

ЧАНАР - БИДНИЙ ЗОРИЛТ

СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛЭЭ

СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗРЫН ХЭВЛЭЛ /2019 ОН №02/

ДЭЛХИЙН ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ӨДӨР



ҮНДСЭЭРЭЭ САЙЖИРСАН
ХЭМЖЛИЙН НЭГЖИЙН
ОЛОН УЛСЫН СИСТЕМ

2019.05.20

www.worldmetrologyday.org





ЧАНАР - БИДНИЙ ЗОРИЛТ

СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛЗҮЙ

СЭТГҮҮЛИЙН РЕДАКЦИЙН ЗӨВЛӨЛ

Сэтгүүлийн эрхлэгч:

Б.Эрдэнэзул

Нарийн бичгийн дарга:

Д.Мөнхжин

Гишүүд:

Д.Бэхбат
Д.Өнөрбилэг
З.Мөнхбат
Г.Батзориг
В.Ганзориг
Б.Гантулга

Техник редактор:

Б.Дөлгөөнбаяр

© Энэхүү сэтгүүл нь Монгол Улсын Зохиогчийн эрх болон түүнд хамаарах эрхийн тухай хуулиар хамгаалагдсан болно.

Сэтгүүлийн захиалга:

"Монгол шуудан" ТӨХК Индекс – 200325

Сэтгүүлийн гаралт:

Улирал тутам



www.masm.gov.mn

СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗАР

Энхтайвны гудамж – 46а
Улаанбаатар хот 13343
Утас: 976-51-263971
Факс: 976-51-261631
E-mail: standard@masm.gov.mn
press@masm.gov.mn
www.masm.gov.mn

АГУУЛГА

МЭНДЧИЛГЭЭ

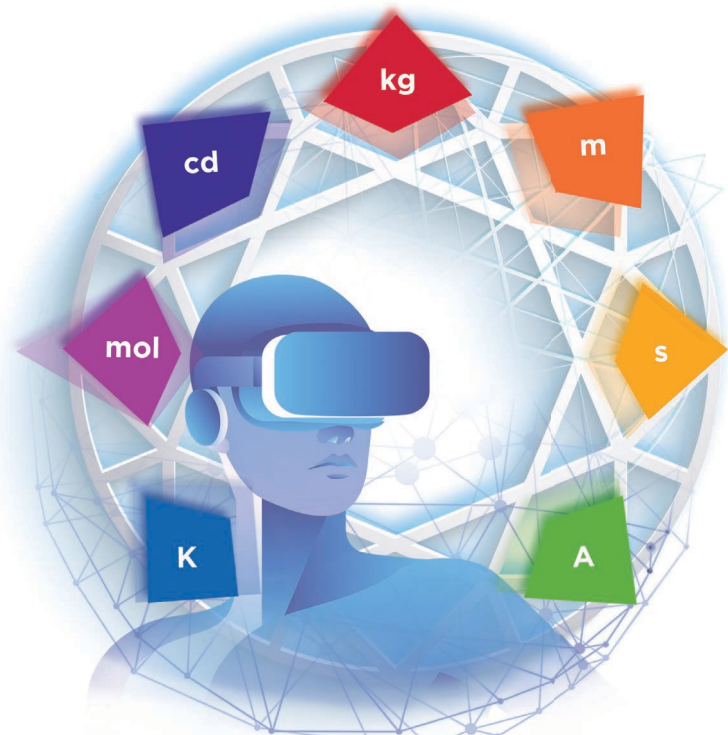
- Стандарт, хэмжил зүйн газрын даргын мэндчилгээ
- ВРМ ба ВІМL захирлын мэндчилгээ

МЭДЭЭ

- Хэмжил зүйн тухай хууль шинэчилсэн найруулга батлагдлаа

ТАНИН МЭДЭХҮЙ

- Олон улсын нэгжийн SI систем
 - Уртын нэгж "метрийн" товч түүх
 - Килограммын түүх
 - Цаг хугацааны нэгж "секунд"–ын үүсэл хөгжил
 - Гүйдлийн хүчний нэгж "Ампер"
 - ТЕМПЕРАТУРЫН НЭГЖ "КЕЛЬВИН", [K]
 - Бодисийн тоо хэмжээний нэгж "МОЛЬ"
- Тоолуурын ухаалаг систем



СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗРЫН ДАРГЫН МЭНДЧИЛГЭЭ

Хэмжил зүйн талаар Монгол Улсын Засгийн Газраас хэрэгжүүлж байгаа бодлого, үйл ажиллагааны чиг үүрэг болон хэмжил зүйн шинжлэх ухааны судалгаа, туршилт, эдийн засаг, нийгмийн бүхий л салбарын хүрээнд аливаа хэмжил гүйцэтгэдэг, түүний үр дүн, үр шимийг өөрсдийн өдөр тутмын ажил, амьдралдаа хэрэглэж байгаа нийт хэрэглэгч, аж ахуйн нэгж, төрийн ба төрийн бус байгууллага, их, дээд сургууль болон судалгаа шинжилгээний хүрээлэнгүүдийн ажилтнууд, үе үеийн ахмадууд, хэмжил зүйчид та бүхэнд Дэлхийн хэмжил зүйн өдрийн баярын мэндийг хүргэе.

Дэлхий дахинаа хэмжлийн үнэн зөв, нэгдмэл байдлыг хангах, хэмжлийн нэгжийн SI олон улсын системийн нэгдсэн тогтолцоог олон улсад бүрдүүлэх зорилгоор 1875 онд “Метрийн Хэлэлцээр”-ийг анх байгуулж байжээ. Энэ үйл явдлыг Дэлхий дахинд онцлон тэмдэглэж жил бүрийн 5 дугаар сарын 20-ны өдрийг “Дэлхийн Хэмжил Зүйн Өдөр” хэмээн тэмдэглэдэг болсон.

Жин хэмжүүрийн олон улсын 26 дахь ерөнхий бага хуралдаан 2018 оны 11 дүгээр сарын 13-16-ны өдрүүдэд болж Олон улсын SI системийн хэмжлийн нэгжийн зарим тодорхойлолтууд шинээр батлагдсан бөгөөд түүнийг 2019 оны 5 дугаар сарын 20-ны өдрөөс эхлэн мөрдөхөөр шийдвэрлэсэн.

Хэмжил зүйн олон улсын байгууллагаас “Үндсээрээ сайжирсан Хэмжлийн нэгжийн олон улсын (SI) систем” сэдвийн дор энэ жил Дэлхийн хэмжил зүйн өдрийг зохион байгуулахаар уриалга гаргасан. Манай Улс дэлхийн бүх улс орнуудтай нэгдэж хэмжил гүйцэтгэхийн үүрэг, ач холбогдлыг үнэлж, үндэсний хэмжээнд олон улсын шинэ системийн нэгж, түүний



нэгж дамжуулалтын үйл ажиллагааг сурталчлан таниулах зорилгоор энэхүү өдрийг тэмдэглэж байна.

Дэлхий нийтэд хүлээн зөвшөөрөгдсөн хэмжил зүйн энэхүү томоохон өөрчлөлтүүд хэмжлийн нэгжийн эталоны үндэс болсон квант физикийн онолыг ашигласан бөгөөд хэмжлийн нэгжийн нэгдмэл байдлыг хангах, шинжлэх ухааны ололт амжилт, үндэсний болон олон улсын худалдаа, аж үйлдвэрлэлийг өргөжүүлэн хөгжүүлэхэд дэмжлэг үзүүлэх, мөн түүнчлэн хүрээлэн буй орчны хамгаалал, амьдралын чанарыг сайжруулах нөхцөлийг бүрдүүлснээр чухал ач холбогдолтой юм.

Монгол Улсын хууль эрх зүйн шинэчлэл, хөгжлийн бодлого, үндсэн чиглэлд заасны дагуу Хэмжил зүйн тухай/шинэчилсэн найруулга/ хуулийг Улсын Их Хурлын Нэгдсэн Чуулганы хуралдаанаар 2019 оны 5 дугаар сарын 9-ний өдөр хэлэлцэж баталсан түүхэн амжилтаар Дэлхийн хэмжил зүйн өдрийг угтан тэмдэглэж байна.

Хэмжлийн нэгж дамжуулалтыг боловсронгуй болгож олон улсын түвшинд хүргэх, улсын хэмжээнд хэмжлийн нэгдмэл байдлыг хангахад хамтран ажилладаг үе үеийн хэмжил зүйчид болон нийт хэрэглэгчид та бүхэндээ Дэлхийн хэмжил зүйн өдрийн баярын мэндийг дахин хүргэж, хамгийн сайн сайхан бүхнийг хүсэн ерөөе.

Стандарт, хэмжил зүйн
газрын дарга

 Б.БИЛГҮҮН



ВІРМ БА VIML ЗАХИРЛЫН МЭНДЧИЛГЭЭ

ҮНДСЭЭРЭЭ САЙЖИРСАН ОЛОН УЛСЫН НЭГЖИЙН SI СИСТЕМ



Мартин Милтон
ВІРМ-ийн захирал

Олон улсын нэгжийн SI систем бол дэлхийн нийтээр хийгдэж буй хэмжлийн нэгжүүдийн цогц юм. SI систем нь урт удаан хугацааны турш тогтвортой байж, хэмжлийн үндсийг хангахаас гадна хэрэглэхэд хялбар, шинжлэх ухааны хамгийн сүүлийн үеийн дэвшлийг тусган хувьсан өөрчлөгдөж байх динамик систем байна.

2018 оны 11 сард Олон улсын жин ба хэмжүүрийн ерөнхий бага хурлаар олон улсын нэгжийн системийг 1960 онд баталснаас хойш хэд хэдэн чухал өөрчлөлтүүд орсон. Энэ нь биет зүйл дээр үндэслэсэн системийг байгалийн хуулиуд дээр тулгуурласан шинэ системээр солих явдал байлаа. Эдгээр өөрчлөлтүүд нэгжийн эталоны үндэс болгосон квант физикийн онолыг ашигласан хэмжлийн шинэ аргын судалгаа, шинжилгээний үр дүнд бий болж байна.

2018 оны 11 сард баталсан шинэ системийг 2019 оны 5-р сарын 20-ны өдөр хүчин төгөлдөр мөрдөх гэж байгаа учир нь метрийн хэлэлцээрийг баталсан 5-р сарын 20 буюу Дэлхийн Хэмжил Зүйн өдрийг тохиолдуулан сонгосон хэрэг билээ. Шинэ системийн үр нөлөө алс ирээдүйд харагдаж байгаа ч түүнийг мөрдөж эхлэх энэ үед одоо байгаа системтэй нийцүүлэхэд маш их анхаарал хандуулсан. Тиймээс SI системийн өөрчлөлт манай ихэнх хэрэглэгчдэд мэдэгдэхгүй, гэхдээ нэгж дамжуулалтыг тогтолцоог бий болгох арга зам өөрчлөгдөж болох юм. Дэлхий нийтээр хэмжлийн нэгдмэл байдлыг хангахын тулд худалдаа, үйлдвэрлэл хэрэглэгчдийн ашиглах жин, урт гэх бусад хэмжүүрт ямар нэг өөрчлөлт орохгүй нөхцөлийг бүрдүүлсэн.

Шинэ тодорхойлолтууд нь байгалийн хуулиудийг хэмжлийн шинэ аргыг бий болгоход ашиглахад чиглэгдэх бөгөөд ингэснээр атом, квант түвшинд хийсэн хэмжлийг макро ертөнцтэй холбож байна. Шинэ SI систем нь хэмжлийн эталонууд универсаль бөгөөд хаана ч хүртээмжтэй байх дэлхий нийтийн зорилгод хүрч чадсан. SI систем нь хэмжлийн шинжлэх ухааны ирээдүйн инновацын суурийг хангах төдийгүй “секунд”, “ампер”, “метр” болон “Кельвин”-ий тодорхойлолтууд нь атом, квант үзэгдлийн давуу талуудыг ашиглан бидний ажиглаж чадахаас илүү нарийвчлалын түвшинд хүрэх боломжийг бүрдүүлж байна.



Антон Донеллан
VIML-ийн захирал



ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ТУХАЙ ХУУЛЬ ШИНЭЧИЛСЭН НАЙРУУЛГА БАТЛАГДЛАА

Улсын Их Хурлын хаврын ээлжит чуулганы 2019 оны 5-р сарын 9-ний өдрийн Нэгдсэн хуралдаанаар Хэмжил зүйн тухай хуулийн шинэчилсэн найруулгын төслийг хэлэлцэж баталлаа.

Монгол Улсын хууль эрх зүйн шинэчлэл, хөгжлийн бодлого, үндсэн чиглэлд болон Засгийн газрын 2016-2020 оны үйл ажиллагааны хөтөлбөрийн 2.7-д заасан арга хэмжээг хэрэгжүүлэх хүрээнд батлагдсан Хэмжил зүйн тухай/шинэчилсэн найруулга/ хуулийн Үзэл баримтлал дараах гол үйл ажиллагаанд тулгуурлана. Үүнд:

Хэмжил зүйн хууль тогтоомжийг олон улсын стандартад заасан жишигт нийцүүлэх

- Хэмжил зүйн тухай /шинэчилсэн найруулга/ хуулийн ерөнхий бүтэц агуулга өмнө нь мөрдөж байсан Хэмжлийн нэгдмэл байдлыг хангах тухай хуулийн бүтцийг хэвээр хадгалснаас гадна Хууль эрхийн хэмжил зүйн олон улсын байгууллага(OIML)-аас батлан гаргасан OIML D1 стандартад заасныг удирдлага болгож түүнд ба Монгол Улсын Хууль тогтоомжийн тухай хуульд нийцүүлэн боловсруулагдсан.
- Хуульд заасан нэр томъёо, тодорхойлолтууд нь Монгол Улсын Хууль тогтоомжийн тухай хуульд заасантай нийцүүлэн бөгөөд Хэмжил зүйн болон Стандартчиллын олон улсын байгууллагаас баталсан нэр томъёоны тодорхойлолт, тайлбар, толь бичгийн стандартад заасны дагуу ойлгож хэрэглэхээр тодорхойлсон болно.

Төрийн үйлчилгээний төвлөрлийг сааруулах

- Хэмжил зүйн олон улсын хөгжлийн чиг хандлага, Монгол Улсын хууль эрх зүйн шинэчлэлийн ба хөгжлийн бодлогын хүрээнд төрийн зарим чиг үүргийг хэмжил зүйн мэргэжлийн байгууллагуудад шилжүүлэх ажлыг бодитойгоор хэрэгжүүлэх, салбарын мэргэшсэн хэмжил зүйн байгууллага бий болгох, Монгол Улсын үйлдвэрлэлийн ба салбарын хэмжил зүйн үйл ажиллагааг олон улсын жишигт нийцүүлэн бэхжүүлэх, тэдгээрийг дэмжих зорилгоор олон улсын жишгийн дагуу худалдаа, үйлчилгээний тооцоонд ашиглахаас бусад хэмжих хэрэгслийн загварын туршилт, баталгаажуулалтыг хэмжил зүйн асуудал

хариуцсан төрийн захиргааны байгууллагаас эрх олгосон мэргэжлийн байгууллага гүйцэтгэхээр зохицуулсан болно.

- Хэмжил зүйн ажил үйлчилгээний тусгай зөвшөөрлийг халж, хэмжих хэрэгслийг үйлдвэрлэх, импортлох, суурилуулах, засварлах аж ахуйн нэгж байгууллага чадавхаа үнэлүүлж үйл ажиллагаа эрхлэх, тэдгээрийг хэмжил зүйн мэдээллийн улсын нэгдсэн санд бүртгэх хялбаршуулсан тогтолцоонд шилжиж, хэрэглэгчдэд хүрэх төрийн үйлчилгээ шуурхай болох, бизнес эрхлэхэд таатай нөхцөлийг хуульчилсан.

Хэмжил зүйн тогтолцоо, үйл ажиллагааг олон улсын жишигт нийцүүлэх

Хэмжлийн эталон, нэгж дамжуулалт, хэмжил зүйн судалгаа шинжилгээний ажил ба хэмжил зүйн хяналт шалгалтыг хэрэгжүүлэхэд чиглэсэн хэмжил зүйн тогтолцоо, үйл ажиллагааг өөрийн орны хууль тогтоомжийн шинэчлэлийн бодлогод тулгуурлан, олон улсын жишигт нийцүүлэн гүйцэтгэх эрх зүйн орчин, нөхцөл бүрдлээ. Үүнд:

- Хэмжил зүйн байгууллагын тогтолцоо нь Хэмжил зүйн зөвлөл, хэмжил зүйн асуудал хариуцсан төрийн захиргааны байгууллага, аймаг, нийслэлийн хэмжил зүйн байгууллага, хэмжил зүйн мэргэжлийн байгууллагаас бүрдэхээр хуульчилсан.
- Хэмжил зүйн салбарт төвлөрлийг сааруулах зорилгоор хэмжил зүйн асуудлыг тухайн салбарт нь хариуцуулах байдлаар зохицуулж, Засгийн газрын гишүүн, төрийн захиргааны төв байгууллага, хэмжил зүйн асуудал хариуцсан төрийн захиргааны байгууллага, аймаг нийслэлийн болон мэргэжлийн хэмжил зүйн байгууллага, төрийн бус байгууллага, аж ахуйн нэгж, байгууллага, иргэдийн хэмжил зүйн талаар хүлээх эрх, чиг үүргийг шинэчлэн тогтоож өгсөн. Хэмжил зүйн асуудал хариуцсан төрийн захиргааны байгууллага нь хэмжил зүйн хөгжлийн бодлого, хөтөлбөр боловсруулах, батлуулах, хууль тогтоомжийг хэрэгжүүлэх үндсэн чиг үүргийг хэрэгжүүлж, хэмжих хэрэгслийн баталгаажуулалтын үйл ажиллагааг эрхлэхгүй, харин аймаг, нийслэлийн хэмжил зүйн байгууллага, хэмжил зүйн

мэргэжлийн байгууллагаар гүйцэтгүүлэх, хэмжил зүйн үндэсний хүрээлэнг дэргэдээ ажиллуулахаар хуульд тусгасан.

- Улсын болон анхдагч эталон, хэмжих хэрэгслийн баталгаажуулалт, загварын туршилт хийх болон аж ахуйн нэгж байгууллага, мэргэжлийн байгууллагыг бүртгэхтэй холбоотой үйл ажиллагааг хэмжил зүйн асуудал хариуцсан төрийн захиргааны байгууллага зохион байгуулна.
- Батлан хамгаалах, эрүүл мэнд, байгаль орчин, хүнс хөдөө аж ахуй, хүнд үйлдвэрлэл, уул уурхай, геодези зураг зүй, ионжуулагч цацрагийн хяналт, зам тээвэр эрчим хүч, их барилга зэрэг онцлог салбарын хүрээний хэмжлийн эталон бий болгох, хөгжүүлэх, стандарт, техникийн зохицуулалт, хэмжлийн аргачлал, боловсруулах, хэмжих хэрэгслийн загварын туршилт, баталгаажуулалт, шалгалт тохируулга хийж гүйцэтгэх чиг үүрэг бүхий хэмжил зүйн мэргэжлийн байгууллагыг шинээр болон шинэчлэн бий болгож, хэмжил зүйн тогтолцоо манай улсын хэрэгцээ шаардлагад болон олон улсын жишигт нийцүүлж байгаа болно.
- Нийгэм, эдийн засгийг хөгжүүлэх, нийтийн ашиг сонирхлыг хамгаалах, эрүүл мэнд, хүрээлэн буй орчин, улс орны аюулгүй байдлыг хамгаалах, худалдаан дахь техникийн саад, тотгорыг арилгахад чиглэсэн хэмжил зүйн хяналт шалгалтыг хэмжих хэрэгслийн загварын туршилт, баталгаажуулалт хийж ба савласан бүтээгдэхүүний тоо хэмжээнд тавих хяналт, хууль тогтоомжийн хэрэгжилтэд тавих төрийн хяналтыг хийж, хэмжлийн нэгдмэл байдлыг хангах үйл ажиллагааг хэрэгжүүлнэ.

Нэгж дамжуулалтыг хангах, хэмжлийн үр дүнг хүлээн зөвшөөрүүлэх

- Олон улсын жин хэмжүүрийн Ерөнхий бага хурлаас тогтоосон олон улсын систем(SI)-ийн хэмжлийн нэгжийг Монгол Улсад цаашид ч үргэлжлүүлэн хэрэглэхээр хуульд зохицуулалт хийсэн.
- Монгол Улсын эдийн засгийн бүхий л салбарт ашиглаж байгаа өндөр нарийвчлалтай хэмжих хэрэгслүүд нь дээд шатны нарийвчлалын ажлын, анхдагч ба улсын эталон болон стандартчилсан загвартай харьцуулан дүйлгэж шалгасан байх ба улсын эталон нь олон улсын дээгүүр зэрэглэлийн эталонтой харьцуулагдаж, (SI)-ийн нэгжтэй уялдаж нэгж дамжуулалтыг хангахаар боллоо.

Хэмжлийн эталоныг хөгжүүлэх, сайжруулах

- Хэмжлийн эталоны чадавх, нарийвчлалыг манай улсын хэрэгцээ шаардлагын дагуу олон улсын жишигт нийцүүлж нэмэгдүүлэх, хэмжил зүйг шинжлэх ухааны үндэслэлтэйгээр бусад салбараас

түрүүлэн хөгжүүлэх хэмжил зүйн тогтолцооны бодлого, хөтөлбөрийг хэрэгжүүлэх талаар шинээр зохицуулж, улмаар хэмжлийн үр дүнг олон улсад хүлээн зөвшөөрүүлэх боломж бүрдэхээр хуульчилсан.

- Хэмжлийн эталоныг хөгжүүлэх хэмжил зүйн бодлого, хөтөлбөрийг хэрэгжүүлж, хэмжил зүйн үйл ажиллагааны чадамж, үр дүн дээшилж, шинжлэх ухааны ололт, шинэ техник технологийг нэвтрүүлэх, үндэсний үйлдвэрлэлийг хөгжүүлэх өргөн боломж бүрдэж, улмаар худалдаан дахь техникийн саад тотгор, хүндрэл бэрхшээл багасч, бизнес эрхлэгчдийг дэмжих таатай нөхцөл бүрдэх ба тэдгээрийн өрсөлдөх чадварыг нэмэгдүүлэх, эдийн засгийг хөгжүүлэхэд дэмжлэг үзүүлнэ.
- Улсын эталоныг Засгийн газар, стандартчилсан загварыг хэмжил зүйн асуудал хариуцсан төрийн захиргааны байгууллага батлахаар зохицуулсан.
- Батлагдсан стандартчилсан загварыг хэмжлийн эталоны нэгэн адил хэрэглэхээр хуульчилсан.

Загварын туршилт, баталгаажуулалт, шалгалт тохируулга, хэмжлийн үр дүнг хүлээн зөвшөөрүүлэх

- Импортоор нийлүүлж байгаа хэмжих хэрэгслийн загварын туршилт, анхдагч баталгаажуулалтын үр дүнг Хууль эрхийн хэмжил зүйн олон улсын байгууллага /OIML/, түүнээс эрх олгосон хэмжил зүйн байгууллага, үйлдвэрлэгч, олон улсын ба хоёр талын гэрээ, хэлэлцээрийн үндсэн дээр шууд хүлээн зөвшөөрөх олон улсад хэрэгжүүлдэг тогтолцоог нэвтрүүлэхээр хуульд тусгасан.
- Хэмжил зүйн олон улсын байгууллагатай харилцан хүлээн зөвшөөрөх гэрээнд нэгдэн орсон гадаад орны хэмжил зүйн байгууллагын шалгалт тохируулгын гэрчилгээ, үр дүнг хүлээн зөвшөөрөхөөр мөн хуульчилсан.

Хэмжил зүйн тухай /шинэчилсэн найруулга/ хууль батлагдаж, түүнийг хэрэгжүүлснээр улс орны нийгэм, эдийн засгийн харилцааны өөрчлөлт, шинэчлэлтэй уялдуулан сайжруулах, Монгол Улс Дэлхийн Худалдааны байгууллага, Хэмжил зүйн олон улсын байгууллагуудын өмнө хүлээсэн үүргээ биелүүлэх зорилгын хүрээнд бараа, бүтээгдэхүүн үйлдвэрлэл, худалдаа, үйлчилгээ, шинжилгээний чанар, аюулгүй байдлыг хангах үйл явцыг хэмжлийн үр дүнгээр шалгаж, хянадаг хэмжлийн эталон, хэмжих хэрэгсэл, нэгж дамжуулалтын тогтолцоо, үйл ажиллагааны харилцааг зохицуулж байгаа эрх зүйн орчноо олон улсын нийтлэг зарчимд нийцүүлэн, шинэчлэх боломж бүрдэж байгаа юм.

ХЗХ-ийн ахлах мэргэжилтэн Д.Нарангэрэл



ОЛОН УЛСЫН НЭГЖИЙН SI СИСТЕМ

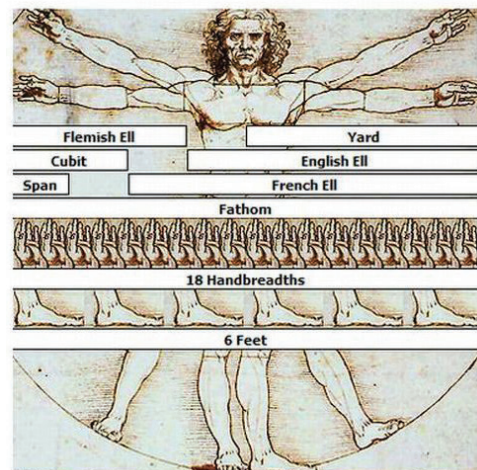


УРТЫН НЭГЖ "МЕТР"-ИЙН ТОВЧ ТҮҮХ

2018 оны 11 сарын 16-нд хэмжил зүйн шинжлэх ухаанд томоохон эргэлт болсон нь олон улсын нэгжийн SI системийг суурь тогтмолыг дахин тодорхойлох замаар шинэчлэн баталсан юм. Яагаад суурь тогтмолын утгаар тодорхойлох шаардлагатай болсон гэдгийг ойлгохын тулд "уртын" хэмжлийн товч түүхийг авч үзье. Учир нь уртын нэгж "метр" нь байгалийн суурь тогтмол дээр суурилсан анхны нэгж юм.

Эрт дээс үеэс хүмүүс алд сөөм, тохойн хэмжээгээр уртыг хэмжиж байсан нь маш энгийн, хэрэглэхэд ойр дөтөм ч өөр хоорондоо нийцэхгүй тал байсан. Тиймээс нэг хэмжээс буюу хаадын гарын тохой, хөлийн тавхайг эталон хэмжүүр болгосон ба тухайн үед маш нарийн орчин үеийн арга хэрэглэж байсан. Египетийн фараоны гарын тохойтой тэнцүү савааг бий болгоод, гранитаар хийснийг нь анхдагч, модоор хийснийг нь хоёрдогч эталон гэж үздэг, эдгээрийг сар бүр харьцуулан шалгуулдаг хуультай байжээ. Египетийн пирамид барих ажлын үеэр энэ дүрмийг ягштал мөрддөг байсан учраас өнөөдөр пирамидийн суурь 0.025 % ийн нарийвчлалтай 12 арсекундын алдаатай байна. Францын хувьсгалын дараахан "метр" дээр суурилсан метрийн системийг бий болгож олон улсад хүлээн зөвшөөрсөн юм. Энэ нь бүх хүнд ойрхон хэрэглэхэд хялбар метр нь бүх зүйлийн хэмжүүр байсантай холбоотой. Удалгүй Парис хотыг дайран өнгөрөх уртрагийн 1/10000000 тэнцүү хэмжээг нэг метр гэж тогтоосон нь бүх ертөнцийн универсаль хэмжүүртэй

болох санаа байв. Өөрөөр хэлбэл "FOR ALL PEOPLE, FOR ALL TIME" буюу бүх цаг үеийн туршид, бүгдэд боломжтой" гэсэн санааг агуулж байлаа. Гэсэн ч тун удалгүй 1875 оны Метрийн хэлэлцээрээр Египетийн хаадын үеийн гранит саваатай төсөөтэйгөөр цагаан алтан (Pr-Ir) саваа дээр тэмдэглэгдсэн 2 зураасны хоорондын зайг "метр" гэж албан ёсоор баталсан байна. Удалгүй Алберт Майкелсон гэрлийн долгионы уртыг ашиглан уртын хэмжээг тогтоох интерферометрийн багажыг зохион бүтээсэн. Интерферометр нь гэрлийн долгионы уртыг 1/4-ээр өөрчлөхөд метрийг 1/1000000 хуваансантай тэнцүү өөрчлөлтийг хэмжих маш мэдрэмжтэй багаж бөгөөд энэ бүтээлийн төлөө А.Майкелсон Нобелийн



шагналаар шагнуулав. Хүмүүс гэрлийн долгионы уртаар метрийг тодорхойлж эхлэв. Хэдийгээр SI системийн тодорхойлолт цагаан алтан савааны урт байсан ч гэрлийн долгионы урт “лгионы урт “de facto” болсон. SI системийн тодорхойлолтыг дахин өөрчлөх хэрэгтэй боллоо. Гэвч хүмүү” болсон. Мэдээж өөрчлөх шаардлагатай боллоо. 1960 онд Криптоны лампын гэрлийн долгионы уртаар метрийг тодорхойлов. Технологийн дэвшлээр лазерийг бий болгосноос хойш криптоны лампын долгионы уртаас лазерийн долгионы уртаар тодорхойлох нь илүү нарийвчлалтай болж эхэллээ. 1970-аад он гэхэд иодоор тогтворжуулсан Ge He лазерийн долгионы урт маш тогтвортой өндөр нарийвчлалтай байсан тул албан бусаар уртын эталонгоор ашиглаж эхэлсэн байна. Лазерийн долгионы урт “de facto” болсон. SI системийн тодорхойлолтыг дахин өөрчлөх хэрэгтэй боллоо. Гэвч хүмүүс мэдээж “иодоор тогтворжуулсан Ge He лазерийн долгионы урт”-аар метрийг тодорхойлж болох байсан ч энэхүү илэрхий тодорхойлолтын оронд маш гайхалтай ухаалаг тодорхойлолтыг сонгож томъёолсон нь “ГЭРЛИЙН ХУРД ” байсан юм. Ингээд 1983 оны CGPM-ийн 17-р бага хурлаар “**Үнэмлэхүй вакуумд, секундыг 299 792 458 хуваасан хугацааны агшинд гэрлийн туулсан замын уртыг метр гэнэ**” гэж тодорхойлжээ. Энэ тодорхойлолтын давуу тал нь юу гэвэл лазерийн технологи, давтамжийн хэмжлийн техник илүү сайжрах боломжтой болсонд байгаа юм. Технологийн дэвшил бүгд энэ тодорхойлолт дээр нэгдэж байна. 2005 онд АНУ эрдэмтэн Жон Холл гэрлийн давтамжийн хэмжлийн шинэ аргын нээлтээр Нобелийн шагнал хүртсэн.

2018 оны CGPM-ийн 26-р бага хурлаар “**Метр нь уртын нэгж бөгөөд энэ нь вакумд тархах гэрлийн хурдны 299 792 458 м/с тогтмол утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд секунд нь цезий-133 атомын хэт нарийн түвшингийн цацаргалтын $\Delta\nu_{Cs}$ давтамжаар тодорхойлогдоно**” гэж өөрчлөн томъёолсон нь өмнөх тодорхойлолттой утга нэг юм. Өөрөөр хэлбэл цахилгаан соронзон долгионы урт, давтамжийн $\lambda \cdot f = c$ энэ хамаарлаас харвал ямар ч гэрлийн давтамжийг тогтоож чадвал

түүний долгионы уртыг олж болж байна. Дээрх тодорхойлолтын дагуу иодоор тогтворжуулсан Гели-Неон лазерийн үүсгүүрийг уртын нэгжийн эталонгоор ашиглахыг олон улсын жин хэмжүүрийн бага хурлаас хэлэлцэж баталсан байдаг. Энэхүү Гели-Неон лазерийн үүсгүүр нь 474 ТГц давтамжтай, 633 нм долгионы урт бүхий тасралтгүй үргэлжлэх улаан өнгийн цацрагийн туяаг бий болгодог. Лазерийн давтамж нь (вакуум дах долгионы урт) I2 иодийн молекулын эргэлтийн чичирхийллийн хэт нарийн түвшингийн R(127) 11-5 шилжилтийн аль нэг



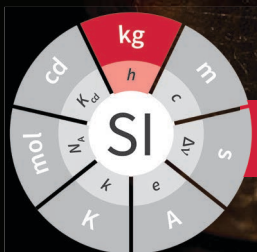
бүрэлдэхүүн дээр тогтворждог. СХЗГ-ийн хэмжил зүйн хүрээлэнд 2012-2014 онд хэрэгжүүлсэн БНЧУ-ын тусламжаар уртын анхдагч эталон Гели-Неон лазерийн үүсгүүрийг нийлүүлсэн.

Ингээд XVII зууны сүүлчээр хүн төрөлхтний зөгнөсөн бүх цаг үеийн туршид, бүгдэд боломжтой нэгжтэй байх санаа эдүгээ биеллээ олсон. Өөрөөр хэлбэл CGPM-ийн 24-р ерөнхий бага хурлаас нэгжийн “SI” системийн үндсэн 7 нэгжийн тодорхойлолт нь цаг хугацаа, орон зайн хувьд үл өөрчлөгдөх физикийн үндсэн тогтмолууд дээр суурилан гарах ба хаана ч, хэн ч, хэзээ ч бий болгох, ашиглах боломжтой байхаар байна” гэсэн дэлхий нийтийн зорилгод хүрлээ.

ХЗХ-ийн ахлах мэргэжилтэн Д.Өнөрбилэг

SI системийн үндсэн нэгжийг тодорхойлох суурь тогтмолууд

Defining constant	Symbol	Numerical value	Unit
hyperfine transition frequency of Cs	$\Delta\nu_{Cs}$	9 192 631 770	Hz
speed of light in vacuum	c	299 792 458	$m s^{-1}$
Planck constant	h	$6.626 070 15 \times 10^{-34}$	J s
elementary charge	e	$1.602 176 634 \times 10^{-19}$	C
Boltzmann constant	k	$1.380 649 \times 10^{-23}$	J K ⁻¹
Avogadro constant	N_A	$6.022 140 76 \times 10^{23}$	mol ⁻¹
luminous efficacy	K_{cd}	683	lm W ⁻¹



“КИЛОГРАММ”-ЫН ТҮҮХ

КИЛОГРАММААС ӨМНӨХ НЭГЖҮҮД

Европын ихэнх оронд массыг «фунт» (pound) эсвэл түүнтэй адилгах нэгжээр хэмждэг байжээ. Гэхдээ нэг фунтын хэмжээ улс орон бүрийн хэрэглээнээс хамаарч өөр өөр байв. Фунтын өвөг бол Ромын либра бөгөөд ойролцоогоор 328,9 граммтай тэнцүү байжээ. Либра гэдэг “livre” (pound) гэх Франц үгнээс гаралтай ажээ. Англи үг нь “round” юм.

Англид 350-аас 467 грамм хүртэл янз бүрийн утгатай трой фунт, цамхаг фунт, худалдааны фунт, Лондон фунт гэх мэт янз бүрийн фунтыг хэрэглэж байв. Гэсэн хэдий ч хамгийн чухал фунт нь 454 грамм орчим масстай “avoirdupois” фунт юм. Avoirdupois гэдэг үг нь Англо-Норман Францын “aveir de peis” гэсэн үгнээс “жингийн бараа” гэсэн утгатай бөгөөд орчин үеийн францын “avoir du poids” буюу “жинтэй байх” гэсэн утгатай үгнээс гаралтай ажээ.

Францад мөн олон янзын “livres”-г хэрэглэж байжээ. Жишээлбэл, “livre esterlin” буюу (367.1 грамм), “livre poids de marc” эсвэл “livre de Paris” (489.5 грамм). Мөн түүнчлэн улс орон бүр өөр өөрийн grain гэх бага нэгжтэй байжээ. Гэхдээ энэ нь фунтийн нэгэн адил Англид 64.8 грамм орчим, Францад 53.1 грамм орчим гэх мэтчилэн өөр өөр утгатай байв.

Манай улсын хувьд ч хүндийг ин 119,3 кг, дан - 59,6 кг, жин- 596,8 г, 1 лан- 37,3 г, 1 цэн- 3,7 г, 1 фун- 0,37 г орчим нэгжүүдээр хэмждэг байжээ.

АНХНЫ ТОДОРХОЙЛОЛТ: THE KILOGRAMME DES ARCHIVES

1668 онд Английн философич John Wilkins усны эзэлхүүнийг маш сайн тодорхойлж массын нэгжийг гаргаж авч болно гэсэн санааг дэвшүүлж байжээ. 1793 онд Францын Шинжлэх ухааны академиас томилогдсон Жин ба Хэмжүүрийн хорооноос 0°C температурт 1 куб дециметр нэрмэл усны массыг нэгж болгон авахаар шийджээ. Түүндээ “grave” гэж нэр өгсөн байна. Мөн “gravet” (1/1000 grave) “bar” (1000 graves) гэх 2 нэгжийг тодорхойлжээ. Үүний дараа 1 “grave” хэмжээтэй тур зуурын загвар туухай

буюу эталон туухайг гуулиар хийсэн байна. 1798 оноос өмнө метр-ийн тодорхойлолт албан ёсоор гараагүй байсан учир түр зуурын гэж нэрлэж байв.

1793 онд grave, gravet, bar зэрэг нэгжийн нэрийг хэрэглэхээ больж “gramme” (gram) гэх хялбар нэрийг хэрэглэх болжээ. 1 гравийг нь 1000 грамм эсвэл 1 килограмм, 1 граветийг 1 грамм болгож, 1 грав-ийн Гуулин прототипыг түр зуурын килограмм гэж нэрлэж байв.

1795 оны 4-р сарын 7-нд Францад мөсний хайлах температурт байгаа 1 сантиметр куб эзэлхүүний усны үнэмлэхүй жинг 1 грамм гэж нэрлэсэн байна.

Үүнтэй зэрэгцэн 1 дециметр куб усны массыг нарийн тодорхойлох ажил хийгдэж байв. Хэдийгээр килограммыг нарийн тодорхойлох температурыг илүү тогтвортой цэг болох 0°C температурт тогтоосон боловч Францын химич Louis Lefivre-Gineau болон Италийн байгалийн судлаач Giovanni Fabbroni нар 1799 онд усны нягт хамгийн их байх 4°C температурт килограммыг дахин тодорхойлохоор сонгосон байна.

Мөн тэр жил килограммын тодорхойлолтыг 4°C температурт нэг дециметр куб эзэлхүүнтэй усны масс гэж өөрчилжээ. Гэхдээ энэ аргад хэд хэдэн асуудал байв. Нэгдүгээрт вакуум дотор задгай савтай усыг жинлэх боломжгүй бөгөөд агаарт бол агаарын даралт нь масст ихээхэн нөлөөлдөг. Ийм учраас 1798 онд тур зуурын прототипийн массыг илүү нарийн тодорхойлсон бөгөөд 0,09% илүү хүнд байгааг тогтоосон байна.



Түр зуурын
килограммын прототип

Францын хувьсгалын үед метрийн аравтын системийг бий болгон, 1799 оны 6-р сарын 22-нд Парис дахь Архивийн бүгд найрамдах улсад метр ба килограммын цагаан алтан эталоныг баталсан нь Олон улсын нэгжийн өнөөгийн системийг

хөгжүүлэх эхний алхам болжээ. Үүнийгээ “Kilogramme des Archives” буюу Архивын килограмм гэж нэрлэсэн бөгөөд Архивийн бүгд найрамдах улсад хадгалагдаж байв. Түүнээс хойш Килограммын энэ тодорхойлолт нь 90 гаран жил хэрэглэгдсэн байна.

ОЛОН УЛСЫН КИЛОГРАММЫН ПРОТОТИП

1879 онд Лондонгийн Johnson Matthey компани 90% платинум, 10% иридиумийн орцтой тусгай хайлшаар өндөр нь 39 мм, диаметр нь 39 мм зөв цилиндр хэлбэртэй килограммын шинэ прототипыг бүтээсэн бөгөөд 1883 онд түүний масс нь Архивийн килограммтай яг ижил масстай болсон байв. Ингээд 1889 онд шинэ прототипыг албан ёсоор килограммын шинэ тодорхойлолт болгосон байна. Тухайн үедээ эцсийн килограмм, халдашгүй килограмм, онцгой килограмм гэх мэтчилэн нэрлэж байжээ.

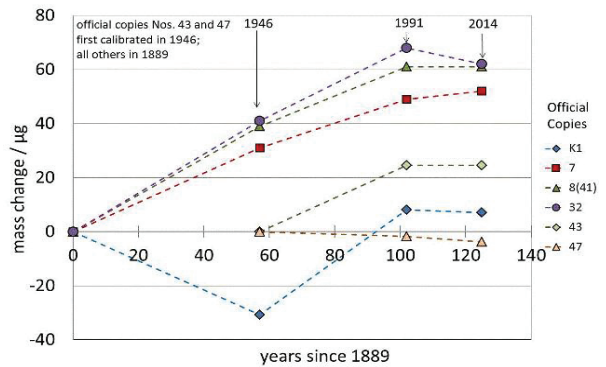
Энэхүү прототипыг “IPK” болон “Grand K” гэж нэрлэдэг бөгөөд Парисийн захад Pavillon de Breteuil гэдэг газар олон нийтийн хөлөөс хол, давхар давхар шилэн хоргонд, доргио чичиргээ, дэлбэрэлт зэрэг гадны нөлөөнөөс маш сайн хамгаалсан нөхцөлд хадгалдаг.



Олон улсын килограммын прототип

Үүний дараа Олон улсын прототип (ОУП)-ийн хэд хэдэн хуулбарыг үйлдвэрлэж зарим улс орнуудад тараасан байна. Эдгээр хуулбарууд нь ‘*np*’ дугаартай K_{np} гэж нэрлэдэг. Жишээ нь: АНУ K_4 , K_{20} , K_{79} , K_{85} гэсэн дөрвөн хуулбар прототиптэй, Канад (K_{50} and K_{74}) 2 хуулбартай, Унгар (K_{16}) нэг гэх мэтчилэн. Эдгээрийн масс нь Олон улсын прототиптэй яг ижил биш бөгөөд тодорхой давтамжтайгаар шалгагдаж иржээ. Жишээ нь: 1889 онд АНУ-ын K_{20} прототип нь IPK-оос 39 мкг-ээр бага, 1948 онд 19 мкг бага, 1999 онд шалгахад ОУП-тэй бараг ижил масстай гарчээ.

БИЕТ ХЭЛБЭРИЙН ПРОТОТИПИЙГ ХЭРЭГЛЭХИЙН СУЛ ТАЛУУД



Килограмм нь биет байдлаар хадгалагддаг ганц эталон байв.

Олон улсын килограммын прототип болон түүний хуулбаруудын бодит масс нь янз бүрийн шалтгаанаар цаг хугацааны явцад өөрчлөгдөж иржээ. Хэдийгээр IPK нь маш сайн хяналттай орчинд хадгалагдаж байгаа ч атмосферийн бохирдлыг гадаргуу дээрээ шингээж авдаг. Ийм учраас, өдий хүртэл сайтар боловсруулсан аргыг ашиглан цэвэрлэж байсан боловч уг цэвэрлэгээ нь массыг хорогдуулсан байхыг үгүйсгэх аргагүй юм. Биет Килограммын прототипийн масс нь өөрчлөгдсөн бол ямар хэмжээгээр өөрчлөгдсөнийг мэдэх боломжгүй билээ. Харин ОУП ба бусад хуулбаруудын хоорондох зөрүү хэрхэн өөрчлөгдсөнийг мэдэж болно. Дээрх графикаар олон улсын прототип болон түүний албан ёсны хуулбаруудын харьцуулалтын үр дүнг харуулсан бөгөөд энэ үр дүнгээс харахад хуулбар эталонуудын масс 100 гаруй жилийн анхны шалгалт тохируулгаас хойш 50 мкг орчим өөрчлөгдсөн харагдаж байна.

ДАХИН ТОДОРХОЙЛОЛТ

Мөн олон улсын нэгжийн системийн бусад хоёр нэгж Ампер, кандел-ийн тодорхойлолтыг гаргаж авахад хэрэглэгддэг байв. Тиймээс сүүлийн жилүүдэд биет килограммыг агуулдаг олон улсын бүх нэгжүүдийг шинээр тодорхойлох санал гарах болсон бөгөөд 2005 оноос эхлэн судалгаа шинжилгээний ажлууд эрчимтэй явагдаж эхэлсэн.

Килограммыг ойлгох арга

Килограммыг дахин тодорхойлохын тулд үр дүнтэй байх ба эцсийн хэрэглэгчдэд үзүүлэх нөлөөг хамгийн бага байлгахын тулд Масс болон холбогдох хэмжигдэхүүний зөвлөлдөх хорооноос аль нэг аргын хэмжлийн эргэлзээг $2 \cdot 10^{-8}$ -ийн хүргэх шаардлагатай байв. Энэхүү эргэлзээг гаргаж авч чадах одоогийн аргууд нь Kibble баланс (Ватт баланс) болон X-Ray Crystal Density (XRCD) аргууд юм. (Эдгээр нь өнөө

үед Планкийн тогтмолын утгыг зорилтот эргэлзээтэй тодорхойлоход ашигладаг туршилтын аргууд юм. Энэ нь килограммыг дахин тодорхойлоход зориулагдсан.) Kibble баланс нь механик болон цахилгааны хүчийг тэнцүүлэх замаар Планкийн тогтмол утгаас туршилтын объектын массыг килограммаар тодорхойлно. Энэ нь хүчдэл, эсэргүүцэл, урт, цаг хугацааны нарийн хэмжилтийг шаарддаг. Хүчдэл ба эсэргүүцлийг хэмжихэд ашигладаг квантын цахилгааны эталонууд нь туршилтын объектын массыг Планкийн тогтмол утгатай холбоно. X-Ray Crystal Density (XRCD) туршилт нь Планкийн тогтмол болон цахиур 28 (Si28) атомын массын хоорондох нарийн холбоог ашиглана. Энэхүү арга нь цэвэр, дан-кристалл цахиурын 28-ын төгс бөмбөрцөг доторх атомын тоог тодорхойлох замаар Килограммыг тооцоолдог. Энэ тоо нь уртын хэмжлээр тодорхойлсон бөмбөрцгийн эзлэхүүний харьцаа, цацрагийн хэмжлээр тодорхойлогдох кристалл доторхи нэг атомын эзлэхүүний харьцаа юм. Кристаллыг туршилтын объектын массыг тодорхойлоход ашиглана.

Дээрх аргууд нь тайлбарлахад энгийн мэт боловч практикт маш төвөгтэй туршилтууд юм.

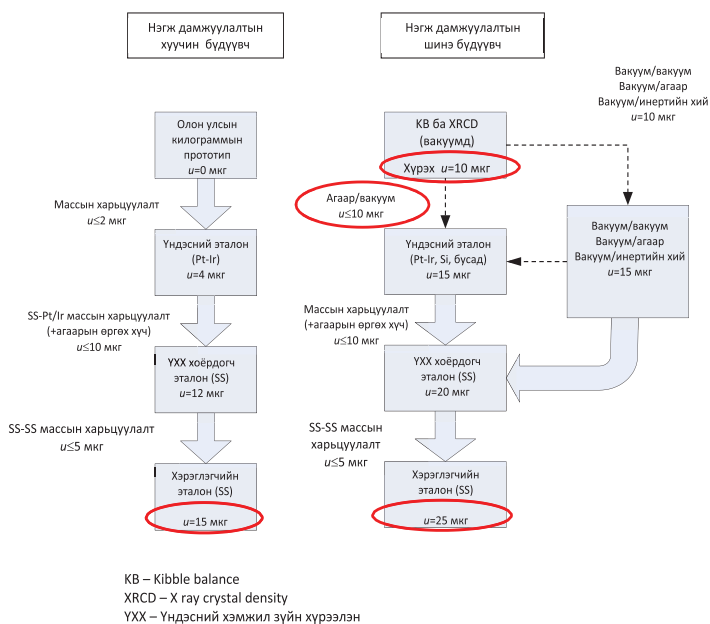
Килограммыг дахин тодорхойлохоос өмнө болон дараа тодорхойлогдсон SI системийн массын нэгжийн тасралтгүй байдлыг хангах, өөрөөр хэлбэл шинэ тодорхойлолтын дараах килограмм болон өмнөх килограммын хоорондох нийцтэй байдлыг хангах, цаашдаа олон улсын түвшинд нэгжийн нэгдмэл байдлыг хангахын тулд өөр хооронд нь тодорхой давтамжтайгаар харьцуулалт хийх болон юуны өмнө Олон улсын килограммын прототиптэй харьцуулах зайлшгүй шаардлагатай болж байгаа юм.

КИЛОГРАММЫГ ДАХИН ТОДОРХОЙЛОХЫН ДАВУУ ТАЛУУД

Килограммыг физикийн тогтмолоор тодорхойлох нь массын нэгжийн урт хугацааны тогтвортой байдлыг хангахын зэрэгцээ Ватт балансыг хийж чадвал газар зүйн байршлаас хамаарахгүйгээр хаана ч хэрэгжүүлэх боломжийг нээж өгч байгаа юм. Үүнээс гадна зарчмын хувьд 1 кг-ийн хэвийн утга бүхий массын нэгжийг ямар нэгэн нэгж дамжуулалтгүйгээр гарган авах боломжтой болох юм.

Массын нэгж Килограммыг дахин тодорхойлсноороо 1889 онд анх килограммын нэгжээр тодорхойлсноос хойш өдийг хүртэл масс нь тийм ч тогтвортой байгаагүй зөвхөн ганц биет зүйлээс хамаардаг байсныг халж байгаа юм. Хуучин тодорхойлолт нь газар зүйн хувьд зөвхөн ганц байрлалд тодорхойлох боломжтой ба ашиглах үед масст нь өөрчлөлт орох боломжтой гэх зэрэг

Массын нэгж дамжуулалт



маш олон асуудлууд байсан учраас олон улсын прототипийг маш ховор ашигладаг байсан.

Гэсэн хэдий ч, шинэ тодорхойлолтоос гарах үр ашгийг бүрэн дүүрэн хэрэгжүүлэхийн тулд килограммыг хэвийн утгын хүрээнд гаргаж чадахуйц хангалттай тооны лаборатори байх шаардлагатай юм. Одоогоор энэхүү шаардлага нь төдийлөн хангагдаж чадахгүй байгаа бөгөөд цаашдаа энэ талын судалгаа шинжилгээний ажилд анхаарлаа хандуулж, эрчимжүүлэх нь үндэсний Үндэсний хэмжил зүйн хүрээлэнгүүдийн үүрэг юм.

Дээр дурдсан $2 \cdot 10^{-8}$ эргэлзээ нь одоогоор килограммыг дахин тодорхойлоход ашиглах боломжтой гэж Масс болон холбогдох хэмжигдэхүүний зөвлөлдөх хороо (CCM)-оос хүлээн зөвшөөрч 2018 оны 11-р сарын 16-ны өдөр Олон улсын жин хэмжүүрийн Ерөнхий бага хуралд оролцсон Дэлхийн өндөр хөгжилтэй 60 улс орны төлөөлөгчдийн баталснаар 2019 оны 5-р сарын 20-ны өдрөөс хойш “Килограмм” нэгжийг Планкийн тогтмолоос гарган авахаар боллоо.

Килограммын шинэ тодорхойлолт

Килограмм бол SI системийн массын нэгж, тэмдэглэгээ **кг**. Планкийн тогтмолын $h = 6\,626\,070\,15 \cdot 10^{-34}$ Ж·сек утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд: Планкийн тогтмолын нэгж Ж·сек нь $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{сек}^{-1}$ -тэй тэнцүү бөгөөд метр ба секунд нь вакуум дахь гэрлийн хурд, Цезийн-133 атомын хэт нарийн түвшингийн цацаргалтын давтамжаар тодорхойлогдоно



ЦАГ ХУГАЦААНЫ НЭГЖ "СЕКУНД"-ЫН ҮҮСЭЛ ХӨГЖИЛ

Анх энэ ертөнцийг үүсгэсэн их тэсрэлтийн үеэс эхлэн юмс үзэгдэл хөдөлгөөнд орж цагийг анх үүссэн гэж үздэг. Өдрийг хамгийн анх цагт хуваасан хүмүүс бол Эртний Египетчүүд байлаа. Эрт дээр үед бол өдрийг нарны байрлалаар шинжиж, ажил амьдралаа зохицуулдаг байсан бол одон орны шинжлэх ухаан хөгжиж эхэлснээр цагийг илүү нарийвчлах шаардлагад тулгарсан. МЭӨ 3500 онд анхны нарны цагийг Египетчүүд өндөр хөшөөг ашиглан нарны тусгалыг газарт сүүдэртүүлэн өдрийг 10 жижиг хэсэгт хуваагаад үүнийгээ мөн өглөө, орой гэсэн хоёр хэсэгт хуваажээ. Гэвч энэ

бидэнд давтагдах хөдөлгөөнийг дэмжих энергийн үүсвэр хэрэгтэй мөн давтагдаж байгаа давтамжийг тоолж бидэнд үзүүлэх дэлгэц хэрэгтэй. Ингээд 1656 онд Кристиан Хаганс анхны дүүжин цагийг зохион бүтээсэн.

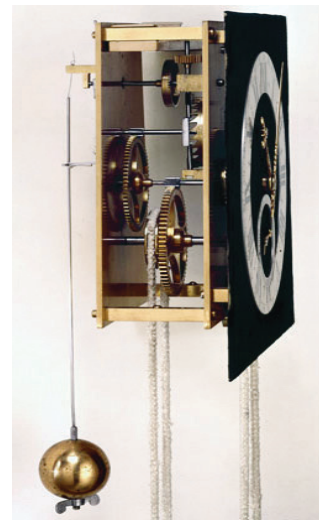
Цаг, давтамжийн түүхнээ томоохон алхам хийсэн хүн бол Варрен А.Мэrrисон бөгөөд 1929 онд механик цагт кварц суурилуулснаар цагийн нарийвчлалыг нэмэгдүүлээд зогсохгүй ирээдүйн цаг, давтамжийн хөгжилд үнэтэй хувь нэмэр оруулсан байна. Кварцыг зүсэхэд электрон урсгал үүсч, чичиргээ үүсэх ба энэ чичиргээний хүч нь



Анхны кварц цаг



Элсэн цаг



Дүүжин цаг

нарны цагийг тооцоход хүндрэлтэй байсан тул эрдэмтэд маш олон төрлийн цагийг хийж эхэлсэн ба цагийг хөдөлгөх хамгийн чухал зүйл нь юу вэ гэдгийг ойлгосон байна. Ихэнх энгийн цагт давтамж үүсгэгч энергийн үүсвэр болон цагийг үзүүлэх зориулалттай дэлгэц зэрэг байдаг аж. Ямар ч зүйл мөнхийн хөдөлгөөнд оршдоггүй учир

кварцын хэлбэр болон зүсэлтээс шууд хамааралтай байдаг байна. Анхны кварц цаг 3 метр өндөр, 2.5 метр өргөнтэй байжээ.

Цаг, давтамжийн түүхэнд дэх дараагийн томоохон үсрэлт нь давтамжийн оронд "атом"-ыг ашигласан явдал байлаа. Ингэснээр

дэлхий дахинаа Ньютоны хуулиас татгалзаж, Эйнштейнийн квант онол руу шилжсэн байна. Өөрөөр хэлбэл атом доторх электроны энергийн түвшин огцом өөрчлөгдөх үзэгдлээр анх 1879 онд цагийг илэрхийлэхийг оролдож байсан ба энэ нь цаашид хөгжсөнөөр 1949 онд Америкийн нэгдсэн улсын үндэсний стандарт, технологийн хүрээлэнд анхны атомын цагийг зохион бүтээж ашигласан. Ингээд хамгийн анх 1956 онд Олон улсын жин хэмжүүрийн ерөнхий бага хурлаар цаг хугацааны нэгж секундыг дэлхийн эргэлтийн мөчлөгөөр тодорхойлсон. 1967 онд олон улсын нэгжийн SI системд цаг хугацааны нэгж “секунд”-ыг вакуум дотор үндсэн төлөвтөө байгаа цезий-133 атомын хэт нарийн түвшингүүдийн хооронд шилжилт болоход үүсэх цацрагийн долгионы 9192631770 үетэй тэнцүү хугацаа гэж тодорхойлсон.

2018 оны 11-р сарын 16 ны Олон улсын Жин хэмжүүрийн 26 дугаар ерөнхий бага хурлаар баталсан Шинэ SI системд цаг хугацааны нэгж секундын энэ тодорхойлолтонд өөрчлөлт ороогүй ба харин дараах байдлаар томъёолсон. Үүнд :

“секунд” - тэмдэглэгээ [с.]

Секунд нь цаг хугацааны нэгж бөгөөд энэ нь үндсэн төлөвдөө буй Цезий -133 атомын хэт нарийн түвшингийн хооронд үүсэх шилжилтийн цацаргалтын давтамжийн

$\Delta\nu_{cs} = 9\ 192\ 631\ 770$ Гц тогтмол утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд давтамжийн нэгж Гц нь s^{-1} –тэй тэнцүү гэжээ. $\theta/x\ 1s = 9\ 192\ 631\ 770 / \Delta\nu_{cs}$

2013 онд Монгол Улс болон Бүгд Найрамдах Чех улсын хоорондын хамтын ажиллагааны хүрээнд “Цаг, давтамж ба уртын эталоныг шинэчлэх” төслийг амжилттай хэрэгжүүлснээр техник, тоног төхөөрөмжийг бүрэн шинэчлэн Цезий-133 атомын цаг CS-5071A-C001-ийн нарийвчлал 10^{-15} , давтамж 5 Мгц, 10 МГц, 1 PPS, дохио тогтворжилт 2.5×10^{-14} нарийвчлалтай ажиллаж байна. 2014 онд Цаг, давтамжийн эталоны лаборатори нь олон улсын зохицуулсан цагийн хуваарь UTC–г гаргахад хувь нэмэр оруулагч 74 дэх лабораториор бүртгэгдсэн

ба ингэснээр GNSS хүлээн авагч ба GPS, GALILEO, GLONASS, BEIDOU хиймэл дагуулаас 30 секунд тутамд авсан цагийн нарийн дохиог цезий атомын цагийн давтамжтай харьцуулж, үр дүнг олон улсын атомын цагийн байгууллага TAI ба BIPM рүү дамжуулан, үндэсний цагийн хуваарь UTC (MASM)-г гаргаж байна.

Одоогийн атомын цагууд нь маш өндөр нарийвчлалтай боловч урт хугацааны туршид хэдэн нано секундын алдаа өгсөөр байдаг. Тэгвэл оптик цаг нь цахилгаан соронзон спектрийн үзэгдэх гэрлийн давтамжтай цацаргалт бүхий атом, ионуудыг ашигладаг тул оптик цаг нь хамгийн сайн үзүүлэлттэй цезийн атомын цагаас ч илүү өндөр нарийвчлалтай давтамжийн утгыг гаргах боломжтой. Атомын резонанс нь цахилгаан ба соронзон орон зэрэг орчны нөлөөллүүдийг мэдрэхгүй байх нь атомын цагийн гол шаардлагуудын нэг болдог. Эдгээр цагний лазерууд нь 100 секундын терагерц давтамжтай бөгөөд цагууд нь нэг секундэд ойролцоогоор нэг сая тэрбумд хүрэх тоогоор илэрхийлэгдэх юм.

“Дараагийн Цезий” гэж юу болох талаар таамаглахад дэндүү эрт байна. Гэсэн хэдий ч АНУ-н үндэсний стандарт, технологийн хүрээлэн (NIST), ХБНГУ-н Физик техникийн хүрээлэн (PTB) болон дэлхийн бусад олон лабораториуд тохиромжтой цагийг боловсруулахын тулд хичээнгүйлэн ажиллаж байгаа бөгөөд тухайлбал иттербий (Yb), стронци (Sr), мөнгөн ус (Hg), хөнгөн цагааны (Al) атомыг ашиглаж болох боловч кальци (Ca)-г тохиромжтой атомын шилжилт учраас сонгосон ба шилжилтийн үед кальцийн атомууд энергийн үсрэлтээс хоёр хэсэг гэрлийг нэгэн зэрэг шингээх ба кальцийн цаг нь сая сая атомын дохиог дундажлан тооцдог байна. Мөнгөн усны ионы цаг нь мөнгөн усны нэг-атомаг хянахыг шаарддаг. АНУ-н үндэсний стандарт, технологийн хүрээлэн(NIST)-ийн судалгааны баг хөнгөн цагааны ионы атомын резонансыг ашиглан туршилтын цагийг хийж байна.

ХЗХ-ийн мэргэжилтэн Ж.Отгонтуул



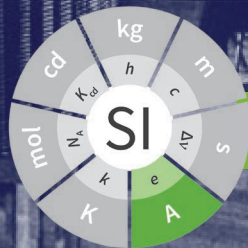
Кварц цаг



Цезий -133 атомын цаг



Нарны цаг



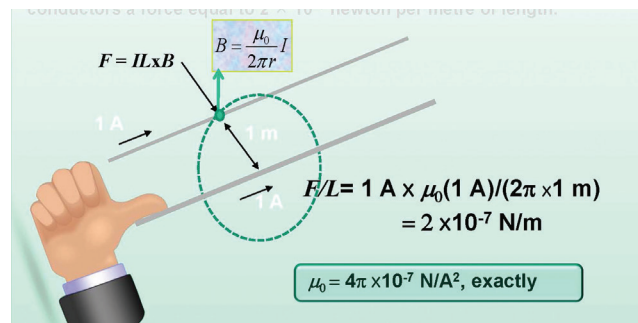
ГҮЙДЛИЙН ХҮЧНИЙ НЭГЖ "АМПЕР"

Цахилгааны хэмжил нь залгуураас урсан гарч бидний бүхий л амьдралын хэрэгцээг хангаж байгаа цахилгаан гүйдлээс эхлээд гэрэл, дулаан, хүч гэх мэт бүх төрлийн мэдрэгчийн мэдээлэл дамжуулах, цахилгаан холбоо, автоматжуулалт, эмнэлэг, сансар судлалын технологийн өндөр нарийвчлалтай хэмжил хүртэлх өргөн хэрэглээтэй юм.

Хувийг арьсаар зүлгэхэд үс болон тоос гэх зэрэг жижиг хэсгүүдийг татаж байгааг ажигласан эртний грекээс статик цахилгааны түүх эхэлнэ. Мөн цахилгаан/electricity гэсэн үг нь грекээр хув гэсэн утгатай электрон-ήλεκτρον гэсэн үгээс үүсэлтэй байна.

19-р зууны эхэн үеэс эхэлсэн цахилгааны эрчимтэй хөгжил нь шинжлэх ухаан болон хэмжилд чухал дэвшлийг авчирсан. Механик хүч нь цахилгаан генератор болон моторын үндэс болж цахилгаан гүйдэл үүсгэх ба амперийн тодорхойлолтын үндэс болсон юм. Цахилгаан гүйдлийн хүчний нэгж Ампер нь цахилгаан гүйдлийг түүний үүсгэж байгаа соронзон орны хэмжээтэй холбосон тэгшитгэлийг зохиосон Францын физикч **André-Marie Ampère**-ийн нэрээр нэрлэгдсэн SI системийн үндсэн нэгж юм.

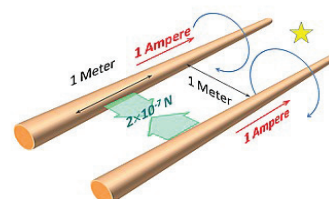
Жин ба хэмжүүрийн олон улсын 9 дүгээр бага хурлаас 1948 онд цахилгаан гүйдлийн нэгж болох "Ампер"-ийн тодорхойлолтыг дараах байдлаар тодорхойлсон байна. Үүнд "Ампер" нь вакуум дотор өөр хоорондоо 1 м-ийн зайд байрласан, хязгааргүй урт бөгөөд маш бага хөндлөн огтлолтой паралель 2 шулуун дамжуулагчаар гүйж өнгөрөхдөө дамжуулагчийн метр тутамд 2×10^{-7} Н-той тэнцүү харилцан үйлчлэх хүч үүсгэх үл өөрчлөгдөх цахилгаан гүйдэлтэй тэнцэнэ.



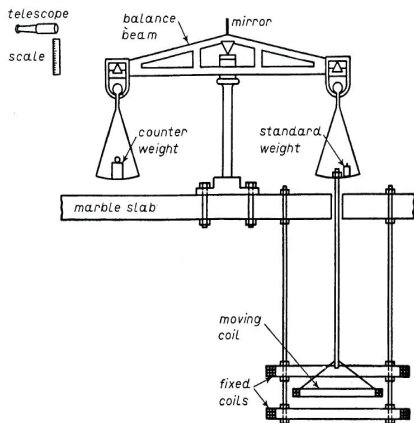
Энэ тодорхойлолт нь цахилгаан соронзон хуулинд үндэслэсэн ба соронзон тогтмол $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Nm}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ m.kg.s}^{-2} \cdot \text{A}^{-2}$. утгыг тодорхойлсон.

Тиймээс үндсэн нэгж Ампер болон бусад бүх цахилгааны нэгжүүд нь метр, килограмм, секунд гэсэн үндсэн нэгжүүдтэй энэ байгалийн үндсэн тогтмолоор холбогдож байв.

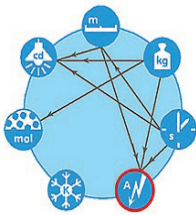
"Ампер"-ийг хэмжихдээ олон тооны цахилгаан болон механик хэрэгслүүдийг багтаасан "гүйдлийн баланс" ашиглаж байсан ба энэ нь 10^{-7} хэмжлийн эргэлзээгээр хязгаарлагдаж орчин үеийн хэрэглээнд тохирсон нарийвчлалыг хангаж чадахгүй байлаа.



Rayleigh Ampere Balance



Квант физикийн шинэ нээлтүүд бий болж 1970 оноос (1) Жозефсоны эффект дээр үндэслэсэн цахилгаан хүчдэл, (2) Квант Холлын эффект дээр үндэслэсэн цахилгаан эсэргүүцлийн эталонуудыг 10^{-9} эргэлзээтэй гарган авснаар 1990 онд Олон улсын Жин ба хэмжүүрийн олон улсын бага хурлаас цахилгаан хэмжлийн тусгайлсан нэгж



болгон ашиглахаар тогтсон байна.

(1) Жозефсоны эффект: Хэдэн нанометрийн хэмжээтэй маш нимгэн тусгаарлах түвшингээр тусгаарлагдсан хоёр супер дамжуулагчид микродолгион өгөхөд дамжуулагчдын хооронд микродолгионы давтамж f болон хоёр үндсэн тогтмолын харьцаанаас хамаарсан дискрет хүчдэлийн түвшин үүснэ.

$$V_n = n \cdot \frac{h}{2e} \cdot f$$

Энд: $n = 1, 2, 3, \dots$ шатлалын дугаар, h - Планкийн тогтмол, e - эгэл цэнэг.

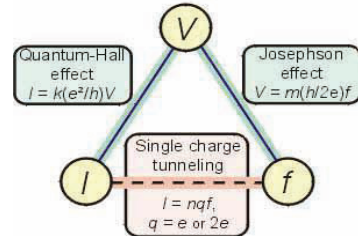
Жозефсоны тогтмол K_J нь $2 e/h$ буюу $K_J = 483 597.848 416 984 \text{ Гц } \text{V}^{-1}$.

(2) Квант Холлын эффект: Өндөр соронзон оронд, маш бага температурт ажиллах хагас дамжуулагчид өгч байгаа гүйдэл болон Холлын хүчдлээс Холлын эсэргүүцэл үүсэх ба энэ нь h/e -тэй тэнцүү ба

Үүнийг Von-Klitzing тогтмол R_K гэх ба $h/e^2 = 25 812.807 459 3045 \text{ Ом}$ болно.

Жин хэмжүүрийн олон улсын товчоо нь 2005 онд SI системийн үндсэн нэгжийг байгалийн тогтмол ашиглан дахин тодорхойлоход бэлтгэж “Ампер”-ийг эгэл цэнэгээр квантлагдсан цэнэгийн урсгалаар тодорхойлох судалгааны ажлууд хийгдэж эхэлсэн.

The Metrology Triangle



2011 оны Олон улсын жин ба хэмжүүрийн ерөнхий чуулганаас “Ампер нь цахилгаан гүйдлийн нэгж хэвээр байх ба SI системд нэгж нь $\text{s} \cdot \text{A}$ байх C тэмдэглэгээгээр илэрхийлэгдэх эгэл цэнэг $1.602 17 \times 10^{-19}$ -ийн тоон утгаар тохируулагдах болно” гэж томъёолжээ.

“Ампер”-ийг шинэ тодорхойлолтоор хэмжихийн тулд ХБНГУ-ын Физик Техникийн Хүрээлэн РТВ-д хэдэн нанометрийн өргөнтэй нимгэн-хальст технологит бүтэцтэй, f давтамжтай нэг электрон урсах шахуурга ба өсгөгчийн аргыг нэвтрүүлж, шахуургын оролт ба гаралтын гүйдлүүдийг хүчдэлд хувиргаж эдгээр хүчдлийн зөрүүг Жозефсон хүчдэлийн эталон ашиглан хэмжсэнээр $I = e \cdot f$ квантлах гүйдлийн 96 nA утгыг $0.16 \text{ }\mu\text{A/A}$ харьцангуй эргэлзээтэй хэмжиж байна. 2018 оны CGPM-ын 26-р бага хурлаас гүйдлин хүчний нэгж Амперийг дараах байдлаар шинэчлэн тодорхойлсон.

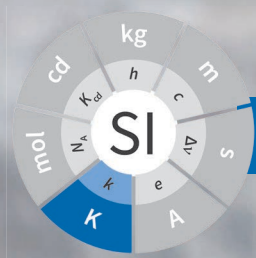
Ампер

Цахилгаан гүйдлийн хүчний нэгж Ампер нь эгэл цэнэгийн $e = 1.602 176 634 \times 10^{-19}$ Кл дахин тогтоогдох утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд эгэл цэнэгийн нэгж Кл нь $[\text{A} \cdot \text{s}]$ -тай тэнцүү ба секунд нь $\Delta\nu_{\text{Cs}}$ -ийн утгаар тодорхойлогдоно.

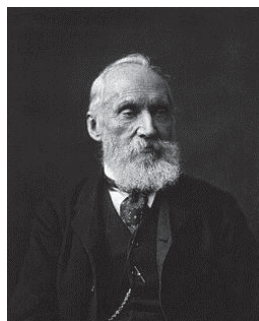
$$1 \text{ A} = e(1.602 176 634 \times 10^{-19}) \text{ s}^{-1} = 6.789 686 \dots \times 10^8 \Delta\nu_{\text{Cs}}$$

Байгалийн суурь тогтмолоор тодорхойлогдож байгаа шинэ тодорхойлолт нь хэмжлийн эталоны урт хугацааны тогтворжилтийг хангаж, шинжлэх ухаан, технологи, микро болон нано электроник, мөн эрүүл мэнд болон хүрээлэн буй орчны хэмжил зүйд өөрчлөлт авчирж, илүү өндөр нарийвчлалтай шалгалт тохируулга хийх боломж олгоно.

ХЗХ-ийн ахлах мэргэжилтэн Ж.Ариунтунгалаг



ТЕМПЕРАТУРЫН НЭГЖ "КЕЛЬВИН"



Уильям Томсон
(Лорд Кельвин)

Кельвин нь Олон улсын нэгжийн SI системийн үндсэн 7 нэгжийн нэг болох температурын хэмжлийн нэгж юм. Британы эрдэмтэн Уильям Томсон (Лорд Кельвин) нь 1848 онд Термодинамик температурын хуваарийг тогтоосон. Үүнд хэмжлийн нэгжийг нь өөрийн нэрээр буюу Кельвин [K] гэж тэмдэглэсэн. Кельвин буюу

Термодинамикийн температур нь термодинамикийн хоёрдугаар хуулиар тодорхойлогддог. Термодинамикийн хоёрдугаар хуульд онолын үүднээс байж болох хамгийн бага температурыг 0 гэж үздэг бөгөөд энэ нь абсолют тэг хэм гэж нэрлэгддэг. Абсолют тэг хэмд ямар ч бие болон бодис байж болох хамгийн бага хөдөлгөөнтэй байх ба үүнээс илүү хөрч чадахгүй. Кельвиний хэмжээс нь ахуйн амьдралд хэрэглэгддэггүй ч физикийн шинжлэх ухаанд түгээмэл хэрэглэгддэг.

Олон улсын нэгжийн SI системийг 1960 онд баталснаас хойш хэд хэд чухал өөрчлөлтүүд орсон. 2018 оны 11 дүгээр сарын 26-нд Олон улсын жин ба хэмжүүрийн ерөнхий бага хурлаар SI системийн үндсэн нэгжийг байгалийн суурь тогтмол дээр тулгуурлан шинэчлэн баталсан билээ. Энэ хурлаар 1967 оны Олон улсын жин ба хэмжүүрийн 13-р хуралдаанаар баталсан **Термодинамик температурын нэгж Кельвин нь усны гурвалсан цэгийн термодинамик температурын 1/273,16-тай тэнцүү гэсэн** тодорхойлолтыг хүчингүйд тооцож, олон улсын нэгжийн систем дэх "Кельвин"-ы шинэ тодорхойлолтыг дулааны энергитэй холбож өгсөн физикийн тогтмол буюу Больцманы тогтмол дээр үндэслэн баталсан.

Үүнд: **Кельвин нь термодинамик температурын нэгж бөгөөд энэ нь Больцманы тогтмолын $k=1.380\ 649 \cdot 10^{-23} \text{ Ж} \cdot \text{К}^{-1}$ тоон утгаар тодорхойлогдох ба Больцманы тогтмолын нэгж $\text{Ж} \cdot \text{К}^{-1}$ нь $\text{кг}, \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{К}^{-1}$ тэнцүү бөгөөд $\text{кг}, \text{м}, \text{с}$ нь $\text{h}, \text{сек}, \Delta v_{\text{cs}}$ -аар тодорхойлогдоно.**

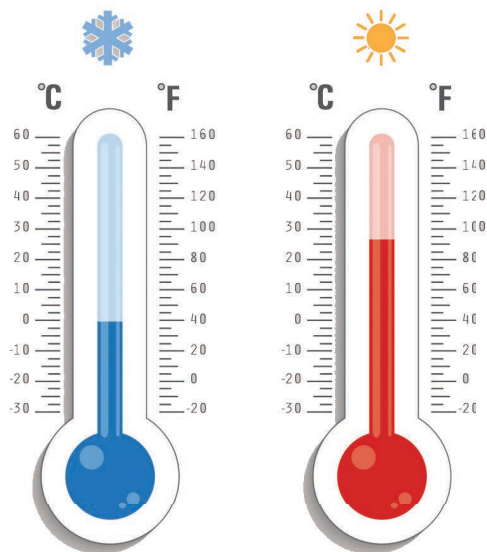
$$1\text{K} = (1.380\ 649 \times 10^{-23} / k) \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{с}^{-2} = 2.266\ 665 \dots \Delta v_{\text{cs}} \text{ h} / k$$

Стандарт, Хэмжил зүйн газрын Хэмжил зүйн хүрээлэнгийн Температурын эталоны лаборатори нь Температурын нэгж Кельвинийг гаргах, хадгалах, нэгж дамжуулах, хөгжүүлэх, эталоныг гадаад харьцуулалтад хамруулах чиглэлээр үйл ажиллагаа явуулдаг. Манай лабораторийн хувьд одоогийн байдлаар Олон Улсын Температурын Хуваарь 90-ийн тогтоосон цэгүүдээс 273,16K буюу Усны гурвалсан цэгийг шингэн азот (-196°C) ашиглан хөлдөөх замаар гарган авч нэгж дамжуулдаг.



Температурын хэмжлийн нэгж кельвин, [K]-ийн өөрчлөлтийн талаар хэрэглэгчдэд өгөх зөвлөмж:

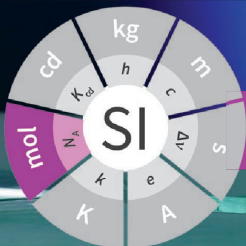
- Кельвин нь температурын хэмжлийн практикт болон нэгж дамжуулалтад шууд нөлөө үзүүлэхгүйгээр өөрчлөгдсөн бөгөөд ихэнх хэрэглэгчдийн хувьд энэ нь ажиглагдахгүй өнгөрнө.
- Шинэ тодорхойлолт нь цаашдын сайжруулалтын үндэс суурь болох ба шинэ, илүү өндөр нарийвчлалтай ялангуяа хэт өндөр температурын арга техникийг хөгжүүлэхэд материаллаг болон технологийн бэрхшээл үүсэхгүйгээр шинэ тодорхойлолт гарсан бөгөөд SI системтэй уялдаж температурын нэгж дамжуулалт хангагдана.
- шинэ тодорхойлолтоор термодинамикийн температурын хэмжил болон ITS-90 , PLTS-2000 хуваарь /Provisional Low Temperature Scale/-ийн дагуу тодорхойлсон анхдагч аргыг тайлбарласнаар Кельвинийг практикт хэрэглэх зааварчилгаа нь дэлхий дахинаа түгээхэд дэмжлэг үзүүлнэ.



ХЗХ-ийн техникч Ц.Лхагвасүрэн

ТЕМПЕРАТУРЫН ХЭМЖЛИЙН НЭГЖИЙН ҮҮСЭЛ ХӨГЖИЛ

Нэгж	Нэгжийн тэмдэг	доод тогтоосон цэг F_1	дээд тогтоосон цэг F_2	Нээгч эрдэмтэн	Нээгдсэн он	Хэрэглээний тархал
Рёмерийн градус	$^{\circ}R\theta$	$T_{x,цэг}(H_2O) = 0^{\circ}R\theta$	$T_{б,цэг}(H_2O) = 60^{\circ}R\theta$	$\{\frac{F_{2}-F_{1}}{60}\}$ Оле Рёмер	1701	байхгүй
Ньютоны градус	$^{\circ}N$	$T_{x,цэг}(H_2O) = 0^{\circ}N$	$T_{б,цэг}(H_2O) = 33^{\circ}N$	$\{\frac{F_{2}-F_{1}}{33}\}$ Исаак Ньютон	≈ 1700	байхгүй
Реомюрагийн градус	$^{\circ}R\acute{e}, ^{\circ}Re, ^{\circ}R$	$T_{x,цэг}(H_2O) = 0^{\circ}R\acute{e}$	$T_{б,цэг}(H_2O) = 80^{\circ}R\acute{e}$	$\{\frac{F_{2}-F_{1}}{80}\}$ Рене Антуан Ферчаулт де Реомюр	1730	Баруун европ, 19-р зууны сүүл хүртэл
Делислийн градус	$^{\circ}De, ^{\circ}D$	$T_{x,цэг}(H_2O) = 150^{\circ}De$	$T_{б,цэг}(H_2O) = 0^{\circ}De$	$\{\frac{F_{2}-F_{1}}{150}\}$ Жосеф-Николас Делисле	1732	ОХУ (19-р зуун)
Ранкины градус	$^{\circ}Ra, ^{\circ}R$	$T_0 = 0^{\circ}Ra$	–	$1^{\circ}Ra; \{\mathrel{\mathop{\text{def}}{=}}; 1^{\circ}F\}$ Уильям Ранкин	1859	Америк тив
Фаренгейтын градус	$^{\circ}F$	$T_{херг.} = 0^{\circ}F$	$T_{хун} = 96^{\circ}F$	$\{\frac{F_{2}-F_{1}}{96}\}$ Даниель Фаренгейт	1714	Америк тив
Цельсийн градус	$^{\circ}C$	$T_{x,цэг}(H_2O) = 0^{\circ}C$	$T_{б,цэг}(H_2O) = 100^{\circ}C$	$\{\frac{F_{2}-F_{1}}{100}\}$ Андерс Цельс	1742	дэлхий даяар
Кельвин	K	$T_0 = 0 K$	$T_{гцц}(H_2O) = 273,16 K$	$\{\frac{F_{2}-F_{1}}{273,16}\}$ Уильям Томсон	1848	дэлхий даяар (СИ-систем)



БОДИСЫН ТОО ХЭМЖЭЭНИЙ НЭГЖ "МОЛЬ"

1971 онд CGPM-ийн 14 дүгээр ерөнхий бага хурлын шийдвэрээр бодисын тоон хэмжээний нэгж "моль"-ийг SI системд нэмж 7 дахь үндсэн нэгжээр баталсан бөгөөд үүнд "Нүүрстөрөгчийн 0.012 кг масстай 12 изотопод агуулагдах жижиг хэсгийн тоог "моль" гэж тодорхойлсон. Жижиг хэсгийн тоо ойролцоогоор 6.0221023 тэцүү буюу үүнийг Авогадрын тогтмол, N_A гэнэ.



Амадео Авогадро
(1776-1856)

Молийн нэгжийн үүсэл:

Авогадрын таамаг: Адилхан температур, даралтад байгаа ижил эзлэхүүнтэй хийнүүд нь адил тооны молекул агуулсан байна. Тэр цагаас эхлэн нэг моль бодис дахь атом, молекулын тоог "Авогадрын тоо" гэж шинжлэх ухаанд нэрлэх болжээ. Авогадрын тоо нь физикийн ихэнх тогтмолыг тодорхойлоход чухал үүрэг гүйцэтгэсэн.

Авогадрын төсөл:

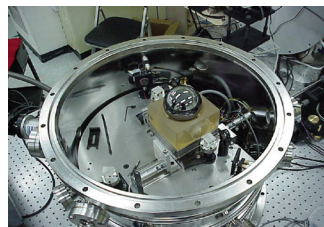
1970 он Германд цахиур (Si)-ын кристалл талст оронт торын хоорондын зайг интерферометрээр хэмжсэнээр Авогадрын төсөл эхэлсэн юм. 1990 оны эхээр Олон улсын Авогадрын нийгэмлэгээс Авогадрын тоог хангалттай нарийвчлалтайгаар тодорхойлохоор шинэ төслийг эхэлсэн.



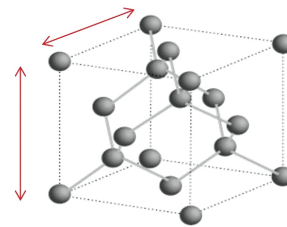
NIST, PTB, NIM, METAS, NPL, INRIM, IRMM

- 1 кг масстай, Si-28
- Талст орон торын параметрууд

Цахиур (Si-28)



Интерферометр



Цахиурын кристалл талст оронт тор

$$N_A = \frac{nMV}{mv_0}$$

Харин нүүрстөрөгч-12 атомын оронд 1 кг масстай гадаргууг нь маш сайн цэвэрлэсэн, жигд талст бүхий цахиур (Si) 28-ийн бөмбөрцгийг ашигласан. 94 мм диаметртэй бөмбөрцөг доторхи атомын тоог зөв тооцоолохын тулд маш онцгой материал шаардлагатай болсон. Хэмжлийн эргэлзээг бага байлгахын тулд дэлхий дээр маш төгс байж болох силикон бөмбөрцгийг хийж туршиж эхэлсэн байна. Энэ бөмбөрцгийн гадаргуу нь маш гөлгөр бөгөөд хэрэв Дэлхийн хэмжээгээр томруулбал хамгийн өндөр цэгээс хамгийн нам цэг хүртэл ердөө 3-5 м байх байсан. $6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ моль⁻¹

"Олон Улсын нэгжийн SI системд "МОЛЬ" – нь бодисын тоон хэмжээний нэгж бөгөөд нэг моль-д Авогадрын тоо, N_A $6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ тооны жижиг хэсгүүд агуулагдана. Жижиг хэсгүүд нь атом, молекул, электрон орно. Энэ тоо нь моль⁻¹ нэгжээр илэрхийлэгдэнэ.

$$1 \text{ моль} = \left(\frac{6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}}{N_A} \right)$$

ХХШБГ-ын мэргэжилтэн Х.Отгонбазаррагчаа



ТООЛУУРЫН УХААЛАГ СИСТЕМ

Тоолуурын ухаалаг систем нь техник хангамж, программ хангамж болон AMI Network сүлжээний харилцааны бүрдэл хэсгүүд (ж.н. дата концентратор) болон тоолууртай харилцан ажиллаж ашиглалтад оруулах, шалгах, ажиллуулах, удирдах, оновчлоход шаардлагатай техникийн програмаас бүрддэг. IT сервер өрөөний орчинд ажилладаг, үйлдвэрлэлийн стандарт үйлдлийн систем (Windows Server, Linux)-тэй, эцсийн хэрэглэгчийн даалгаврыг гүйцэтгэх интернэт броузерт суурилсан программын интерфэйстэй, тусдаа эсвэл хуваалцдаг серверт (виртуал машин) суулгасан программ хангамж юм.

Тоолуурын ухаалаг нь дараах гол онцлогуудыг агуулсан:

1. AMI Network (дата концентратор, тоолуур гэх мэт) хяналт хийдэг
2. AMI Network болон тоолуурын ажиллагаа, техник үйлчилгээ үзүүлдэг
3. Тоолуурын заалтыг (заалт авах хуваарийг тохируулах, заалтыг унших, болон хэрэгцээтэй үед заалтыг унших гэх мэт) нэг, бүлэг, болон дурын тооны тоолуурт хийдэг
4. Тоолуурын тарифыг алсаас програмчилдаг
5. Тоолуурын программыг алсаас шинэчилдэг
6. Хулгайн сэдэлтэй оролдлогыг бүртгэх болон тоолуур/өгөгдлийн концентраторын бусад сэрэмжлүүлэг дохиог мэдээлэх үйлдэлтэй
7. Тайланг дурын байдлаар өөрөө тохируулах хэрэгсэлтэй
8. Мэдээллийн технологийн аюулгүй байдлыг хангасан
9. Эрхийн олон төрлийн түвшинтэй ба хэрэглэгчийн нэр нууц үгээр нэвтэрдэг
10. Компанийн хэрэглэгчийн вэб сайтын интерфэйсийг шууд эсвэл өөр программаар дамжуулж дэмжих боломжтой
11. Олон төрлийн (ус, дулаан, хий гэх мэт) тоолуурыг дэмжиж ажилладаг
12. Мэдээлэл дамжуулах өгөгдлийн шин буюу enterprise service bus-тай холбогдох боломжтой

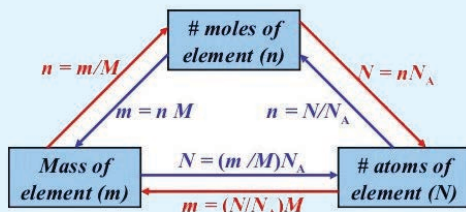
Тоолуурын ухаалаг систем нь бүх ухаалаг тоолуур болон AMI төхөөрөмж (өгөгдлийн концентраторууд)-ийн мэдээлэл, командыг удирдана. Тоолуурын ухаалаг систем нь интервалт заалтыг авахын зэрэгцээ сүлжээг удирдаж, төлөвлөсөн хугацаанд болон шаардлагатай үед хүссэн тооны тоолуур, AMI төхөөрөмжүүдээс мэдээлэл авдаг. Мөн сайтар хамгаалагдсан ерөнхий бүтэцтэй, тэр нь тухайн компанид ашиглаж байгаа ямар ч хамгаалалтын дэд бүтэцтэй нэгдэж ажиллах боломжтой. Тоолуурын ухаалаг систем нь уг системийг удирдах, ашиглах хэрэглэгчдийг тодорхойлж өгдөг системийн удирдлагын хэрэгсэлтэй.

Тоолуурын ухаалаг Систем-Ерөнхий үзүүлэлтүүд

Тоолуурын ухаалаг систем нь системийн бүх тоолуур, өгөгдлийн концентратороос мэдээллийг цуглуулж, цуглуулсан мэдээллийг хамгаалагдсан өгөгдлийн санд хадгалдаг мөн серверт хадгалсан болон анализ хийсэн өгөгдлийг хэрэглэхэд хялбар график интерфэйсээр дэлгэцээр харуулдаг.

Тоолуурын ухаалаг систем нь тухайн компани өөрөө системийн техник хэрэгсэл, программ хангамжийг эзэмшиж, хянаж, удирддаг серверийн шийдэлтэй.

Relationships between Mass, Mole, and Avogadro's Number



n: number of moles
m: mass
M: molar mass
N: number of atoms
NA: Avogadro's number, 6.022×10^{23}

Шийдлийн хүрээнд ашигласан бүх өгөгдлийг тухайн компани бүрэн эзэмших бөгөөд ямар нэг гуравдагч этгээд ашиглах боломжгүй.

Программ хангамж нь өгөгдлийн концентратор болон WAN сүлжээнд ажилладаг тоолууртай IEC 62056 DLMS/COSEM, IEC62056-21:2002, EN 13757 Meter-Bus, IEC 61158 PROFIBUS гэсэн олон улсын холболтын протоколуудаар дамжин холбогддох боломжтой.

Тоолуурын ухаалаг техникийн параметрууд:

- Ажиллах цаг: Тасралтгүй горимд буюу 24цаг x 7 хоног x 365 өдөр
- Өгөгдлийг хадгалах хугацаа сараар: 5 жил x 12 сар (стандарт хувилбар)
- Холбогдох тоолуурын тоо LAN: Хязгаарлалт байхгүй
- Холбогдох тоолуурын тоо GRPS: Хязгаарлалт байхгүй
- Холбогдох тоолуурын тоо PLC: Хязгаарлалт байхгүй
- Өдөрт авах заалтын дундаж тоо Бүх тоолуур x 24ц x 4у (15 минутын интервалаар)
- Өдөрт авах өгөгдлийн заалтын дундаж тоо: Бүх тоолуур x 12 (дунджаар нэг тоолуурт 12 өгөгдөл)

Тоолуурын ухаалаг систем – Хамгаалалт

Тоолуурын ухаалаг систем нь дотооддоо (иж бүрдлийн хооронд) болон гадааддаа (тоолуур болон дээд түвшний систем хооронд) хамгаалагдсан холболтыг үүсгэдэг.

Тоолуурын ухаалаг систем нь хэрэглэгчийн хэд хэдэн түвшинтэй (role-based) хандалтын хяналттай ба хэрэглэгч болон бүлгийн хамгаалалтын эрх болон өгөгдлийн сан, онцлог функцэд нэвтрэх эрх олгох дээр үндэслэсэн нэвтрэлт танилтын (authentication) бодлогыг дэмждэг.

- Тодорхой өгөгдлүүдэд хандах эрх
- Тодорхой өгөгдлүүдийг өөрчлөх эрх
- Үйлдлийг (заалт авах, тохируулах гэх мэт) гүйцэтгэх эрх
- Тоолуурын ухаалаг систем хамгаалагдсан алсын хандалт, нэвтрэлт, нууц үгээр хангадаг.

Тоолуурын ухаалаг системийн программ хангамж нь өгөгдлийн концентратор, WAN сүлжээнд ажилладаг ухаалаг тоолуур болон Тоолуурын ухаалаг систем хооронд өгөгдлийг солилцохдоо шифрлэлт нууцлал/нууцлалыг тайлах аргыг ашигладаг.

Тоолуурын ухаалаг систем–Түгээх компанийн Операторын Интерфейс

Тоолуурын ухаалаг системийн шийдэл нь түгээх компанийн ажилтнууд ажил үүргээ хэрэгжүүлэхэд зориулсан Windows-т суурилсан хамгаалагдсан программтай.

Тоолуурын ухаалаг систем–Түгээх компанийн Хэрэглэгчийн Интерфейс

Тоолуурын ухаалаг системийн шийдэл нь түгээх компанийн хэрэглэгчид цахилгааны зарцуулалтын өгөгдөлдөө хандах вэбд суурилсан хамгаалагдсан интерфэйстэй. Хэрэглэгч жил, сар, долоо хоног, цаг, 15 минутын зарцуулалтын өгөгдөлдөө хандах боломжтой.

ХХШБГ-ын ахлах мэргэжилтэн Л. Гэндэнжамц

