

ОЦЕНКИ СВЯЗИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ГЕОМАГНИТНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ТОКОВ В ЛЭП С ПАРАМЕТРАМИ МЕЖПЛАНЕТНОЙ СРЕДЫ, ИНДЕКСАМИ ГЕОМАГНИТНОЙ АКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА 11 ЛЕТ

Белаховский В.Б.¹, Пилипенко В.А.², Селиванов В.Н.³, Сахаров Я.А.¹

¹ – Полярный геофизический институт, г. Апатиты

² – Институт физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН, г. Москва

³ – Центр физико-технических проблем энергетики Севера ФИЦ КНЦ РАН, г. Апатиты
E-mail: belakhov@mail.ru

В данной работе проанализированы случаи с экстремальными значениями геомагнитно-индуцированных токов (ГИТ) в линиях электропередач (ЛЭП) Мурманской области, Карелии и рассмотрены зависимости амплитуды ГИТ от параметров солнечного ветра, межпланетного магнитного поля (ММП), индексов геомагнитной активности.

Была создана база данных экстремальных значений ГИТ в ЛЭП за 11 лет наблюдений (2012-2022 г.г.), то есть за “квазисолнечный” цикл, включающий 24 и 25 циклы солнечной активности. Система регистрации ГИТ создана Полярным геофизическим институтом и Центром физико-технических проблем энергетики Севера ФИЦ КНЦ РАН и включает в себя 5 станций. При анализе событий рассматривались данные по регистрации ГИТ с авроральной станции Выходной (VKH) и субавроральной станции Кондопога (KND). База данных включает 95 событий по данным станции VKH ($|GIC| > 20$ Ампер), 45 событий по данным станции KND ($|GIC| > 5$ Ампер). Для регистрации вариаций геомагнитного поля использованы данные обсерватории ПГИ “Ловозеро” (LOZ) и данные станции Mektijärvi (МЕК), входящую в сеть IMAGE.

Показано, что наибольшее количество экстремальных скачков ГИТ наблюдается во время солнечного максимума и на фазе спада солнечной активности (2013-2018 гг.). В период равноденствий наблюдается преобладание экстремальных ГИТ, что может быть объяснено эффектом Рассела-Макферрона. Экстремальные ГИТ происходят чаще во время взаимодействия магнитосферы с собственно областью KBM (СМЕ), чем с переходной областью sheath.

На авроральных широтах (VKH) наибольшее число экстремальных ГИТ происходит во время СМЕ магнитных бурь (53.3%). При этом 36.9% числа событий происходит во время CIR магнитных бурь, 2.2% вызваны SC/SI, 8.7% вызваны суббурями без магнитных бурь. На субавроральных широтах (KND) 78.1% событий с экстремальными ГИТ происходят во время СМЕ бурь.

Показано, что во время СМЕ бури наибольшее число экстремальных событий ГИТ происходит во время главной фазы.

В среднем амплитуда ГИТ растет с ростом интенсивности магнитной бури ($|SYM-H|$), ростом dB/dt , ростом IE индекса. При этом связь амплитуды ГИТ с параметрами солнечного ветра, межпланетного магнитного поля (V , B_z , E_s , ϵ), индексами геомагнитной активности ($SYM-H$, AE , IE) имеет сильно нелинейный характер. Это говорит о сложности прогноза ГИТ на основании этих параметров, поскольку амплитуда ГИТ определяется в целом не глобальными характеристиками магнитосферы, а локальными ионосферными токами. Из всех рассмотренных параметров наиболее высокая корреляция амплитуды ГИТ наблюдается с максимальным значением IE индекса.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда №25-17-20038, <https://rscf.ru/project/25-17-20038/> и гранта Министерства образования и науки Мурманской области.