

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛ

1. Радиационная защита (Публикация 26 МКРЗ) Москва, 1978.
2. Sources, effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Commiffee on the effects of Atomic Radiation, 1988 Report to the General Assembly. New York (1988)
3. Sources, effects and Risks of Ionizing Radiation. United Nations Scientific Commiffee on the effects of Atomic Radiation, 1982 Report to the General Assembly. New York (1982)
4. Ж.Ганзориг, Б.Далхсүрэн, Д.Шагжамба, Б.Одмаа. Монгол орны цацрагийн фонын түвшинг тодорхойлсон дүнгээс. Шинжлэх Ухааны Академийн Мэдээ 1990. N3
5. K.O'Brien, E.Mc Laughlin. Cosmic-ray dose rates in the atmosphere. Health Physics 1972. Vol.22, N3
6. Цацрагийн Аюулгүйн норм ЦАН-83. Цацрагийн Ариун Цэврийн үндсэн дүрэм ЦАЦҮД-83. БНМАУ. ЭХЯ. Улаанбаатар 1984 он.
7. МУИС-ийн Цөмийн Шинжилгээний Лабораторийн эрдэм шинжилгээний ажлын гүйцэтгэлийн тайлан (1986-1990).

БОРООНООС РАДИОДОЛГИОНД УЧРАХ СУЛРАЛЫГ БОДОХ НЭГЭН АРГА

Ж.Нямжав, Э.Дамдинсүрэн

Сантиметрийн урттай радиодолгион дээр ажилладаг холбооны шугамын чанарын үзүүлэлтийг үнэлэхэд тухайн орон нутагт ордог бороо радиодолгионы тархалтанд хэрхэн нөлөөлөхийг тооцох зайлшгүй шаардлагатай [1,2]. Бороо нь радиохолбооны боломжийг хязгаарлагч хүчин зүйлийн нэг юм.

Борооноос учрах сулралын статистикийг орон зай, цаг хугацаанаас хамааруулан тооцох олон аргачлал байдаг бөгөөд эдгээрийг үндсэнд нь 2 хэсэгт хувааж болох юм [3-5].

1. Тухайн газар нутагт явуулсан туршлагын үр дүнд тулгуурлаж гаргасан аргачлал.
  2. Борооны тодорхой загварт тулгуурласан аргачлал.
- Эдгээрийн аль алинд тооцооны үндсэн эх мэдээлэл болгож тухайн орон нутгийн борооны эрчмийн түгэлтийг авдаг. Боловсруулан гаргасан аргачлалууд нь борооны эрчмийн түгэлтийг радиодолгионы тархалтанд түүний үзүүлэх сулралын түгэлтэнд шилжүүлэх аргаараа ялгагдана. Манай орны хувьд 10 ГГц-ээс дээш давтамжтай радиодолгионы тархалтын судалгаа хийгдээгүй байгаа учир борооны үзүүлэх сулралын статистикийг тооцоолоход борооны тодорхой загварт тулгуурласан аргачлал чухал юм.

- Бид борооны тухайд дараах загварыг авч үзэв.
1. Бороо нь D диаметртай үүлнээс эгц доош орсон цилиндр багана хэлбэртэй.
2. Борооны эрчим нь баганынхаа дотор тогтмол буюу бороо нэгэн төрлийн байна.
3. Борооны баганын диаметр D нь түүний эрчим R-ээс

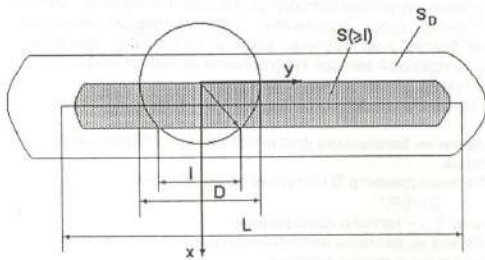
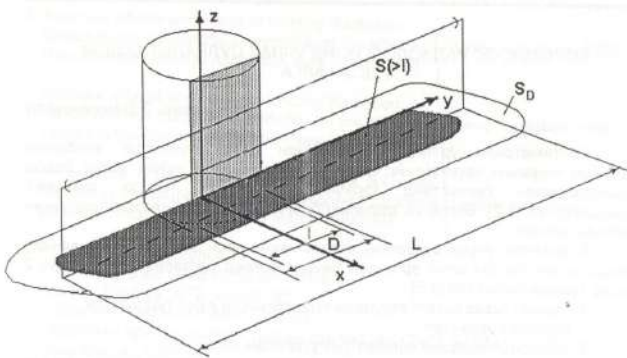
$$D = \xi R^n \quad (1)$$

гэж хамаарна.  $\xi, n$  – тогтмол коэффициент.

4. Борооны багана нь салхины чиглэлийн дагуу тогтмол хурдтай шилжиж радиозамыг огтлон өнгөрнө.
5. Радиозамын дагуух цэг бүрт бороо орох магадлал, түүний эрчмийн түгэлт өсдөг байна.

Одоо L урттай радиозамын дагуу тархаж байгаа радиодолгионд R эрчимтэй борооны баганын үзүүлэх сулралын статистикийг бодъя.

R эрчимтэй бороо нь D(R) =  $\xi R^n$  диаметртай байна. Борооны энэ багана радиозамыг огтлоход үүсэх хөвчийн урт l-тэй тэнцүү буюу түүнээс их байх болзолт магадлалыг олбол (1-p зурар)

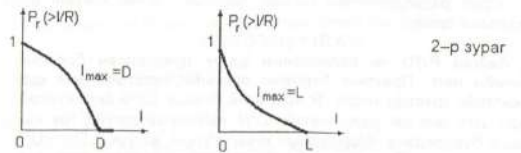


1-р зураг

$$P_r(\geq l/R) = \frac{S(\geq l)}{S(\geq 0)}$$

$$= \begin{cases} \frac{(1 - 1.5l/L) \sqrt{1 - [l/D(R)]^2} + D(R) / 2L \cdot \arcsin \sqrt{1 - [l/D(R)]^2}}{1 + \pi / 4 \cdot D(R) / L} & 0 \leq l \leq l_{\max} \\ 0 & \end{cases} \quad (2)$$

болно, үүний  $l_{\max} = \min(D(R), L)$  юм. Болзолт магадлал  $P_r(\geq l/R)$ -ын графикийг 2-р зурагт харуулав.



2-р зураг

(2) томъёоноос болзолт магадлалын нягтыг олбол:

$$\phi(l/R) = -\frac{dP_r(\geq l/R)}{dl} = \begin{cases} \frac{l/D + 2D/L \cdot (1 - 1.5(l/D)^2)}{D(1 + \pi/4 \cdot D/l) \cdot \sqrt{1 - (l/D)^2}} & 0 \leq l \leq l_{\max} \\ 0 & \end{cases} \quad (3)$$

Энэ бол тухайн R эрчимтэй борооны багана радиозамыг огтлоход үүсэх хөвчийн уртын статистикийг илэрхийлдэг томъёо юм. Нэгэн төрлийн борооны хувьд энэ хөвчийн урт, борооны үүсгэх сулралын хооронд дараах нэгэн утгатай хамаарал байдаг:

$$A = \alpha \cdot R^2 \cdot l \quad (4)$$

Үүнийг ашиглан радиодолгионы сулралын болзолт магадлалын нягтыг олбол:

$$\phi(A/R) = \begin{cases} \frac{A/A_D + 2A_D/A \cdot [1 - 1.5(A/A_D)^2]}{A_D [1 + \pi/4 \cdot (A_D/A)] \sqrt{1 - (A/A_D)^2}} & 0 \leq A \leq A_{\min} \\ 0 & \end{cases} \quad (5)$$

$$\text{Үүний } A_{\min} = \min(A_D, A_1); \quad \begin{aligned} A_D &= \alpha \cdot R^2 \cdot D(R) = \alpha \cdot \xi \cdot R^{(2-n)} \\ A_1 &= \alpha \cdot R^2 \cdot L \end{aligned} \quad A > A_{\min} \quad (6)$$

(5) томъёог ашиглан тухайн R эрчимтэй борооны үүсгэх сулралын статистик параметруудийг бодож болно. Тухайлбал дундаж сулралыг олбол

$$E(A/R) = \int_0^{A_{\max}} A \cdot \phi(A/R) dA = \begin{cases} \frac{\pi A_D}{4} \cdot \frac{1}{1 + \frac{\pi}{4} \cdot A_D / A_L}, & A_{\min} = A_D \cdot (D/L) \\ \frac{2A_L}{\pi} \cdot \frac{A_L / A_D \cdot \sqrt{1 - (A_L / A_D)^2} + \arcsin(A_L / A_D)}{1 + (4/\pi) \cdot (A_L / A_D)}, & A_{\min} = A_L \quad (D/L) \end{cases} \quad (7)$$

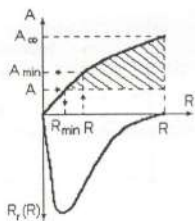
Одоо радиодолгионы сулрал, борооны эрчим хоёрын болзолт биш магадлалыг олъё:

$$\omega(A,R) = \varphi(A/R) \cdot P_r(R). \quad (8)$$

Энд байгаа  $P_r(R)$  нь радиозамын дагуу дундчилсан борооны эрчмийн түгэлтийн нягт. Практикт борооны эрчмийн түгэлтийг нэг цэгт хэмжсэн хэмжилтийн дүнгээр олдог. R эрчимтэй бороог D(R) диаметртэй гэж үзвэл тухайн цэгт, энэ цэг дээр төвтэй  $\pi D^2/4$  талбайтай дугуйд төв нь орж ирсэн бороо л бүртгэгдэнэ. Радиозамын хувьд түүний дагуух  $(LD + \pi D^2/4)$  талбайд төв нь орж ирсэн бороо сулрал үүсгэнэ. Манай загварчлалын 5-р нөхцлийн дагуу ямар нэг цэгт тодорхойлсон борооны эрчмийн түгэлтийн нягтыг  $P_r(R)$  уруу шилжүүлбэл:

$$P_r(R) = \left[ 1 + \frac{4}{\pi} \left( \frac{L}{\xi \cdot R^{\nu}} \right) \right] \cdot P(R). \quad (9)$$

Одоо  $\omega(A,R)$  функцийг тодорхойлогдох мужийг авч үзье. (6) томъёоноос үзвэл өгөгдсөн R-ийн хувьд борооны үүсгэх сулрал хамгийн ихдээ  $A_{\min}$ -тэй тэнцүү байна. Мөн R нь өөрөө хязгаартай хэмжигдэхүүн гэдэг нь ойлгомжтой. Иймд энэ нь  $R=R_0$  шулуун ба (6) функцийг графикаар хязгаарлагдсан байна. Энэхүү тодорхойлогдох мужийг  $P_r(R)$ -ийн графикийн хамт 3-р зурагт дүрслэн харуулав.



3-р зураг

Тухайн сулрал A-ийг үүсгэх борооны эрчмийн хамгийн бага утга  $R_{\min}(A)$  байх бөгөөд R өөрөө  $R_{\max}$ -аар хязгаарлагдсан учир

(8) томъёоноос сулралын магадлалын нягтыг олбол:

$$f(A) = \int_{R_{\min}(A)}^{\infty} \omega(A,R) dR \quad (10)$$

$$f(A) = \int_{R_{\min}(A)}^{R_0} \omega(A,R) dR. \quad (11)$$

Үүнийг ашиглан борооны сулралын түгэлтийн функцийг олъё:

$$P_r(\geq A) = \int_A^{\infty} f(A) dA = \int_A^{R_0} dA \int_{R_{\min}(A)}^{R_0} \omega(A,R) dR = \int_{R_{\min}(A)}^{R_0} dR \int_A^{R_0} \omega(A,R) dA. \quad (12)$$

Үүний

$$\int_A^{R_0} \omega(A,R) dA = \int_A^{R_0} \omega(A,R) dA + \int_{A_{\min}}^{A_{\max}} \omega(A,R) dA = \int_A^{R_0} \varphi(A/R) \cdot P_r(R) dA = \Phi(\geq A/R) \cdot P_r(R). \quad (13)$$

$\Phi(\geq A/R)$  нь сулралын болзолт магадлалын түгэлтийн функц.

$$\Phi(\geq A/R) = \int_A^{R_0} \varphi(A/R) dA =$$

$$= \begin{cases} \frac{(1 - 1.5A/A_L) \sqrt{1 - (A/A_D)^2} + 0.5A_D/A_L \cdot \arccos(A/A_D)}{1 + \pi/4 \cdot (A_D/A_L)}, & 0 \leq A \leq A_{\min} \\ 0, & A > A_{\min} \end{cases} \quad (14)$$

Иймд борооны сулралын түгэлтийн функц

$$P(\geq A) = \int_{R_{\min}(A)}^{R_0} \Phi(\geq A/R) \cdot P_r(R) dR \quad (15)$$

болно. Ийнхүү тухайн орон нутаг дахь борооны сулралын түгэлтийн нягт мэдэгдэж байвал (15) томъёогоор радиодолгионы сулралын түгэлтийг бодож болно. Өөрөөр хэлбэл (15) нь борооны эрчмийн түгэлтийг радиодолгионы эрчмийн түгэлт уруу шилжүүлдэг хувиргалтын томъёо юм. Энэ статистикийг Мизм Фимбелийн аргаар бодож болохоос гадна Монте Карло арга хэрэглэн борооны сулралыг симуляци хийж түгэлтийг бодож болно.

Борооны сулралыг Монте Карло аргаар симуляци хийх тухай товч үзье. Практикт тухайн газар орны аливаа нэг цэг дэх борооны эрчмийн түгэлтийн функц өгөгдсөн байдаг. Өөрөөр хэлбэл цаг уурын станцын хэмжилтэнд тулгуурлан

$$P_r(\geq R) = \int_R^{R_0} P(R) dR \quad (16)$$

-ийг тодорхойлж болдог. Дараах алгоритмын дагуу борооны сулралын түгэлтийг тодорхойлно:



ӨНДӨР ТЕМПЕРАТУРЫН ХЭТ ДАМЖУУЛАГЧ  
 $YBa_2Cu_3O_{7-x}$  КЕРАМИКИЙН ХУВИЙН  
 ЭСЭРГҮҮЦЭЛ-ТЕМПЕРАТУРЫН ХАМААРАЛ

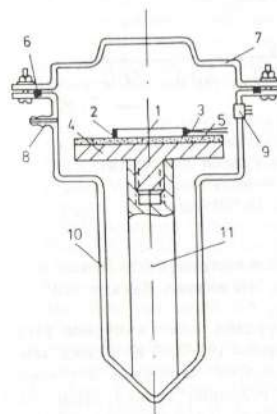
Н.Содном, С.Доржханд, М.Цэрэнчимэд, Ч.Гантулга

Температурын өргөн мужид хэт дамжуулагч материалын хувийн эсэргүүцэл-температурын хамаарал  $\rho(T)$ -ыг судлах нь онол практикийн чухал ач холбогдолтой. Y-Ba-Cu-O-ийн нэгдлүүд нь эрчим хүчний төхөөрөмжүүд болон импульсийн техникт өргөн хэрэглэж болох материалын нэг юм. Иймд Y-Ba-Cu-O системийн хэт дамжуулах төлвийн шинж чанарыг судлах, мөн түүнчлэн их гүйдэл удаан хугацаагаар гүйхэд гарч болзошгүй ослоос урьдчилан сэргийлэх зайлшгүй шаардлагатай.

M.Gurvitch, A.Fiory [1] нар температурын (4.2+1000)K мужид Y-Ba-Cu-O нэгдлийг аажим халаах замаар түүний хувийн эсэргүүцэл температурын хамаарал  $\rho(T)$ -ыг судалжээ. Тэд (4.2+600)K мужид  $\rho(T)$ -нь шулуун шугамаар хамаарлаар аажим өсч, улмаар 600 K-аас дээш температурт эсэргүүцэл нь огцом нэмэгдэж байгааг ажигласан байна. Харин V.V.Ivanov, Yu.A.Kotov [2] нар цахилгаан гүйдлийн импульсээр эгшин зуур ( $\approx 10^{-6}$  с) халааж Y-Ba-Cu-O-ийн эсэргүүцэл температураас хэрхэн хамаарч байгааг судалжээ. Эдгээр судалгаа нь керамикаас хүчилтөрөгч ялгарах ба хэт дамжууллын механизмыг тайлбарлах, инженерийн зарим тооцоо хийхэд чухал юм.

Бид керамикийн хоёр үе шаттай стандарт технологиор [3]

Зураг 1. Нам температурт хэмжилт хийх криостатын схем.



- 1-Дээж, 2-In(Ag) контакт,
- 3-Зэс константан термопар,
- 4-Дээж тогтоогч,
- 5-Тусгаарлагч,
- 6-Резин жийрэг, 7-Таг,
- 8-Агаар соруулах хоолой,
- 9-Цахилгаан залгуур,
- 10-Их бие,
- 11-Криостатын зэс гол.

1. Туршлагаар өгөгдсөн  $P_i(\geq R)$  (16) түгэлтийг хангах санамсаргүй хэмжигдэхүүн болох R-ийг генерацлана. Үүний тулд  $P_i(\geq R)$ -ийг тодорхой мужид нэгэн төрлийн тархалттай санамсаргүй тооны генератороор утгыг нь төлөөлүүлэн илэрхийлээд утга бүрд харгалзах R-ийг бодож олно. Ингэж олсон R-үүд туршлагаар хэмжсэн борооны эрчмийг төлөөлөх болно.

2. Бодож олсон борооны эрчмийн утга бүрийн хувьд (14) томъёогоор дээрхийн адил аргачлалаар борооны сулралыг төлөөлөх хэмжигдэхүүн A-ийг генерацлана.

3. Ингэж олсон борооны сулралын утгуудад статистик боловсруулалт хийх замаар тодорхойлсон түгэлтийн функц нь тухайн газар нутаг дахь радиодолгионд борооны үзүүлэх сулралын түгэлт болно. Энэ аргын нарийвчлалыг дээшлүүлж гэвэл генерацлаж байгаа утгын тоог маш олон, ядаж 10+20 мянга болгох хэрэгтэй.

АШИГЛАСАН НОМ, ЗОХИОЛ

1. Справочник по радиорелейной связи. М. Радио и связь. 1981.
2. Методика расчёта трасс аналоговых и цифровых РРЛ прямой видимости. Т.1,2. Гос. НИИР. М. 1987.
3. Misme P., Fimbel J. Determination theorique et experimentale de L'affaiblissement par la pluie sur un trajet radioelectrique. Ann. telecommun. 1975, vol 30. p. 149-158.
4. Misme P., Waldteufel Ph., A model for attenuation by precipitation on a microwave Earth-space link. Radio Sci., 1980, vol 15, N5, p. 655-665.
5. Project COST 205: Prediction of rain attenuation statistics from point rainfall intensity data. Alta frecuencia, vol. LIV. N3. May-June 1985. p. 140-156.