

## УЛСЫН ЭТАЛОНЫГ ХӨТЛӨХ, НЭГЖ ДАМЖУУЛАХ АРГАЧЛАЛ

### Нэг. Нийтлэг үндэслэл

1.1 Энэ аргачлалыг хэмжлийн нэгжийн улсын эталон (цаашид улсын эталон гэх)-ыг хөтлөх, түүний нэгж дамжуулалтыг хангах үйл ажиллагаанд ашиглана.

1.2 Улсын эталоныг бий болгох, хадгалах, ашиглах, түүний нэгж дамжуулалтыг хангах үйл ажиллагааг Хэмжил зүйн асуудал хариуцсан төрийн захиргааны байгууллага (цаашид “Хэмжил зүйн төв байгууллага” гэх) улсын хэмжээнд, эрх олгогдсон хэмжил зүйн мэргэжлийн байгууллага эрхэлсэн салбарынхаа хүрээнд хэрэгжүүлнэ.

### Хоёр. Улсын эталоныг хөтлөх

2.1 Улсын эталоныг хөтлөх үйл ажиллагаанд эталоныг бий болгох, батлуулах, хадгалах, ашиглах ажиллагаа, түүний бүртгэлүүд хамаарна.

#### 2.2 Улсын эталоныг бий болгох

2.2.1 Монгол Улсын нийгэм, эдийн засгийн хөгжлийн эрэлт болон олон улсын жишигт тулгуурлан хэмжил зүйн ба техникийн шаардлагад нийцүүлэн тухайн хэмжлийн төрлөөр улсын эталон (эталон хэмжих хэрэгсэл, хэмжүүр эсвэл стандартчилсан загвар г.м)-ыг сонгож бий болгоно.

2.2.2 Улсын эталон нь хэмжлийн олон улсын нэгжийн “SI” системийн тодорхойлолтыг *Mise en Pratique*-практикт хэрэгжүүлэх аргын дагуу гаргаж авсан анхдагч эталон эсвэл Жин ба хэмжүүрийн олон улсын товчоо(BIPM)-ны гишүүн гадаад улсын үндэсний эталонтой нэгж дамжуулалт бүхий өндөр нарийвчлалтай эталон байж болно.

2.2.3 Хэмжил зүйн төв байгууллага улсын хэмжээнд эсвэл хэмжил зүйн мэргэжлийн байгууллага эрхэлсэн салбарын хүрээнд улсын эталоныг бий болгох чиглэлээр эрдэм шинжилгээний ажил гүйцэтгэх, шаардлагатай техникийн нөхцлийг тодорхойлох, зохион бүтээх ба бүрдүүлэх үйл ажиллагааг хариуцна.

2.2.4 Хэмжил зүйн төв байгууллага эсвэл хэмжил зүйн мэргэжлийн байгууллагын эталоны лаборатори улсын эталонор батлуулахаар шинээр бий болгосон эталонд урьдчилсан үзлэг шалгалт хийнэ.

2.2.5 Улсын эталоныг батлуулахдаа дараах баримт бичгүүдийг бүрдүүлнэ. Үүнд:

2.2.5.1 Улсын эталоныг бий болгох шинжлэх ухаан, техникийн тооцоолол;

2.2.5.2 Хэмжил зүйн төв байгууллагын дүгнэлт, тайлан;

2.2.5.3 улсын эталоны ашиглалт, хадгалалтын заавар/удирдамж;

2.2.5.4 улсын эталоныг батлуулах Засгийн газрын шийдвэрийн төсөл, холбогдох баримт бичгүүд;

2.2.5.5 улсын эталон хариуцах ажилтнаар томилсон шийдвэр, албан тушаалын тодорхойлолт.

2.2.6 Хэмжил зүйн төв байгууллага нэгдүгээр хавсралтаар үзүүлсэн маягтын дагуу эталоны хэмжил зүйн болон техникийн үзүүлэлт, ашиглалтын нөхцөл шаардлага, дагалдах баримт бичиг, техникийн зураг, холболтын схем болон эталоны урьдчилсан үзлэг шалгалтын үр дүнгийн талаарх мэдээлэл бүхий дүгнэлт, тайлан гаргана.

2.2.7 Улсын эталон батлуулах албан хүсэлтийг энэ аргачлалын 2.2.5-д заасан баримт бичгүүдийн хамт Засгийн газарт хүргүүлж, шийдвэрлүүлнэ.

2.2.8 Засгийн газраас баталсан улсын эталоныг Хэмжил зүйн төв байгууллага энэ аргачлалын гуравдугаар хавсралтад заасан маягтын дагуу хэмжил зүйн мэдээллийн улсын нэгдсэн санд бүртгэнэ.

### **2.3 Хадгалах, ашиглах үйл ажиллагаа**

2.3.1 Улсын эталоны хэвийн найдвартай ажиллагаа, бодит утгын тогтвортой байдлыг хангах зорилгоор эталоны хадгалалт, ашиглалтын талаарх дараах бүртгэлүүдийг хөтөлнө. Үүнд:

2.3.1.1 Улсын эталоныг хадгалах, ашиглах лаборатори, байршил, хаяг;

2.3.1.2 улсын эталоны нэр, тодорхойлолт (үйлдвэрлэгч, загвар, серийн дугаар ... г.м);

2.3.1.3 хэмжил зүйн үзүүлэлт (хэвийн утга, хэмжих хязгаар, нарийвчлал);

2.3.1.4 эталон хариуцсан ажилтны мэдээлэл, бүртгэл;

2.3.1.5 нэгж дамжуулалт, шалгалт тохируулгын түүх, тэдгээрийн бүртгэл (шалгалт тохируулга хийсэн лабораторийн нэр, шалгалт тохируулга хийгдсэн огноо, гэрчилгээний дугаар);

2.3.1.6 эталоны ашиглалтын явцад хэмжил зүйн шинж чанар, үзүүлэлт, тодорхойлолт нь техникийн гарын авлагад заасан утгаас өөрчлөгдсөн эсэхийг тогтоох зорилгоор хийх тогтвортой байдлын судалгаа, тайлан;

2.3.1.7 нарийвчлалын түвшинг дээшлүүлэх, хэмжлийн эргэлзээг багасгах, бууруулах талаар хийсэн судалгаа, шинжилгээ, инноваци, инженерчлэлийн ажил;

2.3.1.8 орчны нөхцлийн бүртгэл;

2.3.1.9 техникийн засвар үйлчилгээний бүртгэл.

2.3.2 Улсын эталоны хадгалалт, ашиглалтын зааврыг холбогдох хэмжлийн төрөл тус бүрээр хэмжил зүйн асуудал хариуцсан нэгжийн дарга баталж, мөрдүүлнэ.

2.3.3 Эталоны хадгалалт, ашиглалтын зааварт дараах зүйлийг тусгасан байна. Үүнд:

2.3.3.1 улсын эталоныг хадгалах, ашиглах лабораторийн өрөө болон орчны нөхцлийн шаардлага;

2.3.3.2 эталоны бүрдэл хэсэг буюу эталоны хэвийн ажиллагааг хангахад зайлшгүй шаардлагатай туслах тоног төхөөрөмж, өндөр нарийвчлалын хэмжих хэрэгсэл (компаратор, давтамж хэмжигч, хүлээн авагч, өсгөгч ... гэх мэт)-ийн мэдээлэл;

2.3.3.3 эталоныг суурилуулах, тохируулах, үйлчилгээ хийх ажиллагаанд бэлтгэх зааварчилгаа;

2.3.3.4 эталоны завсар дундын шалгалт хийх аргачлал;

2.3.3.5 эталоны ашиглалтын үеийн аюулгүй ажиллагааны заавар;

2.3.3.6 эталоныг зөөвөрлөх, ослын үед авах арга хэмжээ;

2.3.3.7 эталоны гадаад харьцуулалт хоорондын хугацаа, хугацааг тогтоосон үндэслэл;

2.3.3.8 эталон хариуцсан ажилтны эрх, үүрэг.

2.3.4 Улсын эталоны хэвийн ажиллагааг хангахад шаардлагатай өндөр нарийвчлалтай туслах эталон тоног төхөөрөмж нь шалгалт тохируулгын болон тохирлын үнэлгээний гэрчилгээтэй эсвэл үйлдвэрлэгчийн тодорхойлолттой байх ба хэмжлийн эргэлзээг тохиромжтой аргаар тогтоосон байна.

2.3.5 Улсын эталон болон туслах тоног төхөөрөмж нь техникийн хувьд хуучирсан, эвдэрсэн, ашиглалтын шаардлага хангахгүй байх тохиолдолд тэдгээрийг шинэчлэхдээ хэмжих хэрэгслийн нарийвчлалын түвшин, хэмжил зүйн үзүүлэлтүүдийг нь өмнөх үзүүлэлтээс сайжруулсан байна.

2.3.6 Тухайн лаборатори энэ аргачлалын 4-6 дугаар хавсралтад заасны дагуу дараах аргуудаас дангаар болон хослуулан сонгож, улсын эталоны тогтвортой байдлын дүн шинжилгээг хийж болно. Үүнд:

2.3.6.1 Эталоны 3 болон түүнээс дээш удаагийн гадаад харьцуулалтад хамрагдсаны дараах хангалттай түүхэн утгууд үүссэн тохиолдолд бодит утгын хэвийлтэд шугаман

регрессийн үнэлгээг энэ аргачлалын хоёрдугаар хавсралтад заасны дагуу хийж эталоны бодит утгын тогтворжилт, ихсэх, багасах хандлагыг урьдчилан таамаглаж болно.

2.3.6.2 эталоны дотоод харьцуулалт буюу дотоод нэгж дамжуулалтын явцад статистик хяналт ( $F$ -тест  $t$ -тест) явуулан энэ аргачлалын гуравдугаар хавсралтад заасны дагуу үр дүнгийн үнэн зөв байдлыг хянана.

2.3.6.3 Шалгалт тохируулгын урт хугацааны вариаци, стандарт хазайлтаас аргачлалын дөрөвдүгээр хавсралтад заасны дагуу Шеухардын хяналтын карт хөтөлнө.

2.3.7 Тогтвортой байдлын шинжилгээний үр дүнд үндэслэн улсын эталоны гадаад харьцуулалт, шалгалт тохируулга хоорондын хугацааг тогтоох ба улсын эталоны нарийвчлалын түвшинг бууруулах, дотоод хяналтыг сайжруулах эсвэл улсын эталоны чадавхыг дээшлүүлэх, шинээр бий болгох талаар төсөл хөтөлбөр боловсруулахад ашиглана.

## **Гурав. Нэгж дамжуулах**

3.1 Хэмжлийн нэгжийн улсын эталон, стандартчилсан загварын нэгж дамжуулалт, түүний нарийвчлал нь улсын хэмжээнд хэмжлийн нэгдмэл байдлыг хангах хэрэгцээ шаардлагад нийцсэн, олон улсын жишигт тулгуурласан байна.

3.2 Улсын эталоны нэгж дамжуулалтыг хангахдаа эталоны түвшин, төрөл, шинж чанараас хамааруулан, эталоны нарийвчлал, хэмжлийн үр дүнгийн үнэн бодит байдлыг дараах байдлаар нотолсон байна. Үүнд:

3.2.1 Хэмжлийн нэгжийг Жин хэмжүүрийн олон улсын ерөнхий бага хурал (CGPM)-аас тогтоосон олон улсын нэгжийн "SI" системийн тодорхойлолтын дагуу гарган авсан бол олон улсын түлхүүр харьцуулалтад оролцох замаар;

3.2.2 Жин хэмжүүрийн олон улсын товчоо (BIPM)-ны түлхүүр харьцуулалтын мэдээллийн сан(KCDB)-д зохих хэмжлийн эргэлзээ бүхий шалгалт тохируулга, хэмжлийн чадавх (CMC)-аа бүртгүүлсэн бусад улсын үндэсний хэмжил зүйн хүрээлэн эсвэл хэмжил зүйн эрх олгогдсон мэргэжлийн байгууллага (DI)-ийн үндэсний эталонтой харьцуулан дүйлгэх буюу шалгалт тохируулгад хамруулах;

3.2.3 Бүс нутгийн хэмжээнд түлхүүр болон нэмэлт харьцуулалтад оролцох замаар;

3.2.4 "SI" системийн тодорхойлолтын дагуу нэгж дамжуулах боломжгүй тохиолдолд аттестатчилагдсан стандартчилсан загвар ашиглах, эсвэл олон улсын болон лаборатори хоорондын ур чадварын харьцуулалтад оролцох замаар хангах.

3.3 Улсын эталоныг тогтворжилтоос нь хамааруулан батлагдсан хөтөлбөрийн дагуу гадаад шалгалт тохируулгад хамруулна.

3.4 Нэгж дамжуулалтын шатлал бүрт батлагдсан тодорхой арга аргачлалын дагуу хэмжлийн эргэлзээг тооцсон байна.

3.5 Хоёр өөр хэмжигдэхүүнээр илэрхийлэгдэх эталоны нэгж дамжуулалтыг хэмжигдэхүүн тус бүрээр хангах бөгөөд энэ аргачлалд заасан шаардлагыг хангасан байна.

3.6 Нэгж дамжуулалт хангасан улсын эталоны шалгалт тохируулгын гэрчилгээнд хэмжлийн нэгжийн олон улсын "SI" системийн тодорхойлолтын дагуу бий болгосон үндэсний зохих эталоны утгатай харьцуулсан тухай дурдсан байна.

## **3.7 Нэгж дамжуулалтын бүдүүвч**

3.7.1 Улсын эталоны нэгж дамжуулахдаа шууд эсвэл нарийвчлалын түвшнээр ялгаатай, бие биеэсээ хамаарах шалгалт тохируулгын тасралтгүй гинжин хэлхээ бүхий шаталсан дарааллын дагуу гүйцэтгэнэ.

3.7.2 Энэ аргачлалын 3.2.1-т заасны дагуу нэгж дамжуулалтыг хангасан улсын буюу анхдагч эталоноос хоёрдогч эталонд, хоёрдогч эталоноос жишиг эталонд, жишиг эталоноос ажлын эталонд, ажлын эталоноос ажлын хэмжих хэрэгсэлд гэсэн дарааллаар тус тус харьцуулан дүйлгэж шалгалт тохируулга хийх замаар нэгж дамжуулалтыг хангах бөгөөд нэгж дамжуулалтын бүдүүвчийг энэ аргачлалын дөрөвдүгээр хавсралтад үзүүлэв.

### **3.8 Шалгалт тохируулга хоорондын хугацаа**

3.8.1 Улсын эталоны шалгалт тохируулга хоорондын хугацааг дараах хүчин зүйлсээс хамааруулан тогтооно. Үүнд:

3.8.1.1 үйлдвэрлэгчийн зөвлөмж;

3.8.1.2 эталоны тогтвортой байдлын судалгаа, урт хугацааны таарц, тохирц;

3.8.1.3 лаборатори хоорондын харьцуулалтын үр дүн;

3.8.1.4 завсар дундын шалгалт эсвэл хөндлөнгийн хяналтын үр дүн;

3.8.1.5 ашиглалтын давтамж, элэгдэл, хорогдол;

3.8.1.6 засвар үйлчилгээний талаарх түүх;

3.8.1.7 орчны нөхцөл, тээвэрлэлтээс үүсэх нөлөөлөл;

3.8.1.8 ажилтны ур чадвар, мэргэшсэн байдал зэрэг.

3.9 Шалгалт тохируулга хоорондын хугацааг тогтоох шинжилгээ, үнэлгээг Хэмжил зүйн төв эсвэл хэмжил зүйн мэргэжлийн байгууллагын эталон хариуцсан ажилтан хариуцан хийж гүйцэтгэнэ.

## Улсын эталон бий болгох шинжлэх ухаан техникийн тооцооллын загвар

Улсын эталон бий болгох талаарх шинжлэх ухаан-техникийн тооцоолол гаргахад тавигдах шаардлага

1. Улсын эталоныг бий болгох талаарх шинжлэх ухаан-техникийн тайлан тооцоолол нь тухайн эталоны болон бусад улс орны ижил төстэй эталонуудтай жишиглэн харьцуулсан үр дүн, шалгалт туршилтын хэмжил зүйн үзүүлэлтүүд, эталонд хийсэн дүн шинжилгээнд үндэслэсэн байх ба гүйцэтгэсэн үйл ажиллагаа, түүний арга аргачлал, үр дүнг тусгасан дараах хэсгүүдээс бүрдэнэ. Үүнд:

- Оршил;
- бусад улс орны ижил төстэй эталонтой харьцуулсан дүн шинжилгээ;
- бусад орны эталонтой харьцуулсан шалгалт туршилтын үр дүнгийн төлөв байдал, дүн шинжилгээ;
- дүгнэлт.

2. "Оршил" хэсэгт тухайн салбар дах хэмжил зүйн үйл ажиллагаа, нэгж дамжуулалтын талаарх товч мэдээлэл, түүхэн замнал, энэ салбарт хэмжил зүйг хөгжүүлэх талаарх улсын бодлого, чиглэл, зорилт арга хэмжээ, улсын хэмжээнд эталоныг бий болгох хэрэгцээ шаардлага, цаашид хэрэгжүүлэх арга хэмжээг болон шаардлагатай стандарт, зохицуулалтын баримт бичгийг боловсруулах, бий болгох талаар тусгасан байна.

3. "Бусад улс орны ижил төстэй эталонтой харьцуулсан дүн шинжилгээ" хэсэгт бусад улс орны хэмжлийн эталоны хэмжил зүйн болон техникийн үзүүлэлтүүдийг харьцуулан, хэмжлийн автоматжуулалтын түвшин, тэдгээрийн үр дүнг боловсруулж дүн шинжилгээ хийж, эталоныг сайжруулах талаар тусгасан байна.

4. Эталоны төлөв байдлын, шалгалт туршилтын болон бусад улс орны эталонтой жишиглэн харьцуулсан харьцуулалтын үр дүнгийн дүн шинжилгээний талаарх хэсэг

4.1 Энэ хэсэгт Засгийн газраар батлах эталонтой харьцуулалтад оролцсон улс бүрийн эталоны дараах мэдээллийг тусгана. Үүнд:

- Эталоны нэр;
- Эталоныг бий болгосон огноо, газар;
- Эталоны бүрдэл хэсэг;
- Эталоныг ашиглах байгууллагын нэр, байршил - эталон хадгалагч;
- Эталоны тодорхойлолт, түүний ажиллах зарчим;
- Эталоны хэмжигдэхүүний хязгаар, хэвийн утга, хэмжил зүйн үндсэн үзүүлэлтүүд;
- Эталоны хэмжил зүйн үзүүлэлтүүдийг тодорхойлох арга, хэрэгсэл;
- тухайны эталоныг бусад улс орны эталонтой харьцуулсан үр дүн, түүнд шинжилгээ хийсэн үр дүн;
- эталоны техникийн үзүүлэлтүүд;
- эталоныг сайжруулах хэрэгцээ шаардлага.

4.2 Энэхүү хэсэгт эталоныг хадгалах, ашиглах нөхцөл, шаардлагыг дараах байдлаар тусгасан байна. Үүнд:

- эталоныг байршуулах, хадгалах, ашиглах нөхцөлд тавигдах шаардлага нь эталоны паспортод заасан хэмжил зүйн үзүүлэлтүүд нь урт хугацааны тогтвортой байдлыг хангасан байх

- эталоныг хариуцан ажиллах ажилтны талаарх мэдээлэл;
- эталоныг хадгалах үеийн орчны нөхцлийн үзүүлэлтүүд;
- эталоны хэвийн ажиллагааг хангахад шаардлагатай туслах тоног төхөөрөмж, холбох хэрэгслийн шаардлага;
- шалгалт тохируулга хоорондын хугацаа, давтамж;
- харьцуулалт хийх арга ба нэгж дамжуулалт;
- хэмжлийн үр дүнг боловсруулах арга аргачлал;
- эталонтой ажиллах үеийн аюулгүй ажиллагааны шаардлага;
- эталоны хэмжил зүйн үзүүлэлтүүдийн тогтвортой байдал хангахад чиглэсэн эталоны тээвэрлэлтэд тавигдах шаардлага

5. "Дүгнэлт" хэсэгт эталоны шинж чанарыг шалгаж турших ажлын үр дүнд үнэлгээг хийж, Улсын эталоныг батлах нь зүйтэй эсэх талаар санал гаргаж, дүгнэлт гаргана.

Улсын эталоны талаарх дүгнэлт, тайлангийн нүүр хуудасны маягт

.....  
*байгууллагын нэр*

## **ТАЙЛАН**

Монгол Улсын Засгийн газраар батлуулах

- 2  Анхдагч;
- 3  Хоёрдогч;
- 4  Ажлын (нэгж дамжуулалтын схемийн дагуу эталоны дээрх төрлийн аль нэгийг нь сонгож заасан байна.)

.....  
Эталоны төрөл

.....  
Эталоны нэр

Хэмжлийн нэгж: .....

физик хэмжигдэхүүний нэр

Улаанбаатар хот,

20... он

## Улсын эталоны талаар дүгнэлт, тайлангийн маягт

### Тайланд тусгах товч мэдээлэл, түүний агуулга

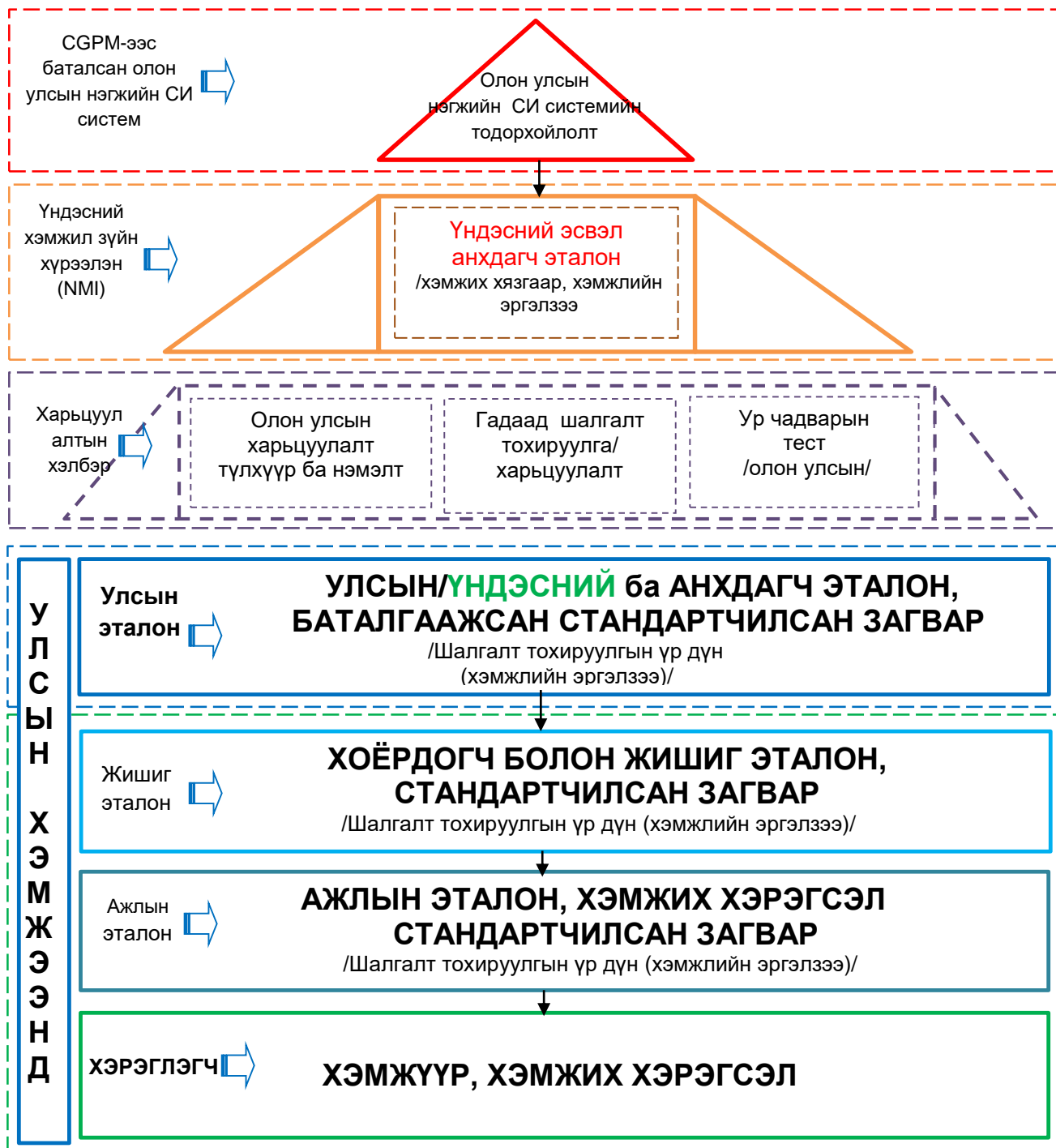
1. Оршил (Эталон бий болгох талаарх хэрэгцээ, шаардлага, үндэслэлийг гаргаж, улсын хэмжээнд энэ хэмжил зүйн салбарыг хөгжүүлэх төлөв байдал, чиг хандлагыг тодорхойлсон болно. Ажиллаж байгаа энэ утгын хэмжих хэрэгслийн шинж чанарыг өгсөн болно
2. Эталоныг бий болгосон огноо, газар. Эталон бий болгож ашиглах байгууллага.
3. Эталоны тодорхойлолт ба түүний бүрдэл хэсэг (эталоны гэрэл зургийг хавсаргасан байх ба түүний үндсэн хэсэг-хэлхээ).
4. Эталоны дараах мэдээлэл бүхий шалгалт туршилтын(аттестатчилал)үр дүн:
  - эталоны хэмжигдэхүүний (хадгалах) бодит утга;
  - эталоны хэмжлийн эргэлзээ;
  - хэмжлийн эргэлзээг тооцох эх үүсвэрүүд;
  - эталоны хэмжигдэхүүний тогтворжилтийн утга (хадгалах), жилд;
  - шалгалт туршилтад ашиглах арга, хэрэгсэл;
  - олон улсын харьцуулалтын үр дүн.
5. Эталоныг хадгалах, ашиглах нөхцөл ба эталоныг хадгалах, ашиглах үндсэн дүрэм.
6. Эталоны ашиглалтын шинжлэх ухаан-техникийн ба техник-эдийн засгийн үр ашиг.
7. Эталоныг цаашид сайжруулах дүгнэлт, санал.



**Улсын эталоныг Хэмжил зүйн мэдээллийн нэгдсэн санд бүртгэх бүртгэлийн загвар**

№	Эталоны нэр, тэмдэглэгээ	Эталоны хэмжлийн нэгжийн нэр, тэмдэглэгээ, хэмжлийн хязгаар	Эталоны хэмжил зүйн үзүүлэлт		Улсын эталоны батлагдсан шийдвэрийн огноо	Эталон бий болгосон огноо, байгууллагын нэр	Эталон хадгалах, ашиглах байршил
			хэмжлийн хязгаар	хэмжлийн эргэлзээ			
1.	””	””					
2.	””	””					
3.	””	””					

### Нэгж дамжуулалтын бүдүүвч



Зураг. 1 Нэгж дамжуулалтын бүдүүвч

## Шугаман регрессийн арга

### 1. Ерөнхий

Анхдагч эсвэл хоёрдогч эталоны бодит утгыг ижил төрлийн дээд шатлалын эталоны утгатай харьцуулан дүйлгэх буюу шалгалт тохируулгад хамруулах замаар тогтоодог.

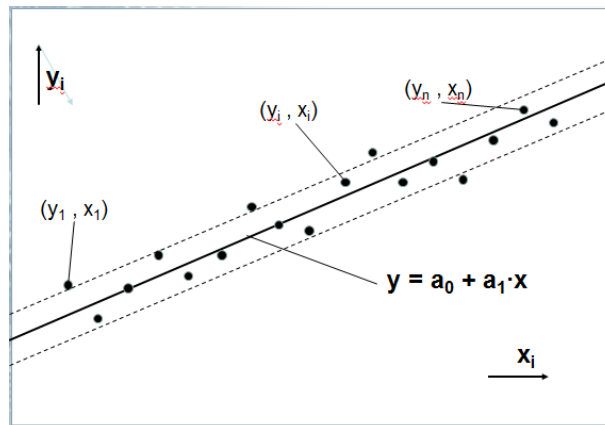
Шалгалт тохируулга нь хэмжих хэрэгслийн заалт ба нэг буюу түүнээс дээш жишиг утгын харилцан хамаарлыг тогтоох үйл явц юм. Үүнд: оролт буюу эталоны жишиг утга, гаралт буюу хэмжих хэрэгслийн заалтын хоорондын тогтоосон шугаман хамаарлыг ашиглан эталоны бодит утгын өөрчлөлтийн хандлагыг таамаглаж болно. Хэмжил зүйн хувьд тухайн судлаж буй хэмжигдэхүүний хугацааны хувьд шугаман хамаарлаар өсөх эсвэл буурах хандлагын талаар таамаглал хийнэ.

### 2. Регрессийн шулуун байгуулах

2.1  $Y$  ба  $X$  өгөгдлийн хооронд  $y = a_0 + a_1 \cdot x$  гэсэн шулууны хамааралтай гэвэл  $Y$  гаралтын хэмжигдэхүүн нь хувьсагч,  $X$  нь бие даасан тогтмол хэмжигдэхүүн байна.

Энд:  $a_0$  –  $x$ -ийн 0 тэг утгад харгалзах  $y$ -ийн утга

$a_1$  - регрессийн коэффициент эсвэл налууугийн коэффициент



2.2 Регрессийн  $a_0$ ,  $a_1$  коэффициентийг тодорхойлохдоо үлдэгдлийн квадрат хамгийн бага байхаар сонгоно.

$$R^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2 = \min$$

Үүний тулд  $\partial R^2 / \partial a_0 = 0$  болон  $\partial R^2 / \partial a_1 = 0$  байх нөхцөлийг хангасан байна. Ингэснээр дараах системт тэгшитгэлийг тооцоолох шаардлагатай болно.

$$\begin{aligned} a_0 n + a_1 \sum x_i &= \sum y_i \\ a_0 \sum x_i + a_1 \sum x_i^2 &= \sum x_i y_i \end{aligned}$$

Дээрх системт тэгшитгэлийн шийдийг олбол  $a_0 = \frac{\Delta_0}{\Delta}$  ба  $a_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta}$  болох бөгөөд үүнд:

$$\Delta_0 = \begin{vmatrix} \Sigma y_i & \Sigma x_i \\ \Sigma x_i y_i & \Sigma x_i^2 \end{vmatrix} \quad \Delta_1 = \begin{vmatrix} n & \Sigma y_i \\ \Sigma x_i & \Sigma x_i y_i \end{vmatrix} \quad \Delta = \begin{vmatrix} n & \Sigma x_i \\ \Sigma x_i & \Sigma x_i^2 \end{vmatrix}$$

Эндээс:

$$a_0 = \frac{\Sigma y_i \Sigma x_i^2 - \Sigma x_i y_i \Sigma x_i}{n \Sigma x_i^2 - \Sigma x_i \Sigma x_i} = \frac{\Sigma y_i - a_1 \Sigma x_i}{n}$$

$$a_1 = \frac{n \Sigma x_i y_i - \Sigma x_i \Sigma y_i}{n \Sigma x_i^2 - \Sigma x_i \Sigma x_i}$$

2.3 Регрессийн  $a_0$ ,  $a_1$  коэффициентын вариацийг дараах томъёогоор олно.

$$s^2(a_0) = \frac{\Delta_{00}}{\Delta} s^2 \quad \text{ба} \quad s^2(a_1) = \frac{\Delta_{11}}{\Delta} s^2$$

Үүнд:

$$\Delta_{00} = \Sigma x_i^2, \quad \Delta_{11} = n, \quad \Delta_{01} = -\Sigma x_i$$

$$s^2 = \frac{\sum (a_0 + a_1 x_i - y_i)^2}{n - 2}$$

### 3. Гаралтын хэмжигдэхүүний вариаци

Ү гаралтын хэмжигдэхүүний вариаци дараах тэгшитгэлээр олно.

$$s^2(y) = u^2(y) = \frac{s^2}{\Delta} \left[ \left( \frac{\partial y}{\partial a_0} \right)^2 \Delta_{00} + \left( \frac{\partial y}{\partial a_1} \right)^2 \Delta_{11} + 2 \left( \frac{\partial y}{\partial a_0} \right) \left( \frac{\partial y}{\partial a_1} \right) \Delta_{01} \right] = \frac{s^2}{\Delta} (\Delta_{00} + x^2 \Delta_{11} + 2x \Delta_{01})$$

$$= \frac{s^2}{\Delta} (\Sigma x_i^2 + n x^2 - 2x \Sigma x_i)$$

Гаралтын хэмжигдэхүүний эргэлзээ нь  $y_i$  утгуудын нийлмэл стандарт эргэлзээ байна.

$$u(y_r) = \sqrt{u^2(y) + u^2(\bar{y})} \quad u(\bar{y}) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u(\bar{y}_i)$$

## Статистик хяналт

### 1. Статистик $t$ -тест

1.1 Хэмжилтийн процессыг хянахад хяналтын эталоныг оруулан хэрэглэх нь илүү үр нөлөөтэй байдаг. “Хяналтын эталон” нь ихэвчлэн шалгагдагч хэмжүүртэй хэлбэр болон хэвийн утгаараа ижил байх ба хэмжлийн үйл явц, хэмжлийн загварт “шалгагдагч хэмжүүр” мэтээр ордог. Жишээ нь: 5, 2, 2\*, 1 гэсэн жинлэлтийн багцад 1\* гэсэн хяналтын эталон туухайг жинлэлтийн загварт нэмж оруулан 5, 2, 2\*, 1, 1\* гэсэн 6 туухайны шалгалт тохируулгыг хийнэ.

1.2 Хяналтын эталон хэмжүүр ашиглах нь тухайн шалгалт тохируулгын үр дүн илүү найдвартай болохыг батлах зорилготой. Үүнд хяналтын эталон хэмжүүрийн өмнөх утгуудыг мэдэх шаардлагатай. Хяналтын эталон хэмжүүрийн батлагдсан утга нь  $\bar{m}_{diff}$  багадаа 10-15 хэмжилд үндэслэсэн өмнөх өгөгдлөөс тооцоолсон байна. Шалгалт тохируулгыг шинээр хийх бүрд хяналтын эталоны батлагдсан утгыг  $t$  статистик хяналтын техник ашиглан шалгадаг.

$$t(\text{тооцоолсон}) = \frac{|m_{diff} - \bar{m}_{diff}|}{S}$$

Энд:  $S$  - өмнөх  $n$  удаагийн хэмжлийн бодит утгын өөрчлөлтийн стандарт хазайлт

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (m_{diff_i} - \bar{m}_{diff})^2}$$

Хэрэв доорх нөхцөл биелж байвал хэмжилтийн процесс хяналтанд байна гэж үздэг.

$$t \text{ тестийн тооцоолсон утга} \leq \text{Студентийн тархалтын шалгуур утга}$$

### Хоёр талт $\alpha=0.05$ –тай шалгалтын Студентын $t$ тархалтын шалгуур утга

$\nu$	Шалгуур утга	$\nu$	Шалгуур утга	$\nu$	Шалгуур утга	$\nu$	Шалгуур утга	$\nu$	Шалгуур утга
1	12,706	11	2,201	21	2,080	31	2,040	41	2,020
2	4,303	12	2,179	22	2,074	32	2,037	42	2,018
3	3,182	13	2,160	23	2,069	33	2,035	43	2,017
4	2,776	14	2,145	24	2,064	34	2,032	44	2,015
5	2,571	15	2,131	25	2,060	35	2,030	45	2,014
6	2,447	16	2,120	26	2,056	36	2,028	46	2,013
7	2,365	17	2,110	27	2,052	37	2,026	47	2,012
8	2,306	18	2,101	28	2,048	38	2,024	48	2,011
9	2,262	19	2,093	29	2,045	39	2,023	49	2,010

Тайлбар:  $\nu$  - чөлөөний зэрэг

## 2. Статистик F тест

Эталон, төхөөрөмж компараторын тогтмол бус байдлыг мөн статистик F тест ашиглан шалгаж болно. Нэг ижил эталон хэмжүүр, компараторын хувьд өмнөх хэмжлийн өгөгдлөөс  $s_1, \dots, s_m$  гэсэн  $m$  стандарт хазайлтын утга мэдэгдэж байвал нэгтгэсэн стандарт хазайлт нь:

$$s_p = \sqrt{\frac{1}{m} \sum s_i^2}$$

Дээрх тохиолдолд стандарт хазайлт бүрийн чөлөөний зэргийг ижил  $\nu$  гэж авсан бөгөөд нэгтгэсэн стандарт хазайлтын чөлөөний зэрэг  $m \cdot \nu$  болно. Тухайн үеийн эсвэл шинээр тооцоолсон стандарт хазайлт эсвэл шууд харьцуулалтын давтан хэмжлийн стандарт хазайлтын утгыг  $s_{new}$  -ыг дээрх нэгтгэсэн стандарт хазайлтын утгатай харьцуулна.

$$F = \frac{s_{new}^2}{s_p^2}$$

Эталон хэмжүүр, компараторын тогтмол бус байдлыг хяналтанд байгаа эсэхийг шалгана. Хэрэв доорх нөхцөл биелж байвал тогтмол бус байдал хэвийн байна гэж үзнэ.

$$F \leq F \text{ тархалтын шалгуур}$$

Энд:  $s_{new}$ -ний чөлөөний зэрэг  $\nu$ ,  $s_p$  -ний чөлөөний зэрэг  $m \cdot \nu$  байна.

**Нэг талт  $\alpha=0,05$  үнэмшлийн түвшинд F тархалтын шалгуур утга,  $s_{new}$  ( $\nu$  чөлөөний зэрэг)  $s_p$  ( $m \cdot \nu$ ,  $\nu$ ) утгаас хэтрэхгүй байна.**

F( $\alpha, \nu, \nu \cdot m$ ) $\alpha=0,05$ m	$\nu$									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	161.448	19.000	9.277	6.388	5.050	4.284	3.787	3.438	2.179	2.978
2	18.513	6.944	4.757	3.838	3.326	2.996	2.764	2.591	2.456	2.348
3	10.128	5.143	3.863	3.259	2.901	2.661	2.488	2.355	2.250	2.165
4	7.709	4.459	3.490	3.007	2.711	2.508	2.359	2.244	2.153	2.077
5	6.608	4.103	3.287	2.866	2.603	2.421	2.285	2.180	2.096	2.026
6	5.987	3.885	3.160	2.776	2.534	2.364	2.237	2.138	2.059	1.993
7	5.591	3.739	3.072	2.714	2.485	2.324	2.203	2.109	2.032	1.969
8	5.318	3.634	3.009	2.668	2.449	2.295	2.178	2.087	2.013	1.951
9	5.117	3.555	2.960	2.634	2.422	2.272	2.159	2.070	1.998	1.938
10	4.965	3.493	2.922	2.606	2.400	2.254	2.143	2.056	1.986	1.927
11	4.844	3.443	2.892	2.584	2.383	2.239	2.131	2.045	1.976	1.918
12	4.747	3.403	2.866	2.565	2.368	2.227	2.121	2.036	1.968	1.910
13	4.667	3.369	2.845	2.550	2.356	2.217	2.112	2.029	1.961	1.904
14	4.600	3.340	2.827	2.537	2.346	2.209	2.104	2.022	1.955	1.899
15	4.543	3.316	2.812	2.525	2.337	2.201	2.098	2.016	1.950	1.894
16	4.494	3.295	2.798	2.515	2.329	2.195	2.092	2.011	1.945	1.890
17	4.451	3.276	2.786	2.507	2.322	2.189	2.087	2.007	1.942	1.887
18	4.414	3.259	2.776	2.499	2.316	2.184	2.083	2.003	1.938	1.884
19	4.381	3.245	2.766	2.492	2.310	2.179	2.079	2.000	1.935	1.881
20	4.351	3.232	2.758	2.486	2.305	2.175	2.076	1.997	1.932	1.878
30	4.171	3.150	2.706	2.447	2.274	2.149	2.053	1.977	1.915	1.862
40	4.085	3.111	2.680	2.428	2.259	2.136	2.042	1.967	1.906	1.854
50	4.034	3.087	2.665	2.417	2.250	2.129	2.036	1.962	1.901	1.850
60	4.001	3.072	2.655	2.409	2.244	2.124	2.031	1.958	1.897	1.846
70	3.978	3.061	2.648	2.404	2.240	2.120	2.028	1.955	1.895	1.844

80	3.960	3.053	2.642	2.400	2.237	2.117	2.026	1.953	1.893	1.843
90	3.947	3.046	2.638	2.397	2.234	2.115	2.024	1.951	1.891	1.841
100	3.936	3.041	2.635	2.394	2.232	2.114	2.023	1.950	1.890	1.840
$\infty$	3.841	2.996	2.605	2.372	2.214	2.099	2.010	1.938	1.880	1.831

*F* таргалтын шалгуур утгыг нэг талт таргалтын 95% үнэмшлийн түвшинд В.2 хүснэгтэд харуулав. Хэрэв стандарт хазайлтын утга хяналтаас гарсан бол учир шалтгааныг нягтлан залруулна.

## Шеухардын хяналтын карт

### 1. Ерөнхий

Шеухардын статистик хяналтын карт гэдэг нь эталон тоног төхөөрөмж, компараторын ажиллагаа, тогтворжилт хугацааны хувьд хэрхэн өөрчлөгдөж буйг харуулах график юм. Хяналтын карт нь дундаж утгаар байгуулсан төв шугам болон дээд, доод хязгаарын шугамаас тогтоно. Эдгээр шугамуудыг түүхэн өгөгдлийн утгаар байгуулна. Тухайн үеийн утгыг дээд, доод шугамтай харьцуулан төхөөрөмжийн ажиллагаа нийцтэй (хяналтад байгаа) эсвэл хяналтаас гарсан талаарх дүгнэлтийг хийнэ. Өгөгдлийг цуглуулах анализ хийх статистикийн олон аргууд байна. Тиймээс зөвхөн ерөнхий үндсэн аргачлалыг тайлбарласан болно.

### 2. Хяналтын картын элементүүд

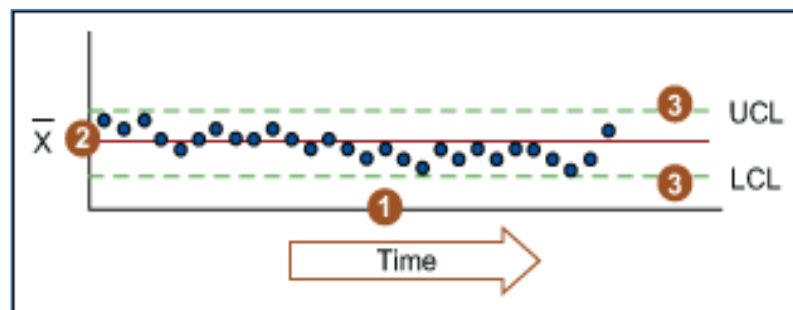
Шеухардын хяналтын карт нь 1-р зурагт үзүүлсэн 3 үндсэн элементээс тогтоно. 1) Өгөгдлийн түүхэн утгуудаар хугацааны график байгуулна.

2) Дундаж утгаар төв шугамыг жишиг шугам болгох бөгөөд түүнээс хазайх хазайлтыг ажиглана.

3) Дээд хяналтын хязгаар (UCL) ба доод хяналтын хязгаарын (LCL) утгыг статистик вариацийн утгаар төв шугамаас хоёр талд тэгш хэмтэй байхаар байгуулна. Үүний тулд эхлээд түүвэр өгөгдлийн стандарт хазайлтыг ( $\sigma$ ) тооцоолон 3-аар үржүүлнэ.

Төв шугамын утгыг  $3\sigma$ -аар нэмсэн шугам нь дээд хяналтын хязгаар *UCL* болох бөгөөд  $3\sigma$ -аар хассан шугам нь доод хяналтын хязгаар *LCL* болно. Өөрөөр хэлбэл хяналтын хязгаарын утгыг *CL* дараах тэгшитгэлээр олно.

$$CL = average \pm 3 \times \hat{\sigma}$$

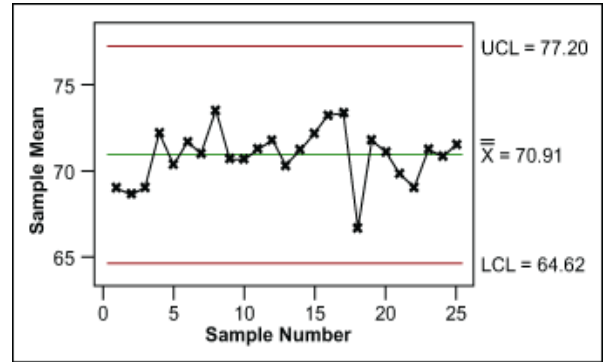
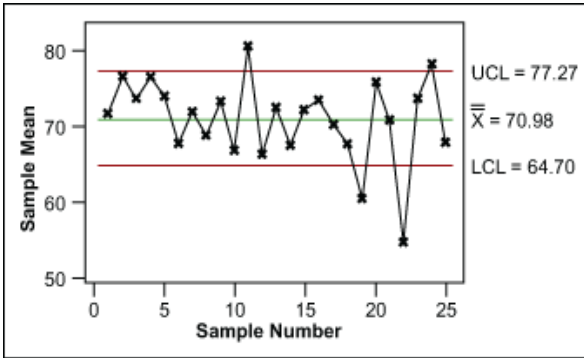


Зураг.1 Хяналтын картын элементүүд

Хяналтын карт-график байгуулахад ашигласан утгууд нь ихэвчлэн таарц, тохирцын утгууд учир хэвийн тархалтын дүрэмд захирагдана. Дундаж шугамаас нэмэх, хасах 1 стандарт хазайлтын хязгаарт бүх утгуудын 68.3 % -ийг хамрах бол дундажаас нэмэх, хасах 2 стандарт хазайлтын хязгаарт бүх утгуудын 95.5 % -ийг хамран, харин дундажаас нэмэх, хасах 3 стандарт хазайлтын хязгаарт бүх утгуудын 99.7 % -г хамардаг гэж үздэг тул UCL ба LCL хязгаараас хэтэрсэн утгууд нь төхөөрөмжийн ажиллагаа тогтворгүй байгааг илтгэх дохио болно. Үүнийг хяналтгүй вариаци гэнэ.

Дээд UCL ба доод LCL хязгаарын дотор тэмдэглэгдсэн вариацийг хяналттай буюу хугацааны хувьд тогтворжилт сайн гэж үзнэ.





Зураг.2 Хяналтгүй болон хяналттай вариацийн жишээ

### 3. Дундаж утгын $\bar{X}$ болон далайцын $R$ хяналтын карт

Хяналтын картын хамгийн түгээмэл нэг хэлбэр нь дундаж утгын ( $\bar{X}$ ) болон дундаж утгаас хазайх ( $\bar{X}$ - $R$ ) далайцын хяналтын карт байна. Энэ нь хоорондоо холбоотой хоёр тусдаа график.  $\bar{X}$  хяналтын карт нь хэмжлийн өгөгдлийг 2-10 ажиглалтаас тогтсон дэд бүлгүүдийн дундаж утгуудын дундажын нийцтэй байдлыг үнэлэх зорилготой.  $R$  далайцын картыг нөгөө талаас дэд бүлгийн хазайлтын утгаар байгуулна. Үйл явцын вариацийн нийцлийг үнэлнэ. Хэрэв  $R$  далайцын картаас үл тохирол илэрвэл,  $\bar{X}$  карт байгуулах утгагүй бөгөөд учир шалтгааныг тодруулна.

3.1  $R$  далайцын картыг байгуулах алхмууд:

1) Дэс дараалсан хэмжлийн утгуудаас хамгийн багадаа 20 байхаар  $k$  дэд бүлгийг сонгоно. Дэд бүлэг тус бүр нь  $n$  удаа давтан хэмжсэн утгуудыг багтаана. Ихэвчлэн  $n$  нь 2 –оос 9 хүртэл байна.

2) Дэд бүлэг тус бүрийн далайц  $R(i)$  олно.  $R(i)$  = хамгийн их утга – хамгийн бага утга

3)  $R$  далайцын картын төв шугамыг олно.  $Rbar$  гэж тэмдэглэнэ.

$$Rbar = \frac{1}{k} \sum R(i)$$

4) Дээд хяналтын хязгаар (UCL) ба доод хяналтын хязгаарын (LCL) утгыг дараах тэгшитгэлээр олно.

$$UCL = D_4 \times Rbar \quad LCL = D_3 \times Rbar$$

Энд:  $D_4$ ,  $D_3$ -ийн утгуудыг дараах хүснэгтээс авна.

n	$D_3$	$D_4$	n	$D_3$	$D_4$
2	0	3.267	6	0	2.004
3	0	2.574	7	0.076	1.924
4	0	2.282	8	0.136	1.864
5	0	2.114	9	0.184	1.816

5) Төв шугам болон дээд, доод хязгаарын шугамаар байгуулсан хяналтын картаар дэд бүлгүүдийн далайцын утга хяналтад байгаа эсэхийг ажиглана. Хэрэв хязгаарын шугамаас хэтэрсэн бол учир шалтгааныг тогтоон, хэмжлийн дахин гүйцэтгэж өмнөх 3 алхамыг давтана. Ингэхдээ хязгаарын шугамаас хэтэрсэн цэгүүд бүхий дэд бүлгийг орхиж болохгүй.

6)  $R$  далайцын карт статистик хяналтад байгаа бол төв шугамын  $Rbar$  утгыг найдвартай гэж үзэн, үйл явцын стандарт хазайлтыг дараах байдлаар олно.

$$\hat{\sigma} = \frac{Rbar}{d2}$$

Энд:  $d_2$ -ийн утгуудыг дараах хүснэгтээс авна.

<b>n</b>	<b>d<sub>2</sub></b>	<b>n</b>	<b>d<sub>2</sub></b>
2	1.128	6	2.534
3	1.693	7	2.704
4	2.059	8	2.847
5	2.326	9	2.970

## 1.2 Хбаг хяналтын карт байгуулах алхмууд

1) Дэд бүлэг тус бүрийн  $Xbar(1)$ ,  $Xbar(2)$ ,  $Xbar(3)$ ,...  $Xbar(k)$  гэх мэтчилэн дундаж утгуудыг дараах ашиглан тэгшитгэл олно.

$$Xbar = \frac{1}{k} \sum Xbar(i)$$

2) Дээд UCL болон доод LCL хязгаарын утгыг дараах тэгшитгэлээр олно.

$$UCL = Xbar + A_2 \times Rbar$$

$$LCL = Xbar - A_2 \times Rbar$$

Энд  $A_2$ -ийн утгыг доор хүснэгтээс авна.

<b>n</b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>n</b>	<b>A<sub>2</sub></b>
2	1.880	6	0.483
3	1.023	7	0.419
4	0.729	8	0.373
5	0.577	9	0.337

3) Дээд болон доод хязгаарууд, төв шугам, дэд бүлгүүдийн дунджаар график байгуулна.

4) Үйл явц хяналтад байгаа эсэхийн талаар дүгнэхдээ доорх удирдамжийг баримтална. Үүнд:

a)  $3\sigma$  - хязгаараас хэтэрсэн нэг цэг ажиглагдсан;

b) төв шугамын нэг талд дэс дараалсан цэг байрласан;

c) зургаан дэс дараалсан цэгүүд буурсан эсвэл өссөн;

d) төв шугамын нэг талд байрласан гурван цэгийн 2 нь  $2\sigma$  хязгаараас хэтэрсэн;

e) төв шугамын нэг талд байрласан 5 цэгийн 4 нь  $1\sigma$  хязгаараас хэтэрсэн; байвал хяналтаас гарсан буюу үл тохирол гэж үзнэ.