



ГАЗАР ЗОХИОН БАЙГУУЛАЛТ,
ГЕОДЕЗИ ЗУРАГ ЗҮЙН ГАЗРЫН
ДАРГЫН ТУШААЛ

2022 оны 03 сарын 17 өдөр

Дугаар А/61

Улаанбаатар хот

Аргачлал батлах тухай

Засгийн газрын агентлагийн эрх зүйн байдлын тухай хуулийн 8 дугаар зүйлийн 8.4 дэх хэсэг, "Сорилтын болон шалгалт тохируулгын лабораторийн чадавхид тавих ерөнхий шаардлага" MNS ISO/IEC 17025:2018 стандартын 7.6 дахь хэсэг, геодезийн хэмжил зүйн лабораторийн "Чанарын гарын авлага"-ын 1 дүгээр бүлгийн 1.3 дахь хэсгийг тус тус үндэслэн ТУШААХ нь:

1. Геодезийн хэмжил зүйн лабораторийн "Хэмжлийн эргэлзээ тооцох аргачлал"-ыг хавсралтаар баталсугай.

2. Уг аргачлалыг үйл ажиллагаандаа мөрдөж ажиллахыг Архив, мэдээллийн төв /Н.Адилбиш/-д, тушаалын хэрэгжилтэд хяналт тавьж ажиллахыг Захиргаа, удирдлага, хамтын ажиллагааны газар /Р.Ганхуяг/-т тус тус даалгасугай.

ДАРГА



А.ЭНХМАНЛАЙ

1522010299



Газар зохион байгуулалт, геодези,
зураг зүйн газрын даргын 2022 оны
тоот тушаалын хавсралт

ХЭМЖЛИЙН ЭРГЭЛЗЭЭ ТООЦОХ АРГАЧЛАЛ

Нэг. ЕРӨНХИЙ ЗҮЙЛ

1.1. MNS ANSI/NC SL Z540-2:2003 стандартын “Хэмжлийн эргэлзээ илэрхийлэх удирдамж” /ISO Guide to expression of uncertainty in measurement/-ийн дагуу боловсруулах ба уг удирдамжид заасны дагуу хэмжлийн эргэлзээг тооцоход энэхүү аргачлалыг мөрдөнө.

1.2. Хэмжлийн эргэлзээ тооцох аргачлалд геодезийн хэмжих хэрэгслийн нэгдмэл байдлыг хангах үйл ажиллагааг хэрэгжүүлэхэд лабораторийн бүх мэргэжилтнүүдэд хэмжлийн эргэлзээ тооцох болон хэмжлийн үр дүнд эргэлзээг үнэн зөв илэрхийлэхэд тус аргачлал чиглэгдсэн.

1.3. Аргачлалыг Газар зохион байгуулалт, геодези, зураг зүйн газрын Геодезийн хэмжил зүйн лаборатори мөрдөн ажиллана.

1.4. Хэмжлийн алдаа ба эргэлзээний хамаарлыг харуулсан бүдүүвчийг схем 1-т үзүүлэв.

Хоёр. НЭР ТОМЪЁОНЫ ТОДОРХОЙЛОЛТ

2.1. Аргачлалд хэрэглэсэн дараах нэр томъёог дор дурьдсан утгаар ойлгоно.

Үүнд:

2.1. Хүлээн зөвшөөрөгдсөн жишиг утга

Харьцуулалтад жишиг болгохоор зөвшилцөн тогтоогдсон утга;

2.2. Хэмжлийн нарийвчлал

Хүлээн зөвшөөрөгдсөн жишиг утга болон хэмжлийн үр дүнгийн хоорондын ойртсон байдал;

2.3. Арифметик дундаж

Утгуудын нийлбэрийг нийт утгын тоонд хуваасан утга;

2.4. Нийлмэл стандарт эргэлзээ (u_c)

Олон тооны бусад хэмжигдэхүүний утгаас үр дүнг гарган авсан үеийн хэмжлийн үр дүн нь эдгээр бусад хэмжигдэхүүний өөрчлөлтөөс хэрхэн хамаарч хувирч байгааг илтгэх вариаци эсвэл ковариант байх гишүүдийн нийлбэрээс авсан эерэг квадрат язгууртай тэнцүү стандарт эргэлзээ;

2.5. Залруулга

Байнгын алдааг арилгахын тулд хэмжлийн залруулаагүй үр дүн дээр алгебрын аргаар нэмсэн утга;

2.6. Залруулгын коэффициент

Байнгын алдааг арилгахын тулд хэмжлийн залруулаагүй үр дүнг үржүүлсэн тоон коэффициент;

2.7. Корреляци (Хамаарал)

Хоёр буюу түүнээс олон хувьсах хэмжигдэхүүний дотор байгаа хоёр буюу түүнээс олон хувьсах хэмжигдэхүүний хоорондын харьцаа;

2.8. Корреляцийн коэффициент

Хоёр хувьсах хэмжигдэхүүний ковариацийн харьцаа ба тэдгээрийн стандарт хазайлтын үр дүн;

2.9. Ковариант

x_i болон y_i –ийн дундажийн стандарт хазайлтуудын үр дүнгийн нийлбэрийг хос ажиглалтын тооноос нэгээр бага тоонд хуваасан хуваагдал;

$$s_{xy} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

n- хос ажиглалтын тоо

2.10. Хамруулах коэффициент (k)

Өргөтгөсөн эргэлзээг гаргаж авахын тулд нийлмэл стандарт эргэлзээний үржигдэхүүнд ашиглагддаг тоон коэффициент;

2.11. Хамааруулах магадлал буюу үнэмшлийн түвшин

Үнэмшлийн интервал эсвэл статистикаар хамрах интервалтай холбоотой магадлалын утга;

2.12. Чөлөөний зэрэг (v)

Нийлбэр дэх ухагдахууны тооноос нийлбэр дэх ухагдахууны хязгаарлалтын тоог хассан утга;

2.13. Алдаа

Хэмжил нь хэмжлийн үр дүнгийн алдааг ихэсгэж байдаг сул талтай. Алдаа нь санамсаргүй ба Системт /байнгын/ алдаа гэсэн 2 бүрэлдэхүүнтэй;

2.14. Хэмжлийн алдаа

Хэмжлийн үр дүнгээс хүлээн зөвшөөрсөн жишиг утгыг хассан ялгавар;

2.15. Тооцоо

Загвар дахь ажиглалтаас загварыг авсан бүлэг зүйлсийн статистик загвар гэж сонгосон түгээлтийн параметрт тоон утгыг оноох ажил;

2.16. Тооцсон утга

Бүлэг зүйлсийн параметрийг тооцоход ашигласан статистикийн утга;

2.17. Өргөтгөсөн эргэлзээ (U)

Нийлмэл стандарт эргэлзээг нэгээс ялгаатай коэффициентээр (хамрах коэффициент) үржүүлсэнтэй тэнцүү утга;

2.18. Магадлах зүйл

Санамсаргүй z хувьсах хэмжигдэхүүний магадлалын нягтын $p(z)$ функц дээрх $g(z)$ функцийн магадлах зүйл нь $p(z)$ -ийн тодорхойлолтоос $\int p(z)dz = 1$ байхад

$$E[g(z)] = \int g(z)p(z)dz$$

гэж тодорхойлдог. μ_z -ээр тэмдэглэсэн ба z -ийн магадлалт утга буюу дундаж утга гэж томъёолсон санамсаргүй z хувьсах хэмжигдэхүүний магадлах зүйлийг

$$\mu_z \equiv E(z) = \int zp(z)dz$$

гэж өгнө. Үүнийг статистикийн аргаар \bar{z} , санамсаргүй z хувьсах хэмжигдэхүүний n үл хамаарах z_i ажиглалтын арифметик дундаж буюу дундаж утгаар ба $p(z)$ магадлалын нягтын функцээр тооцно.

Үүнд:

$$\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_i$$

2.19. Туршилтын стандарт хазайлт [$s(q_j)$]

Ижил хэмжиж байгаа хэмжигдэхүүний n цуврал хэмжлийн хувьд үр дүнгийн тархалтыг тодорхойлж байгаа бөгөөд дараах томъёогоор өгсөн $s(q_k)$ хэмжигдэхүүн:

$$s(q_k) = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (q_k - \bar{q})^2}{n-1}}$$

энд q_k нь k дугаар хэмжлийн үр дүн, \bar{q} нь авч үзэж буй n тооны үр дүнгийн арифметик дундаж;

2.20. Хэмжиж байгаа хэмжигдэхүүн

Хэмжлийн субъект болж буй хэмжигдэхүүн;

2.21. Магадлалын тархалт

Санамсаргүй хувьсах хэмжигдэхүүн нь дурын утгыг авч буй эсвэл тухайн цогц утганд харъяалагдаж буй магадлалыг өгч буй функц;

2.22. Магадлалын нягтын функц

Тархалтын функцийг уламжлал:

$$f(x) = dF(x)/dx$$

$f(x) dx$ нь магадлалын элемент

$$f(x) dx = \Pr(x < X < x + dx)$$

2.23. Магадлалын функц

x утга бүрд X санамсаргүй хувьсах хэмжигдэхүүн нь x -тэй тэнцүү магадлалыг өгч буй функц:

$$F(x) = \Pr(X \leq x)$$

2.24. Санамсаргүй алдаа/random error/

Хэмжлийн үр дүнгээс давтагдах нөхцөлд гүйцэтгэсэн хэмжиж байгаа нэгэн ижил хэмжигдэхүүний төгсгөлгүй олон хэмжлээс гарч ирэх дундаж утгыг хассан ялгавар;

2.25. Санамсаргүй хувьсах хэмжигдэхүүн

Магадлалын тархалттай холбоотой тодорхой цогц утгуудаас аль нэгэн утгыг авч болох хувьсах хэмжигдэхүүн;

2.26. Давтагдах чадвар (хэмжлийн үр дүнгийн)

Хэмжлийн давтагдах нөхцөлд гүйцэтгэсэн хэмжиж байгаа нэгэн ижил хэмжигдэхүүний дараалсан хэмжлийн үр дүн хоорондын ойролцоо байдал;

2.27. Хэмжлийн давтагдах нөхцөл

Нэг сорилтын зүйлийн бие даасан сорилт/хэмжлийн үр дүнг нэг лабораторид нэг ажиглагч нэг хэмжлийн арга, нэг хэмжих хэрэгсэл ашиглан богинохон хугацаанд гарган авах нөхцөл;

2.28. Тохирох чадвар (хэмжлийн үр дүнгийн)

Хэмжлийн тохирох чадварын нөхцөлд гүйцэтгэсэн хэмжиж байгаа нэгэн ижил хэмжигдэхүүний дараалсан хэмжлийн үр дүн хоорондын ойролцоо байдал;

2.29. Хэмжлийн тохирох нөхцөл

Нэг сорилтын зүйлийн сорилт/хэмжлийн үр дүнг өөр лабораторид өөр ажиглагч өөр хэмжих хэрэгсэл ашиглан нэг хэмжлийн аргаар гарган авах нөхцөл;

2.30. Хэмжлийн үр дүн

Хэмжиж байгаа хэмжигдэхүүнд хамаатай, хэмжлээр гарган авсан утга;

2.31. Оролтын тооцооноос хамааралтай мэдрэмжийн коэффициент (c_i)

Гаралтын тооцсон утгын дахь дифференциал өөрчлөлт нь тэрхүү оролтын тооцсон утга дахь дифференциал өөрчлөлтөөс үүснэ.

2.32. Стандарт хазайлт (σ)

Вариацийн эерэг квадрат язгуур;

2.33. Стандарт эргэлзээ

Стандарт хазайлтаар илэрхийлсэн хэмжлийн үр дүнгийн эргэлзээ;

2.34. Байнгын алдаа

Хэмжлийн үр дүнгээс таарцын нөхцөлд гүйцэтгэсэн ижил хэмжиж байгаа хэмжигдэхүүний төгсгөлгүй олон хэмжлээс гарч ирэх дундаж утгыг хассан ялгавар;

2.35. Жинхэнэ утга (хэмжигдэхүүний)

Маш тохиромжтой нөхцөлд төгс сайн тодорхойлогдсон хэмжигдэхүүний утга;

2.36. А төрлийн тооцоо (эргэлзээний)

Цуврал ажиглалтын статистик шинжилгээгээр эргэлзээг үнэлэх арга;

2.37. В төрлийн тооцоо (эргэлзээний)

Цуврал ажиглалтын статистик шинжилгээнээс өөрөөр эргэлзээг үнэлэх арга;

2.38. Хэмжлийн эргэлзээ (хэмжил дэх)

Хэмжиж байгаа хэмжигдэхүүнд харъяалагдах утгуудын тархалтыг харуулсан хэмжлийн үр дүнтэй холбоотой сөрөг бус параметр;

2.39. Вариаци

Ажиглалтын дундаж утгын квадрат хазайлтын нийлбэрийг ажиглалтын тооноос нэгээр бага тоонд хуваасан сарнилын хэмжээ;

Гурав. ХЭМЖЛИЙН ЭРГЭЛЗЭЭГ ТООЦООХОД ТАВИГДАХ ШААРДЛАГА

2.1. Хэмжлийн эргэлзээг тооцох аргачлалд дараах ерөнхий шаардлагыг хангасан байна.

Үүнд:

2.1.1. Том оврын коллиматорын систем багажинд шалгалт, тохируулга явуулахад операторын тоолол унших чадвар;

2.1.2. Шалгалт, тохируулга явуулах бүрт орчны агаарын даралт, чийгшил, температурыг тогтмол хянаж, тэмдэглэл хөтлөх

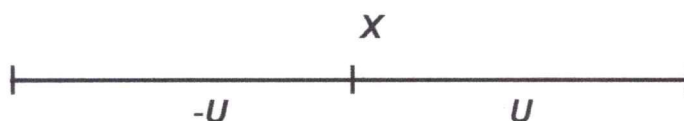
2.1.3. Том оврын коллиматорын систем багажны шалгалт, тохируулга явуулах бүрт хөтөлдөг бүртгэлийн хүснэгтээс хэмжлийн эргэлзээг тооцоход ашиглах түүвэр хэмжилтүүдийг бэлтгэх;

2.1.4. Хэмжлийн эргэлзээг илэрхийлсэн шалгалт тохируулгын гэрчилгээтэй байх;

2.1.5. Хэмжлийн эргэлзээний үр дүнг боловсруулахдаа шаардлагатай тоног төхөөрөмж, программыг ашиглах;

Дөрөв. ХЭМЖЛИЙН ЭРГЭЛЗЭЭНИЙ ТУХАЙ

4.1. Хэмжлийн эргэлзээ нь хэмжиж байгаа хэмжигдэхүүнд харъяалагдах утгуудын тархалтыг харуулсан хэмжлийн үр дүнтэй холбоотой сөрөг бус параметр гэж тодорхойлсон. Хэмжигдэхүүнд харъяалагдах утгууд гэдэгт санамсаргүй болон системт/байнгын нөлөөллөөс үүсэх нийт алдааг ойлгоно.



Эргэлзээний $[-U, U]$ тэгш хэмтэй хязгаар нь хэмжигдэхүүний залруулсан эцсийн үр дүн дундаж утгаас хоёр тал руу ижил U хэмжээгээр тархсаныг харуулж байна. Эргэлзээний утга бага бол энэхүү муж нарийсах буюу үр дүн илүү нарийвчлалтай, жинхэнэ утгад илүү ойртож байна гэсэн үг.

ХЭМЖЛИЙН АЛДАА БА ЭРГЭЛЗЭЭНИЙ ХАМААРЛЫГ ХАРУУЛСАН БҮДҮҮВЧ

Схем-1.



4.2. Хэмжлийн эргэлзээг 2 ангилна.

а) А төрлийн стандарт эргэлзээ (u_A):

Санамсаргүй алдааны тархалтын үнэлгээг “А төрлийн стандарт эргэлзээ” гэж нэрлэнэ.

б) Б төрлийн стандарт эргэлзээ (u_B):

Мэдэгдэж буй системт алдаанаас нөлөөлж болох хүчин зүйлийг “Б төрлийн стандарт эргэлзээ” гэж нэрлэнэ.

Үл мэдэгдэх системт/байнгын алдаа, нийт алдааны тархалтыг тооцохын тулд А болон Б төрлийн эргэлзээг нэгтгэн “Нийлмэл стандарт эргэлзээ” (u_C)-г тооцдог.

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2}$$

Хэмжлийн эргэлзээг үнэлэхдээ нэг стандарт хазайлтыг (1S) утгаар авсан тул стандарт эргэлзээ гэж нэрлэнэ. Цаашид илүү их утгууд хамруулан магадлалын түвшинг өсгөхийн тулд нийлмэл стандарт эргэлээний утгыг хамрах коэффициент k -аар үржүүлж өргөтгөсөн эргэлзээг гарган авна. **Стандарт эргэлзээг** жижиг латин u үсгээр, **өргөтгөсөн эргэлзээг** том латин U үсгээр тэмдэглэнэ.

$$U = k \cdot u_C(y)$$

Хэмжигдэхүүний магадлалын тархалтын функцээр вариаци ба стандарт хазайлтыг олж, эргэлзээг үнэлэх боломжтой.

Магадлалын онолд вариацийг доорх томъёогоор бодно.

Үүнд:

- Дискрет (тоон) хувьсагчийн хувьд

-

$$\text{Var}(X) = \sum_{i=1}^n p_i (x_i - \mu)^2$$

$p_i(x_i)$ – x_i хувьсагчийн ажиглагдах магадлал

- Тасралтгүй аналог хувьсагчийн хувьд

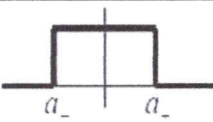
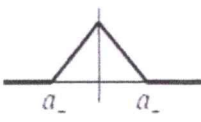
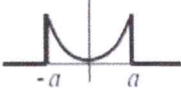
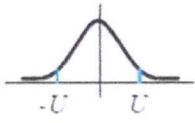
-

$$\text{Var}(X) = \int (x - \mu)^2 f(x) dx$$

$f(x)$ – магадлалын тархалтын (нягтын) функц

Магадлалын тархалтын хэлбэр

Хүснэгт 1

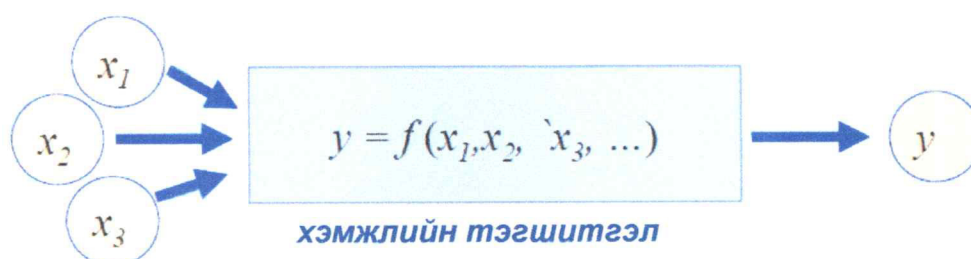
д/д	Хэмжигдэхүүний тархалтын Хэлбэрүүд	Х Дундаж утга	Дундаж утгын хувьд тэгш бус хэмтэй	Дундаж утгын хувьд тэгш хэмтэй
1	Тэгш өнцөгт тархалт		$u(x_i) = \frac{a_+ - a_-}{\sqrt{12}}$	$a_+ = -a_- = a$
2	Гурвалжин өнцөгт тархалт		$u(x_i) = \frac{a_+ - a_-}{\sqrt{24}}$	$u(x_i) = \frac{a}{\sqrt{3}}$
3	U хэлбэрт тархалт		$u(x_i) = \frac{a}{\sqrt{2}}$	$u(x_i) = \frac{a}{\sqrt{6}}$
4	Хэвийн тархалт		$u(x_i) = \frac{U}{k}$	-

Тав. ХЭМЖЛИЙН ЭРГЭЛЗЭЭГ ТООЦОХ ДАРААЛАЛ

5.1. Хэмжлийн эргэлзээ нь бие даасан хэмжлийн лабораторийн үр дүнг харьцуулах, хэмжлийн үр дүнг стандартаар тогтоосон шаардлагад нийцэж байгаа эсэхийг тогтоох зорилготой юм. Аливаа хэмжлийн үр дүнг боловсруулах үйл явц нь нийт алдааны утгыг тодорхойлох, зохих залруулга хийж хэмжигдэхүүний бодит утгыг олохоос гадна бодит утга оршин байх магадлалтай мужийн өргөн буюу эргэлзээний тоон утгын үнэлгээнээс тогтоно. Хэмжлийн эргэлзээг үнэлэхдээ дараах шат дарааллаар тооцоолно.

5.1.1. Хэмжлийн математик загвар тодорхойлох:

Энэ нь хэмжлийн үндэс болгосон физик зарчмаас шууд ба шууд бус хэмжлийн аргаас хамаарсан, Y хэмжигдэхүүнийг тодорхойлж буй бусад хэмжигдэхүүний харилцан хамаарлын математик илэрхийлэл юм. Хэмжлийн процесст y нь түүнтэй тодорхой функцээр холбогдох бусад x_1, x_2, \dots, x_n хэмжигдэхүүнээр тодорхойлдог.



$f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ - хэмжлийн функц /математик загвар/

x_1, x_2, \dots, x_n - оролтын хэмжигдэхүүнүүд

y – гаралтын хэмжигдэхүүн

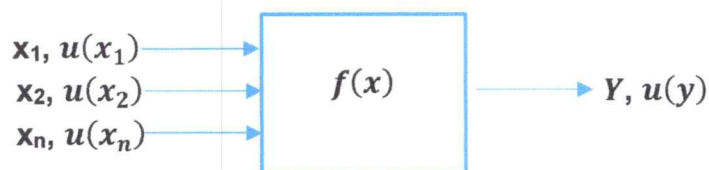
Оролтын хэмжигдэхүүн x_1, x_2, \dots, x_n нь тус бүрдээ өөр нэг хэмжигдэхүүнээс хамаарч болох ба тэдгээрийн утга эргэлзээний тархалт нь янз бүр, тухайн хэмжлийн явцад тогтоогддог эсвэл урьдчилсан тогтоосон утгууд байж болно.

5.1.2. Нийлмэл стандарт эргэлзээний математик илэрхийллийг тодорхой болгох, мэдрэмжийн коэффициент олох:

Эргэлзээний хувиргалтын хууль ашиглан нийлмэл стандартын эргэлзээний математик илэрхийлэл олох,

$$u_c(y) = F(u(x_i))$$

Гаралтын хэмжигдэхүүн гэгдэх y хэмжлийн эцсийн үр дүнгийн эргэлзээг нийлмэл стандарт эргэлзээ $u_c(y)$ гэх ба оролтын хэмжигдэхүүн тус бүрийн стандарт эргэлзээний утгуудаас хамаарна.



Энэ тохиолдолд хэмжлийн математик функц нь $y=f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ хэлбэртэй байх ба оролтын хэмжигдэхүүний стандарт эргэлзээ нь

$$u(x_1) u(x_2) u(x_3) \dots u(x_n)$$

мэдэгдэж байвал тэдгээрийн нийлмэл стандарт эргэлзээг “эргэлзээний хувиргалтын хууль” буюу доорх тэгшитгэлээр бодно.

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^n c_i^2 u^2(x_i)$$

Нийлмэл стандарт эргэлзээний томьёо нь хэмжлийн дараах математик загвараас хамаарна. Доорх хүснэгтэд хамгийн түгээмэл хэмжлийн загварт харгалзах нийлмэл стандарт эргэлзээний томьёог харуулав.

Хүснэгт-1

Хэмжлийн математик загвар $y=f(x)$	Нийлмэл стандарт эргэлзээний томьёо $u_c(y)$
$y = x_1 + x_2 + \dots + x_n$	$u_c^2(y) = c_1^2 u^2(x_1) + c_2^2 u^2(x_2) + \dots + c_n^2 u^2(x_n)$
$y = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_n$	$u_c^2(y) = y^2 \left(\left(\frac{u(x_1)}{x_1} \right)^2 + \left(\frac{u(x_2)}{x_2} \right)^2 + \dots + \left(\frac{u(x_n)}{x_n} \right)^2 \right)$
$y = x_1/x_2$	$u_c^2(y) = y^2 \left(\left(\frac{u(x_1)}{x_1} \right)^2 + \left(\frac{u(x_2)}{x_2} \right)^2 + 2 \cdot \left(\frac{u(x_1)u(x_2)}{x_1 x_2} \right)^2 \right)$
$y = x_1^a \cdot x_2^b$	$\frac{u_c^2(y)}{y^2} = \frac{(a \cdot u(x_1))^2}{x_1^2} + \frac{(b \cdot u(x_2))^2}{x_2^2}$

5.1.3. Оролтын хэмжигдэхүүний тус бүрийн стандарт эргэлзээг тооцоолох:

Оролтын x_1, x_2, \dots, x_n хэмжигдэхүүн тус бүрийн стандарт эргэлзээг дараах 2 аргаар тооцоолно.

Үүнд:

а) **А төрлийн** эргэлзээг тооцох арга (U_A):

Давтан хэмжлийн үр дүнгээс статистик тооцоолол хийх арга;

Хүснэгт-2

1 –р арга	2-р арга
Давтан хэмжлийн дундажаас стандарт хазайлтыг олох	Нэг хэмжигдэхүүний цуврал хэмжлийн үр дүнгээс нэгтгэсэн стандарт хазайлтыг олох
$S_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$	$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^m v_i S_i^2}{\sum_{i=1}^m v_i} \quad S_p = \sqrt{\frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2 + (n_3-1)S_3^2}{(n_1-1) + (n_2-1) + (n_3-1)}}$
А төрлийн стандарт эргэлзээ	А төрлийн стандарт эргэлзээ
$u_A(X) = \frac{S}{\sqrt{n}}$	$u_A(X) = \frac{S_p}{\sqrt{n}}$
Чөлөөний зэрэг $v = n - 1$	Чөлөөний зэрэг $v = \sum_{i=1}^m v_i$

Хэмжлийн функцийн оролтын хэмжигдэхүүний тархалтын талаарх мэдээлэлд үндэслэн тус бүрийн стандарт эргэлзээг тооцно. **Санамсаргүй алдааны стандарт хазайлтыг А төрлийн стандарт эргэлзээ** гэх бөгөөд нэг хэмжигдэхүүнийг олон удаа давтан хэмжсэн утгуудаас статистик аргачлалаар үнэлэх арга юм.

$$u_A = \frac{S}{\sqrt{n}} u_A \quad S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

n – давтан хэмжлийн тоо

$v=n-1$ – чөлөөний зэрэг

S – түүврийн стандарт хазайлт

Зарим тохиолдолд дээрх томъёог нэгтгэсэн дараах тэгшитгэлийг шууд ашиглана.

$$u_A = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n(n-1)}}$$

Чөлөөний зэргийн тоо их байх тусам хэвийн тархалттай байх магадлал төдий чинээ байна. Хэрэв нэг хэмжигдэхүүнийг олон удаа давтан хэмжих боломжгүй, цөөн тооны хэмжлийн үр дүнгээс бодсон стандарт хазайлт бодит бус байна. Ийм тохиолдолд нэг төрлийн зүйлийг нэг хэмжүүр ашиглан урьд өмнө хэмжсэн хэд хэдэн багцын стандарт хазайлтын утгаар А төрлийн стандарт эргэлзээг үнэлдэг. Үүнийг **нэгтгэсэн стандарт хазайлт** (pooled standard deviation) гэнэ.

$$S_p^2 = \frac{\sum_{i=1}^m v_i S_i^2}{\sum_{i=1}^n v_i}$$

m – өмнө хийсэн багц хэмжлийн тоо,

v_i – i дэх багцын чөлөөний зэргийн тоо, $v_i = n_i - 1$

S_i^2 – дэх багцын вариаци, чөлөөний зэрэг $v = \sum_{i=0}^n v_i$ болно.

Цөөн тооны хэмжил (тухайлбал $n \leq 3$) гүйцэтгэсэн үед А төрлийн стандарт эргэлзээг нэгтгэсэн стандарт хазайлтын утгаар бодох ба чөлөөний зэрэг нь S_p -ийн чөлөөний зэрэгтэй тэнцүү байна.

$$u(X) = \frac{S_p}{\sqrt{n}}$$

б) **Б төрлийн эргэлзээг тооцох арга (U_B):**

Статистик бус аргаар, мэдэгдэж буй мэдээлэлд үндэслэн тооцоолол хийх арга;

Статистик аргачлалаас бусад бүх аргаар үнэлэх стандарт хазайлтыг **Б төрлийн стандарт эргэлзээ** гэнэ. Эргэлзээний бүрэлдэхүүн тус бүрийн – системт мэдэгдэж буй алдааны хязгаар болон тархалтын таамаглалд үндэслэн Б төрлийн стандарт эргэлзээг тооцоолно.

Оролтын хэмжигдэхүүн $x_1 x_2 \dots x_n$ нь тус бүрдээ бас өөр нэг хэмжигдэхүүнээс хамаарч болно. Мөн тэдгээрийн утга, эргэлзээний тархалт нь янз бүр ба тухайн хэмжлийн явцад тогтоогддог эсвэл урьдчилан тогтоогдсон дараах утгууд байж болно.

Үүнд:

- Хэмжилтэд ашигласан эталон хэмжүүр, хэмжих хэрэгслийн шалгалт тохируулгын гэрчилгээний утга
- Хэмжих хэрэгслийн үйлдвэрлэгчийн техникийн тодорхойлолт
- Лавлах хүснэгтээс авсан жишиг утгад хамаарах эргэлзээ
- Эталон төхөөрөмж, багажны түүхэн утга, тогтворжилт
- Ойролцооллын алдаа зэрэг оролтын хэмжигдэхүүний тархалт

Хэмжилт болон туршилтад ашигласан хэмжих хэрэгсэл, хэмжүүрийн эргэлзээг хамрах коэффициентын хамт зохих магадлалын түвшинд өгсөн байна. Хэмжих хэрэгслийн алдааг гэрчилгээнд хэвийн тархалттай гэж үзээд 95 хувийн магадлах түвшинд хамаарах коэффициент $k=2$, 99,7 хувийн магадлах түвшинд $k=3$ гэж илтгэсэн байдаг. Хэрэв хамрах коэффициентийг илтгээгүй бол $k=2$ гэж таамаглан авна. Энэ тохиолдолд хэмжих хэрэгслээс хамаарах системт алдааны стандарт эргэлзээг гэрчилгээнд өгсөн өргөтгөсөн эргэлзээг хамрах коэффициентод хувааж олно.

Хэмжих хэрэгслийн үйлдвэрлэгчээс тухайн хэмжих хэрэгслийн алдааны хязгаарыг ямар нэг нэмэлт мэдээлэлгүй тодорхойлсон байна. Энэ тохиолдолд стандарт эргэлзээг үнэлэхдээ өгөгдсөн дээд, доод хязгаарын хооронд жигд/ тархсан тэгш өнцөгт тархалттай гэж үзнэ.

5.1.4. Нийлмэл стандарт эргэлзээг тооцоолох, $u_c(y)$:

Нийлмэл стандарт эргэлзээний утгыг оролтын хэмжигдэхүүн бүрийн стандарт эргэлзээг харгалзах математик илэрхийлэлд орлуулах замаар бодно. Оролтын хэмжигдэхүүн тус бүрийн стандарт эргэлзээний утгыг мэдрэмжийн коэффициентоор үржүүлэн гаралтын хэмжигдэхүүнтэй ижил нэгжтэй болгон хөрвүүлэх шаардлагатай.

Нийлмэл стандарт эргэлзээг бүрдүүлж буй оролтын стандартын эргэлзээ $u(x_i)$ тус бүр нь v_i чөлөөний зэрэгтэй бол нийлмэл стандарт эргэлзээний чөлөөний зэргийг “чөлөөний зэргийн нөлөө” гэж нэрлээд V_{eff} гэж тэмдэглэдэг.

“Чөлөөний зэргийн нөлөөг” дараах харьцааг үндэслэн **Welch-Satterthwaite**-ийн томъёогоор бодно.

$$V_{eff} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^n \frac{u^4(x_i)}{v_i}}$$

V_{eff} – нийлмэл стандартын эргэлзээний чөлөөний зэрэг

v_i – i дэх хэмжигдэхүүний S-ийн чөлөөний зэрэг

5.1.5. Өргөтгөсөн эргэлзээг олох (U, k):

Нийлмэл стандарт эргэлзээний утгыг хамрах коэффициентоор үржүүлэн эргэлзээний (итгэлт мужийн) магадлалын түвшин ихэсгэдэг.

$$U_p = k_p \cdot u_c(y), P(\%)$$

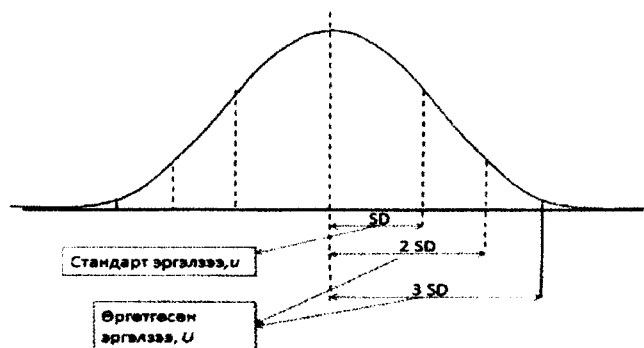
U_p – өргөтгөсөн эргэлзээ

k_p – хамрах коэффициент

P – магадлалын түвшин

Хамрах коэффициентын утга нь гаралтын U хэмжигдэхүүний буюу нийлмэл стандарт эргэлзээний магадлалын тархалтаас хамаардаг ба 3-аас багагүй оролтын хэмжигдэхүүнтэй U хэмжигдэхүүний хувьд тэдгээрийн магадлалын тархалт нь ойролцоо бол гаралтын хэмжигдэхүүн U нь хэвийн тархалттай байна.

Энэ тохиолдолд хэвийн тархалтын дүрмээр 2 стандарт хазайлтын $2S$ утгаар эргэлзээг үнэлбэл магадлалын түвшин 95,45% болж өсөх буюу $k=2$ болох ба гурван $3S$ стандарт хазайлтын утгаар авбал магадлалын түвшин 99,3% болж өсөх буюу $k=3$ болно. Зураг 1-т үзүүлэв.



Зураг 1

5.1.6. Хэмжлийн үр дүнг илтгэх дүгнэлт хийх:

Олон улсын хэмжил зүйн байгууллагаас баталсан стандарт болон итгэмжлэлийн байгууллагаас гаргасан удирдамж, заавар зөвлөмж, дүрмийн дагуу хэмжлийн үр дүнг өргөтгөсөн эргэлзээний утгыг хамаарах коэффициент k , магадлалын тархалт болон үнэмшлийн талаарх мэдээллийг хамт илтгэхийг шаардсан байдаг.

Үүнд:

а/ Өргөтгөсөн эргэлзээг хэмжсэн утгын хамт бичих тохиолдолд U мужийг тэгш хэмт байдлаар илтгэх нь тохиромжтой байдаг. Ихэнх тохиолдолд өргөтгөсөн эргэлзээг хэмжсэн утгаас тусад нь бичдэг. Энэ тохиолдолд хэмжлийн эргэлзээ нь вариациар тодорхойлогддог ба вариаци нь үргэлж эерэг тоо байдаг учраас эргэлзээний утгыг тусад нь \pm тэмдэггүй бичнэ.

б/ Хэмжлийн үр дүн u , түүний эргэлзээ U нь хэмжлийн ижил нэгжтэй байна.

Хэмжлийн үр дүнгийн бичвэр

Хүснэгт-3

Үр дүнг бичих дүрмүүд	Зөв хэлбэр	Буруу хэлбэр
Хэмжлийн үр дүнг эргэлзээний утгатай өгөх	$m=(40,12\pm0,04)$ г	$M=40,12$ г
Хэмжлийн эргэлзээг хоёр утгат цифрээр илэрхийлэх	$t=(42,4\pm0,22)$ мм	$t=(42,4\pm0,218)$ мм
Эхний утгат цифр нэг бол арын орны цифрийг заавал үлдээнэ	$t=(21,45\pm0,12)$ мм	$t=(21,45\pm0,1)$ мм
Хэмжлийн үр дүн ба эргэлзээний сүүлийн цифр ижил оронд хадгалагдана	$l=(124,0\pm0,6)$ см $v=(12,3\pm0,4)$ м/с	$l=(124\pm0,6)$ см $v=(12,285\pm0,4)$ м/с
Үр дүн 10^n хэлбэртэй бол эргэлзээний зэргийн илтгэгч ижил байна.	$R=(1,24\pm0,04)\cdot 10^5$ Ом	$R=(1,24\cdot 10^5\pm4\cdot 10^3)$ Ом
Үр дүн ба эргэлзээ ижил нэгжтэй байна.	$I=(0,240\pm0,004)$ А	$I=(0,240\text{А} \pm 4)$ мА

Долоо. ХАВСРАЛТ

7.1. Тархалтын хүснэгт

МАГАДЛАЛЫН ТАРХАЛТ ТОДОРХОЙЛОХ

Хүснэгт-4

Оролтын хэмжигдэхүүн	Оролтын хэмжигдэхүүний стандарт эргэлзээ	Мэдрэмжийн коэфф.	Стандарт эргэлзээ	Тархалт