

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГЕОМАГНИТНОГО ПОЛЯ И ЭЛЕКТРОННОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ В ИОНОСФЕРЕ

Скворцов Т. А.¹, Емельянов Л. Я.², Фисун А. В.¹

¹*Национальный технический университет*

«Харьковский политехнический институт»

²*Институт ионосферы, г. Харьков*

Возмущения геомагнитного поля (ГМП), как известно, могут сильно влиять на технические системы и живые организмы. Поэтому знание состояния ГМП является важным. Известно также, что в нижней плотной ионосфере существуют ионосферные токи, которые влияют на состояние ГМП. Однако средства регулярного наблюдения ГМП на высотах плотной ионосферы практически отсутствуют.

Авторами предложен, разработан и экспериментально апробирован метод поляризационных измерений, позволяющий одновременно измерять характеристики ионосферы и напряженность ГМП в ионосфере с помощью радара некогерентного рассеяния (НР) и ионозонда. Продольная (вертикальная) компонента напряженности ГМП в ионосфере вычисляется по формуле

$$H(h) = \frac{\delta\Phi(h)}{kN_m F(h)\Delta h},$$

где $\delta\Phi(h)$ – приращение угла поворота поляризационного эллипса, вызванное эффектом Фарадея, при распространении радиоволны от высоты h до $h+\Delta h$ и обратно, $k=0,0594f_0^{-2}$, f_0 – рабочая частота, N_m – концентрация электронов в максимуме ионизации, $F(h)$ – нормированный высотный профиль концентрации электронов.

Предложено использовать для радара НР составной зондирующий радиосигнал, состоящий из длинного импульса с круговой поляризацией и короткого импульса с линейной поляризацией. Использование короткого импульса позволяет измерять высотный профиль $\delta\Phi(h)$. Кроме того, по короткому импульсу измеряется мощность НР сигнала, что необходимо для вычисления профиля $F(h)$. Длинный импульс используется для измерения температур электронов и ионов, что также необходимо для определения $F(h)$. Величина N_m измеряется с помощью ионозонда.

Получены формулы для оценки точности метода и показано, что относительная среднеквадратическая ошибка измерения напряженности ГМП днем на высотах плотной ионосферы слоя F (220–320 км) составляет единицы процентов.

Приведены результаты эксперимента, которые подтверждают расчетные оценки точности. Получены распределения продольной компоненты напряженности ГМП по высоте. Они достаточно хорошо согласуются с моделью магнитного поля IGRF/DGRF в районе максимума слоя F.

Кроме того, поляризационным способом получены распределения концентрации электронов по высоте. Показано, что указанным способом можно эффективно измерять концентрацию электронов на высотах ниже 220 км.