



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

عنوان :

طراحی لینک فرکانس بالا

با استفاده از لایه های جو

دکتر حبیب اله زلفخانی

گردآورنده :

رقیه نادری

مرداد ۱۳۹۵

تقدیر و تشکر

پس از حمد و ثنای خداوند ، لازم می دانم از زحمات و راهنمایی های استاد ارجمند جناب دکتر زلفخانی کمال تشکر و قدردانی را نمایم که در کلیه مراحل گردآوری این نوشته مرا یاری نمودند.

همچنین از خانواده خود ، به خصوص همسر عزیزم که با صبر و شکیبایی و محبت مرا در تهیه این نوشته یاری کردند ، نیز سپاسگزارم.

فهرست مطالب

صفحه

عنوان

۱..... فصل اول : تعاریف کلی

۲..... مقدمه

۳..... روابط و تعاریف اساسی

۳..... امواج الکترومغناطیسی

۴..... پولاریزاسیون امواج

۸..... طیف فرکانسی امواج الکترومغناطیسی

۹..... ساختمان رادیوتلسکوپ

۱۰..... آنتن

۱۱..... پیش تقویت کننده

۱۱..... مخلوط کننده

۱۲..... نوسان ساز

۱۲..... تقویت کننده IF

۱۳..... تقویت کننده جریان مستقیم

۱۳..... ابزارهای ذخیره اطلاعات

۱۴..... فصل دوم : لایه های جو زمین

۱۵..... طبقات جو زمین

۱۶..... تروپوسفر

۱۶..... استراتوسفر

۱۷..... مزوسفر

۱۷..... ترموسفر

۱۷..... اگزوسفر

۱۸..... یونیسفر

۱۹..... لایه D

۱۹..... لایه E

۲۰..... لایه Es

۲۱..... لایه F₁

۲۱..... لایه F₂

۲۲..... انتشار در لایه یونیسفر

۲۳..... ارتفاع ظاهری لایه

۲۴..... انتشار قائم در یونیسفر

۲۶..... انتشار مایل امواج یونیسفری

۲۸..... فرکانس عبور از لایه های E , F

۲۹..... تئوری مارتین

۳۰..... تضعیف امواج توسط یونیسفر

۳۲..... اهمیت مطالعه لایه های یونیسفری

۳۳..... فصل سوم : امواج رادیویی

۳۴..... امواج رادیویی

۳۴..... موج سطحی یا زمینی

۳۵..... موج آسمانی

۳۵..... موج فضایی

۳۶..... مسیرهای ارتباط رادیویی

پدیده های انتشار امواج.....	۳۷
بازتاب امواج رادیویی.....	۳۷
شکست امواج رادیویی.....	۴۰
پراش.....	۴۰
چگالی توان رادیویی.....	۴۲
افت فضای آزاد.....	۴۲
افت انتقال اصلی.....	۴۴
سایر تلفات.....	۴۴
قدرت موثر ارسال.....	۴۵
ارتباط فواصل طولانی.....	۴۶
مدهای انتشار.....	۴۷
مدهای E.....	۴۷
مدهای F.....	۴۷
تعداد پرشها.....	۴۸
پارامترهای هندسی.....	۴۸
تاخیر زمانی مدهای مختلف.....	۵۰
اثرات خورشید.....	۵۲
اثر میدان مغناطیسی زمین.....	۵۳
ماهیت پدیده های یونیسفری.....	۵۳
چرخش فاراده.....	۵۴
تاخیر گروهی.....	۵۵
پراکندگی.....	۵۶
تغییرات ناگهانی.....	۵۷

فصل چهارم : محاسبات و اندازه گیری برخی از پارامترهای یونیسفری.....۵۸

چگالی الکترونی لایه های یونیسفر.....۵۹

محاسبه چگالی الکترونی لایه های یونیسفر.....۶۰

تعیین ارتفاع و فرکانس بحرانی لایه های یونیسفر توسط چگالی الکترونها.....۶۰

نصب آنتن و اندازه گیری.....۶۱

دستگاه IDU.....۶۲

دستگاه سیگنال ژنراتور.....۶۲

دستگاه اسپیلوسکوپ.....۶۳

تعیین ارتفاع لایه های یونیسفر توسط دستگاههای اندازه گیری.....۶۳

بررسی توان های خروجی و دریافتی.....۶۴

نتیجه گیری نمودارها.....۶۶

نتیجه گیری.....۶۶

چشم اندازهای آتی.....۶۷

منابع.....۶۷

چکیده

به دلیل چگالی یونی مختلف در لایه های یونیسفر جو زمین و تابعیت آن از یک الگوی خاص و عدم پیوستگی آن از ۶۰ کیلومتری جو زمین تا انتهای آن ، حدود ۱۰۰۰ کیلومتری مرزهای فیزیکی وجود دارند که به مرزهای یونیسفری معروفند و باعث تقسیم بندی فرعی به حداقل سه لایه D ، E ، F یونیسفر جو زمین می گردد.

مهمترین خاصیت لایه یونیسفر حضور گاز یونیزه در آن می باشد در این لایه مقدار گاز یونیزه در مقایسه با گازهای خنثی بسیار بیشتر بوده بطوریکه قادرند خواص الکتریکی آن را به طور موثری تغییر دهند تا حدی که دیگر خواص گازی آن تحت الشعاع قرار گیرد این حالت نوع ویژه ای از ماده می باشد که به حالت چهارم یا همان پلاسما موسوم گردیده است.

بدلیل آنکه یونیسفر تا حد زیادی حالت پلاسما دارد لذا تحقیقات یونیسفری و فیزیک پلاسما بطور طبیعی خیلی به یکدیگر نزدیک هستند . یونیسفر زمین در ارتباطات رادیویی اهمیت زیادی دارد . توضیح این نکته لازم است که یونیسفر ، امواج رادیویی با فرکانسهای بیش از ۳۰ مگاهرتز (بین امواج رادار و تلویزیون) را عبور میدهد . ولی امواج با فرکانسهای کمتر (کوتاه ، متوسط ، بلند رادیویی) را منعکس می کند . همچنین شایان ذکر است که ضخامت یونیسفر زمین که از چند لایه منعکس کننده تشکیل شده است با عواملی نظیر شب و روز و آشفتگی پلاسمایی سطح خورشید در ارتباط نزدیک می باشد ، که به نوبه خود می تواند در ارتباطات اغتشاشاتی را ایجاد نماید.

در این اینجا در خصوص چگونگی تغییر مرزهای یونیسفری و ارتفاع آنها از سطح زمین با زمان و انتشار قایم امواج جهت تعیین ارتفاع لایه های یونیسفر از سطح زمین و بررسی انتشار مایل امواج جهت ارتباط مابین آنتن های فرستنده و گیرنده در فواصل طولانی از یک یا چندین پرش و بررسی توانهای خروجی و دریافتی و افت فضای آزاد در ارتباط دید مستقیم و محاسبه چگالی الکترونی لایه های یونیسفر و همچنین کاربردهای این لایه ها پرداخته شده است.

فصل اول

تعاریف کلی

پایان نامه کارشناسی



آزمایشگاه پروژ

مقدمه

محیط فضایی از اندرکنشهای زیادی مانند نیروهای ثقل، ماگنتو استاتیک، الکترو استاتیک، الکترومغناطیس و ... نسبت به زمان و مکان تغییراتی مهم را نشان می‌دهد که طبیعت ترکیب و توزیع ماده، دمای گاز بین سیاره‌ای خواه یونیزه و یا خواه خنثی را تغییر می‌دهد.

محدوده زمینی بصورت ناحیه فضایی مورد مطالعه قرار می‌گیرد که تأثیرات زمین در آن ناحیه از اهمیت اساسی برخوردار است. این تأثیر بطور یکسان بر حسب فاصله از زمین صورت نمی‌گیرد. تأثیر میدان مغناطیسی تا دهها برابر شعاع کره زمین و نسبت به جهت تابش خورشید و فعالیت آن گسترده است و بالاخره اتمسفر زمین پس از چندین کیلومتر قابل صرفنظر کردن است.

وقتی به تدریج از سطح زمین بالا می‌رویم، بر حسب ارتفاع با طبقه بندی اتمسفری روبرو خواهیم شد که بعضی پارامترها اهمیت ویژه‌ای خواهند داشت. طبیعت مولکولها یا یونها که وابسته به میدان ثقلی زمین، جذب تابش خورشیدی و بنابراین دما، چگالی و همچنین یونش را تغییر می‌دهد. حدود لایه‌های فضایی نه از نظر فضایی و نه از نظر زمانی بطور مطلق ثابت نیست. زیرا که پارامترهای مداخله کننده خود نیز ثابت نیستند. دمای لایه‌های بالایی وابسته به جذب خورشیدی در هنگام روز و شب متفاوت خواهد بود. ترکیبات آنها بر اثر فعالیت خورشیدی تغییر می‌کند. به علاوه لازم است تغییرات محلی جغرافیایی را مانند میدان مغناطیسی زمین در نظر گرفت. اتمسفر زمین را بر حسب چگونگی روند دما، اختلاف چگالی، تغییرات فشار، تداخل گازها و سرانجام ویژگیهای الکتریکی به لایه‌هایی تقسیم کرده‌اند که به بررسی آنها خواهیم پرداخت.

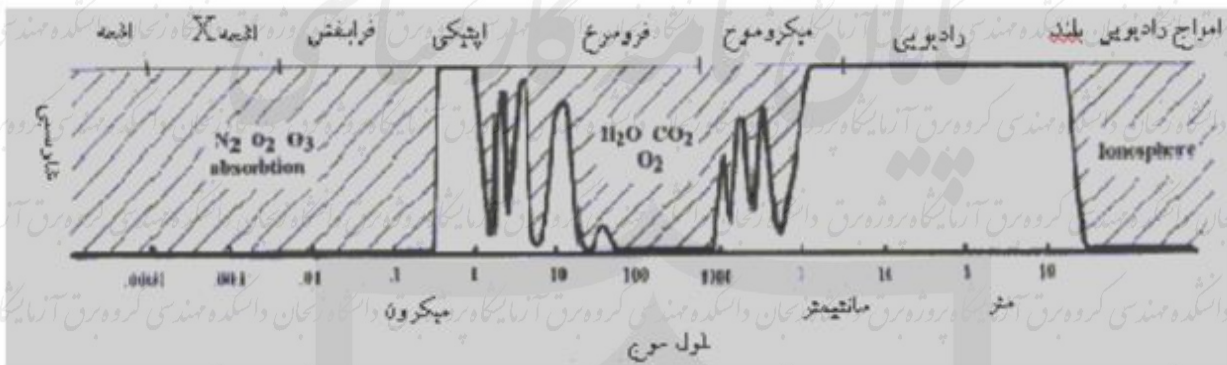
اهمیت لایه های جو در مخابرات بدین سبب است که محیط انتقال امواج الکترومغناطیس بوده و گاهی به عنوان منعکس کننده مورد استفاده قرار می‌گیرد. ماهواره ای که در مدار زمین قرار می‌گیرد و تنها راه ارتباطی آن با زمین امواج رادیویی می باشد امواجی را دریافت میکند که از این لایه ها در شرایط مختلف جوی و در زمانهای مختلف فصلی و شبانه روزی عبور نموده است.

دو مشخصه عمده امواج صرفنظر از نوع قطبیدگی و اختلاف فاز، دامنه موج و فرکانس موج می باشد که هرچه فرکانس موج بالاتر رود نفوذ و انتشار آن در فاصله های بعید بهتر صورت می‌گیرد. اما این دو کمیت به چه نسبت و تا چه حدود افزایش یابند که اولاً اختلاف زیادی با سطح بهینه خود نداشته از طرف دیگر ارتباط به شکلی دائمی وجود داشته باشد.

چرا که طبق آنچه که در ادامه توضیح داده میشود جو ترکیبی پیچیده از عوامل محدود کننده است که بر اساس ماهیت فیزیکی منحصر به فرد خود در ارتباط با امواج رادیویی در طول شبانه روز رفتار متغییری از خود نشان می‌دهد.

همانطور که می دانیم تمامی گستره طیف الکترومغناطیسی از فرکانسهای پایین (امواج بلند رادیویی) تا فرکانسهای بالا از قوانین ماکسول پیروی میکنند. بخشی از این طیف گسترده که در مخابرات رادیویی مورد استفاده قرار گرفته است امواج رادیویی نامیده میشود.

جو اطراف زمین محیط شفاف برای بخشی از امواج رادیویی و مریی است و بقیه ی قسمتهای طیف توسط آن جذب و پراکنده و یا بازتابیده میشوند. الکترومغناطیسی از طول موج ۲۰ متر تا ۰/۵ میلیمتر گسترده شده است.



شکل ۱-۱: شفافیت جو در مقابل طیف الکترومغناطیسی

روابط و تعاریف اساسی

در این فصل ابتدا پارامترهایی را که بیشتر در بررسی مرزهای لایه ای یونیسفر با استفاده از آنتنهای رادیویی کاربرد دارند معرفی می شوند این پارامترها عبارتند از امواج الکترومغناطیسی ، باند فرکانس ، پلاریزاسیون ، آنتن .

امواج الکترومغناطیسی

این امواج نوساناتی هستند که با سرعت نور در فضای آزاد ، منتشر می شوند. سرعت نور برابر است با m/s

$$3 \times 10^8$$

موج الکترومغناطیسی چنانچه از اسم آن پیداست از دو مولفه میدان مغناطیسی و الکتریکی تشکیل شده است . مولفه های میدان الکتریکی و مغناطیسی بر هم عمود بوده و جهت انتشار بر صفحه ی تشکیل دهنده آن دو

عمود است . با توجه به شکل زیر ملاحظه میشود که اگر جهت تغییرات میدان الکتریکی در امتداد محور x و میدان مغناطیسی در امتداد محور y باشد جهت انتشار موج در امتداد محور z می باشد .



شکل ۱-۲: موج الکترومغناطیسی با پلاریزاسیون خطی در فضای آزاد

در مخابرات رادیویی، اصلی ترین وجه شناسایی یک موج، فرکانس آن است. با توجه به گستردگی ارتباطات رادیویی و زمینه کاربرد بسیار وسیع آن، به ویژه در بخش فضا، لازم است تا فضای فرکانسی بصورت قانونمند درآید تا امواج مختلف با هم تداخل پیدا نکنند. به همین خاطر یک سازمان جهانی که زیر نظر سازمان ملل متحد اداره میشود این وظیفه را بر عهده دارد. با این مسئله تداخل فرکانسی امواج رادیویی همیشه به عنوان یک مشکل مطرح بوده است.

امواج رادیویی بخشی از طیف گسترده امواج الکترومغناطیسی را تشکیل میدهند. به این دلیل ماهیت حامل بودن اکثر این امواج در ادبیات علمی بیشتر به عنوان "موج حامل" از آنها یاد میشود.

موج حامل در اصطلاح، به موجی الکترو مغناطیسی با فرکانس، فاز و دامنه مشخص اطلاق میشود که توسط یک دستگاه فرستنده برای حمل یک سیگنال مشخص الکتریکی تولید می شود. روشهای مختلفی برای سوار کردن سیگنال بر روی موج حامل وجود دارند.

پلاریزاسیون امواج

پلاریزاسیون موج در واقع رفتار تغییر پذیر با زمان بردار شدت میدان الکتریکی (\vec{E}) در نقطه ای در فضا را توصیف می کند. برای تعیین پلاریزاسیون نیازی به توصیف جداگانه میدان مغناطیسی \vec{H} نمیباشد، زیرا این میدان بصورت معینی به جهت (\vec{E}) وابسته است.

در صورتی که بردار \vec{E} همیشه افقی باشد پلاریزاسیون موج افقی و در صورتیکه بردار \vec{E} همیشه عمودی باشد پلاریزاسیون آن عمودی خواهد بود. در حالیکه مکان تصویر انتهای بردار \vec{E} روی صفحه ی عمود بر راستای انتشار موج نسبت به زمان یک دایره باشد موج با پلاریزاسیون دایره ای و در صورتیکه بیضی باشد موج با پلاریزاسیون بیضوی خواهد بود.

انواع اصلی پلاریزاسیون

در پلاریزاسیون خطی جهت بردار \vec{E} ثابت بوده که با توجه به راستای آن می تواند افقی، عمودی و مایل باشد. در پلاریزاسیون دایره ای اندازه بردار \vec{E} ثابت ولی جهت آن تغییر می نماید. به عبارت دیگر مکان هندسی بردار انتهای بردار \vec{E} روی صفحه ی عمود بر راستای حرکت موج، یک دایره بوده و در حالیکه گردش انتهای بردار یاد شده در جهت عقربه های ساعت باشد راستگرد و خلاف جهت آن را چپگرد می نامند. در صورتیکه مکان هندسی انتهای بردار \vec{E} روی صفحه عمود بر امتداد حرکت، یک بیضی باشد پلاریزاسیون موج را بیضوی نامیده و همان قرارداد منظور شده برای امواج دایره ای در خصوص راستگردی و یا چپگردی در اینجا نیز صادق می باشد.

چنانچه موج تختی را که در جهت خارج صفحه و جهت مثبت Z با مولفه های میدان الکتریکی X و Y به شکل زیر حرکت می کند، در نظر گرفته شود، شکل (۳-۱) داریم:



شکل ۱-۳ که موج الکترومغناطیسی

شکل ۱-۳ که موج الکترومغناطیسی که با روابط ۱-۱ و ۱-۲ نمایش داده شده است:

$$E_x = E_1 \sin(\omega t - \beta z) \quad (1-1)$$

$$E_y = E_2 \sin(\omega t - \beta z + \delta) \quad (1-2)$$

که در آن $\beta = \frac{2\pi}{\lambda}$ و $\omega = 2\pi\nu$ و δ اختلاف فاز بین E_x و E_y است.

معادله های بالا دو موج قطبیده خطی را نشان می دهند که یکی در جهت X و دیگری در جهت Y است.

اگر این معادلات را با هم ترکیب کنیم:

$$\vec{E} = E_x \hat{x} + E_y \hat{y} \quad (1-3)$$

که \hat{x} و \hat{y} بردار یکه در جهت x و y هستند. حال داریم:

$$\vec{E} = \hat{x} E_1 \sin(\omega t - \beta z) + \hat{y} E_2 \sin(\omega t - \beta z + \delta) \quad (1-4)$$

در $z=0$ داریم:

$$E_x = E_1 \sin(\omega t)$$

$$E_y = E_2 \sin(\omega t + \delta) \quad (1-5)$$

حال با بسط مولفه y داریم:

$$E_y = E_2(\sin \omega t \cos \delta + \cos \omega t \sin \delta) \quad (1-6)$$

و از روابط بالا داریم:

$$\frac{E_x}{E_1} = \sin \omega t \quad (1-7)$$

$$\cos \omega t = \sqrt{1 - \left(\frac{E_x}{E_1}\right)^2} \quad (1-8)$$

با قرار دادن رابطه ۱-۸ و ۱-۷ در معادله ۱-۶ داریم:

$$\frac{E_x^2}{E_1^2} + \frac{E_y^2}{E_2^2} - \frac{2 E_x E_y}{E_1 E_2} \cos \delta = \sin^2 \delta \quad (1-9)$$

یا:

$$a E_x^2 - b E_x E_y + c E_y^2 = 1 \quad (1-10)$$

که در آن:

$$C = \frac{1}{E_2^2 \sin^2 \delta} \quad b = \frac{2 \cos \delta}{E_1 E_2 \sin^2 \delta} \quad a = \frac{1}{E_1^2 \sin^2 \delta}$$

نتیجه گیری نمودارها

با توجه به مشکلات عدیده در تهیه وسایل لازم و نصب و اندازه گیری ارتفاع لایه های اندازه گیری شده با این روش با اعداد واقعی استاندارد همخوانی بسیار خوبی دارد مقادیر افت های اندازه گیری شده نشان می دهد که برای هر فرکانس خاص مقدار افت به صورت مستقیم و خطی به فرکانس بستگی دارد و همچنین مقدار افت با افزایش مسافت بیشتر می شود. البته برای ۵ کیلو متر اول افزایش سریع و برای مسافت های بیشتر افزایش افت فضای آزاد ملایم می گردد و این نشان می دهد که در فاصله های زیاد، بالای ۱۴ کیلومتر اثر مسافت کمتر می گردد.

نتیجه گیری

در نهایت می توان به این نتیجه رسید که لایه ی یونیسفر با توجه به مواد تشکیل دهنده که اکثرا یونها می باشند در برابر امواج رادیویی در شرایط خاص عملکردی شبیه یک آئینه دارد و امواج رادیویی که از سمت زمین به آن تابیده می شوند را منعکس می سازد. لذا می توان از این عملکرد برای ارتباطات رادیویی و انتقال امواج در تمام سطح کره زمین و از یک نقطه به نقطه دیگر حتی مکانهای بسیار دور بهره جست .

البته طول موج ، فرکانس و توان موجی که به یونیسفر تابیده می شود در انعکاس آن موثر است . ممکن است یک موج با شرایط خاص به یونیسفر تابیده شود اما انعکاس پیدا نکند . مثلا سبب گرم شدن و التهاب یونیسفر شود. که اینگونه واکنشهایی از سوی یونیسفر توسط دانشمندان مورد بررسی و واکاوی قرار گرفته واز آن ها جهت اهدافی خاص بهره گرفته می شود. می توان برنامه پژوهشی HAARP ایالات متحده و یا برنامه روسیه که یک گرم کننده یونیسفر ، به نام Sura که به قدرتمندی HAARP بوده ، مثال زد.

چشم اندازهای آتی

امروزه با استفاده از نرم افزار علمی Bernese با انعطاف پذیری بالا در پردازش به روش Precise Point Positioning نتایج بسیار خوبی در موقعیت و سرعت نقاط و استخراج مدل های محلی یونیسفر ارائه می نماید. همچنین با بکار گیری مشاهدات ایستگاههای دائمی در هر شبکه می توان ضرایب و نقشه های رفتار یونیسفر را به صورت روزانه محاسبه نمود و به صورت Online بر روی سایت ویژه ای قرار داد.

از اطلاعات یونیسفر می توان در بررسی رفتار فیزیکی بین زمین و خورشید (طوفانهای خورشیدی) و اثر آن بر تجهیزات ماهواره ای و مخابراتی همچون رادیو و تلویزیون و علوم هوشناسی و ژئوفیزیکی و مباحث تغییرات TEC در زمان رخداد زلزله استفاده نمود .

در حال حاضر موضوع پیش بینی زلزله بر اساس اطلاعات مربوط به تغییرات TEC و به کار گیری ضرایب مدل تهیه شده در پردازش توسط نرم افزارهای تجاری در دست تحقیق و بررسی است.

منابع

- بی . آ . جی . رینتلک . هوشناسی عمومی . نوحی ، احمد . ۱۳۶۴ . تهران . انتشارات سازمان هوشناسی دانشگاه زنجان .
- کسور .
- حاکم ، محمد . سیستمهای مخابرات ماهواره ای . ۱۳۶۷ . تهران . انتشارات سروش .
- دی . سی . گرین . سیستمهای رادیویی . رهبر ، محمد . ۱۳۶۷ . تهران . انتشارات سروش .
- سلیحی ، محمد . طراحی سیستمهای ارتباط رادیویی . ۱۳۶۷ . انتشارات نوید شیراز .
- عریضی ، همایون . میدانها و امواج . ۱۳۷۱ . انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران .
- کاشانی ، فرخ . سیستمهای مخابرات الکترونیکی . ۱۳۶۳ . انتشارات فنی حسینیان .
- کلهر ، حسن . تحلیل و طراحی آنتن ها . ۱۳۷۳ . شیراز . انتشارات شیراز .
- Balanis C.A, "Antenna Theory", Third Edition ,2005 .
- Collin Robert E. "Antenna and Radio Wave Propagation " , McGrawHill ,new York, 1985.
- Jordan / Balmin , "Electromagnetic Wave and Radiating Systems " .1968.
- Holiday D and Resnik R. , "Fundamentals of Physics " , John Wiley & Sons, Third Edition, 1998.
- International Telecommunications Union, 2005, ITU Radio Regulations.
- Lehpomer, H., "Microave Transmission Network " , Mc Graw -Hill, New York, 2004.

- Miya K. (ed) ., " Satellite Communications Technology ", KDD Engineering and Consulting inc. Japan, 1981.
- NEC, " Out line of VHF /UHF Antenna System " ,1979 .
- Plonsey Robert .Principles and Applications of Electromagnetic Fields "McGraw-Hil , New York ,1961 .
- Rycroft M. "The Cambridge Encyclopedia of Space " , Cambridge University Press, First Edition, 1990.
- Seybold, john S." Introduction to RF Propagation " , J /W, 2005.
- NEC, "Training Manual VHF/UHF Propagation and Radio Noise", 1979.
- Williamson M. "Cambridge Dictionary of Space Technology " , Cambridge University Press, First Edition , 2001.