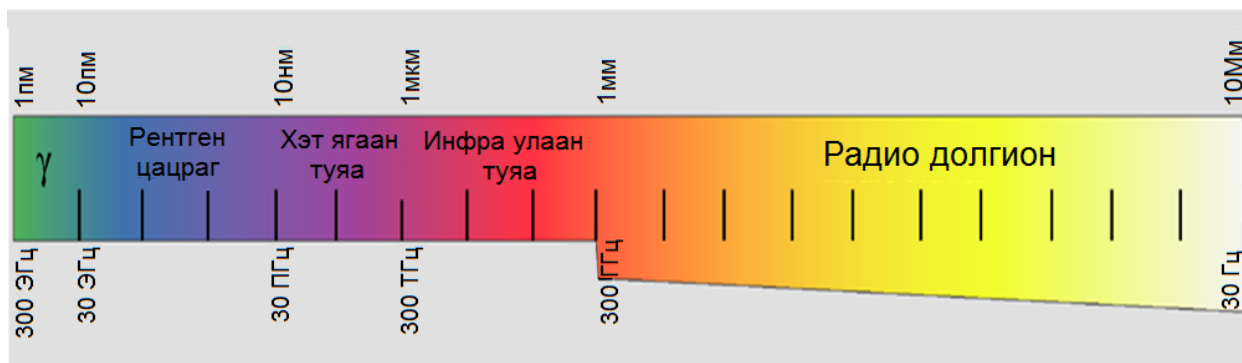


Цахилгаан соронзон долгионы тархалтын тухай

Цахилгаан соронзон долгионы давтамжийн 30 Гц-ээс 300 ГГц (ГигаГерц) хүртэлх цаараг радио долгион, 300 ГГц-ээс 300 ТГц (ТераГерц) хүртэлх давтамжийн цаараг инфра улаан туяа, 300 ТГц-ээс 30 ПГц (ПетаГерц) хүртэлх давтамжийн цаараг хэт ягаан туяа, 30 ПГц-ээс 30 ЭГц (ЭгзаГерц) хүртэлх давтамжийн цаараг Рентген цацраг, 30 ЭГц-ээс 300 ЭГц хүртэлх давтамжийн цаараг Гамма цацраг гэж ангилдаг (Зураг 1) байна.



Зураг 1. Цахилгаан соронзон долгионы давтамжийн ангилал

Радио долгион нь нэгэн төрлийн байгалийн хязгаарлагдмал нөөц баялаг юм. Радио долгионы зөвхөн 3 кГц – 300 ГГц-ийн давтамжийн цаараг харилцаа холбоо, техник технологийн салбарт ашиглаж байна.

Радио долгионы цаарааны ангилал, тархалт, хэрэглээ

Радио долгионы уртаас хамааран тухайн чиглэлийн орчин нь радио долгионы тархалтад харилцан адилгүй нөлөөлнө. Радио долгионы цаара бүр өөрийн тархалтын онцлогтой. Хэт урт ба урт долгионы давтамжийн цаараанд дэлхийн бөмбөрцгийн төрөл бүрийн хөрс нь дамжуулагчийн шинж чанартайгаар нөлөөлнө. Урт долгион нь ионосферийг¹ их гүн биш нэвтэрдэг бөгөөд ионосферийн тодорхой өндрөөс ойхдоо бага шингэдэг онцлогтой. Радио долгионы давтамжийг багасгах тусам усны гүн рүү нэвтрэх чадвартай байдаг бол дэлхийгээс сансарт нэвтэрч чаддаггүй байна.

Радио долгионы тархах онцлогоор нь газрын гадаргуугийн ба огторгуйн (дэлхий болон ионосферийн хооронд) долгион гэж хоёр хуваадаг.

Радио долгионы урт нь гэрлийн хурдыг (C) радио давтамжид (f) хуваасантай тэнцүү байна.

$$\lambda = \frac{C}{f}$$

Гэрлийн хурд нэг секундэд 300000 метр байна.

Хүснэгт 1.

№	Радио долгионы цаарааны нэр /тэмдэглэгээ/	Цаарааны хязгаар		Тархалтын хэлбэр	Хэрэглээ
		Долгионы урт	Давтамж		

¹ Ионосфер – Газрын түвшнээс дээш 60-20000 км өндөрт орших дэлхийн агаар мандлын дээд давхарга

1	Хэт урт долгион /VLF/	100-10 км	3-30 кГц	Дэлхий болон Ионосферийн хооронд тархана	Радио навигац ² , телеграфийн холбоо ³
2	Урт долгион /LF/	10-1 км	30-300 кГц	Дэлхий болон Ионосферийн D үе хооронд тархана, мөн гадаргуугийн тархалттай	Радио телеграф, радио телефон холбоо, радио өргөн нэвтрүүлэг
3	Дунд долгион /MF/	1-0.1 км	300-3000 кГц	Гадаргуугийн тархалттай, шөнийн цагт Ионосферийн D давхаргын шингээлт муудах үед E,F давхаргаас ойно	Радио навигац, телеграфийн холбоо, радио телеграф, радио телефон холбоо, радио өргөн нэвтрүүлэг
4	Богино долгион /HF/	100-10 м	3-30 МГц	Ионосферийн E,F давхаргаас ойно	Радио өргөн нэвтрүүлэг, радио телеграф, радио телефон, сонирхогчийн радио холбоо
5	Хэт богино долгион /VHF/	10-1 м	30-300 МГц	Шууд чиглэлийн тархалттай. Ховор тохиолдолд Ионосферийн E давхаргаас ойно, маш ховор тохиолдолд 80 МГц хүртэлх долгион нарны идэвхжилээс үүдэн Ионосферийн F давхаргаас ойно, зарим үед Тропосферийн ⁴ хоолойн тархалт үүснэ.	Радио өргөн нэвтрүүлэг, телевиз, радио локац, сансрын холбоо, сонирхогчийн радио холбоо, бусад
6	Хэт богино дециметрийн долгион /UHF/	100-10 см	300-3000 МГц	Шууд чиглэлийн тархалттай, зарим тохиолдолд Тропосферийн тархалт үүснэ.	Телевиз, радио локац, сансрын холбоо, радио линк ⁵ , богино зайн радио холбоо, үүрэн холбоо болон бусад

² Радио навигац, радио локац – Радио давтамж ашиглан биет зүйлийн байршлыг тодорхойлох технологи

³ Телеграф ба радио телеграф – Үсэг болон тэмдэгтэн мэдээллийг алс хол зайд дамжуулах арга

⁴ Тропосфер – Газрын түвшнээс дээш 20 км хүртэлх дэлхийн агаар мандлын хамгийн доод давхарга

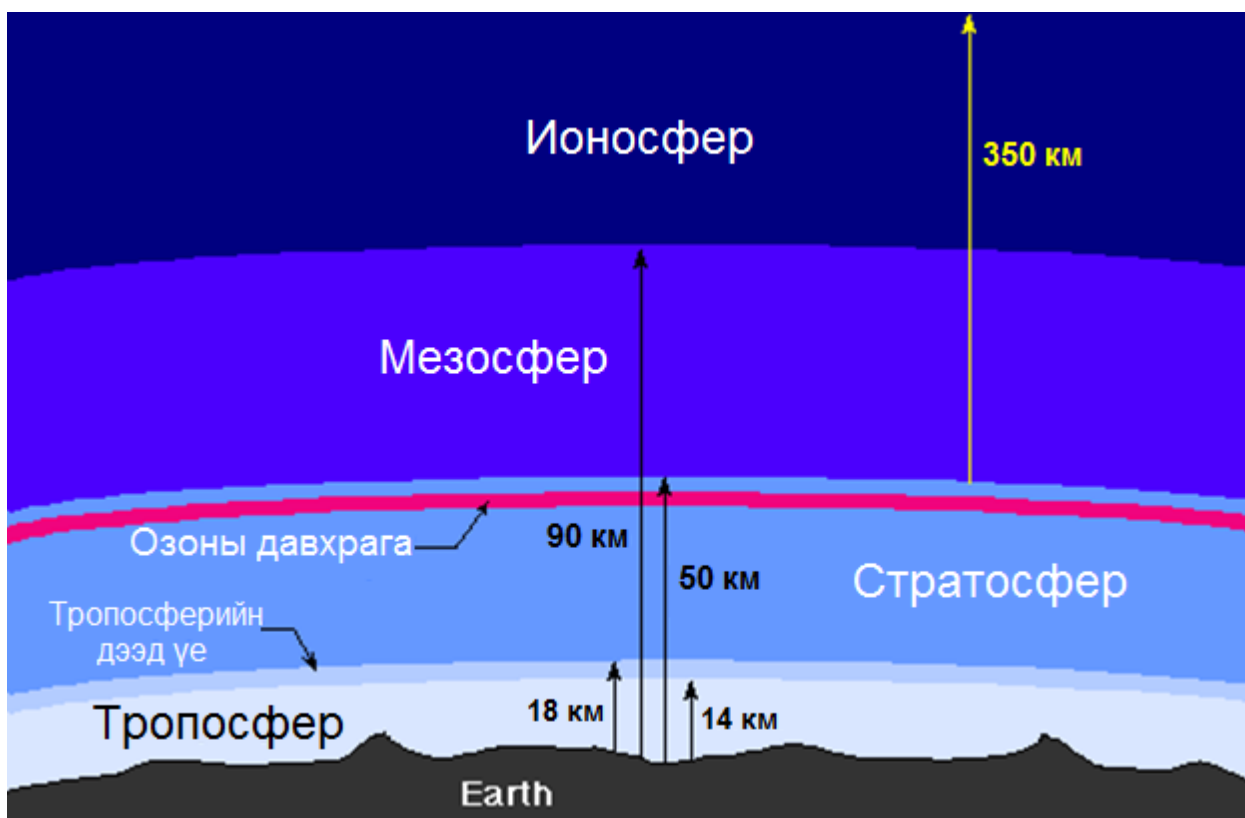
⁵ Радио линк – Алслагдсан хоёр цэгийн хооронд радио давтамж ашиглан харилцан холболт тогтоох технологи

7	Хэт богино сантиметрийн долгион /SHF/	10-1 см	3-30 ГГц	Шууд чиглэлийн тархалттай.	Радио локац, радио линк, радио одон орон судлал, радио навигац, богино зайн радио холбоо болон бусад
8	Хэт богино миллиметрийн долгион /EHF/	10-1 мм	30-300 ГГц	Шууд чиглэлийн тархалттай боловч хязгаарлагдмал.	Радио локац болон бусад

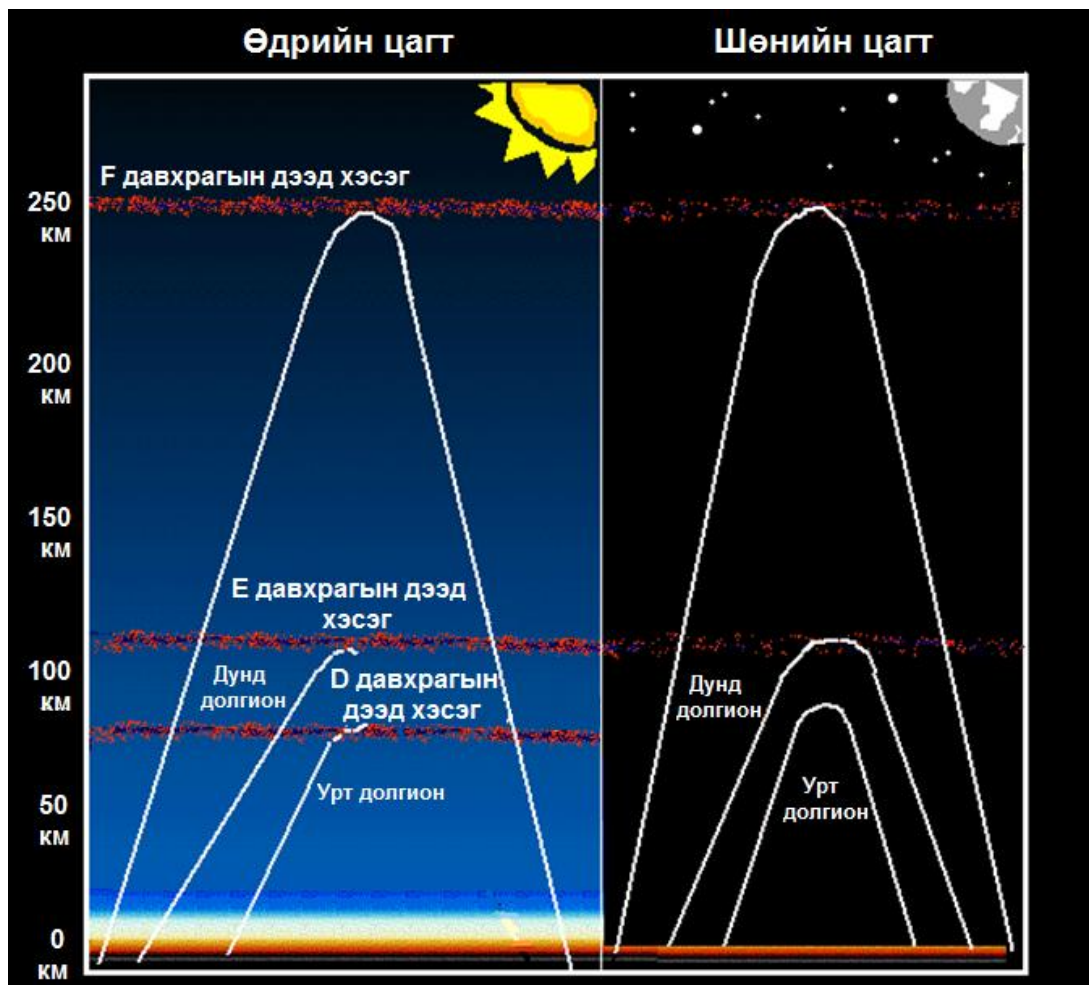
Дэлхийн бөмбөрцөг нь хагас дамжуулагч шинж чанартай учир нэг талаас радио долгионы бүтцийг гажуудуулах, нөгөө талаас радио долгионы энергийг шингээх, мөн бөмбөрцөг хэлбэрээс хамааран долгионы тархалтад саад учруулах (дифракц) үзэгдэл явагддаг.

Ионосферийн давхрага

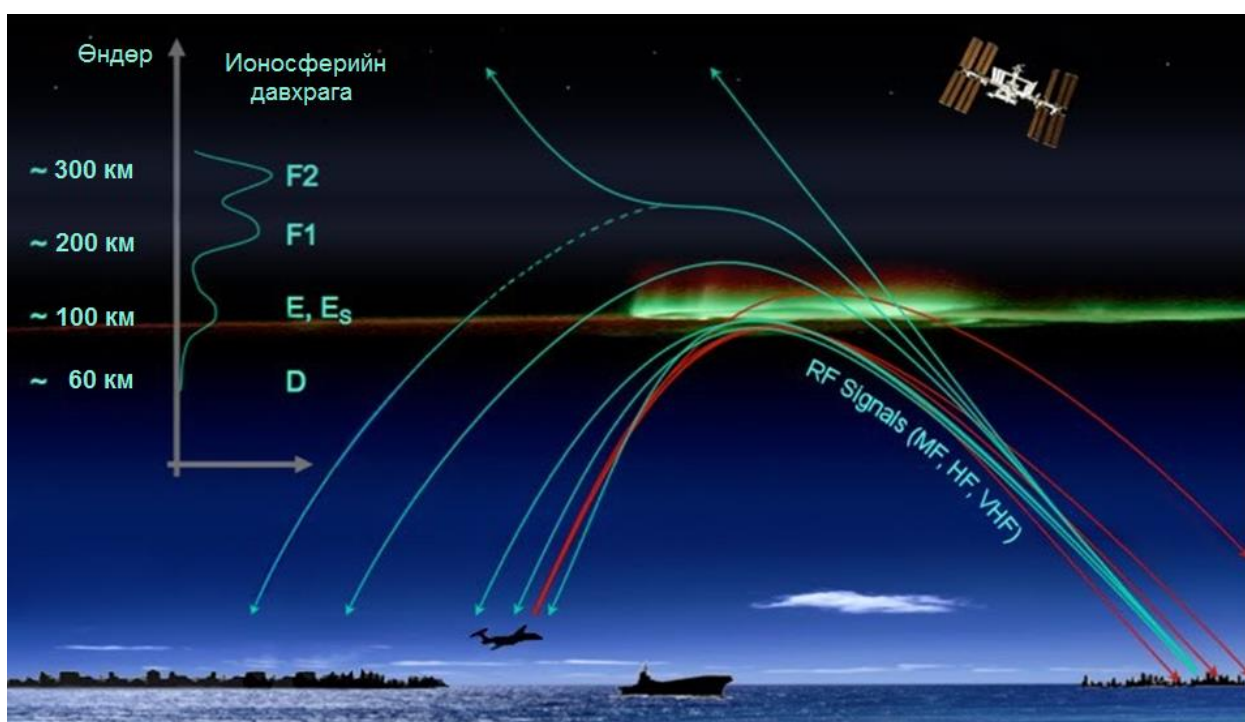
Дэлхийн гадаргаас 60-20000 км-ийн хооронд орших атмосферийн дээд үе давхаргыг ионосфер гэнэ. Атмосферийн хамгийн дээд давхаргад цэнэгжсэн хэсгүүд голлох бөгөөд соронзон орны үйлчлэлд оршдог. Өөрөөр хэлбэл уг дээд давхарга нь бараг бүхэлдээ нэмэх, хасах цэнэгтэй ион, хасах цэнэгтэй электрон буюу цэнэгжсэн бүрхүүлээс тогтоно. Энэ орчинд хийн нягт маш бага байдаг бөгөөд бүхэлдээ болон хэсэгчлэн нягтран бөөгнөрсөн электрон, нэмэх, хасах цэнэгтэй ионоор цэнэгжсэн байдаг. Ионосферт чөлөөт электрон их хэмжээгээр оршиж байдаг нь цахилгаан дамжуулах чанарт хүчтэй нөлөөлж, үүний улмаас радио долгион ойх, радио долгионы энерги шингэх, радио долгион хугарах рефракцийн үзэгдэл бий болдог.



Зураг 2. Дэлхийн атмосферийн бүтэц



Зураг 3. Урт ба дунд долгионы онцлог



Зураг 4. Богино ба хэт богино долгионы онцлог

Гадаргуугийн радио долгионы тархалт

Дэлхийн гадаргууд ойрхон зайд, өөрөөр хэлбэл долгионы уртын масштабтай ойролцоогоор тэнцэх зайд дэлхийн бөмбөрцөг гадаргууг тойрох байдлаар тархаж буй долгионыг гадаргуугийн долгион гэнэ. Гадаргуугийн радио долгионд радио давтамжийн VLF болон LF зурвасыг голчлон ашигладаг бөгөөд цэрэг армийн холбоо, ялангуяа усан флотод ихэвчлэн хэрэглэгддэг байна.

Ионосферийн буюу огторгуйн тархалт

Дэлхийн агаар мандлын хамгийн дээд давхарга болох ионосферийн давхаргаас радио долгион ойж хол зайд тархахыг огторгуйн тахалт гэнэ. Огторгуйн тархалтад дунд, богино радио долгионуудыг ашигладаг бөгөөд радио өргөн нэвтрүүлгийн хэрэглээнд голчлон ашигладаг байна.

Урт долгион нь ионосферийн D давхаргаас, дунд долгион нь ионосферийн E давхаргаас, богино долгион нь ионосферийн F2 давхаргаас ойж тархдаг байна.

Радио давтамжийн хэт богино долгионы (VHF) тархалтын түгээмэл бөгөөд ер бусын үзэгдэл

Хэт богино долгион нь 30-300 МГц-ийн радио давтамжийн зурваст багтах ба хэт богино долгион нь ихэнх тохиолдолд ионосферээс ойдоггүй, түүнийг нэвтрэн тархдаг.

Хэт богино долгионы радио өргөн нэвтрүүлгийн 88-108 МГц-ийн радио давтамжийн зурвас нь шууд харагдах зайд зохион байгуулагддаг радио холбооны зурвас юм. Нэвтрүүлэгч станцын цамхгийн өндөр, мөн тухайн нутаг дэвсгэрийн хотгор, гүдгэрээс хамааран тархалтын бүс нь тодорхойлогддог. Өөрөөр хэлбэл хэдэн арваас хэдэн зуун метр тархах боломжтой шууд харагдах зайд зохион байгуулагддаг.

Гэхдээ урт, дунд, богино зэрэг долгионууд өөрийн гэсэн онцлогтой байдаг шиг хэт богино радио долгионы тархалтын үзэгдэл нь дараах хоёр хэлбэрээр явагддаг байна.

1. Тропосферийн хоолой.

Энэ үзэгдэл нь дулаан цаг ууртай, ойр орчимд нь өндөр агаарын даралттай, голчлон хавтгай газар нутагтай бүсэд ихэвчлэн үзэгддэг бөгөөд тропосферийн бүсэд хүйтэн агаар дээр дулаан агаар бий болох үед тропосферийн хоолой үүснэ (Зураг 5). Энэхүү хоолойг дайрч өнгөрсөн радио долгион нь 800 км-ээс илүү хол зайд тархах боломжтой бөгөөд радио давтамжийн бүх цараанд үйлчлэх боловч 100 МГц-ээс дээш радио давтамжийн дохионд голлон нөлөөлнө. Энэ байгалийн үзэгдэл нь хэдэн минутаас хэдэн цаг ч үргэлжилдэг байна.

Дээрх байгалийн үзэгдлийн улмаас тропосферийн хоолойн радио долгионы хүлээн авалт зарим улс оронд бүртгэгдсэн байна. Жишээ нь:

- 1989 оны 06 дугаар сарын 13-нд Хавай арлын Кеау сууринд Мексик улсын Тижуана хотын 88-108 МГц-ийн радио өргөн нэвтрүүлгүүд сонсогдсон байна. Тархалтын зай 4081 км.
- 2009 оны 04 дүгээр сарын 23-нд Сан Антонио бүс нутагт Флорида мужийн Тампагаас телевизийн тоон дохиог хүлээн авсан байна. Тархалтын зай 1601 км.

- 2012 оны 08 дугаар сарын 09-нд Грек улсын Пуриос хотод Алжир улсын FM 97.5 МГц-ийн радио давтамжтай долгионыг хүлээн авсан байна. Тархалтын зай 1228 км.

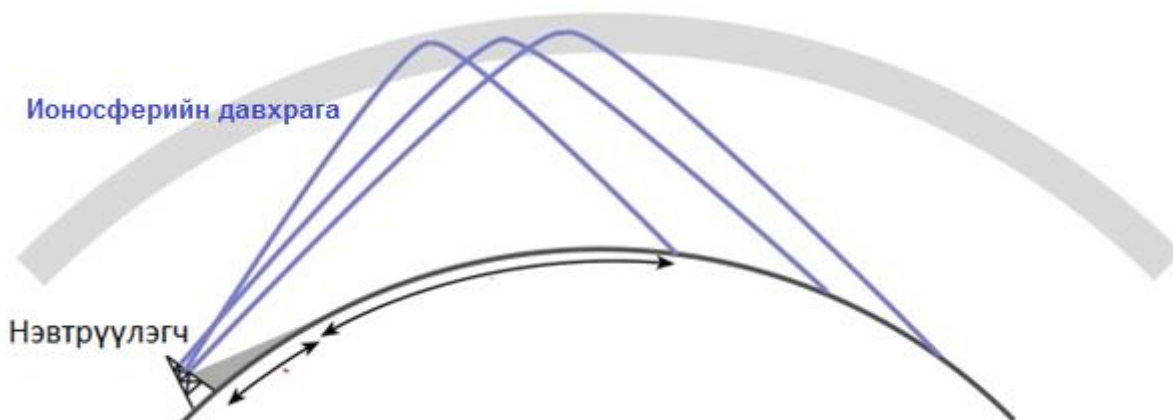


Зураг 4. Тропосферийн хоолойгоор тархах радио долгион.

2. Ионосферийн ойлт.

Энэхүү үзэгдэл нь дэлхийн агаар мандлын ионосферийн E давхаргаас ойсон радио долгионы үзэгдэл юм. Нарны идэвхжил маш ихтэй жил ионосферийн давхаргын электронуудын нягтрал мэдэгдэхүйц нэмэгдсэний улмаас явагддаг үзэгдэл бөгөөд хэт богино долгионы урт харьцангуй ихтэй хэсэг буюу радио давтамжийн 125 МГц-ээс доош давтамжтай долгионуудад нь нарны идэвхжил ихтэй жилд ионосферийн E ба F давхаргаас ойдог байна.

Энэхүү ойх үзэгдэл нь цаг агаар, газар нутгаас үл хамааран зуны улиралд болон жилийн сүүл үед ихэвчлэн үзэгддэг байна. Энэ ионосферийн давхаргаас ойх үзэгдлээс улмаас радио долгионы тархалт нь 1000 км-ээс илүү хол зайд тархах боломжтой байдаг. Үргэлжлэх хугацаа нь хэдхэн секундээс хэдэн минут үргэлжилнэ.



Зураг 6. Ионосферийн ойлт.

Бэлтгэсэн: Ц.Батхүү