

УДК 550.380

Горгуль И.С.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ПОЛОСЕ НИЗКИХ ЧАСТОТ

Приведены результаты анализа лабораторных и полевых измерений напряженности электрической составляющей электромагнитного поля в полосе частот 25,5-75,5 кГц, показавшие приоритетность активности Солнца и второстепенное значение природных геологических и техногенных явлений в определении интенсивности электромагнитного фона.

На земной поверхности присутствуют объекты, по-разному взаимодействующие с электромагнитными полями (ЭМП). Пассивными являются объекты из стекла, дерева, кирпича и других материалов; активными – из металлоконструкций, железобетона, пуленепробиваемого стекла и пр. Рельеф земной поверхности и геологические тела, расположенные вблизи земной поверхности, также взаимодействуют с ЭМП Земли, поэтому напряженность поля отличается изменчивостью распределения во времени и сложным характером распределения в пространстве.

Целью настоящей работы было изучение характера изменения напряженности ЭМП в стационарных точках на земной поверхности вдоль профилей и вблизи активных объектов.

Для регистрации напряженности электрической составляющей (В/м) ЭМП использовался простейший индикатор с тремя ступенями усиления в полосе частот 25,5-75,5 кГц. Регистрация фонового значения (интенсивности) напряженности была предусмотрена на фиксированной частоте и при сканировании в полосе частот. Для определения вида электромагнитных сигналов после предусилителя был предусмотрен разъем для подключения индикатора к осциллографу. Внешний вид индикатора напряженности ЭМП приведен на рис. 1.

Эксперименты состояли в регистрации показаний подготовленного к работе прибора, который может быть включен на протяжении нескольких суток. Положение датчика (антенны) при измерениях – вертикальное. Подготовка прибора состоит в следующем: после включения индикатора выбирается режим работы (на фиксированной частоте или в полосе частот), устанавливается усиление, компенсируются внутренние помехи и могут периодически считываться показания.

Для изучения изменений напряженности ЭМП в стационарных точках на земной поверхности были выбраны пункты наблюдений в районе г. Днепропетровска и на южном берегу Крыма (территория санатория «Канак»). В течение рабочего дня на стационарных точках через один час регистрировались значения электрической составляющей напряженности ЭМП с обязательной проверкой стабильности работы прибора и дрейфа нуля. Прибор работал в непрерывном режиме. Характер изменения напряженности поля показан на рис. 2. В форме кривых выделяются их общие и отличительные признаки. Общим признаком служит «выпуклость» кривых, отображающая изменение активности Солнца в течение дня. Относительная «приподнятость» сплошной линии на отрезке времени от 8 до 11 часов свя-

зана с более ранним восходом Солнца и, соответственно, с большей электромагнитной активностью на юге (в Канаке) по сравнению с Днепропетровском.



Рис. 1. Внешний вид индикатора напряженности электромагнитного поля при отключенной антенне.

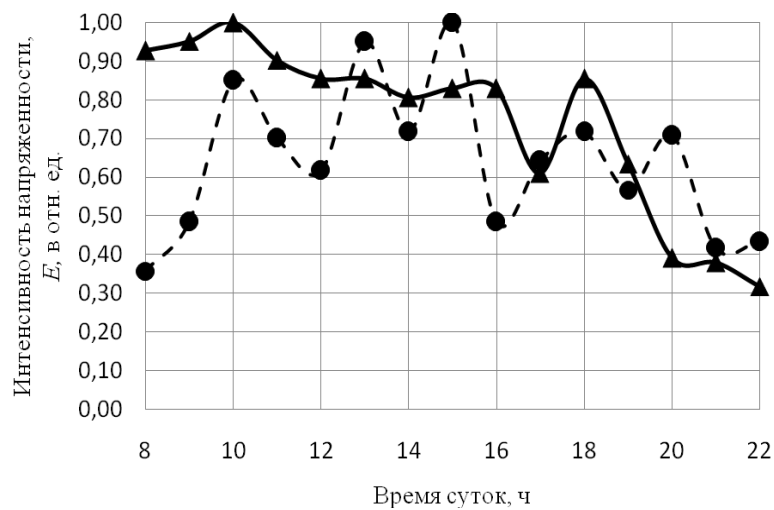


Рис. 2. Распределение напряженности электрической составляющей ЭМП, по данным измерений на южном берегу Крыма (санаторий «Канака» – сплошная линия) и в г. Днепропетровске (пунктирная линия).

К отличительным признакам кривых следует отнести различие их «изрезанности». Пунктирная линия (Днепропетровск) более изменчива. Изменчивость кривой напряженности ЭМП в Канаке (19 июня 2012 г.), на протяжении второй половины дня связана с формированием облачности в районе ущелья Чигенитра. Изменчивость кривой напряженности в Днепропетровске (29 июня 2012 г.) связана не с погодными условиями, а с влиянием техногенных источников излучения.

Поскольку в промышленном городе вероятность техногенных электромагнитных помех выше, в Днепропетровске были проведены эксперименты с их регистрацией по двум каналам распространения: атмосфера (сигнал распространяется через воздух) и силовая сеть (импульсы проникают в приемник через каналы электропитания). Помехи регистрировались с помощью индикатора напряженности и цифрового осциллографа SEA C8-102/2. Типичная кривая «атмосферных» помех представлена на рис. 3.

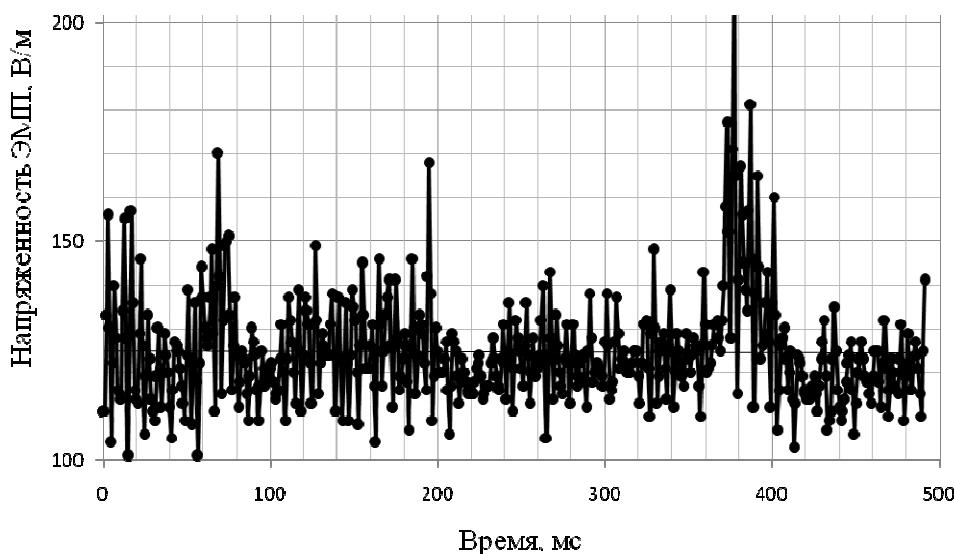


Рис. 3. Типичная кривая низкочастотного атмосферного шума в условиях лаборатории.

Из анализа кривой рис. 3 можно сделать вывод, что шумовые импульсы повторяются с частотой от 16 герц и выше. Средний уровень напряженности поля составляет около 125 В/м. Максимальная амплитуда (в серии экспериментов) достигала 350 В/м.

На кривую вида рис. 3 при искрении и коронировании разрядов накладывается дополнительно сигнал, представленный на рис. 4. Кривая зарегистрированного импульса ЭМП имеет трапециевидную форму. Это типичная форма нежелательного воздействия, характерная для искрений в силовых цепях. Крутые фронты нарастания и спада сигнала представ-

ляют существенную шумовую угрозу работе электронных устройств. Еще большую угрозу представляют аналогичного вида помехи с экспоненциальными формами изменения фронтов длительностью, приближающейся к 5 нс (случай с падением метеорита в г. Челябинске).

Характерно, что основной трапециевидный импульс разбит серией повторяющихся более высокочастотных импульсов на наносекундных отрезках времени. Повидимому, в плазменных объемах в разряде присутствует автоколебательный процесс, исчезающий при га-

шении разряда и возникающий при его развитии.

При отслеживании помех, связанных с коммутацией потребителей электроэнергии, вблизи линий питания были зарегистрированы

электромагнитные сигналы, типичный вид которых представлен на рис. 5. Отмечается факт возникновения кратных 50 Гц колебаний: сигналов с частотой 100, 200 Гц и выше.

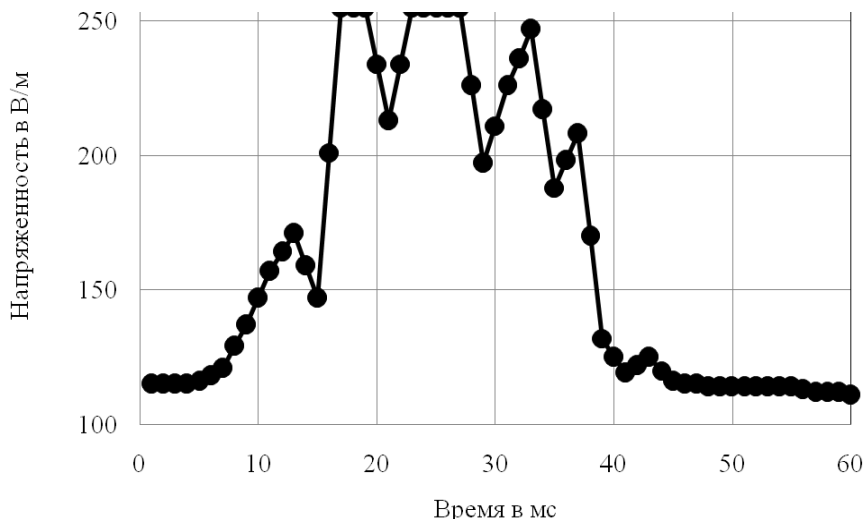


Рис. 4. Вид электромагнитного импульса, обусловленного искрением или коронированием электрического разряда.

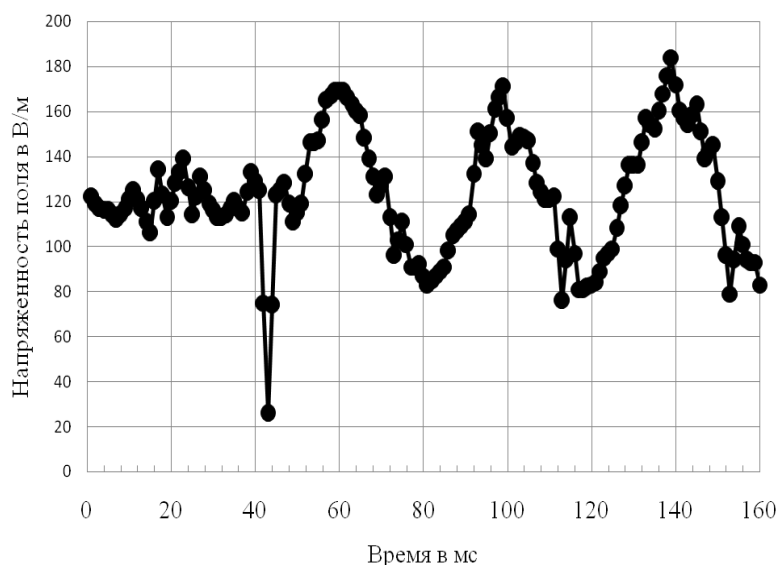


Рис. 5. Типичный вид сетевых наводок, зарегистрированных с помощью катушки индуктивности, расположенной вблизи фазного провода.

Наиболее нежелательные случаи связаны с импульсами вида, показанными на рис. 5 вблизи 40 мс. Они равносильны «разрыву» в питающей линии и вызывают сбои в работе бытовой техники. Броски обратной полярности приводят к выходу из строя бытовых приборов (перегорают предохранители). При этом питающая линия служит источником электромагнитного излучения.

Изучение изменений напряженности ЭМП на земной поверхности по профилям дают информацию о влиянии на нее геологических объектов и геологических процессов, чему посвящены многие публикации.

На рис. 6 приведены кривые распределения напряженности ЭМП по контрольному профилю. Напряженность измерялась в разные дни: ряд 1 – 4 июня 2011 г.; ряд 2 – 16 июня 2011 г.; ряд 3 – 20 июня 2011 г.; ряд 4 – 23 июня 2011 г. На основании анализа кривых рис. 6 можно сделать вывод о том, что в разные дни напряженность ЭМП в одних и тех же точках измерений разная. Также различен и характер изменения кривых напряженности. Таким образом, на полезный сигнал могут накладываться

существенные вариации, которые могут привести к исчезновению проявлений аномальных участков на кривых.

На рис. 7 представлены разностные кривые распределения напряженности ЭМП, измеренной вдоль контрольного профиля при разных затратах времени на прохождение маршрута: от 15 мин. (кривая 1) до 5 мин. (кривая 4). Как видно, с уменьшением затрат времени на прохождение маршрута форма аномальных кривых проявляется четче.

Методические приемы, связанные с изменением затрат времени на прохождение маршрута, позволили получить следующие результаты. На одном и том же профиле отмечены случаи уширения аномальных участков на кривых, распада аномального участка на более дробные фрагменты, изменения полярности аномального участка и его исчезновения на кривой. Таким образом, затраты времени на прохождение маршрутов по измерению напряженности ЭМП следует свести к минимуму.

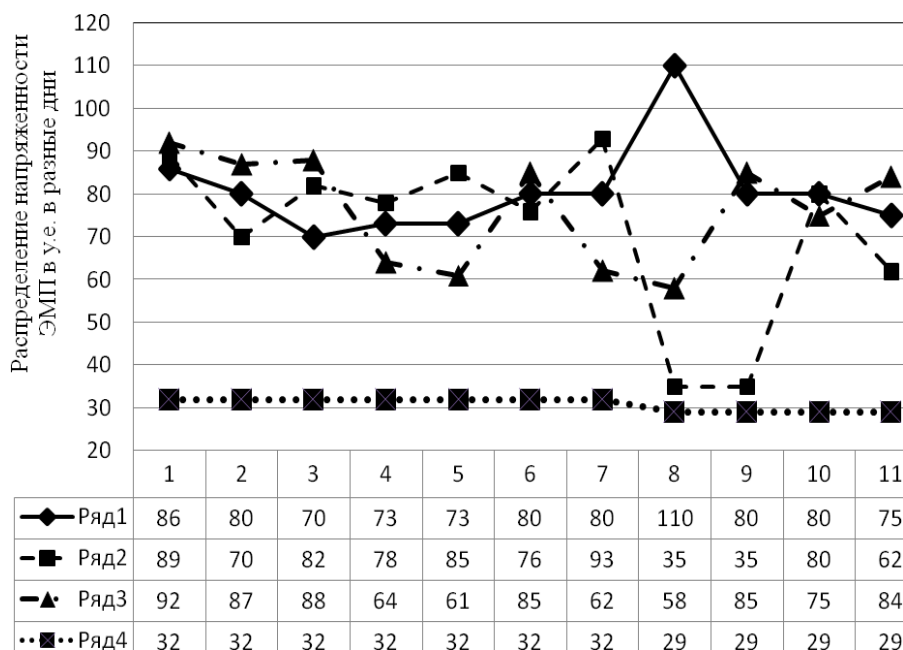


Рис. 6. Распределение напряженности ЭМП, измеренной по контрольному профилю в разное время на частоте 25,5 кГц.

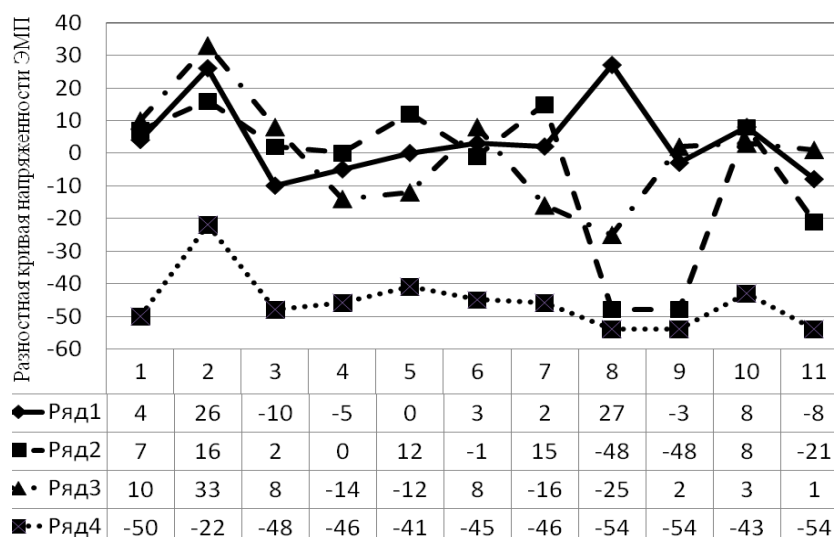


Рис. 7. Кривые изменения напряженности ЭМП по профилю, измеренные с разной скоростью прохождения контрольного профиля.

Следовательно, измерения напряженности электромагнитного поля следует выполнять во всех точках одновременно. Такую задачу можно решить путем мониторинга с помощью непрерывно работающих идентичных датчиков. В задачу дальнейших исследований входит разработка системы «объект-датчик-компьютер» с обеспечением связи между элементами системы в реальном масштабе времени

Выводы

1. Мониторинг параметров ЭМП Земли в стационарных точках в настоящее время приобретает особую актуальность для отслеживания природных, техногенных и космических процессов.

2. С изучением распределения в пространстве и времени напряженности ЭМП связано возрастающее количество практических задач

геологического, информационного, экологического направлений.

3. Электромагнитная активность в связи с участвовавшими атаками Земли космическими объектами представляет угрозу регионального поражения информационных систем, что требует разработки устройств предупредительного отключения и сохранения информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев А.А. *Равновесие и преобразование видов энергии в недрах* // Томск: Изд. Томского университета, 1980.– 211 с.
 2. Иванов В.В., Егоров П.В., Колпакова Л.А., Пимонов А.Г. *Динамика трещин и электромагнитное излучение горных пород* // ФТПРПИ.– 1988.– №3.– С. 25-28.

ГОРГУЛЬ І.С. Вивчення можливості практичного використання електромагнітного поля в смузї низьких частот.

Резюме. Результати лабораторних і польових вимірів напруженості електричної складової електромагнітного поля Землі в смузї частот 25,5-75,5 кГц підтвердили, що активність Сонця є домінуючим фактором інтенсивності електромагнітного фону. Природні геологічні об'єкти й

процеси, рельєф земної поверхні, техногенні впливи мають другорядне значення, ускладнюють картину прояву сонячної активності. Експериментально вивчені деякі проблеми діагностики електромагнітного поля Землі й визначені шляхи їх вирішення.

Ключові слова: електромагнітне поле Землі, напруженість, частота, інтенсивність електромагнітного поля Землі, природні й техногенні джерела електромагнітного випромінювання.

ГОРГУЛЬ И.С. Изучение возможности практического использования электромагнитного поля в полосе низких частот.

Резюме. Результаты лабораторных и полевых измерений напряженности электрической составляющей электромагнитного поля Земли в полосе частот 25,5-75,5 кГц подтвердили, что активность Солнца является доминирующим фактором интенсивности электромагнитного фона. Природные геологические объекты и процессы, рельеф земной поверхности, техногенные влияния имеют второстепенное значение, усложняют картину проявления солнечной активности. Экспериментально изучены некоторые проблемы диагностики электромагнитного поля Земли и определены пути их решения.

Ключевые слова: электромагнитное поле Земли, напряженность, частота, интенсивность электромагнитного поля Земли, природные и техногенные источники электромагнитного излучения.

GORGUL I.S. Studies of possibility for practical use of electro-magnetic field in the low frequency interval.

Summary. Results of laboratory and field measurements of strength of the electrical constituent of the electromagnetic field of the Earth in the frequency interval of 25,5-75,5KHz confirmed that the Sun activity is a dominant factor for intensity of electro-magnetic hum noise. Natural geological units and processes, land surface relief, technogene influences have secondary value, complicate the picture of the Sun activity manifestation. Some problems of electro-magnetic field of the Earth diagnostics have been studied and ways of their solving are determined.

Key words: electro-magnetic field of the Earth, strength, frequency, intensity of electro-magnetic field of the Earth, natural and technogene sources of electro-magnetic emission.

Надійшла до редакції 13 квітня 2012 р.

Представив до публікації доктор геологічних наук А.А.Березовський.