

равления — они втекают в вечернем секторе и вытекают в утреннем. Эти токи обусловлены замыканием через ионосферу возникающих при конвекции плазмы из геомагн. хвоста дрейфовых токов. Структура и интенсивность крупномасштабных продольных токов критич. образом зависят от направления и величины ММП. Азимутальный (направленный с утра на вечер) компонент ММП (B_y) контролирует продольные токи в области каспа. При $B_y > 0$ ($B_y < 0$) токи втекают (вытекают) к экватору от каспа и вытекают (втекают) к полюсу от каспа. В интервалы времени, когда $B_z > 0$, на дневной стороне полярной шапки продольные токи втекают в послеполуденном секторе и вытекают в предполуденном. Общая интенсивность продольных токов составляет $(1-3) \cdot 10^6$ А, они являются важным элементом электродинамич. структуры М. З., т. к. переносят от её границ энергию СВ на высоту ионосферы.

Магнитосферные возмущения

Полярные сияния. Геом. характеристики М. З. и потоки заряд. частиц чутко реагируют на изменения в СВ. В определённых ситуациях возникает магнитосферные возмущения длительностью 1—2 ч — сложный комплекс явлений, получивший назв. магнитосферной суббури. Накладываясь во времени, магнитосферные суббури приводят к возникновению магнитной бури (см. *Магнитные вариации*). Во время магн. бурь и суббурь происходит усиленная диссипация энергии в М. З. ($\sim 10^{11}$ Вт). Эта энергия выделяется в виде джоулева тепла ионосферных токов (питаемых продольными токами из М. З.), вторжений в верх. атмосферу потоков ускоренных заряд. и нейтральных частиц. Возникают интенсивные *полярные сияния*. Осн. энерговыделение (на единицу площади на высотах полярных сияний 100—200 км) 10^{-6} — 10^{-5} Вт·см⁻² происходит вдоль аврорального овала. Вдоль аврорального овала наблюдаются яркие полярные сияния, и в ионосфере текут наиб. интенсивные токи. К полюсу и к экватору от аврорального овала потоки вторгающихся в атмосферу частиц резко уменьшаются и энерговыделение падает до 10^{-9} Вт·см⁻². Вторжение заряд. частиц из плазменного слоя, приводящее к возникновению диффузного аврорального свечения на ночной стороне Земли, связано с крупномасштабной конвекцией плазмы. В процессе дрейфа происходит ускорение заряд. частиц, причём поперечные составляющие скорости увеличиваются быстрее продольной и распределение плазмы по скоростям становится анизотропным. Это приводит к возбуждению волны типа свистов и рассеяния частиц на этих волнах. Частицы попадают в «конус потерь» (см. *Магнитные ловушки*) и высипаются в атмосферу, возбуждая её свечение. Крупномасштабная конвекция в М. З. неоднородна, она расслаивается даже в спокойном состоянии. В ней возникают мелкомасштабные неоднородности электрич. поля, продольного тока, потоков энергичных заряд. частиц, концентрации тепловой плазмы. Эти неоднородности в проекции на высоту ионосферы имеют масштаб от 10^2 до 10^4 м поперёк направления геомагн. поля. Дуги полярных сияний — одно из проявлений мелкомасштабного расслоения конвекции. Появление дуг полярных сияний связано с локальным усилением продольного тока в результате внутримангнитосферных процессов или трения конвек-

тивного потока об ионосферу. При превышении продольным током нек-рого критич. значения возбуждается токовая неустойчивость (см. *Неустойчивости плазмы*), нелинейное насыщение к-рой приводит к возникновению на авроральных силовых линиях (на высотах 1—2 R_{\oplus}) *двойного электрического слоя* и (или) аномального сопротивления плазмы. В области существования продольного электрич. поля с разностью потенциалов в неск. кВ происходит ускорение электронов по направлению к Земле. Их вторжения в атмосферу проявляются в виде дискретных форм полярных сияний.

Кольцевой ток и радиационный пояс. Ионы из атмосферы вытягиваются продольным электрич. полем в плазменный слой геомагн. хвоста. Участвуя затем в крупномасштабной магнитосферной конвекции и ускоряясь, ионы попадают во внутр. М. З. и образуют значит. часть ионного состава магнитосферного кольцевого тока. **Магнитосферный кольцевой ток** образован энергичными заряд. частицами, движущимися вокруг Земли на геоцентрич. расстояниях 3—6 R_{\oplus} . Азимутальное движение электронов на восток и протонов на запад обусловлено центробежным и градиентным дрейфами частиц с энергиями от 10 до 10^3 кэВ, инжектированных в область замкнутых геомагн. силовых линий из плазменного слоя хвоста М. З. во время магнитосферных суббурь. Результирующий электрич. ток течёт вокруг Земли в зап. направлении, вызывая понижение горизонтальной составляющей геомагн. поля на поверхности Земли. Большая часть энергии тока сосредоточена в ионах. Кольцевой ток состоит в основном из ионов H^+ , O^+ с добавкой He^+ , O^{++} , He^{++} . Источником ионов кислорода является ионосфера, ионов водорода и гелия — СВ и ионосфера.

Область замкнутых геомагн. линий является магн. ловушкой для энергичных частиц, энергия к-рых превышает тепловую (геомагнитная ловушка). В ловушке существуют потоки очень энергичных частиц (электронов и протонов) с энергией св. 1 МэВ, образующих *радиационный пояс*. Во время магн. бурь потоки в радиац. поясе увеличиваются. Инжекция частиц в радиац. пояс происходит из плазменного слоя во время суббурь. Ускорение частиц до высоких энергий обязательно резонансу между периодом дрейфа частиц вокруг Земли и временными изменениями крупномасштабного электрич. поля. Приближение частиц к Земле в область более интенсивного магн. поля сопровождается увеличением их энергии. Очень высокие энергии частицы в радиац. поясе могут приобретать вследствие индукц. эффектов на силовых линиях хвоста М. З. при перестройке хвоста во время магнитосферных суббурь.

Кольцевой ток расположен во внеш. части радиац. пояса. Плазма кольцевого тока составляет только часть энергичных частиц радиац. пояса. В радиац. поясе существуют механизмы генерации энергичных заряд. частиц, отличающиеся от действующих в кольцевом токе. В ближайшей к Земле части радиац. пояса энергичные частицы могут возникать вследствие распада нейтронов, появляющихся при взаимодействии космич. лучей с поверхностью Земли.

Излучение М. З.

М. З. является источником волнового излучения в радиодиапазоне. Взаимодействие потоков ускоренных

Табл. 1. — Плазма в окрестности Земли

Область	Концентрация частиц, см ⁻³	Темп-ра ионов, эВ	Темп-ра электронов, эВ	Скорость потока, км/с	Магн. поле, 10 ⁻⁶ Гс
Солнечный ветер	5—20	10—20	20—40	300—800	5—15
Входной слой	1—10	200—2000	10—200	100—300	40—60
Плазменная мантия	0,1—5	100—200	26—40	100—200	20—30
Плазменный слой	0,1—1	500—5000	200—2000	0—1000	10—20
Кольцевой ток	5—20	10 ⁴ —10 ⁵	10 ³	—	100—500
Плазмосфера	10 ² —10 ³	0,3—1	0,3—1	—	10 ² —10 ⁴