

сируются как ВВ магн. поля и скорости суточного вращения.

Выделяют магн. вариации с меньшими характерными временами, вплоть до 10 и менее лет, но их амплитуда на поверхности Земли невелика ($\sim 5-20$ нТл), что не позволяет идентифицировать их природу. Малая амплитуда этих вариаций связана в значительной мере с высокой электропроводностью нижней мантии Земли, к-рая действует как частотный фильтр, практически не пропуская к поверхности Земли любые изменения магнитного поля, если их характерное время меньше 10 лет.

Спокойные М. в. наблюдаются при отсутствии геоэффективных явлений на Солнце, строго периодичны во времени и обусловлены суточным вращением Земли,

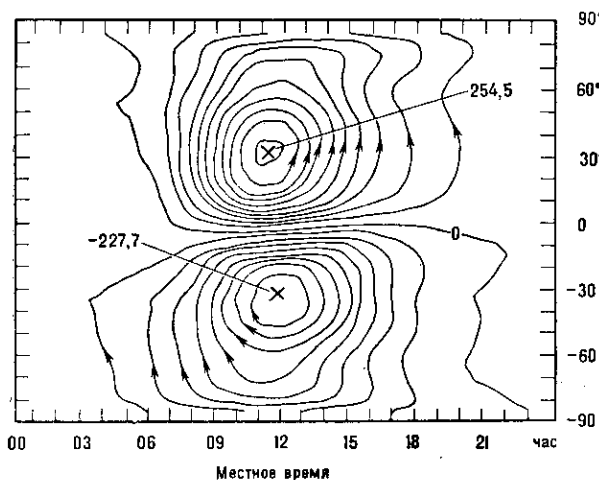


Рис. 3. Система токов в ионосфере, ответственная за вариации геомагнитного поля в период высокой солнечной активности (усреднение за год). Ток между соседними линиями составляет $25 \cdot 10^3$ А. Цифры, относящиеся к крестикам, выражают полный ток в вихрях в тысячах А.

её движением по орбите, расположением Луны по отношению к горизонту (лунными приливами). Спокойные М. в. являются следствием гл. обр. двух процессов: ионосферных ветров и постоянно существующего *солнечного ветра*, к-рый обдувает магнитосферу. Процессы ионизации в верхней атмосфере под воздействием волнового излучения Солнца и разогрев термосферы приводят к возникновению на высотах ионосферы регулярных в пределах солнечных суток крупномасштабных систем ветров, т. е. к движению электропроводящей среды в МПЗ. Происходит генерация на высотах 90–150 км электрич. токов, создающих в средних широтах спокойные солнечносуточные (S_q) вариации (рис. 3) с амплитудой ~ 50 нТл. На магн. экваторе в дневные часы амплитуда S_q -вариаций может увеличиваться до $2 \cdot 10^2$ нТл (экваториальная электроструя), что связано с анизотропной проводимостью ионосферы в МПЗ.

Изменения условий освещённости при орбитальном движении Земли создают периодич. годовые (сезонные) вариации с амплитудой 5–30 нТл. 11-летние изменения уровня солнечной активности проявляются в циклич. вариациях S_q с амплитудами до 20 нТл. Периодич. лунно-суточные вариации L с амплитудами ~ 1 нТл в средних широтах и до ~ 10 нТл на магн. экваторе связаны с движениями в атмосфере в результате лунного притяжения.

Обдувание магнитосферы потоком солнечного ветра приводит к генерации на её границе (магнитопause) электрич. токов восточного направления (рис. 4), увеличивающих магн. поле на экваторе в полдень на ~ 25 нТл. В течение суток на поверхности Земли поле

этих токов меняется с амплитудой ~ 4 нТл. Другим следствием взаимодействия солнечного ветра с геомагн. полем является возникновение крупномасштабной конвекции плазмы внутри магнитосферы, что приводит к генерации в высоких широтах ионосферных токов и М. в. S_q^p с интенсивностью до 10^2 нТл в летний сезон. В результате взаимодействия солнечного ветра и встроженного в него межпланетного магн. поля (ММП) с геомагн. полем в приполюсной области появляются спокойные солнечно-суточные вариации с макс. концентрацией тока на геомагн. широтах $\sim 80^\circ$ в дневные часы и с интенсивностью М. в. $\sim 1,5 \cdot 10^2$ нТл (полярная электроструя). Направление тока в

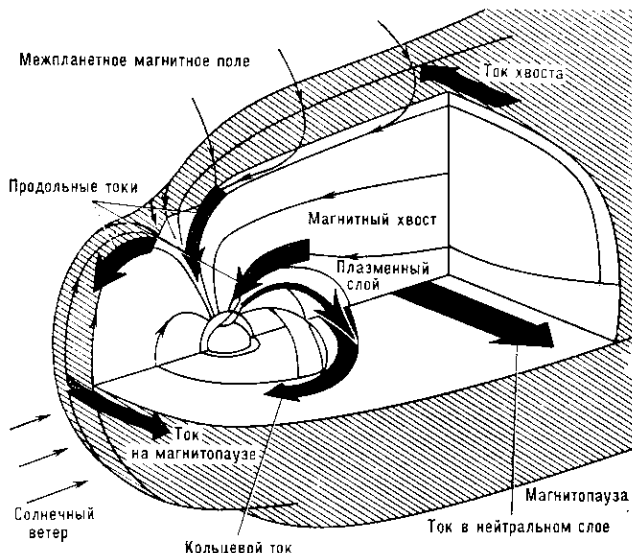


Рис. 4. Схема крупномасштабных электрических токов в магнитосфере, ответственных за наблюдаемые на поверхности Земли вариации геомагнитного поля.

полярной электроструе зависит от ориентации азимутальной компоненты ММП, поэтому наземные измерения направления тока используются для определения направления ММП (от Солнца или к Солнцу).

Возмущённые вариации связаны с нерегулярными процессами в солнечном ветре и на Солнце. В период наиб. активных процессов на Солнце, сопровождаемых солнечными вспышками, происходит выделение $10^{25} - 10^{27}$ Дж энергии за сравнительно короткое время $2 \cdot 10^3$ с. Выделение энергии сопровождается увеличением интенсивности излучения в рентгеновском и УФ-диапазонах длин волн, генерацией ударных волн и выбросом в межпланетную среду облаков плазмы, к-рые могут распространяться даже за пределы земной орбиты. Внезапное усиление рентгеновского и УФ-излучения производит избыточную ионизацию в нижних слоях ионосферы, усиливая токи S_q -вариаций на освещённой полусфере. Вариометрами это регистрируется как импульсное изменение магн. поля на ~ 10 нТл и длительностью ~ 30 мин. Подход межпланетной ударной волны, за фронтом к-рой повышены значения плотности и скорости солнечного ветра, приводит к сжатию магнитосферы и усилению электрич. токов на магнитопаузе. Такие импульсные увеличения поля, охватывающие весь земной шар и достигающие на экваторе неск. десятков нТл, наз. в н е з а п и н ы м и п а ч а д а м и (ВН). Иногда ВН являются началом магн. бури.

Магнитная буря состоит из трёх фаз: начальной, главной и восстановления. Продолжительность начальной фазы может быть от 10 мин до 6 и более час; в течение этого времени магн. поле усилено за счёт