ПОЛЯРИЗАЦИЯ АТМОСФЕРНЫХ ПОМЕХ В ИОНОСФЕРНОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ

ATMOSPHERIC NOISE POLARIZATION IN THE IONOSPHERIC COMMUNICATION CHANNEL

В.П. Сивоконь

Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН

The Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS conducted experiments on application of rotating polarization waves in short-wave range. These waves show considerable increase of noise stability and carrying capacity of ionospheric communication channel. In the course of investigation we specified the polarity properties of atmospheric noise and of total field, formed during the interference of direct waves and those reflected from a semiconducting underlying surface.

Elliptic polarization of atmospheric noise was experimentally derived. We also obtained evaluative values of atmospheric noise polarization coefficient, they are within the limits 0.09-0.37 for the North-Southern direction of Kamchatka peninsular.

Dependence of field fadings at the receiving point from the oscillator location relatively the underlying surface on the transmitting side is shown.

Поляризация атмосферных помех

Оценка временных и пространственных вариаций уровня атмосферных помех возможна только статистическими методами, основанными на результатах обработки наблюдений во многих пунктах земного шара, на разных частотах и в различное время. Исследования проводились во многих странах, результаты их обобщены и опубликованы в [2].

Следует отметить, что эти измерения не могут дать исчерпывающих сведений о физических свойствах атмосферных помех. Для полного решения проблемы атмосферных помех необходимо получить возможно более подробные сведения о структуре и физических свойствах самого поля атмосферных помех. Одним из физических свойств поля является его поляризация.

При проведении экспериментальных исследований [3] использовались приёмные антенны эллиптической поляризации, и вопрос о поляризационных свойствах атмосферных помех возник в процессе измерений. Для удобства обработки данных, между циклами излучения волн различной поляризации вводилась специальная пауза, которую условно назвали защитной. В этой паузе передатчик запирался, а регистрирующее устройство продолжало записывать информацию, поступающую с антенн различной поляризации. Автор обнаружил отличие сигналов в защитных паузах с антенн противоположной поляризации и задался целью определить причину этого различия.

Анализ помеховой обстановки в пункте проведения эксперимента позволил сделать вывод, о том, что основной вклад в регистрируемые сигналы вносят атмосферные помехи. Поскольку для регистрации использовалось одно радиоприёмное устройство, то различие в характере изменения сигналов могло быть вызвано только антенно-фидерными трактами, вернее их свойствами. Используя поляризационные и резонансные свойства антенн приёмного комплекса удалось установить эллиптическую поляризацию атмосферных помех.

Дальнейшие исследования были направлены на уточнение поляризационных свойств атмосферных помех. В результате были получены оценочные величины коэффициента поляризации атмосферных помех, которые находятся в пределах 0,09-0,37. Можно предположить, что изменение коэффициента поляризации от эксперимента к эксперименту объясняется вариациями грозовой активности в области, где проявляются поляризационные свойства приёмных антенн. С другой стороны, выявлена корреляция

степени поляризации атмосферных помех с состоянием магнитного поля Земли, а именно с вариациями Dst-индекса. Роль геомагнитного фактора Dst вариаций применительно к селективному поляризационному возбуждению ионосферных характеристических волн отмечалась ранее [1] и описывается в [5].

Влияние подстилающей поверхности на поляризационные свойства результирующей волны

В зависимости от способа реализации устройства генерации волн вращающейся поляризации коротковолнового диапазона подстилающая поверхность может играть роль, как нежелательного явления, так и фактора, обеспечивающего получение поля эллиптической поляризации. В случае, когда поле эллиптической поляризации формируется антенной свойства подстилающей поверхности необходимо учитывать, поскольку при определённых условиях результирующее поле может выродиться в поле линейной поляризации. С другой стороны, подстилающая поверхность может выступать в качестве инструмента преобразования линейно поляризованной волны в эллиптическую и, в особых случаях, круговую. Это относится к методу получения поля эллиптической поляризации на основе линейного излучателя, расположенного над полупроводящей поверхностью [6]. Наконец, элементы антенных устройств могут быть не параллельны (не перпендикулярны) подстилающей поверхности, что также оказывает влияние на поляризационные характеристики поля.

На одном из этапов исследований на передающей стороне использовался набор поляризационных характеристик излучаемой волны. Измерения показали, что замирания поля в точке приёма при излучении волны вибратором, наклонённым к поверхности земли под углом 45^0 больше, нежели под углом 135^0. При этом замирания больше чем, в случаях, когда излучалась волна горизонтальной или вертикальной поляризации. Наименьшие замирания наблюдались при использовании левосторонней эллиптической поляризации волны.

При расположении вибраторов под углом к подстилающей поверхности результирующее поле можно представить как сумму горизонтальной и вертикальной составляющих. Горизонтальная составляющая напряжённости поля вибратора, расположенного под углом 45^0 к горизонту, противоположна по направлению горизонтальной составляющей напряжённости поля вибратора, расположенного под углом 135^0. При этом вертикальная составляющая опережает по фазе горизонтальную. Принято считать, что результирующий вектор в случае эллиптической поляризации поля вращается от вектора, опережающего по фазе, к вектору, отстающему по фазе. Таким образом, в случае расположения вибратора под углом 45^0 имеем правостороннюю поляризацию результирующего поля в направлении на корреспондента. Соответственно в случае, когда вибратор расположен под углом 135^0, результирующее поле имеет левостороннюю поляризацию. В то же время в [1] показано, что направление вращения вектора напряжённости электрического поля результирующей волны в пункте передачи, обусловливает величину замираний поля в пункте приёма.

Направление вращения вектора электрического поля результирующей волны, играет существенную роль и накладывает ограничения на угол азимутального отворота в способе [6] предложенном Фальковичем И.С. При переходе конца вибратора, как результате азимутального отворота, из первого квадранта в четвёртый, или из второго в третий **направление вращения вектора электрического поля результирующей волны меняется на противоположное**.

Результаты экспериментальных исследований подтверждают выводы, сделанные в работе [8], о возможности улучшения качества канала связи за счёт случайного поляризационного согласования, как следствие паразитной эллиптической поляризации антенн коротковолнового диапазона. Но равновероятно, что паразитная эллиптическая поляризация может привести к ухудшению качества ионосферного канала связи. В связи

с этим при проектировании коротковолновых линий связи и разработке антенных устройств оценка влияния подстилающей поверхности на поляризационные свойства формируемого поля, должна исходить из свойств, геометрии и структуры реальной земной поверхности, как это показано, к примеру, в [9].

Заключение

Экспериментально установлена эллиптическая поляризация атмосферных помех и получены оценочные величины коэффициента поляризации атмосферных помех, которые для направления север-юг на полуострове Камчатка находятся в пределах 0,09-0,37. Обнаружение эллиптической поляризации атмосферных помех позволяет по-новому подойти к проблеме обнаружения и различения сигналов при наличии поляризованной помехи. Выявлена корреляция коэффициента поляризации атмосферных помех с вариациями Dst-индекса, характеризующего состояние магнитного поля Земли.

Опытным путём показана зависимость замираний поля в точке приёма от положения вибратора относительно подстилающей поверхности на передающей стороне.

Список литературы

1. Сивоконь В.П., Дружин Г.И Оценка замираний при излучении волн вращающейся поляризации в КВ диапазоне // Электросвязь. 2005. № 10. С. 39-41.
2. Отчёт 322 МККР, Женева, 1963. – М. : Связь, 1971. – 80 с.
3. Сивоконь В.П., Дружин Г.И., Поддельский И.Н., Поддельский А.И., Аллакулиев Ю.Б., Тарасенко Д.В., Цуканов А.В., Шумилов Ю.С. Аппаратурный комплекс для исследования волн вращающейся поляризации в КВ-диапазоне // Электросвязь. 2004. № 8. С. 9-11.
4. Поздняк С.И., Мелетицкий В.А. Введение в статистическую теорию поляризации радиоволн. – М. : Советское радио, 1974. – 478 с.
5. Сивоконь В.П., Дружин Г.И Геомагнитный фактор Dst-вариаций в селективном возбуждении ионосферных характеристических волн // Геомагнетиз и аэрономия. – 2006. Т. 46, № 4. С. 492-495.
6. Фалькович И.С., Калиниченко И.Н. КВ антенна круговой поляризации на основе линейного диполя, размещённого над полупроводящей землёй // Электросвязь. 1995. № 3. С. 29-31.
7. Арефьева Л.Н., Березин Ю.В. Селективное поляризационное возбуждение волн в ионоферном канале связи // Радиотехника. 1991. № 1. С. 6-8.
8. Чернов Ю.А. Эллиптическая поляризация волн на КВ трассах. – М. : Труды НИИР, 2002. С. 87-90.
9. Кузубов Ф.А. Некоторые вопросы взаимодействия радиоволн с реальной земной поверхностью. Рассеяние декаметровых волн на неровных поверхностях конечной проводимости. – М. : ИЗМИРАН СССР, 1974. – 156 с.