

1. Результаты поиска метеоритов в рыхлых несцементированных отложениях неогена и палеогена с помощью, например, металлоискателя подтвердили перспективность выявления ископаемых метеоритов.

2. Технические возможности импульсных металлоискателей позволяют проводить обнаружение образцов, похожих на образцы метеоритов.

3. Дальнейшие исследования следует сосредоточить на выборе наиболее перспективных маршрутов с учетом геоморфологических особенностей земной поверхности и развития эрозионных процессов.

Работа выполнена при поддержке ректората НТУ «ДП».

Использованная литература:

1. Додд, Р.Т. Метеориты. Петрология и геохимия / Р. Т. Додд; Перевод с англ. М. И. Петаева, А. А. Ульянова; Под ред. А. В. Иванова. - М.: Мир, 1986. - 383 с.

2. https://www.researchgate.net/profile/Joanne_Bourgeois/publication/264120476_Robert_S_Dietz_and_the_identification_of_impact_structures_on_Earth/links/53cebe990cf25dc05cfac2ff/Robert-S-Dietz-and-the-identification-of-impact-structures-on-Earth.pdf?origin=publication_detail

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПЛОЩАДИ УЧЕБНОГО ПОЛИГОНА «ПРИАЗОВЬЕ» В ДИАПАЗОНЕ ОСОБО НИЗКИХ ЧАСТОТ

А.С. Поляшов, В.П. Титов, С.А. Яремий, НТУ «Днепро́вская политехника», Украина

Экспериментально установлено, что напряженность электрической составляющей электромагнитного поля на площади полигона учебной практики «Приазовье» в диапазоне особо низких частот определяется в первую очередь активностью Солнца, во вторую - состоянием атмосферных масс (влага, электризация, разряды), геологическими факторами (геоморфология, горные породы) и техногенными источниками (линии электропередач).

Электромагнитное поле (ЭМП) вблизи земной поверхности постоянно изменяется. Изменение параметров ЭМП в отдельных диапазонах частот происходит под влиянием изменения состава минерального вещества, тектонических нарушений, зон повышенных и пониженных геомеханических напряжений в земной коре. Такие связи в настоящее время активно изучаются. Ранее были проведены работы /1/ по измерению усредненных значений напряженности электрической составляющей ЭМП сканированием сигнала в интервале частот от 25 до 75 кГц. В данной работе проанализированы результаты наблюдений, полученные на фиксированной частоте в другом регионе.

Цель работы: исследовать характер изменения электрической составляющей напряженности ЭМП на частоте 30 кГц по данным контроля данной характеристики в ходе прохождения маршрутов геологической съемке в рамках учебной практики на полигоне «Приазовье».

Задачи:

1. Обосновать выбор измеряемой физической величины
2. Выбрать средство измерений выбранной физической величины
3. Провести измерения выбранной физической величины в точках наблюдения при прохождении геолого-съёмочных маршрутов
4. Выполнить измерения выбранной физической величины на стационарной точке в разное время суток при различающихся погодных условиях
5. Проанализировать полученный экспериментальный материал

Работы по измерению выбранной физической величины проведены при прохождении учебной геолого-съёмочной практики в период с 16 по 29 июня 2018 года. При выборе

измеряемой физической величины ЭМП проанализированы следующие величины: электрическая составляющая напряженности (В/м) и магнитная - (А/м или Тл), частота (f, Гц), длина волны (λ , м), плотность потока энергии (Вт/см²). Частота ЭМП на земной поверхности изменяется в огромном диапазоне. В работе /1/ обоснован выбор измеряемой величины диапазон частот с целью ослабить влияние техногенных событий на результаты измерений. В данной работе учтены некоторые методические особенности выполнения измерений. В частности, измерения напряженности электрической составляющей ЭМП выполнены на частоте 30 кГц с помощью переносного приемника *ИНэмп* – 2. В качестве датчика использована телескопическая антенна изменяющейся длины.

Длина антенны и частота приема сигнала в течение всего полевого периода не изменялись. Длина антенны в ходе измерений была укорочена (интенсивный входной фоновый сигнал и соображения удобства работы в полевых условиях). Поэтому отсчет измеряемой величины выполнялся в условных единицах (у.е.). При сопоставлении между собой кривых изменения напряженности ЭМП, полученных для разных маршрутов, результаты измерений представлялись в виде относительных единиц (отн. ед.), как нормированных по максимальному значению. Единственным вмешательством в работу прибора была периодическая проверка нуля (путем отсоединения датчика - антенны). Показания прибора при отсоединенной антенне должны быть равны нулю. Сбой нуля подлежал корректировке. В действительности высокая стабильность работы прибора позволяла без корректировки нуля проходить рабочий маршрут (около 4 часов). Питание осуществлялось от батареи типа «Крона», обеспечивающей рабочий режим прибора в течение месяца. Внешний вид прибора и рабочее положение в режиме измерений в течение дня показан на рис. 1.

В маршруте №2 в точках наблюдений, находящиеся на противоположных бортах балки Собачья, возле заброшенных шурфов, замеры дали аномальные значения напряженности ЭМП.



Рис. 1. Внешний вид измерителя напряженности E-составляющей ЭМП и рабочий момент с прибором

В табл. 1 приведены результаты измерений напряженности ЭМП в точках наблюдений по маршруту №2. Из анализа приведенных в табл. 1 данных следует сделать вывод о тенденции зависимости измеряемой величины от абсолютной высоты.

В графическом виде изменение напряженности ЭМП по маршруту №2 показано на рис. 2.

Аномалия, установленная при прохождении маршрута №2, обязана своим существованием техногенному источнику, выявленному при детализации аномалии. Им оказалась воздушная линия ЛЭП, существенно искажившая распределение ЭМП. Таким образом, удаленность точек измерений от промышленных объектов не гарантирует от техногенных помех, существенно превышающих возмущения, вызванные влиянием геологических тел.

Маршрут №4 показан на рис. 3 линией с началом у ответвления безымянной балки вниз по течению и далее по правому берегу р. Берда. В ответвлении безымянной балки установлена

аномалия ЭМП. По ходу маршрута наблюдается некоторая тенденция к зависимости напряженности ЭМП от абсолютной высоты точки, в которой осуществлен замер. Но основной вклад в аномальные показания внесен рельефом земной поверхности в верхней части ответвления балки, так как точка наблюдения была расположена в ее русле. Вероятно, аномалия сформирована в результате наложения отраженных склонами балки электромагнитных волн. Геометрия отрицательных форм рельефа обеспечивает собирающий электромагнитные волны эффект. Детально разобраться с особенностями установленной аномалии из-за ограничения времени на прохождение маршрут не представилось возможным.

Таблица 1

Изменение напряженности ЭМП в точках наблюдений маршрута № 2

Маршрут №2 (по правому борту балки Собачья)						
Номер точек измерений (Тн.)	Расстояние между Тн. В м	Пройденное расстояние, х, м	Абсолютная высота в Тн., Н, м	Напряженность ЭМП		Название горных пород
				у.е.	отн. ед.	
Тн.4	0	0	41	230	0,73	амфиболит
Тн.5	750	750	40	235	0,75	кварцит
Тн.6	375	1125	40	315	1,00	железистый кварцит, штольня, ЛЭП
Тн.7	175	1300	40	220	0,70	эффузивы
Тн.8	300	1600	25	195	0,62	контакт эффузивы - амфиболит
Тн.9	225	1825	25	195	0,62	рассланцованный амфиболит
Тн.10	725	2550	25	200	0,63	амфиболит

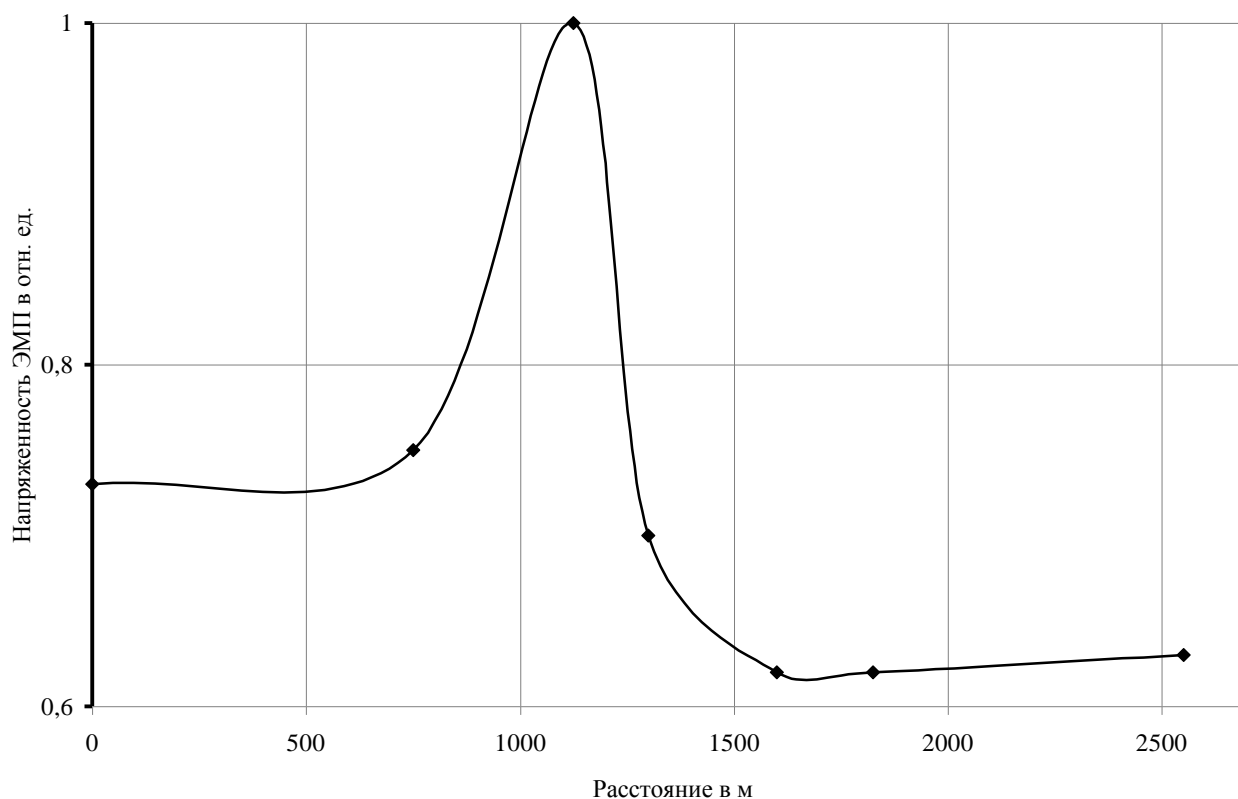


Рис. 2. График изменения напряженности E-составляющей ЭМП по маршруту №2

По данному маршруту изменение вещественного состава горных пород на распределение напряженности ЭМП не влияло. Более низкие значения напряженности ЭМП вдоль реки Берда могут быть связаны с близостью к воде, поглощающей электромагнитные волны. Результаты замеров напряженности ЭМП по данному маршруту приведены в табл. 2. Характер изменения напряженности ЭМП в графическом виде показан на рис. 4.

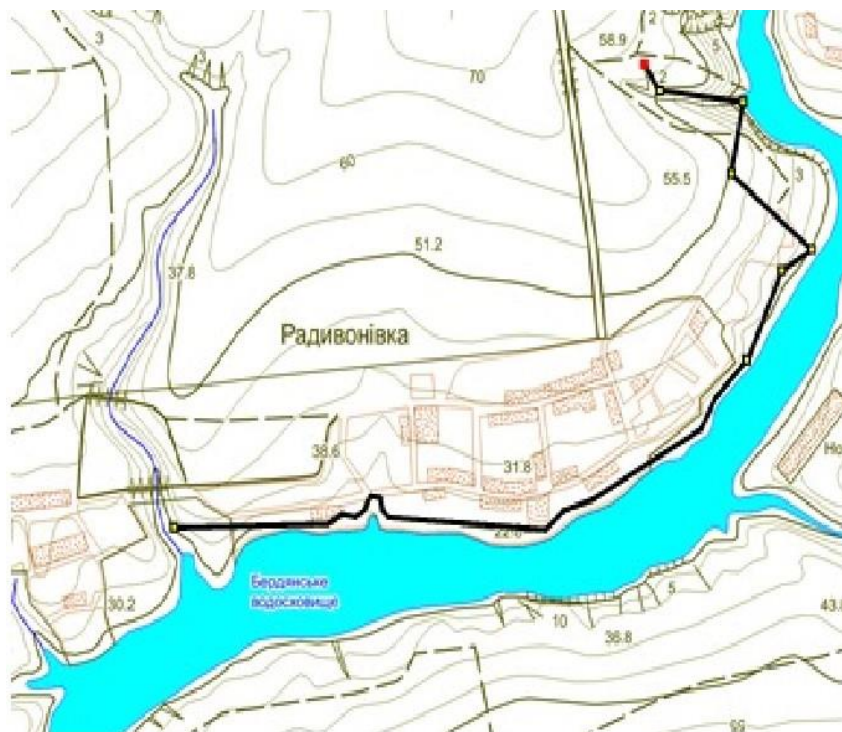


Рис. 3. Маршрут № 4 «Уши Осла - правый берег р. Берда - левый берег балки Мостовая». М 1 : 25000

Таблица 2

Результаты измерений напряженности ЭМП в маршруте № 4

Маршрут №4 «Уши Осла - правый берег р. Берда – левый берег балки Мостовая»						
Номер точек измерений (Тн.)	Расстояние между Тн., м	Пройденное расстояние, м	Абсолютная высота Тн., м	Напряженность ЭМП		Название горных пород
				у.е.	отн. ед.	
Тн.18	0	0	45	1800	1	гранит
Тн.19	100	100	50	600	0,33	гранит
Тн.20	300	400	54	850	0,47	гранит
Тн.21	200	600	41	650	0,36	гранит
Тн.22	500	1100	51	346	0,19	контакт амфиболит-гранит
Тн.23	500	1600	44	281	0,16	гранит
Тн.24	70	1670	35	250	0,14	контакт амфиболит-гранит
Тн.25	300	1970	30	300	0,17	гнейс
Тн.26	500	2470	33	270	0,15	гранит

Из анализа полученных результатов по двум маршрутам можно сделать выводы, что, во-первых, значения измерений напряженности ЭМП зависят от абсолютной высоты точки измерений, во-вторых, особенности рельефа земной поверхности могут существенно влиять на результаты измерений, в-третьих, техногенные источники приводят к локальным

аномальным возмущениям в распределении напряженности ЭМП.

С ухудшением погодных условий полевые работы были приостановлены. На камеральных работах были выполнены измерения напряженности ЭМП в стационарно расположенной точке измерений. В этом случае сведены к минимуму влияния на результаты измерений геоморфологических, геологических и техногенных факторов. Погода в разные дни была дождливая, дождливая с кратковременными грозами, с грозами и сильным проливным дождем. Как правило, после обеда прояснялось.

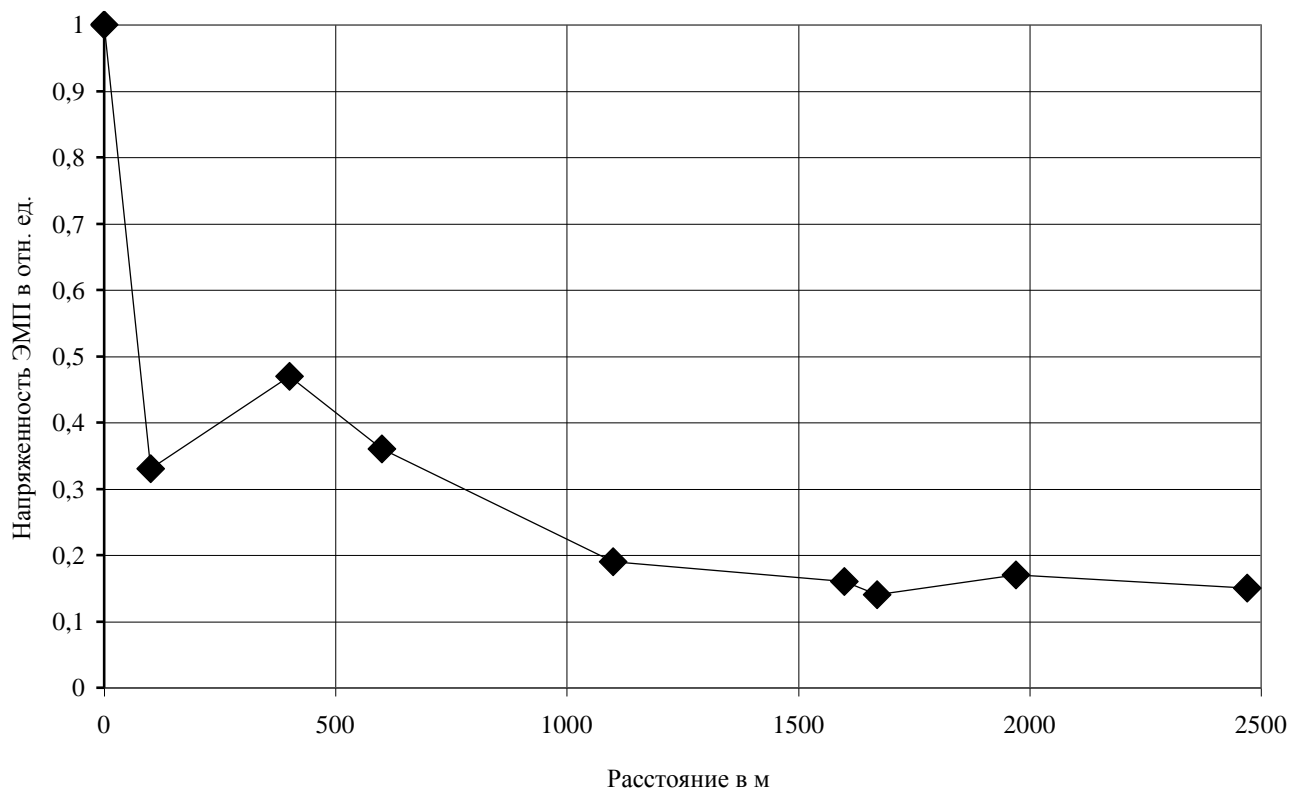


Рис. 4. Изменение напряженности ЭМП по маршруту №4.

Изменение температуры воздуха по данным Бердянской метеостанции показано на рис. 5.

Измерения напряженности Е-составляющей ЭМП на частоте 30 кГц выполнялись в эти дни с интервалом один час. На рис. 6 приведены кривые изменения напряженности ЭМП: кривая 2 построена по замерам, выполненным в день начала дождей, кривая 3 – в полностью пасмурный день, кривая 4 – в пасмурный день, сменившийся солнечным.

На основании выполненных наблюдений сделаны выводы: наибольшие значения напряженности ЭМП зафиксированы 22.06.18 - в день с наибольшими температурными показателями. В ночь с 22.06.18 на 23.06.18 начались проливные дожди. Значения напряженности ЭМП 23.06.18 замерены при повышенной влажности воздуха и при дожде, в ночь с 23.06.18 на 24.06.18 напряженность уменьшалась.

В табл. 3 и табл. 4 приведены результаты замеров напряженности ЭМП в у.е. при изменении погодных условий.

Предварительные выводы:

1. 22.06.18 замерены максимальные значения напряженности ЭМП, погода ясная, солнечная активность высокая.
2. Результаты измерений изменяются, погода дождливая и пасмурная. Отмечается увеличение напряженности ЭМП с усилением дождя.
3. В вечернее время значения показаний уменьшаются, за исключением дождливых ночей.
4. Отмеченные особенности связаны с электрическими свойствами атмосферных масс, с перераспределением электрических зарядов, их накоплением и разрядом.

В ранее опубликованных работах внимание на электрическое состояние атмосферных масс не обращалось, так как измерения проводились при погоде с отсутствием осадков. В действительности, состояние атмосферных масс может перекрыть влияние других факторов на формирование ЭМП. Нельзя исключить возможность усиления наводок в горных породах в ходе атмосферных процессов и тем самым усиления диагностирующей способности геологических объектов. Изложенные предположения требуют дальнейших исследований.

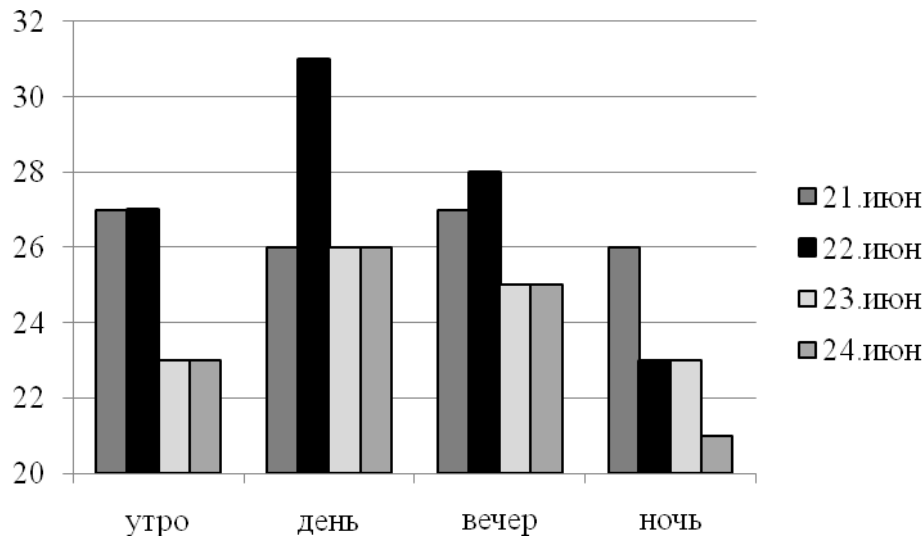


Рис. 5. Изменение температуры в течение дня по данным Бердянской метеостанции.

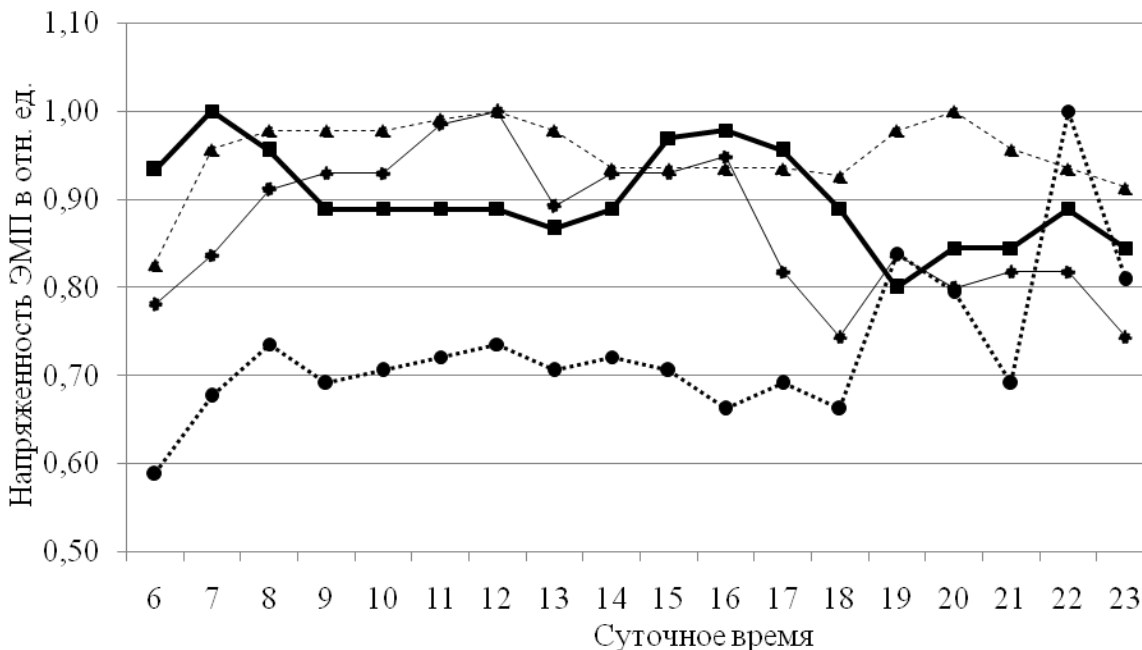


Рис. 6. Изменение напряженности ЭМП в стационарной точке с 21.06.18 по 24.06.18.

В табл. 5 приведены результаты измерений напряженности ЭМП во время грозы. Дискретные замеры не позволяют более детально отобразить картину развития отслеживаемых процессов. В будущем необходимо проводить непрерывную запись на самописец изменения напряженности ЭМП.

Таблица 3.

Изменение напряженности ЭМП с изменением погодных условий 21 - 22.06.2018.

Номер замера	Время, час	21.06.2018		22.06.2018	
		у.е.	погодные условия	у.е.	погодные условия
1	6:00	190	солнце	200	солнце
2	7:00	220	солнце	230	солнце
3	8:00	225	солнце	250	солнце
4	9:00	225	солнце	235	солнце
5	10:00	225	солнце	240	солнце
6	11:00	228	солнце	245	солнце
7	12:00	230	солнце	250	солнце
8	13:00	225	солнце	240	солнце
9	14:00	215	солнце	245	солнце
10	15:00	215	солнце	240	солнце
11	16:00	215	солнце	225	солнце
12	17:00	215	солнце	235	солнце
13	18:00	213	солнце	225	солнце
14	19:00	225	солнце	285	солнце
15	20:00	230	ночь	270	солнце
16	21:00	220	ночь	235	пасмурно
17	22:00	215	ночь	340	дождь
18	23:00	210	ночь	275	дождь

Таблица 4

Изменение напряженности ЭМП с изменением погодных условий 23 - 24.06.2018

№п	Время, час	23.06.2018		24.06.2018	
		показатели у.с	погодные условия	показатели у.с	погодные условия
1	6:00	210	пасмурно	210	пасмурно
2	7:00	225	пасмурно	225	пасмурно
3	8:00	245	пасмурно	215	солнце
4	9:00	250	пасмурно	200	пасмурно
5	10:00	250	пасмурно	200	пасмурно
6	11:00	265	солнце	200	солнце
7	12:00	269	пасмурно	200	солнце
8	13:00	240	пасмурно	195	солнце
9	14:00	250	дождь	200	солнце
10	15:00	250	дождь	218	солнце
11	16:00	255	пасмурно	220	солнце
12	17:00	220	пасмурно	215	солнце
13	18:00	200	дождь	200	солнце
14	19:00	225	дождь	180	солнце
15	20:00	215	ночь-дождь	190	солнце
16	21:00	220	ночь-дождь	190	ночь
17	22:00	220	ночь-дождь	200	ночь
18	23:00	200	ночь-дождь	190	ночь

Изменение значений напряженности ЭМП 26.06.2018			
Характер изменения напряженности ЭМП в у.е. и отн. ед. 26.06.2018. Грозы.			
Время	У.е.	Погодные условия	Отн. ед.
7:26	240	дождь	0,69
7:30	288-210	молния вдалеке	0,82
7:31	210-281	гром вдалеке	0,80
7:35	245	дождь	0,70
7:42	350-209	молния вблизи	1,00
7:44	209-315	гром вблизи	0,90
7:45	240	дождь	0,69
8:12	288	усиление дождя	0,82
8:21	295-208	молния вдалеке	0,84
8:32	208-280	гром вдалеке	0,80
8:36	300	усиление дождя	0,86
8:43	190	ослабление дождя	0,54
9:01	145	прекращение дождя	0,41
9:12	156	пасмурно	0,45

На рис. 7 представлен характер изменения значений ЭМП при изменении электрических свойств атмосферы.

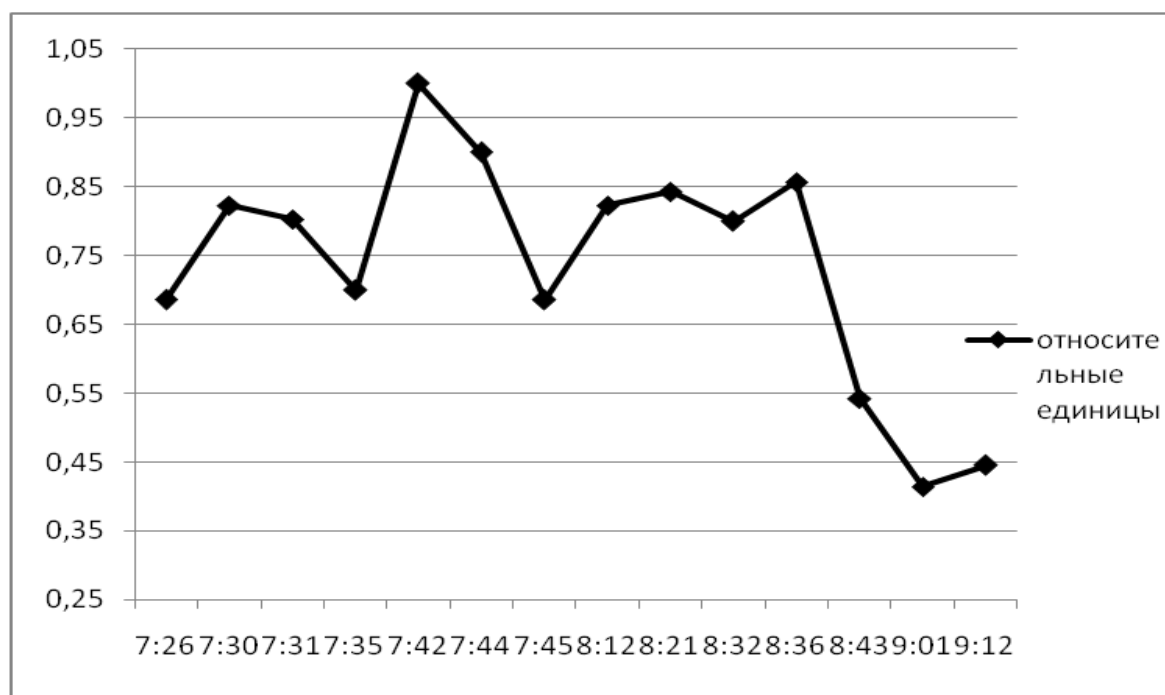


Рис. 7. Изменение напряженности ЭМП во время грозы

Выводы:

1. Определяющим фактором в формировании напряженности ЭМП служит солнечная активность.

2. Вторичны по отношению к определяющему фактору – электромагнитные эффекты, протекающие в атмосфере и литосфере.

3, Геоморфологические особенности земной поверхности могут приводить к локальным возмущениям ЭМП.

4. Искусственные аномалии локальны по площади развития и во времени и при детализации легко идентифицируются.

5. Влияние смены геологического строения на изменение параметров ЭМП в полевых условиях не установлено.

Список литературы

1. А.С. Поляшов, В.И. Леус, А.В. Яворский, А.А. Панченко. Статья пространственно-временные особенности распределения напряженности низкочастотного электромагнитного поля на земной поверхности // Материал международной конференции, Днепрпетровск, 21-23 октября: Форум Горняков - 2011. - С. 12-19.