. В самой модели головы человека в области задней части шеи имеется участок с повышенным УПМ.

Изучение закономерностей формирования поражения в зависимости от интенсивности и времени микроволнового облучения позволяет найти значимые патологические параметры и установить зависимости доза-эффект от мощности дозы излучения; получить граничные значения интенсивности и времени облучения; количественно оценить скорость восстановительных процессов и наличие кумулятивных эффектов; установить корреляции вероятности гибели со степенью нарушения теплового баланса организма и физиологическими параметрами сердечно-сосудистой и дыхательной системами; создать тепловую модель действия электромагнитного фактора с использованием знаний по терморегуляции организма при воздействии высоких температур; использования видовых термодинамических особенностей (уровня основного обмена, массы тела, потребления кислорода, временных характеристик реакции и восстановления некоторых физиологических функций) для экстраполяции условно-пороговых значений дозы, мощности дозы и времени облучения.

При общем облучении хорошо прослеживается последовательность изменений основных физиологических параметров и поведения. Наибольшая корреляция наблюдается между изменением ректальной температуры и частотой дыхательных движений. Изменение частоты дыхательных движений и частоты сердечных сокращений происходит при плотности потока энергии равной $100, 300, 500 \text{ мВт/см}^2$. Установлена корреляция между вероятностью гибели и градиентом нарастания ректальной температуры.

Электролитный баланс меняется только при высокой интенсивности электромагнитного излучения, равный 300 мВт/см^2 . Предварительное многократное облучение снимает минералокортикоидную реакцию коры

надпочечников в ответ на сильное, критическое воздействие сверхвысокочастотного поля.

Предварительное воздействие сверхвысокочастотного излучения перед гамма излучением уменьшает продолжительность жизни за счет поражения кроветворной системы. Дополнительно к этому прирост массы тела под влиянием сверхвысокочастотных излучений нельзя считать адаптивной реакцией, а результатом дисфункции эндокринных желез.

Энергия электромагнитных волн с частотой 2,45 ГГц проникает практически до костного мозга, селезенки и тимуса. Под влиянием электромагнитных полей нарушаются связи ионов кальция с мозговой тканью.

Электромагнитные излучения с высоким энергетическим (температурным) уровнем воздействия являются стрессором для биологических объектов. Адаптационные и компенсаторные реакции на такие воздействия сопоставимы с ответом в органах и тканях на тепловой шок.

Электромагнитные излучения с очень низким уровнем интенсивности воздействия, соответствующие природному уровню, воспринимаются как сигнал, способный изменить активность некоторых физиологических процессов. Такое воздействие обозначают как информационное.

Электромагнитные излучения нетепловой энергии, на несколько порядков превышающих естественный уровень в диапазоне низкого нетеплового уровня воздействия радиочастоты микроволн следует считать «стрессором для биологических систем». Вопрос о том, являются ли стрессором нетепловые электромагнитные поля в диапазоне 0-300 кГц ясности нет.

Поле сверхвысокой частоты при воздействии вызывает реакцию центральной нервной системы и приводит к изменению порогов обонятельного раздражения у человека. Если магнитные поля ощущаются человеком через кожный и зрительный анализаторы, то микроволны проникают в чувственную сферу через кожный и слуховой анализаторы. Кожным анализатором они воспринимаются в виде тепла, слуховым в виде радиозвука.

Ощущения возникают при локальном воздействии на височную область коры головного мозга – высшие слуховые центры. Так как физиологической основой способов скрытого управления поведением являются альфа-ритмы головного мозга то изменения в ощущениях может быть связано с временем появления различных реакций нервной системы на магнитные поля свыше 20 мТл.

Для поддержания реакции активации с помощью переменного магнитного поля разработан анализатор электромагнитных импульсов, возникающих во время гроз и магнитных бурь. Полученная с помощью этого прибора информация дает возможность заранее предсказывать развитие нежелательных реакций в связи с резкими колебаниями электромагнитного поля.

В дни геомагнитных бурь возрастает среднее число госпитализированных больных с психическими и сердечно-сосудистыми нарушениями, отмечается, что в такие дни увеличивается количество проявлений стенокардии, гипертонии, нарушений сердечного ритма, инфарктов миокарда, расстройств мозгового кровообращения, инсультов и внезапных смертей. Сделан вывод о связи биологических эффектов геомагнитных бурь с вариациями выработки гормона мелатонина.

Философия критерия нормирования электромагнитных излучений основана на учете патофизиологических сдвигов в центральной нервной системе, сердечно-сосудистой и кроветворной системах. Нормативные значения определяются тремя путями; осуществляется определение безопасных уровней теплового воздействия электромагнитных излучений с учетом общего теплового стресса; экспериментальное определение значений электромагнитного излучения; экстраполяция экспериментальных данных в области интенсивных электромагнитных излучений, вызывающих достоверные эффекты вплоть до эффектов гибели и доказательств стохастичности доза-эффект с последующей экстраполяцией на уровни допустимого риска.

Достоверными критериями можно считать лишь смертность, сокращение продолжительности жизни, злокачественные новообразования, катаракту и генетические эффекты. При определении интенсивности электромагнитных излучений необходимо учитывать возникновение электрических разрядов, детонацию, электризацию спецодежды. Биологические эффекты неионизирующего излучения — это возникновение катаракты, изменения в гонадах, продолжительности жизни и летальных эффектах.

Таким образом требования к прибору по обнаружению опасных зон электромагнитных излучений могут состоять из двух групп требований. Первая группа это требования к обнаружению опасных условий внутри автотранспортного средства. Вторая группа требований это обнаружение опасных условий в географическом месте расположения автотранспортного средства. Для обучения диагностике появления опасных условий предлагается проводить обучение при выполнении двух лабораторных работ изложенных в приложении А и Б к НИР «АСДР» это Лабораторная работа «Оценка напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей с сигнализацией о присутствии опасных условий» - ПРИЛОЖЕНИЕ А, Лабораторная работа «Измерение электрической проводимости пара, получаемого с насыщенного солью водного раствора методом нагревания до кипения» проводится для получения знаний по обнаружению опасных условий в географическом месте расположения автотранспортного средства - ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценивая биологические последствия (эффекты) облучения организмов, удобно делить их на летальные, возникающие в результате действия излучения в больших дозах, и не летальные (сублетальные) инициируемые воздействием излучений в малых и средних дозах. В определенном диапазоне доз наблюдаются эффекты стимуляции, а не повреждения или угнетения таких процессов как клеточное деление, рост и развитие организма.

При общем СВЧ-облучении с большой интенсивностью (2800 МГц, 165 мВт/ см²), что применительно к электротранспорту может расцениваться как появление опасных условий.

Экспериментальные исследования биологического действия электромагнитных полей в этой части в основном рассматриваются исследования биологических эффектов ЭМП. Эти исследования охватывают всю рассматриваемую область ЭМП – от постоянных полей до миллиметровых радиоволн. Наиболее значимый материал накоплен в исследованиях с УВЧ и СВЧ – диапазонами; в меньшей мере освоены постоянные магнитные и электрические поля и низкочастотный диапазон. Безусловно необратимы летальные эффекты ЭМП – гибель живого организма под действием ЭМП высоких интенсивностей. С изучения таких экспериментальных эффектов начинается оценка любого биологически действенного фактора, в частности летального действия ЭМП.

Эффекты можно рассматривать как результат теплового стрессорного действия электромагнитного поля (стресс, или общий адаптационный синдром – совокупность приспособительных реакций организма на любое опасное воздействие (тепло, химические воздействия, психическая травма). Воздействующий агент (стрессор) стимулирует активность гипоталамуса и выделение гипофизом гормона АКТГ, что в свою очередь активирует гормональную деятельность коры надпочечников). Действительно, фазы изменения температуры соответствуют трем стадиям стресса – реакция тревоги, стадии резистентности, стадии истощения, а наблюдаемые изменения крови характерны для ранних проявлений теплового стресса.

Пороговые интенсивности облучения участка тела человека микроволнами (3000 МГц) и инфракрасными лучами по едва переносимому болевому ощущению. Такое ощущение возникало, когда температура кожи повышалась до 46-47⁰ по Цельсию.

При сравнительно больших размерах облучаемого участка переносимая интенсивность микроволн 800 мВт/ см² оказалась в 4 раза большей, чем соответствующая интенсивность инфракрасных лучей. Однако энергия, поглощаемая в поверхностных тканях глубиной 1,5 мм, была примерно одинаковой в обоих случаях, что можно объяснить различием в степени поглощения. Следовательно эффект локального облучения микроволнами обуславливается как будто только преобразованием электромагнитной энергии в тепловую. Все это указывает на неспецифическое, чисто

стрессорное действие электромагнитного поля, такое же, как при нагревании инфракрасными лучами.

Обобщив данные исследований с многократными воздействиями электромагнитного поля малых интенсивностей, можно сделать следующие заключения:

1. Морфологические изменения в тканях и органах под действием электромагнитного поля различных частот и постоянного магнитного поля могут появляться и в отсутствие какого-либо существенного теплового эффекта. По-видимому они возникают за счет кумуляции каких-то функциональных нарушений регуляции обменных процессов.

2. Наиболее часто наблюдаются морфологические изменения в тканях периферической и центральной нервной системы, нарушающие ее регуляторные функции как за счет разрыва соответствующих связей, так и за счет изменения структуры самих нервных клеток. Характерно, что такие нарушения однотипны при воздействии электромагнитного поля самых различных частот вплоть до постоянного магнитного поля.

Философия критерия нормирования электромагнитных излучений основана на учете патофизиологических сдвигов в центральной нервной системе, сердечно-сосудистой и кроветворной системах. Нормативные значения определяются тремя путями; осуществляется определение безопасных уровней теплового воздействия электромагнитных излучений с учетом общего теплового стресса; экспериментальное определение значений электромагнитного излучения; экстраполяция экспериментальных данных в области интенсивных электромагнитных излучений, вызывающих достоверные эффекты вплоть до эффектов гибели и доказательств стохастичности доза-эффект с последующей экстраполяцией на уровни допустимого риска.

Достоверными критериями можно считать лишь смертность, сокращение продолжительности жизни, злокачественные новообразования, катаракту и генетические эффекты. При определении интенсивности электромагнитных излучений необходимо учитывать возникновение электрических разрядов, детонацию, электризацию спецодежды. Биологические эффекты неионизирующего излучения — это возникновение катаракты, изменения в гонадах, продолжительности жизни и летальных эффектах.

Таким образом требования к прибору по обнаружению опасных зон электромагнитных излучений могут состоять из двух групп требований. Первая группа это требования к обнаружению опасных условий внутри автотранспортного средства. Вторая группа требований это обнаружение опасных условий в географическом месте расположения автотранспортного средства. В результате проведенной научно исследовательской работы разработаны рекомендации по обнаружению опасных условий внутри автотранспортного средства в зависимости от напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей оказывающей вредное воздействие на организм и определения регистрируемых параметров о

присутствии опасных условий внутри автотранспортного средства и снаружи географического расположения автотранспортного средства. Предлагается в ходе подготовки специалистов по специальности 6-05-0715-07 «Эксплуатация наземных транспортных и технологических машин и комплексов», «Техническая эксплуатация автомобилей и автосервис», для использования в учебном процессе для обучения диагностике появления опасных условий проводить обучение при выполнении двух лабораторных работ изложенных в приложении А и Б к НИР «АСДР» это Лабораторная работа «Оценка напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей с сигнализацией о присутствии опасных условий» - ПРИЛОЖЕНИЕ А, Лабораторная работа «Измерение электрической проводимости пара, получаемого с насыщенного солью водного раствора методом нагревания до кипения»- ПРИЛОЖЕНИЕ Б.

ЛИТЕРАТУРА

1. Буртыль, Ю.В. , Савлучинский, В.В., Изоитко, В.М., Савик, С.А. «Оценка влияния интенсивности движения автотранспорта на возможность появления коллоидальной неустойчивости в атмосфере как составляющей задачи управления процессами конденсации при создании и применении систем влияния на погоду»/ Ю.В. Буртыль, В.В. Савлучинский, В.М. Изоитко, С.А. Савик. – Мн.: АТФ БНТУ, Отчет о НИР «ППО», 2024 г. – 139 с.
2. Малышев, В.М. Электромагнитные волны сверхвысокой частоты и их воздействие на человека./ В.М. Малышев, Ф.А. Колесник.-Ленинград, Медицина, Ленинградское отделение, 1968 г.- 88с.
3. Пресман, А.С. Сантиметровые волны./ А.С. Пресман.- Москва-Ленинград: Госэнергоиздат,1954 г.- 120с.
4. Пресман, А.С. Электромагнитные поля и живая природа./ А.С. Пресман. Кол. авт. Академия Наук СССР. Научный совет по комплексной проблеме «Кибернетика». Секция проблем теории сетей ЭВМ.- Москва: Наука, 1968 г. – 288с.
5. Селиванов С.Е., Филенко В.В., Бажинов А.В., Будянская Э.Н. Электромагнитные загрязнения биосферы автотранспортом (автомобили, электромобили, гибридные автомобили) //Автомобильный транспорт. 2009. № 25. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/elektromagnitnyezagryazneniya-biosfery-avtotransportom-avtomobili-elektromobili-gibridnye-avtomobili> (дата обращения: 24.01.2020).
6. Кудряшов, Ю.Б., Рубин, А.Б. Радиационная биофизика: сверхнизкочастотные электромагнитные излучения. / Ю.Б. Кудряшов, А.Б. Рубин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014 -216 с.
7. Государственный стандарт Республики Беларусь. Глобальные технические правила №20 касающиеся безопасности электромобилей. Госстандарт Минск. Введены в действие постановлением Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь от 10 апреля 2020 г. № 19 в качестве государственного стандарта Республики Беларусь с 1 июля 2020г.
8. Поисковый сервер «ЯНДЕКС». [Электронный ресурс] – Режим доступа <https://dzen>. - Дата доступа 26. 05. 2025.
9. Ивлева, Я.С. Мониторинг и составление карт электромагнитных полей в условиях города Оренбурга / Я.С. Ивлева // Достижения вузовской науки «Экология и науки о Земле» – С. 183-188.
10. Ворошилов С. Я. Убийства, совершаемые с применением оружия, поражающего излучением. Проблемы законодательства. С. 95—103 // Аналитика на службе Отечеству : сборник статей / под ред. Ю. В. Курносова. По итогам научно-практической конференции РАШ, 15 декабря 2024 года. — Москва : РИТМ, 2018-, 2024. — 145, [1] с. : ил., портр., табл.; ISBN 978-5-98422-710-0.
11. Ю.М. Галкин. Анализ развития автомобилей и перспективы их применения в СССР/ Ю.М. Галкин – 1951 – 40 с. Развитие конструкции автомобилей/ кол.авт. Министерство автомобильной и тракторной

промышленности СССР. Особая автомобильная лаборатория при НАМИ – М.: Машгиз. 1949 г.

12. О.А. Ставров. Электромобили (зарубежные)/ О.А. Ставров – М.: Автомобилестроение, том 2, итоги науки и техники, 1976г., 160с.

13. О.А. Ставров. Электромобили./ О.А. Ставров.- М.: Издательство «Транспорт», 1968 г. – 104 с.

14. Ворошилов С. Я., Лозовицкая Г. П. Оружие, поражающее излучением как средство совершения преступлений [Электронный ресурс] — URL: <https://clck.ru/XnQLr>

15. М.В. Калиничева, С.З. Колесникова. Электроника-медицине./ М.В. Калиничева, С.З. Колесникова. М.: ЦНИИ «Электроника», Обзоры по электронной технике. Часть II. Противоболевые и рефлексотерапевтические приборы. Министерство электронной промышленности СССР. Серия I Электроника СВЧ выпуск 19 (1592), 1990 г.

16. Н.Д. Девятков, М.Б. Голанд, О.В. Бецкий. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. / Н.Д. Девятков, М.Б. Голанд, О.В. Бецкий. – М.: Радио и связь, 1991 г., 168 с.

17. Б.И. Давыдов, В.С. Тихончук, В.В. Антипов. Биологическое действие, нормирование и защита от электромагнитных излучений./ Б.И. Давыдов, В.С.

18. Пархоменко, Г.М. Физиологические основы радиационной гигиены труда / Г.М. Пархоменко. – М.: Атомиздат, 1977. – 76 с.

19. Савик, С.А., Савлучинский, В.В., Капкович, М.И. «Актуализация задачи создания сигнализатора для раннего предупреждения о энерго - информационном воздействии на личный состав силовых структур»/ С.А. Савик, В.В. Савлучинский, М.И. Капкович. - Мн.: ВТФ БНТУ, Отчет о НИР «Физиология», 2022 г. – 182 с.

20. Бартошевич, А.В., Кобзаренко, А.В., Савлучинский, В.В. «Психологические операции, как способ воздействия на общественную безопасность»./А.В. Бартошевич, А.В. Кобзаренко, В.В. Савлучинский // Мн.: Академия МВД РБ, Республиканская научно-практическая конференция – «Современные технологии обеспечения общественной безопасности» 6 марта 2012 года, г. Минск, пр-т Машерова 6.

21. «Контроль физических факторов производственной среды, опасных для человека»: Энциклопедия «Эконометрия» из серии справочных изданий по экологическим и медицинским измерениям. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002 г. – 488 с.

22. Чижевский, А.Л. Аэроионы и жизнь./ А.Л. Чижевский. - М.: Мысль, 1999. - 716 с.

23. Захарченко, М.П., Бовтюшко, В.Г., Хавинсон, В.Х., Губернский, Ю.Д. Ионизация воздушной среды и здоровье./ М.П. Захарченко, В.Г. Бовтюшко, В.Х. Хавинсон, Ю.Д. Губернский. - С-Пб.: Нормдмедиздат, 2002. - 200 с.

24. Kruger A.P., Struble A.E., Yost M.G., Reed E.I. Electric fields, small ions and biological affects // International Journal Biometeorology. - 1978. - V. 22. - №3. - P. 202 - 212.
25. Sulman F.Y., Levy D., Lunkan L., Pfeifer Y., Tal E. Absence of Harmful Effects of Protracted Negative Air ionization // International Journal Biometeorology. - 1978. - V. 22. - P. 53 - 58.
26. Шандала, М.Г. Аэроионизация как неблагоприятный фактор внешней среды./ М.Г. Шандала. - Киев.: Здоров'я 1974. - 164 с.
27. Шилкин, А.А., Губернский, Ю.Д., Миронов, А.М. Аэроионный режим в гражданских зданиях./ А.А. Шилкин, Ю.Д. Губернский, А.М. Миронов. - М.: Стройиздат, 1988. - 169 с.
28. Челмерс, Дж. А. Атмосферное электричество./ Челмерс, Дж. А. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. - 421 с.
29. Скоробогатова, А.М. О влиянии ионизированного воздуха на физиологические механизмы адаптации: Труды III Всесоюзного симпозиума. Атмосферное электричество. / А.М. Скоробогатова. - Л.: Гидрометеиздат, 1988. - 279 с.
30. Колерский, С.В., Котляров, А.А. Основные требования к измерениям концентрации аэроионов на рабочих местах // С.В. Колерский, А.А. Котляров. - АНРИ. - № 2 (29). - М.: Информационный центр НПП «Доза», 2002. - С. 17 - 20.
31. Кнорре, К.Г., Тузов, В.М., Шур, Г.И. Фазовые и частотные информационные СВЧ элементы./ К.Г. Кнорре, В.М. Тузов, Г.И. Шур.- М.: «Сов. радио», 1975. – 352 с.
32. Ворошилов С. Я. Убийства, совершаемые с применением оружия, поражающего излучением. Проблемы законодательства. С. 95—103 // Аналитика на службе Отечеству : сборник статей / под ред. Ю. В. Курносова. По итогам научно-практической конференции РАШ, 15 декабря 2024 года. — Москва : РИТМ, 2018-, 2024. — 145, [1] с. : ил., портр., табл.; ISBN 978-5-98422-710-0.
33. Д. А. Пархоменко. Физиология высшей нервной деятельности. Методическое пособие для студентов по специальности 1-580101./ Д. А. Пархоменко – Минск, БГУИР, 2011 – 27 с.
34. Журнал «Успехи современного естествознания». – 2016. – № 9 – С. 82-86
35. Лившиц, М.Н. Аэроионификация: Практическое пособие./М.Н. Лившиц. – М.: Стройиздат, 1990 г.-168 с.
36. Александровская А.Н., Гванцеладзе И.А. Организация технического обслуживания и ремонта электрического и электромеханического оборудования./ А.Н. Александровская, И.А. Гванцеладзе. – М.: Издательский центр «Академия», учебник от 24. 12. 2015 ФГАУ «ФИРО», 2016 г.- 362 с.
37. Ворошилов С. Я., Лозовицкая Г. П. Оружие, поражающее излучением как средство совершения преступлений [Электронный ресурс] — URL: <https://clck.ru/XnQLr>

38. Аникин В. В., Ворошилов С. Я. Проблемы расследования преступлений против личности, совершенных с применением оружия, поражающего излучением (социально-правовой аспект) // Актуальные проблемы юридической науки: тезисы докладов Всероссийской научной конференции, посвященной 50-летию образования Юридического института (факультета) Красноярского государственного университета. Ответственный редактор: А. Н. Тарбагаев. 2005. С. 878-882.

Приложение А. Лабораторная работа «Оценка напряженности электромагнитного поля (В/м) в салонах автомобилей с сигнализацией о присутствии опасных условий».

Цель работы: закрепить теоретические знания и получить практические навыки процесса «Оценки напряженности электромагнитного поля и магнитного полей в салонах автомобилей с сигнализацией о присутствии опасных условий».

Задание на выполнение работы

1. Изучить правила техники безопасности при измерении напряженности электромагнитного поля.

2. Изучить применяемое оборудование при измерении напряженности электромагнитного поля.

Оснащение рабочего места.

1. Электромобиль.

2. Детектор для измерения напряженности электромагнитного и магнитного поля.

3. Очки защитные.

Основные требования по охране труда

Организация рабочего места должна обеспечивать безопасность выполнения работ.

1. Рабочее место в помещении должно ограждаться непроницаемыми ограждениями из непроводящего материала, высота которых должна обеспечивать, надежность защиты от электротока.

2. Перед началом работы необходимо:

- получить устный инструктаж по безопасности при выполнении лабораторной работы у преподавателя и расписаться в журнале инструктажа;
- проверить исправность и комплектность оборудования;

2. Во избежание электротравм следить за тем, чтобы во время работы руки, одежда и обувь были сухими.

Общие сведения

Дозиметрия электромагнитных полей сверхвысоких частот

Техника оценки интенсивности облучения в СВЧ диапазоне связана со специфическими трудностями. В этой области длины волн становятся уже сравнимыми с линейными размерами электрических цепей генераторов и с линейными размерами биологических объектов, а в ряде случаев и значительно превышают эти размеры. В связи с этим и элементы генераторов и приемников СВЧ –диапазона, и способы воздействия этими ЭМП на биологические объекты значительно отличаются от того, с чем приходится сталкиваться при более низких частотах (Тулыгин, 1952 г., Пресман, 1954 г., Валитов, Сретенский, 1958 г., Соловьев, 1962, 1963 г).

В СВЧ диапазоне электромагнитные колебания создаются в колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки самоиндукции, а в замкнутой металлической камере – объемном резонаторе.

Электромагнитная энергия может передаваться внутри коаксиальных кабелей или волноводов (металлических труб или диэлектрических стержней круглого или прямоугольного сечения) обладающих волновым сопротивлением, зависящим от геометрических параметров этих линий передачи.

Излучение электромагнитной энергии в виде волн может быть направленным, если в качестве излучателей применяются рупоры и рефлекторы.

При облучении на расстоянии часть энергии отражается от объекта. Но если объект является нагрузкой предающей линии и его полное сопротивление (импеданс) равно волновому сопротивлению линии, то в нем может поглощаться вся передаваемая энергия. В общем случае этого можно добиться, включая между объектом и линией согласующее устройство (трансформатор импедансов).

Оценку интенсивности воздействия СВЧ – полей на людей, участвующих в испытаниях и эксплуатации соответствующих генераторов, а также при дистанционном облучении объектов в эксперименте, проводят по интенсивности облучения ρ , выражаемой в величинах плотности потока мощности обычно в мвт/см³ (Пресман, Схван, Ли). Для сравнения условий воздействия СВЧ – полей и более низкочастотных полей Кнорре (1960г) предлагает пересчитывать значения ρ , E , H к величине объемной плотности энергии электромагнитного поля (в эрг/ см³) по формулам

$$W_E = \frac{10^{-8} E^2}{72\pi}; W_H = 2 \pi \cdot 10^{-8} H^2; W_{СВЧ} = 3,3 \cdot 10^{-4} \rho$$

Приборы для измерения интенсивности облучения в СВЧ –диапазоне построены по принципу преобразования энергии СВЧ-полей (после ее калиброванного ослабления) в постоянный ток (при помощи термистора или кристаллического детектора), величина которого и служит мерой интенсивности

Оценку интенсивностей ЭМП низких и высоких частот (примерно до десятков Мгц) и в производственных условиях, и в экспериментах с животными чаще всего приходится проводить в зоне индукции. А при этих условиях необходимо разделять величины напряженностей электрической и магнитной составляющих - E и H .

Прибор для измерения этих величин в принципе представляет собой вольтметр переменного тока, рассчитанный на исследуемый диапазон частот, соединенный с соответствующей антенной-витком для измерения H и штырем или диполем для измерения E . Измеряемые напряженности могут быть определены из соотношений:

$$H = a \frac{V}{K1S};$$

$$E = a \frac{V}{K_2 H};$$

где:

V – измеряемое напряжение;

a – коэффициент, зависящий от выбора единиц;

K1 и K2 – коэффициенты зависящие от формы и размера антенны;

S – площадь сечения витка;

h – длина штыря или диполя.

В экспериментальных исследованиях по воздействию переменного электрического поля биологический объект помещают между пластинами конденсатора, к которым прикладывается переменное напряжение заданной частоты. При этом следует учитывать и наличие магнитной составляющей ЭМП. Ее воздействием можно пренебречь в том случае, если размеры объекта и конденсатора малы по сравнению с длиной волны λ , соответствующей данной частоте. В исследованиях по воздействию переменного магнитного поля биологический объект помещают внутрь соленоида, питаемого переменным током заданной частоты.

Техника оценки интенсивности экспериментального облучения в СВЧ – диапазоне связана со специфическими трудностями. В этой области длины волны становятся уже сравнимы с линейными размерами электрических цепей генераторов и с линейными размерами биологических объектов, а в ряде случаев и значительно превышают эти размеры. В связи с этим и элементы генераторов и приемников СВЧ-диапазона, и способы воздействия на этими ЭМП на биологические объекты значительно отличаются от того, с чем приходится сталкиваться при более низких частотах (Тулыгин 1952г., Пресман 1954 г., Валитов, Сретенский 1958г.).

Оценку интенсивности электромагнитного поля низких и высоких частот чаще всего приходится проводить в зоне индукции. Для этих условий разработан прибор, представленный на рисунке ИЭМП -1, который позволяет измерять электрическую и магнитную составляющую ЭМП в диапазоне частот от 100 кГц до 300 МГц.

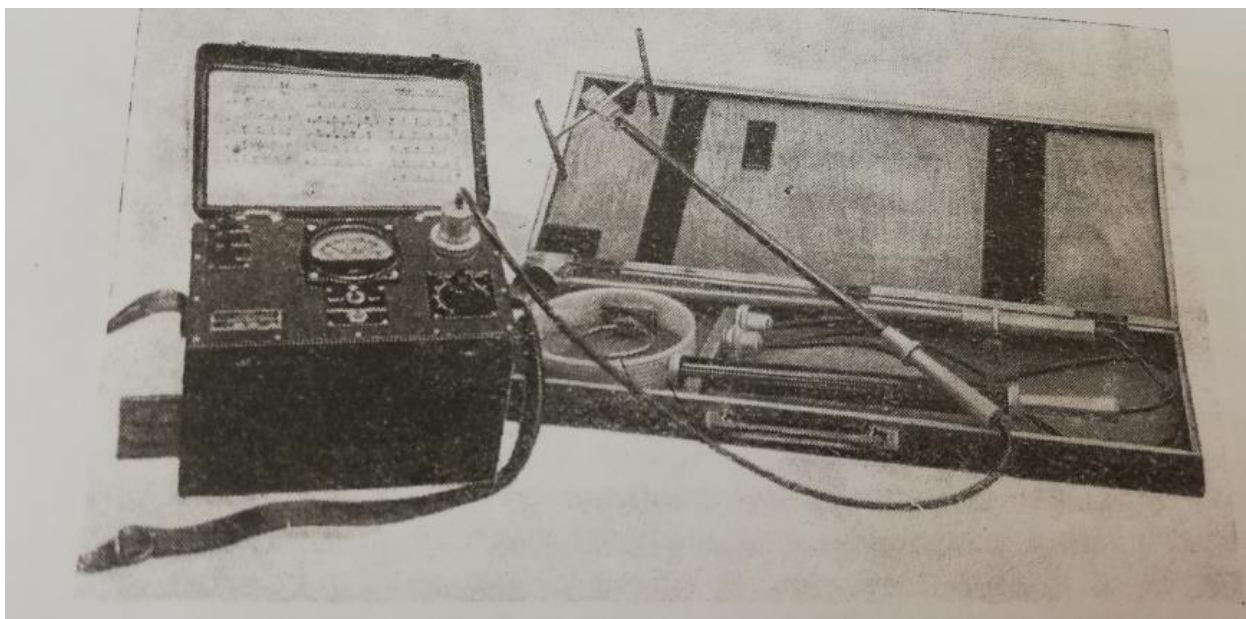


Рисунок А1- Прибор ИЭМП -1, который позволяет измерять электрическую и магнитную составляющую ЭМП в диапазоне частот от 100 кГц до 300 МГц.

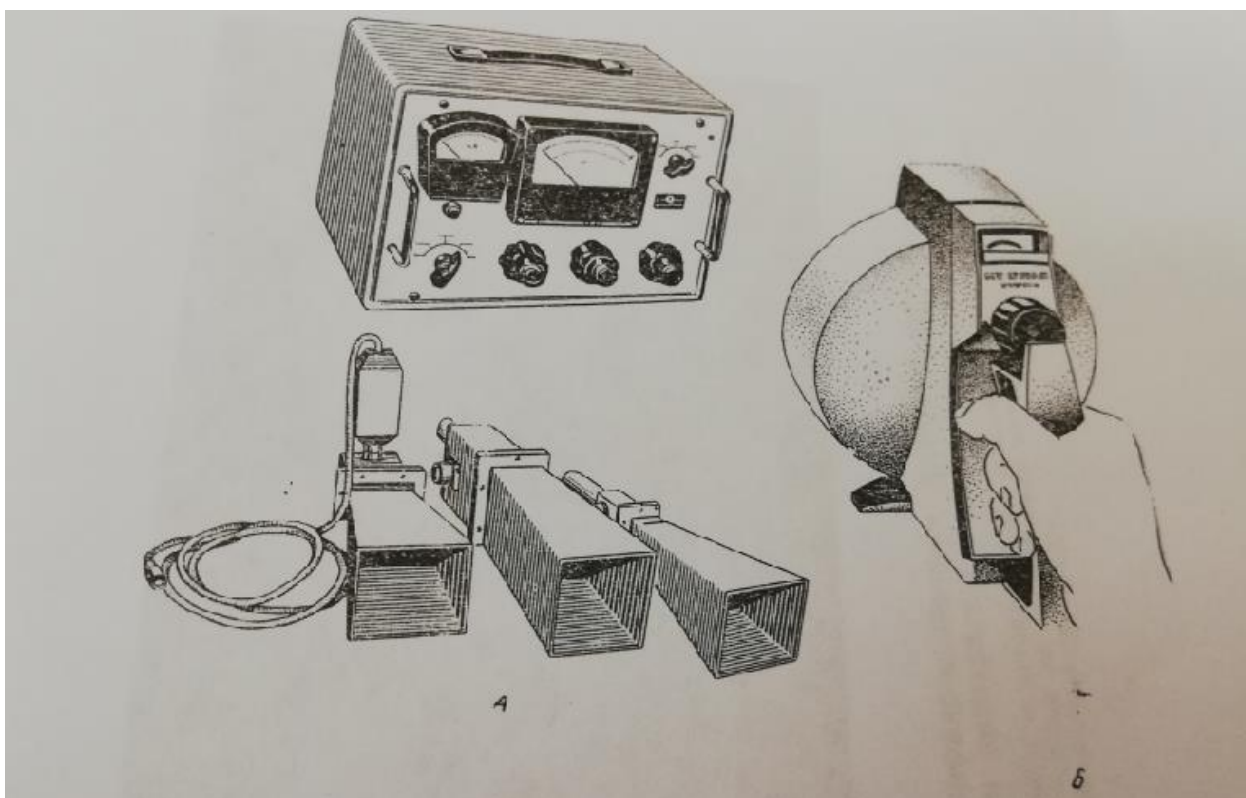


Рисунок А2– Приборы для измерения интенсивности облучения в СВЧ диапазоне А) – «Медик» 150 – 16700 МГц. Б) - Б86Е1 (200-10000 МГц.)



Рисунок А3– Прибор для измерения интенсивности облучения в СВЧ диапазоне

Значения излучения электромагнитного поля [8].

Значения электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м)

Значения магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в милли Гауссах - mG)

eme54.by

Рассмотрим на каких значениях электромагнитное поле оказывает влияние на человека.

Значения электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м)

0-10 В/м - Безопасно

10-25 В/м - Немного фонит

25- 40 В/м - Предельно допустимое

40-100 В/м - Есть влияние

100-200 В/м - Влияет на здоровье человека

200 В/м и более - Опасно для здоровья человека

Значения магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в миллиГауссах - mG)

Измерение магнитного поля в Микро Тесла:

0,0-0,15 μT - Безопасно

0,15-0,25 μT - Немного фонит

0,25-0,4 μT - Предельно допустимое

0,4-1,0 μT - Влияет на здоровье человека

1,0-2,0 μT - Сильное влияние на здоровье человека

2,0 μT и более - Опасно для здоровья человека

Измерение магнитного поля в миллиГауссах:

0-1,5 mG - Безопасно (зеленый уровень)

1,5-2,5 mG - Предельно допустимое (желтый уровень)

2,5-10 mG - Влияет на здоровье человека (оранжевый уровень)

10 mG и более - Опасно для здоровья человека (красный уровень)

Результат замеров электрического поля (измеряется в вольт на метр В/м), магнитного поля (измеряется в Микро Тесла - μT или в миллиГауссах - mG) представлено в таблице, где желтым выделен предельно допустимый уровень, красным выделены значения опасные для здоровья.

Оборудование и приборы

1.Электромобиль.

2.Детектор электромагнитного и магнитного поля.

Порядок выполнения работы

Применяя детектор электромагнитного и магнитного поля провести замеры в соответствии с таблицей.



Рисунок А4– Замер интенсивности облучения в СВЧ диапазоне



Рисунок А5– Замер интенсивности облучения в СВЧ диапазоне

Таблица А1 - Замер интенсивности облучения на месте водителя.

НА МЕСТЕ ВОДИТЕЛЯ				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
Ноги	0 v/m 0,1 uT	31 v/m 0,1 uT	41 v/m 1,40 uT	49 v/m 1,58 uT
Руки на руле	0 v/m 0,0 uT	29 v/m 0,0 uT	25 v/m 0,30 uT	27 v/m 0,49 uT
Руки возле консоли	24 v/m 0,11 uT	39 v/m 0,0 uT	45 v/m 1,72 uT	40 v/m 1,83 uT
Тело (кресло)	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	37 v/m 0,64 uT	37 v/m 0,42 uT
Голова	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	29 v/m 0,32 uT	29 v/m 0,40 uT

Таблица А2 - Замер интенсивности облучения на месте пассажира.

НА МЕСТЕ ПАССАЖИРА				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
Ноги	71 v/m 0,0 uT	104 v/m 0,0 uT	110 v/m 1,19 uT	107 v/m 12,47 uT
Тело (кресло)	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,86 uT	0 v/m 0,90 uT
Голова	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,0 uT	0 v/m 0,90 uT	0 v/m 0,97 uT

Таблица А1 - Замер интенсивности облучения на месте пассажира заднего ряда.

НА МЕСТЕ ПАССАЖИРА ЗАДНЕГО РЯДА				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
Ноги	41 v/m 0,26 uT	63 v/m 0,15 uT	67 v/m 5,49 uT	67 v/m 28,77 uT
Тело (кресло)	0 v/m 0,11 uT	0 v/m 0,11 uT	0 v/m 0,36 uT	0 v/m 0,48 uT
Голова	0 v/m 0,11 uT	0 v/m 0,11 uT	0 v/m 0,25 uT	0 v/m 0,32 uT

Таблица А1 - Замер интенсивности облучения под капотным пространством и в багажном отсеке.

ПОД КАПОТНЫМ ПРОСТРАНСТВОМ				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
На инверторе	0 v/m 0,54 uT	24 v/m 0,86 uT	28 v/m 65,21 uT	28 v/m 75,21 uT
На электродвигателе	0 v/m 0,0 uT	24 v/m 0,83 uT	24 v/m 63,21 uT	29 v/m 75,18 uT
Между двигателем и инвертором	0 v/m 0,16 uT	24 v/m 0,83 uT	24 v/m 26,70 uT	24 v/m 35,15 uT
В БАГАЖНОМ ОТСЕКЕ (РЯДОМ С АКБ)				
Места замеров	Без зажигания (все выключено)	Зажигание включено (двигатель готов к работе)	На малом ходу (до 10 км/ч)	На полном ходу (20-40 км/ч)
	0 v/m 0,28 uT	0 v/m 0,51 uT	22 v/m 7,80 uT	30 v/m 28,38,0 uT

Отчет по работе

1. Название и цель работы.
2. Краткие сведения о процессе измерения интенсивности облучения.
3. Состав оборудования и описание установки для измерения интенсивности облучения.
4. Заполненная таблица с результатами измерений интенсивности облучения и выводы по работе.

Приложение Б. Лабораторная работа «Измерение электрической проводимости пара, получаемого с насыщенного солью водного раствора методом нагревания до кипения».

Цель работы: закрепить теоретические знания и получить практические навыки процесса определения примесей в атмосферных осадках.

Задание на выполнение работы

1. Изучить правила техники безопасности при измерении электропроводимости атмосферных осадков.

2. Изучить применяемое оборудование при измерении электропроводимости атмосферных осадков методом измерения электропроводимости пара.

Оснащение рабочего места.

1. Сосуд с нагревателем для нагрева собранных атмосферных осадков.

2. Колба стеклянная с контактами для подключения мультиметра для измерения электропроводимости пара при кипении собранных атмосферных осадков.

3. Мультиметр.

4. Эталонный соляной раствор для измерения электропроводимости пара при его кипении и сравнения с электропроводимостью собранных атмосферных осадков.

5. Набор катализаторов для определения состава примесей в собранных атмосферных осадках.

6. Очки защитные.

7. Диэлектрический коврик.

Основные требования по охране труда

Организация рабочего места должна обеспечивать безопасность выполнения работ.

1. Рабочее место в помещении должно ограждаться непроницаемыми ограждениями из непроводящего материала, высота которых должна обеспечивать, надежность защиты от электротока и кипящей жидкости.

2. Перед началом работы необходимо:

- получить устный инструктаж по безопасности при выполнении лабораторной работы у преподавателя и расписаться в журнале инструктажа;
- проверить исправность и комплектность оборудования;
- проверить наличие диэлектрического коврика под ногами.

3. Во избежание электротравм следить за тем, чтобы во время работы руки, одежда и обувь были сухими.

Общие сведения

Измерение искусственной ионизации воздуха производят с помощью счетчиков и спектрометров ионов. На рисунке представлен счетчик ионов, предназначенный для измерения концентраций легких (подвижность $K > 0,4 \text{ см}^2 \text{ В/с}$) положительных и отрицательных ионов в воздухе. Прибор может использоваться для оценки степени ионизации воздуха на рабочих местах, в

жилых и общественных зданиях. Счетчик ионов представляет собой настольный прибор. Все органы управления и индикаторы находятся на передней панели. В качестве датчика служит аспирационная камера, через которую прокачивается исследуемый воздух. В рабочем объеме камеры создается постоянное электростатическое поле, под действием которого ионы отклоняются в сторону собирающего электрода и оседают на нем. По окончании времени накопления заряд разряжается на входное сопротивление усилителя. Усиленный импульс преобразуется в интервал времени и измеряется.



Рисунок Б1 - Счетчик аэроионов

Разработаны портативные счетчики аэроионов, представителем которых является счетчик аэроионов малогабаритный МАС-01. Прибор предназначен для экспресс-измерений концентрации легких (подвижность $k > 0,4 \text{ см}^2/\text{ВЧс}$) положительных и отрицательных аэроионов с целью контроля уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений в условиях как природной, так и искусственной ионизации.

Основная область применения: контроль допустимых уровней ионизации воздуха помещений, воздушная среда которых подвергается специальной обработке в системах кондиционирования, в том числе в помещениях, оборудованных видеодисплейными терминалами и персональными компьютерами.



Рисунок Б2 – Внешний вид мобильных лидаров

Измерители концентрации аэроионов находят активное применение при контроле уровней ионизации на рабочих местах, в производственных, общественных помещениях. Это важная задача, которая решается быстро и просто, если использовать специально разработанный для этого счетчик. Стоит заметить, что современные варианты таких инструментов предельно компактны, малогабаритны, просты в применении. На сегодняшний момент количество предложений таких приборов на рынке очень ограничено. К наиболее эффективным и уникальным в своем роде измерителям относят МАС-01. Он, кроме уже названных преимуществ, обладает также USB-портом для оперативной передачи полученных данных.

С этой целью инструмент уже поставляется со специальным кабелем для связи с персональным компьютером пользователя. Стоит заметить, что это модель отечественного производства, разработанная профессионалами в своем деле. Она малогабаритна, имеет прочное исполнение, идеально подходит для работы в разных условиях, включая производственные и полевые. Для проверки работоспособности такого прибора служит другое устройство – генератор аэроионов. Это специально разработанная модель, позволяющая компенсировать аэроионную недостаточность, создать на рабочем месте необходимую концентрацию частиц как положительной, так и отрицательной полярности.

К ионизирующим факторам относятся также так называемые тихие разряды у крон высоких деревьев и на вершинах гор, возникающие при больших значениях напряженности электрического поля атмосферы; распыление и разбрызгивание воды у горных рек и водопадов, во время прибоев у побережья морей и океанов — гидроаэроионизация, в основе которой лежит физическое явление, называемое баллоэлектрическим эффектом. Сущность этого эффекта состоит в том, что при разбрызгивании жидкости происходит разрыв дипольных молекул капель воды и в воздухе наряду с газовыми ионами кислорода и азота образуются гидроионы — гидроксил и гидроксоний.

Оборудование и приборы

Макет, разработанный на кафедре ТЭА АТФ БНТУ, для измерения электрической проводимости пара, получаемого с насыщенного солью водного раствора методом нагревания до кипения.

Описывается макет установки для измерения проводимости пара насыщенного соляного раствора получаемого за счет кипячения воды с растворенной в ней солью, которая при кипении дает ионизацию. Для измерения проводимости пара используется вольтметр, подключенный к металлическому корпусу сосуда с кипящей, насыщенной солью водой и металлической пластины на верхней части стеклянной колбы для сбора пара. Вода с солью нагревается и доводится до кипения ТЭНом, пар поднимается в стеклянную колбу и проводимость измеряется вольтметром. Ток переменный 220 вольт.

Время измерения проводимости составляет 10 минут. Диапазон измерений от 0 до 220 вольт.

Измерения проводимости воздуха, ведущиеся у поверхности земли, требуют использования прибора, пригодного для изучения нестационарных процессов в нестационарных условиях.

Исследования проводимости воздуха могут быть проведены с помощью макета для измерения проводимости пара насыщенного соляного раствора, получаемого за счет кипячения воды с растворенной в ней солью, которая при кипении дает ионизацию, которая представлена на рисунке.

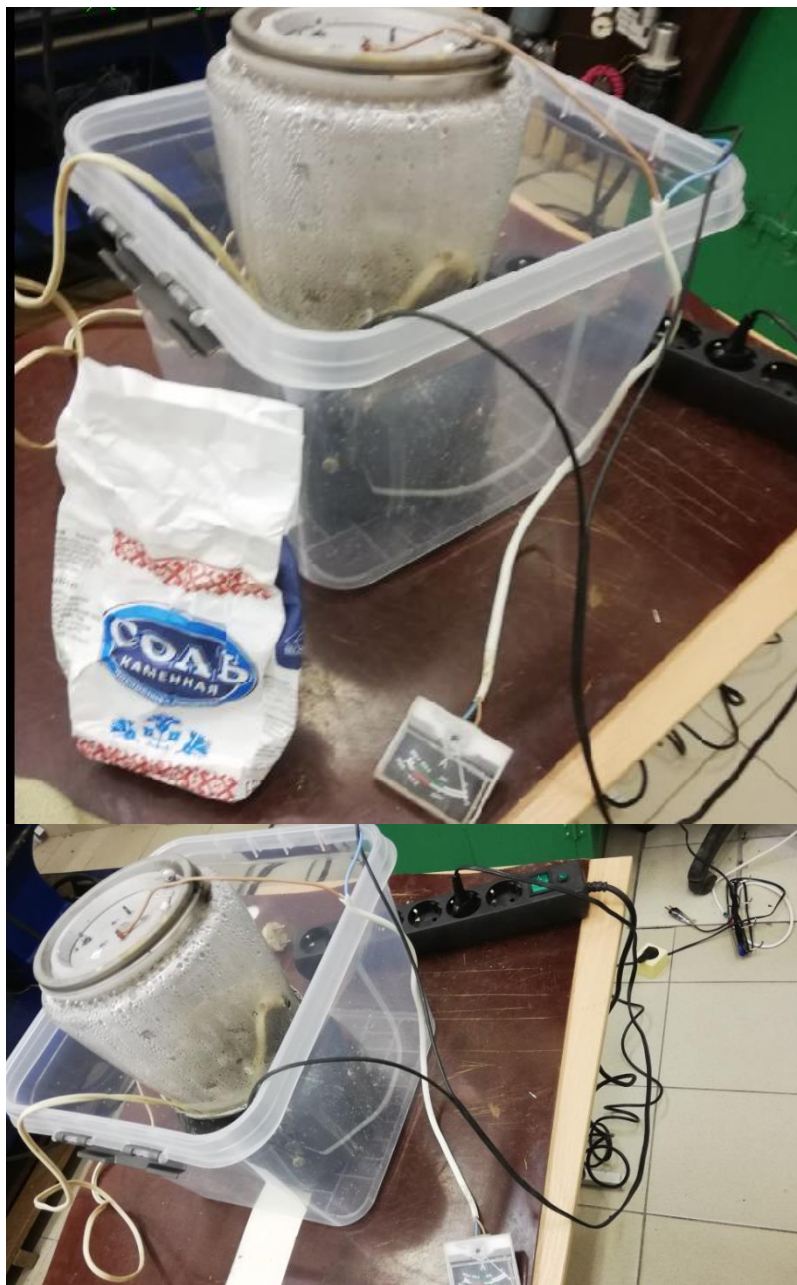




Рисунок Б3 - Макет для измерения проводимости пара насыщенного соляного раствора получаемого за счет кипячения воды с растворенной в ней солью.

Для воссоздания в лаборатории физических условий для измерения электрической проводимости воздуха, в частности атмосферного электричества создан макет для измерения проводимости пара насыщенного соляного раствора получаемого за счет кипячения воды с растворенной в ней солью. Может быть применен для искусственного создания обстановки, максимально приближенной к реальности, с целью вызвать определенное событие либо воспроизведение события в полностью управляемых условиях.

Замеры напряжения в зависимости от испарения соляного пара и повышения температуры пара (на полтора литра воды 1 кг. каменной соли) с ионами представлены на рисунках.



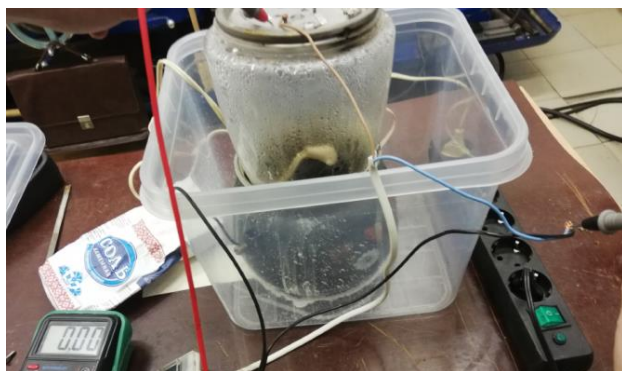


Рисунок Б4 - Нет кипения и соответственно испарения раствора, $U = 0$



Рисунок Б5 - Начало кипения температуре 70°C и соответственно испарение раствора, $U = 7$



Рисунок Б6 - Кипение при температуре 80°C и соответственно испарение раствора, $U = 8$



Рисунок Б7 - Кипение при температуре 100°C и соответственно испарение раствора, $U = 12$

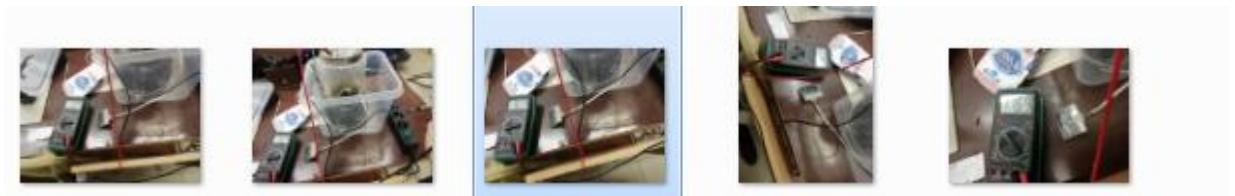


Рисунок Б8 - Замеры напряжения в зависимости от испарения соляного пара с ионами

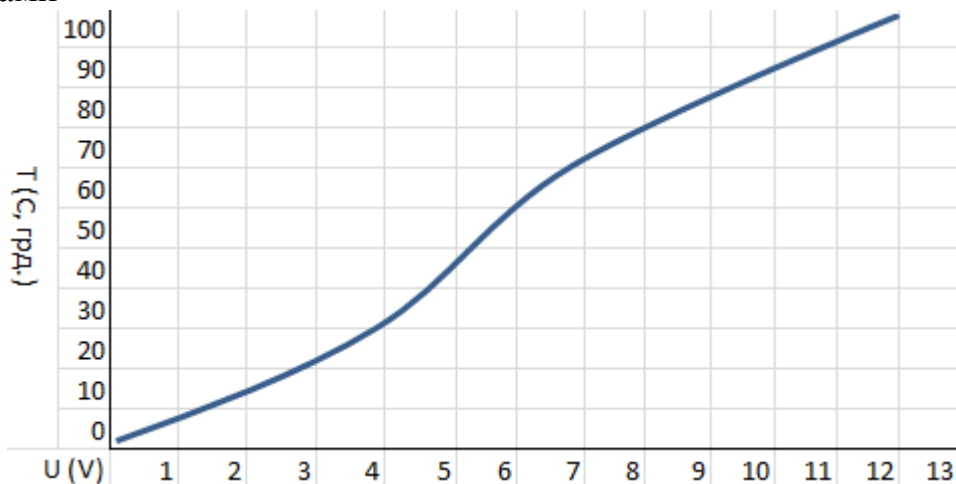


Рисунок Б9 – График роста напряжения пара соляного раствора

Из графика прослеживается рост электропроводности пара при нагревании соляного раствора, что может быть эталоном электропроводности атмосферы в зависимости от наличия в ней примесей, которые создают условия для электропроводности. Другой эталон это электропроводность пара дистиллированной воды, в котором электропроводности нет. Установив сосуды для сбора атмосферных осадков вдоль автомобильной трассы и проведя замеры пара, при кипячении собранных атмосферных осадков на разных участках, можно сделать вывод о наличии примеси на конкретном участке, что позволяет уже сделать химический анализ собранных атмосферных осадков и определить химический состав примесей.

Для искусственного создания обстановки, максимально приближенной к реальности, с целью вызвать определенное событие либо воспроизведение события в полностью управляемых условиях в лаборатории, при измерении электрической проводимости воздуха, в частности атмосферного электричества может быть использован макет для измерения проводимости пара насыщенного соляного раствора получаемого за счет кипячения воды с растворенной в ней солью.

Подобный прибор может быть установлен на перекрестках и в местах наиболее интенсивного движения автотранспорта. Во время осадков с его помощью осуществляется сбор атмосферных осадков, их нагревание до температуры испарения и затем оценка электропроводности пара, что может указывать на наличие опасных примесей в атмосферном воздухе. В идеальных условиях электропроводности в осадках быть не должно.

Автоматизированная аппаратура для измерения проводимости воздуха, в которой используется аспирационный конденсатор, работающий по методу

зарядки, и динамический электрометр не регистрирует присутствие опасных условий, т.е. отклонении количества ионов от уровня 10-30 тыс. пар отрицательных и положительных ионов в 1 кубическом сантиметре воздуха особенно в электромобиле когда автомобиль представляет собой замкнутый контур и не сигнализирует о появлении энергетических полей при определенных узких спектрах частот и амплитуд, которые воздействуют на биообъекты, особенно в частном случае на водителя и пассажиров автомобиля особенно электротранспорта.

В ряде случаев физиологические сдвиги в организме, возникающие под влиянием атмосферных условий, не могут быть полностью объяснены действием какого-либо из ранее известных метеорологических факторов – ни температурой, ни влажностью, ни барометрическим давлением. Было установлено [34, 35, 36, 37, 38], что ионизация атмосферы влияет на жизнедеятельность и состояние живого организма.

Источниками естественной ионизации в приземном слое воздуха являются; излучение радиоактивных веществ, содержащихся в земной коре; космические лучи; баллоэлектрический эффект (дробление и распыление воды); электрические разряды в атмосфере; трибоэлектрический эффект (взаимное трение песчинок, частиц пыли и снега).

Все эти условия присутствуют при движении автотранспортного средства по дорогам и естественно влияют на состояние водителя. Поэтому может быть актуально создание сигнализатора регистрирующего уровень ионизации внутри автотранспортного средства в зависимости от его географического местонахождения.

Для нижних слоев атмосферы наибольшее значение имеют ионизаторы радиоактивного происхождения. Газообразные продукты распада радиоактивных веществ: радиевая, ториевая и активная эманация, выходящая из почвенных капилляров, распространяются и перемешиваются в прилегающих к земной поверхности слоях воздуха. В результате возникают твердые продукты распада – индукции, эманации ионизирующие воздух.

Порядок выполнения работы

1. Залить в сосуд с нагревателем эталонный раствор с растворенной в воде солью.

2. Провести замеры напряжения в зависимости от испарения соляного пара и повышения температуры пара.

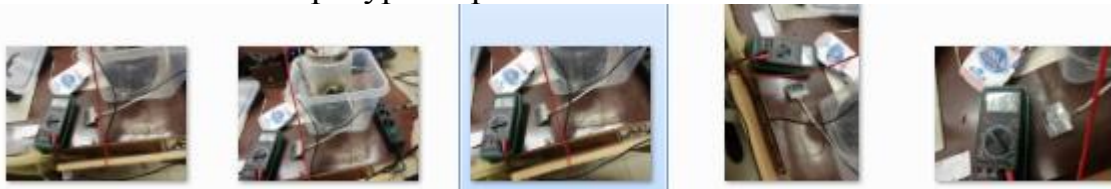


Рисунок Б10 - Замеры напряжения в зависимости от испарения соляного пара с ионами

3. Построить график роста напряжения пара соляного раствора.

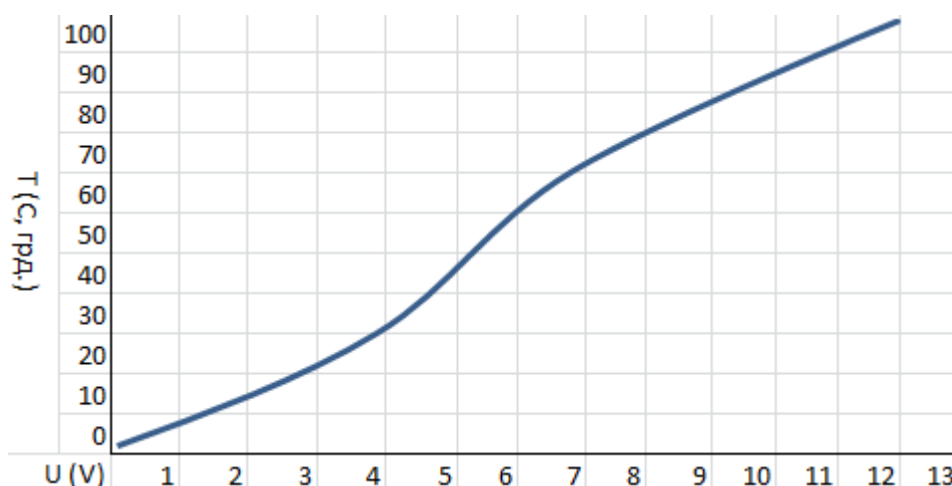


Рисунок Б9 – Вариант графика роста напряжения пара соляного раствора для отчета по лабораторной работе.

4. Освободить сосуд с нагревателем от эталонного раствора, залить собранные атмосферные осадки и замерить напряжения пара.

В случае наличия напряжения пара в собранных атмосферных осадках используя набор катализаторов для определения состава примесей в собранных атмосферных осадках определит примесь, построить график и сравнить его с эталонным.

5. Составить отчет.

Отчет по работе

1. Название и цель работы.
2. Краткие сведения о процессе измерения электропроводности пара.
3. Состав оборудования и описание установки для измерения электропроводности пара.
4. Графики по результатам измерений электропроводности пара и выводы по работе.