

Научная работа по теме:
«Измерение электромагнитного поля
промышленной частоты »

Исполнитель:
обучающийся 9 «Б» класса
ГБОУ лицей № 179
Калининского района
Санкт-Петербурга
Стручков Даниил

Научные руководители:
Обуховская А. С.,
Афанасьев А. С.

Содержание:

1. Актуальность.....	3
2. Предмет исследования.....	4
3. Объект исследования.....	4
4. Гипотеза.....	4
5. Цель работы.....	4
6. Задачи.....	4
7. Литературный обзор.....	5-9
8. Материалы и методы исследования.....	10-13
9. Результаты и их обсуждение.....	14
10. Выводы.....	15
11. Библиографический список.....	15

Актуальность:

По данным литературы, естественное электромагнитное поле (далее - ЭМП) Земли является экологическим фактором, постоянно воздействующим на состояние экосистемы. Человечество в ходе эволюции адаптировалось к естественному ЭМП.

Однако, в настоящее время мощное развитие техники привело к увеличению электромагнитного поля, а, следовательно, и к степени его воздействия на человека.

В городах эта проблема актуальна, ввиду наличия в них ЛЭП большой протяженности, радио- и теле-станции, радиолокационные станции, городской электротранспорт, метрополитен, генераторы, трансформаторы, антенны, электропроводка внутри зданий, предприятия (ЛЭП, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы).

Доказано, что увеличение ЭМП приводит к ряду заболеваний человека, поэтому так важно осуществлять постоянный контроль над уровнем электромагнитного поля.

Данная работа посвящена определению двух составляющих ЭМП промышленной частоты: напряженности переменного электрического поля и интенсивности магнитного поля в Санкт-Петербурге, в его Центральном районе, который является исторической частью города и относится к Памятникам Всемирного Природного и Культурного Наследия.

Предмет исследования:

Предметом исследования стали электромагнитные поля промышленной частоты (50 Гц).

Объект исследования:

В качестве объекта исследования использованы сад, скверы и парки в Центральном районе Санкт-Петербурга.

Гипотеза:

Предполагаю, что напряжённость переменного электрического поля (ЭП) и интенсивность магнитного поля (МП) выше нормы.

Цель работы: измерение уровней ЭМП частотой 50 Гц в скверах Центрального района Санкт-Петербурга.

Задачи:

1. Провести измерения ЭМП.
2. Проанализировать полученные результаты.
3. Представить результаты в Роспотребнадзор Центрального района Санкт-Петербурга.
4. Провести общественную презентацию работы.

Из истории открытия электромагнитных полей [1]

До начала XIX в. электричество и магнетизм считались явлениями, не связанными друг с другом, и рассматривались в разных разделах физики. В 1819 г. датский физик Г.Х. Эрстед обнаружил, что проводник, по которому течёт электрический ток, вызывает отклонение стрелки магнитного компаса, из чего следовало, что электрические и магнитные явления взаимосвязаны.

Французский физик и математик А. Ампер в 1824 г. дал математическое описание взаимодействия проводника тока с магнитным полем.

В 1831 г. английский физик М. Фарадей экспериментально обнаружил и дал математическое описание явления электромагнитной индукции – возникновения электродвижущей силы в проводнике, находящемся под действием изменяющегося магнитного поля.

В 1864 г. Дж. Максвелл создаёт теорию электромагнитного поля, согласно которой электрическое и магнитное поля существуют как взаимосвязанные составляющие единого целого – электромагнитного поля. Эта теория с единой точки зрения объясняла результаты всех предшествующих исследований в области электродинамики, и, кроме того, из неё вытекало, что любые изменения электромагнитного поля должны порождать электромагнитные волны, распространяющиеся в диэлектрической среде (в том числе, в пустоте) с конечной скоростью, зависящей от диэлектрической и магнитной проницаемости этой среды. При жизни Максвелла учение об электромагнитных волнах оставалось «чистой» теорией, не имевшей никаких экспериментальных подтверждений.

В 1887 г. немецкий физик Г. Герц поставил эксперимент, полностью подтвердивший теоретические выводы Максвелла. Его экспериментальная установка состояла из находящихся на некотором расстоянии друг от друга передатчика и приёмника электромагнитных волн, и фактически представляла собой исторически первую систему радиосвязи, хотя сам Герц не видел никакого практического применения своего открытия, и рассматривал его исключительно как экспериментальное подтверждение теории Максвелла. Исследования влияния электромагнитных полей (ЭМП) на живые организмы ведутся уже не одно десятилетие. За последние тридцать лет три четверти населения Земли сосредоточилось в городах, и сейчас нет семьи, которая не использует электричество во всё возрастающих масштабах. Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) учреждена даже специальная программа «Электромагнитные поля и здоровье человека». Этой проблеме уделяется самое пристальное внимание во всем мире.

Развитие технического прогресса, создание все новых и новых приборов и устройств, так облегчающих повседневную жизнь, дающих неоспоримые преимущества во всех сферах трудовой деятельности, несут человечеству

комфорт и процветание – с одной стороны. С другой – уровень порожденных этой деятельностью окружающих нас электромагнитных полей уже значительно превысил естественный фон Земли, и резко расширяется частотный диапазон этих полей. Широкие исследования влияния электромагнитных полей на здоровье были начаты в нашей стране в 60-е годы. Исследования биологического действия ЭМП ПЧ, выполненные в СССР в 60–70х годах, ориентировались в основном на действие электрической составляющей, поскольку экспериментальным путем значимого биологического действия магнитной составляющей при типичных уровнях не было обнаружено. В конце семидесятых и восьмидесятых годов в целях усовершенствования гигиенического нормирования в СССР был проведен комплекс экспериментальных исследований по влиянию ЭМП в широком частотном диапазоне на различные системы организма. Исследовались условия, модифицирующие биоэффекты ЭМП, накапливались данные для обоснования нормативных уровней ЭМП в различном диапазоне частот, по механизму биологического действия ЭМП. В настоящее время исследования биологического действия ЭМП продолжаются.

В настоящее время, как в России, так и за рубежом, регламентация ЭМП промышленной частоты осуществляется отдельно для электрической и магнитной составляющих, без учета того, что в большинстве случаев, как в производственных условиях, так и в быту ЭМП действуют на человека совместно. Вопрос об одновременной регламентации обеих составляющих ЭМП представляет достаточную трудность, так как требует определения и анализа вклада каждой из них во влияние на здоровье человека. [2]

Воздействие ЭМП промышленной частоты на организм человека. Эффект взаимодействия тканей тела человека с электромагнитным полем зависит от поглощенной тканями за определенное время энергии поля, т.е. дозы облучения. В основе взаимодействия лежит эффект преобразования энергии поля внутри организма в тепло. Воздействие ЭМИ особенно вредно для тканей с недостаточным кровообращением (глаза, мозг, почки, желудок, желчный пузырь и мочево́й пузырь). В условиях постоянного воздействия на рабочем месте ЭМП промышленных частот, превышающих предельно допустимые уровни, у работников могут наблюдаться: нарушения функций иммунной, сердечнососудистой и дыхательной систем, пищеварительного тракта, изменения в крови. Возможны последствия на генетическом уровне. При местном воздействии ЭМП (прежде всего на руки) проявляются ощущение зуда, бледность, синюшность, отечность, уплотнение, а иногда ороговение кожных покровов. [3]

К источникам ЭМП промышленной частоты относятся линии электропередач (ЛЭП) напряжением до 1150 кВ, открытые распределительные устройства, включающие коммутационные аппараты, устройства защиты и автоматики, измерительные приборы. [4]

Защита здоровья людей от электромагнитного поля [5]

Основной принцип защиты здоровья людей от электромагнитного поля ЛЭП заключается в определении и соблюдении границ санитарно-защитных зон. В защитной зоне запрещается размещать жилые здания и сооружения, устраивать детские площадки и остановки всех видов транспорта. В помещениях защиту здоровья людей и сотрудников предприятий от воздействия ЭМП следует осуществлять:

- соблюдением безопасных расстояний от электросетей;
- не размещением электрооборудования и приборов в углах помещений зданий с железобетонными конструкциями;
- заземлением электрооборудования, приборов;
- использованием оборудования с меньшими уровнями энергопотребления;
- размещением наиболее опасного оборудования на расстоянии не менее 1,5 м от мест продолжительного пребывания человека;
- использованием (по возможности) оборудования с автоматическим управлением, позволяющим не находиться рядом с ним во время работы.

Кроме того, людям следует рекомендовать:

- не находиться рядом с длинным проводом под напряжением;
- не включать одновременно большое количество приборов;
- не оставлять без необходимости включенными в сеть электрооборудование и приборы. [5]

Варианты воздействия ЭМП на биоэкосистемы, включая человека, разнообразны: непрерывное и прерывистое, общее и местное, комбинированное от нескольких источников и сочетанное с другими неблагоприятными факторами среды и т.д.

Известно, что здоровый человек страдает от относительно длительного пребывания в поле электромагнитном поле (далее - ЭМП). Кратковременное облучение (минуты) способно привести к негативной реакцией только у гиперчувствительных людей или у больных некоторыми видами аллергии.

Биологический эффект ЭМП в условиях длительного многолетнего воздействия накапливается, в результате возможно развитие отдаленных последствий, включая дегенеративные процессы центральной нервной системы, рак крови (лейкозы), опухоли мозга, гормональные заболевания.

Особо опасны ЭМП могут быть для детей, беременных (эмбрион), людей с заболеваниями центральной нервной, гормональной, сердечнососудистой системы, аллергиков, людей с ослабленным иммунитетом.

На биологическую реакцию влияют следующие параметры ЭМП:

- интенсивность ЭМП (величина)
- частота излучения
- продолжительность облучения
- модуляция сигнала

- сочетание частот ЭМП
- периодичность действия

Сочетание вышеперечисленных параметров может давать существенно различающиеся последствия для реакции облучаемого биологического объекта.

Влияние ЭМП на организм человека [7]

В подавляющем большинстве случаев облучение происходит полями относительно низких уровней, ниже перечисленные последствия относятся к таким случаям. Многочисленные исследования в области биологического действия ЭМП позволяют определить наиболее чувствительные системы организма человека: нервная, иммунная, эндокринная и половая. Эти системы организма являются критическими. Реакции этих систем должны обязательно учитываться при оценке риска воздействия ЭМП на население.

Влияние электромагнитного поля на нервную систему.

Большое число исследований и сделанные монографические обобщения позволяют отнести нервную систему к одной из наиболее чувствительных к воздействию электромагнитных полей систем человеческого организма. При воздействии поля малой интенсивности возникают существенные отклонения в передаче нервных импульсов на уровне нейронных биоэлектрохимических ретрансляторов (синапсов).

Также происходит угнетение высшей нервной деятельности, ухудшается память. Нарушается структура капиллярного гематоэнцефалитического барьера головного мозга, что со временем может привести к неожиданным патологическим проявлениям. Особую чувствительность к электромагнитному воздействию проявляет нервная система эмбриона на поздних стадиях внутриутробного развития.

Влияние электромагнитного поля на иммунную систему.

На данный момент имеется большое количество данных, указывающих на негативное воздействие электромагнитных полей на иммунологическую реактивность организма. Установлено также, что при электромагнитном воздействии изменяется характер инфекционного процесса – течение инфекционного процесса отягощается аутоиммунной реакцией (атакой иммунной системы на собственный организм).

Возникновение аутоиммунитета связано с патологией иммунной системы, в результате чего она реагирует против нормальных, свойственных данному организму тканевых структур. Такое патологическое состояние характеризуется в большинстве случаев дефицитом лимфоцитов, генерируемых в вилочковой железе (тимусе), угнетаемой электромагнитным воздействием. Электромагнитное поле высокой интенсивности также может способствовать неспецифическому подавлению иммунитета, а также особо опасной аутоиммунной реакции к развивающемуся эмбриону.

Влияние электромагнитного поля на эндокринно-регуляторную систему.

Исследования российских ученых, начавшиеся в 60-е годы XX в. показали, что при действии электромагнитного поля происходит стимуляция гипофиза,

сопровождаясь увеличением содержания адреналина в крови и активизацией процессов свертывания крови. Также замечены изменения в коре надпочечников и структуре гипоталамуса (отдела мозга, регулирующего физиологические и инстинктивные реакции).

Влияние электромагнитного поля на половую систему.

Нарушения половой функции обычно связаны с изменением ее регуляции со стороны нервной и эндокринно-регулятивной систем, а также с резким снижением активности половых клеток. Установлено, что половая система женщин более чувствительна к электромагнитному воздействию, нежели мужская. Кроме того, чувствительность к этому воздействию эмбриона в период внутриутробного развития во много раз выше, чем материнского организма.

Считается, что электромагнитные поля могут вызывать патологии развития эмбриона, воздействуя в различные стадии беременности. Также установлено, что наличие контакта женщин с электромагнитным излучением может привести к преждевременным родам и снизить скорость нормального развития плода. При этом периодами максимальной чувствительности являются ранние стадии развития зародыша, соответствующие периодам имплантации (закрепления зародыша на плацентарной ткани) и раннего органогенеза.

Общее влияние электромагнитного поля на организм человека.

Результаты клинических исследований, проведенных в России, показали, что длительный контакт с электромагнитным полем в СВЧ – диапазоне может привести к развитию заболевания, получившего наименование «радиоволновая болезнь». Клиническую картину этого заболевания определяют, прежде всего, изменения функционального состояния нервной и сердечнососудистой систем. Люди, длительное время находящиеся в зоне облучения, предъявляют жалобы на слабость, раздражительность, быструю утомляемость, ослабление памяти, нарушение сна. Нередко к этим симптомам присоединяются расстройства вегетативных функций нервной системы. Со стороны сердечнососудистой системы проявляются гипотония, боли в сердце, нестабильность пульса.

У людей, находящихся (в основном, по долгу службы) в зоне облучения непрерывно, возникают изменения в структуре костного мозга в сторону увеличения скорости регенерации. Через 1–3 года у некоторых появляется чувство внутренней напряженности, суетливость. Нарушаются внимание и память. Возникают жалобы на малую эффективность сна и на утомляемость. Имеются также данные о возникновении психических расстройств у людей, в течение 5 лет и более, систематически подвергавшихся облучению электромагнитным полем с напряженностью, близкой к предельно допустимой.

Особое внимание уделяется уязвимости для электромагнитного излучения детского организма. Облучение ЭМП детей до 16 лет оказывает более негативное действие на их здоровье, чем на взрослых. Из-за меньшего размера и объема головы ребенка удельная мощность поглощения больше, и излучение проникает глубже в те отделы мозга, которые у взрослого человека, как

правило, не облучаются. Растущие и развивающиеся ткани наиболее подвержены неблагоприятному влиянию электромагнитного поля. Оно биологически активно и в отношении эмбрионов.

Например, при работе беременной женщины за компьютером практически все ее тело подвергается воздействию ЭМП, включая развивающийся плод.

Доказано, что электромагнитное излучение не только накапливается, но и передается следующим поколениям. [7]

Работами Воронежского медицинского института им. Бурденко было установлено, что электромагнитные поля вызывают дополнительную ионизацию плазмы, изменяют проводимость клеток, эритроцитов и лимфоцитов, т.е. оказывают на организм человека негативное воздействие. [8]

Материалы и методы исследования:

Методы: измерение, наблюдение, сравнение, работа с приборами, составление карты, работа с таблицами.

Измерения производились в точках, выбранных по принципу наличия трансформаторной подстанции или непосредственной близости к проезжей части (Рис.1) прибором ПЗ-50 (Рис.2) (прибор имеет свидетельство о поверке) согласно СанПиН 2.1.2.2801-10 от 27.12.2010 пункт 6.4.3 («На территории населённых мест предельно допустимая напряженность переменного электрического поля с частотой 50 Гц на высоте 2 м составляет 1000 В/м...») и ГН (гигиенический норматив) 2.1.8./2.2.4.2262-07 от 21.08.2007 пункт 2.2 и пункт 11 из приложения 1 («Напряженность (индукция) МП промышленной частоты 50 Гц вне зданий измеряется на высоте 0,5; 1,5 и 1,8 м от поверхности земли.»). Я выявил предельно допустимые значения интенсивности магнитного поля (8 А/м) и напряженности электрического поля (1000 В/м). СанПиН 2.1.2.2801-10 от 27.12.2010г. предписывает измерять напряжённость ЭП в В/м (вольт на метр), а прибор ПЗ-50, которым производились замеры, исчисляет эту же величину в кВ/м (киловольт на метр). При составлении таблиц данные были пересчитаны в Международную Систему Единиц («СИ») и внесены в таблицы (таблица 1 и таблица 2)



Рис. 1. Карта. Точки, в которых проводились замеры.

Точки 1А, Б, В расположены в Греческом сквере, границами которого являются 2-я Советская улица, Греческий проспект и 3-я Советская улица. Там расположена одна из детских площадок этого района. В сквере установлена трансформаторная подстанция, от которой получает питание ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья». Через дорогу находится Детская городская больница №19 им. К. А. Раухфуса. Известно, что стороннее электромагнитное поле может повлиять на работу приборов, в том числе, аппаратов жизнеобеспечения пациентов.

Точки 2 А, Б, В находятся за Павловской гимназией, которая ранее являлась Павловским женским институтом. Здание гимназии является памятником истории и культуры Санкт-Петербурга. Практически вплотную к трансформаторной подстанции находится спортивная площадка и школьный стадион, а на некотором удалении и игровая площадка, на ней постоянно находятся дети.

Точка 3 расположена в Некрасовском сквере, который раньше, до засыпки прудов, расположенных там, назывался «Прудки», первое упоминание о котором датировано XIX веком. В настоящий момент в Некрасовском саду находятся: трансформаторная подстанция, 2 памятника, детская площадка, которая пользуется популярностью у местных жителей (в 70 метрах от трансформатора) и спортивная площадка, которая является стадионом

гимназии № 166. В свою очередь, школа располагается непосредственно около трансформатора

Пункт 4 находится в сквере Галины Старовойтовой, который был разбит в память о Галине Старовойтовой, известном государственном деятеле и правозащитнике. За оградой сквера расположена остановка общественного транспорта, обслуживаемая 8 городскими маршрутами, из них – 4 троллейбусных. Исследования показали, что тяговый электродвигатель троллейбуса, равно как и другого электротранспорта излучает наибольшее ЭМП при разгоне и торможении, что и происходит у остановки.

Точка 5 была выбрана в Овсянниковском саде (он же – сад Чернышевского). На месте, где находится этот сад, в 1864 году произошла гражданская казнь Н.Г. Чернышевского. Данный сад является излюбленным местом отдыха людей, особенно граждан преклонного возраста. Пенсионеры, практически, постоянно занимают некоторые скамьи в тени, не обращая никакого внимания на трансформаторную подстанцию.

Всё это говорит о необходимости регулярной проверки уровней ЭМП.

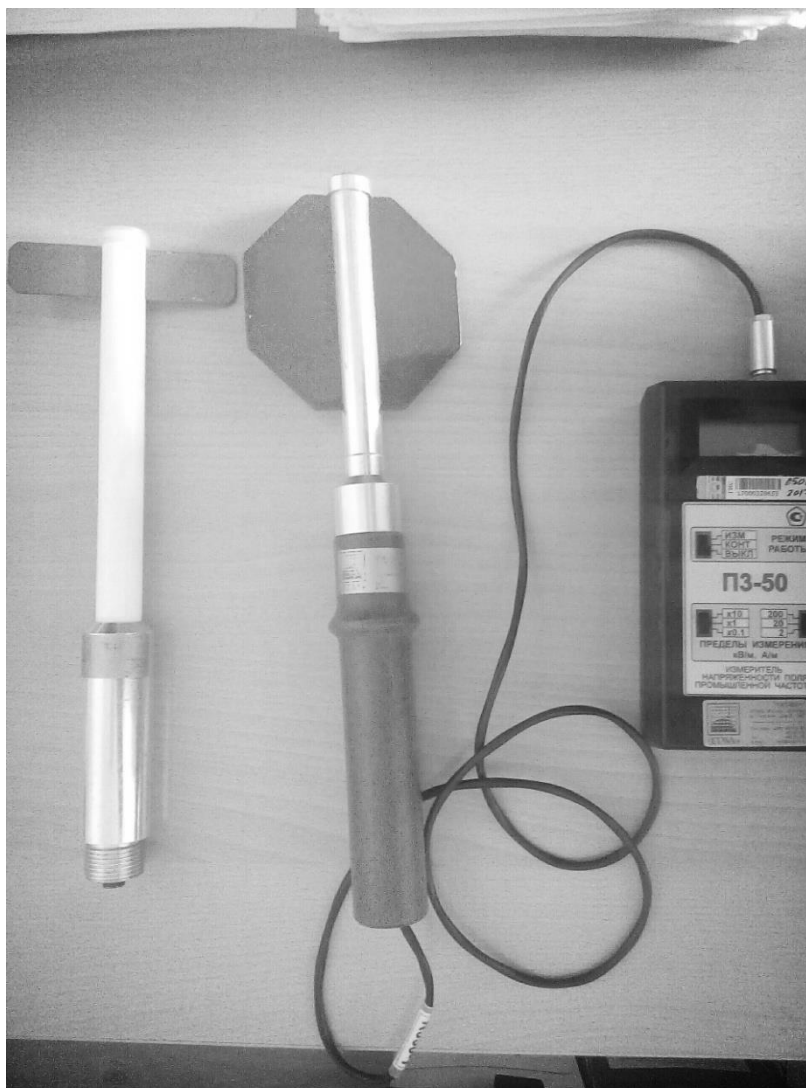


Рис. 2. Прибор ПЗ-50 и антенны для измерения напряжённости ЭП (слева, в виде полосы) и интенсивности МП (в центре, в виде восьмиугольника)

Федеральное бюджетное учреждение
«Государственный региональный центр стандартизации,
метрологии и испытаний в г. Санкт-Петербурге и Ленинградской области»
(ФБУ «Тест-С.-Петербург»)
Регистрационный номер аттестата аккредитации RA.RU.311483 от 29.12.2015 г.

СВИДЕТЕЛЬСТВО О ПОВЕРКЕ № 0077849

Действительно до **04 июня 2018**

Средство измерений Измеритель напряженности поля промышленной частоты
наименование, тип, модификация, регистрационный номер в Федеральном
ПЗ-50, №17638-98
информационном фонде по обеспечению единства измерений (если в состав средства измерений входят
несколько автономных измерительных блоков, то приводится их перечень и заводские номера)

серия и номер клейма предыдущей поверки 002551592
(если такая серия и номер имеются)

заводской номер (номера) 049

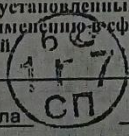
поверено в соответствии с описанием типа
наименование, величина, диапазоны, на которых поверено средство измерений

(если предусмотрено методикой поверки)
поверено в соответствии с ВГКН.411153-010-МП "Измеритель напряженности пол-
наименование документа, на основании которого
промышленной частоты ПЗ-50. Методика поверки"
выполнена поверка

с применением эталонов: Установка поверочная СИ напряженности электрического поля промышленной
наименование, тип, заводской номер
частоты П1-24, зав.№ 01, Э.1.ЗСП.0093.2013, 1 разряд; Установка поверочная СИ напряженности магнитного
(регистрационный номер (при наличии), разряд, класс или погрешность эталона,
поля промышленной частоты П1-26, зав.№03, Э.1.ЗСП.0739.2015, 1 разряд
применяемого при поверке)

при следующих значениях влияющих факторов: температура окружающего
приводят перечень
воздуха 23°C относительная влажность 53% атмосферное давление
влияющих факторов, нормированных в документе на методику поверки,
101кПа
с указанием их значений

и на основании результатов первичной периодической поверки признано соответствующим установленным в описании типа метрологическим требованиям и пригодным к применению в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений.

Знак поверки 

начальник отдела И.А. Стаканов
подпись
Фамилия И.О.

поверитель С.Е. Горячев
подпись
Фамилия И.О.

Дата поверки 05 июня 2017 г.

Рис. 3 Свидетельство о поверке прибора ПЗ-50 от 5 июня 2017 г.

Результаты и их обсуждения

Таблица 1.

Данные, полученные при измерении интенсивности МП.

Точка, интенсивность МП. МП/Высота, м	1А, А/м	1Б, А/м	1В, А/м	2А, А/м	2Б, А/м	2В, А/м	3, А/м	4, А/м	5, А/м
1,8	0,68	0,05	0,05	0,7	0,8	0,4	0,28	0,03	0,35
1,5	0,5	0,04	0,07	0,5	0,98	0,4	0,27	0,03	0,6
0,5	0,47	0,06	0,07	1,1	1,0	0,7	0,3	0,03	0,5

Данные, полученные при измерении магнитного поля, свидетельствуют о том, что превышения интенсивности МП в контрольных точках не зафиксированы.

Таблица 2.

Данные, полученные при измерении напряжённости ЭП.

Точка, напряжённость ЭП / Высота	1А, А/м	1Б, А/м	1В, А/м	2А, А/м	2Б, А/м	2В, А/м	3, А/м	4, А/м	5, А/м
2м	1	1	1	1	1	2	2	1	1

Данные, полученные при измерении электрического поля, свидетельствуют о том, что превышения напряжённости ЭП в контрольных точках не зафиксированы.

Не смотря на то, что полученные данные не превышают нормативы, в некоторых контрольных точках результаты выше, чем в других. Например, сравнивая данные интенсивности МП из точек 1А и 1Б можно сказать, что показание прибора было выше в пункте 1А, т.к. он находится ближе к трансформаторной подстанции.

Рассмотрим другой случай: замеры интенсивности производились у трансформатора, расположенного за Павловской гимназией. Длина сооружения-35 метров. Измерения проводились примерно на равном расстоянии от его стен. Возможно, что основное оборудование подстанции расположено в непосредственной близости к точке 2А. Вероятно, из-за этого цифры, полученные мной в пункте 2В меньше. Стоит учитывать, что в 100 метрах расположено общеобразовательное учреждение, где, практически, весь день находятся люди, в том числе, и дети. Необходимо обратить внимание на то, что у трансформатора находятся детская и спортивная площадки.

В точках 2 А, Б, В результат выше, чем в точках 1 А, Б, В. Вероятно, это вызвано большей мощностью трансформаторной подстанции. Детский городок

расположен также в непосредственной близости от трансформаторной подстанции в Греческом сквере, однако, интенсивность МП в 1,5 – 2 раза ниже, чем в пунктах за гимназией.

Важно отметить, что напряженность ЭП в точках 2В и 3 выше, чем в остальных пунктах в 2 раза.

Выводы:

1. Превышения интенсивности магнитного поля в пунктах измерений не обнаружилось.
2. Напряжённость электрического поля в контрольных точках в норме.
3. Моя гипотеза не оправдалась.
4. Анализ полученных результатов свидетельствует о необходимости дальнейшей работы в этом направлении.

Библиографический список:

1. Физика.9 кл.: учебник для общеобразоват. учреждений / А.В. Перышкин, Е.М. Гутник. – 14-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2009.

6,8 <https://ecoteco.ru/library/magazine/zhurnal-14/ekologiya/vliyanie-elektromagnitnyh-poley-na-organizm-cheloveka>

2, 3 <http://scicenter.online/bezopasnosti-jiznedeyatelnosti-osnovyi/elektromagnitnyie-polya-promyshlennoy-59218.html>

4. <http://sprav-ekob.ru/dokladi/bjd/proiz%20bez/EP%20prom%20Thc/EMP%20prom.aspx>

5,7 <http://mirznanii.com/a/298277/istoriya-issledovaniya-elektromagnitnykh-poley-i-ikh-vozdeystvie-na-cheloveka>