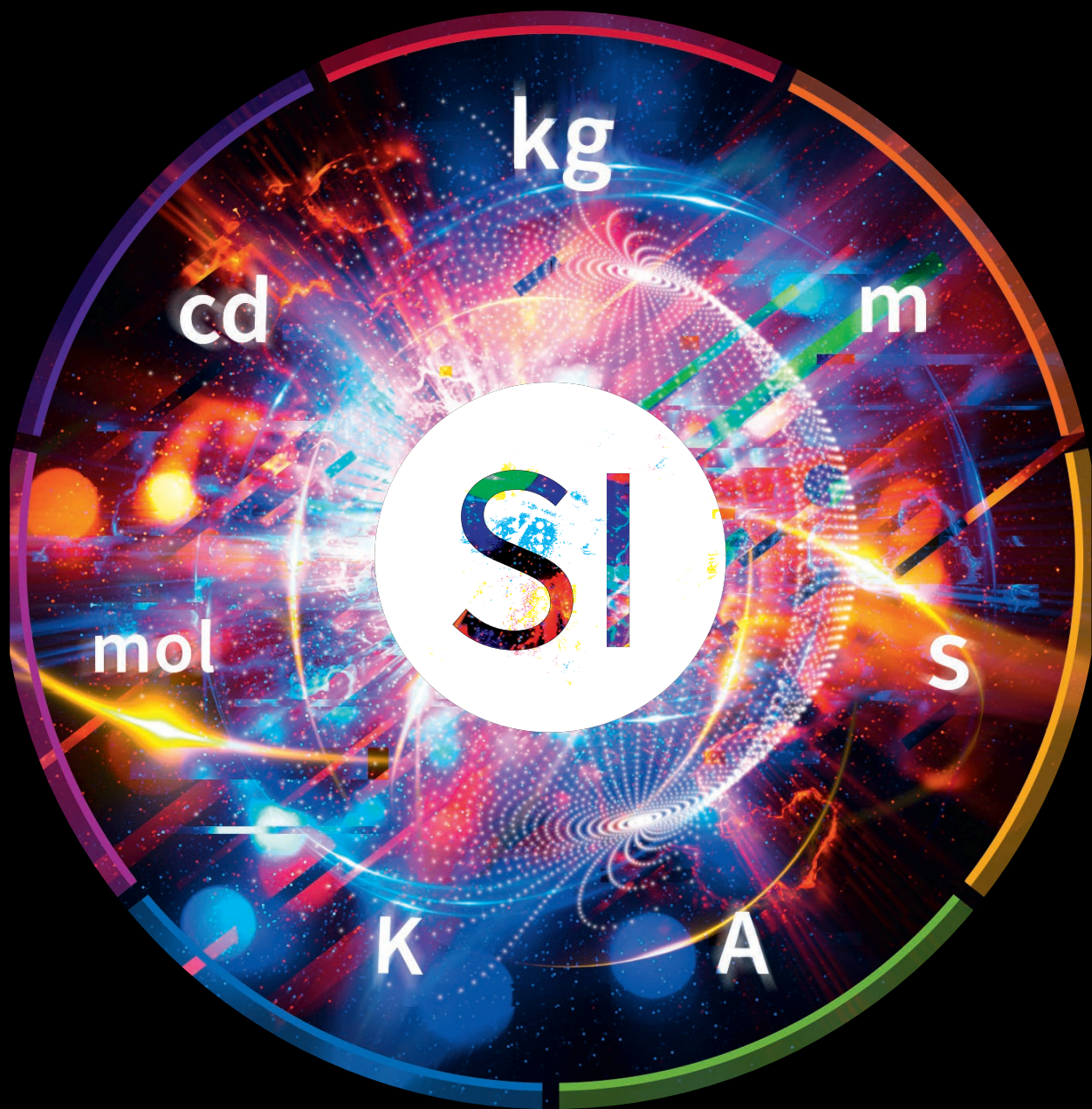


ЧАНАР - БИДНИЙ ЗОРИЛТ

# СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛЗҮЙ

СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ГАЗРЫН ХЭВЛЭЛ /2018 ОН №01/



**ДЭЛХИЙН ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ӨДӨР 2018**

ОЛОН УЛСЫН НЭГЖИЙН "SI" СИСТЕМ - БАЙНГЫН ХУВЬСАЛ

[WWW.MASM.GOV.MN](http://WWW.MASM.GOV.MN)





ЧАНАР - БИДНИЙ ЗОРИЛТ

# СТАНДАРТ, ХЭМЖИЛЗҮЙ

## СЭТГҮҮЛИЙН РЕДАКЦИЙН ЗӨВЛӨЛ

Сэтгүүлийн эрхлэгч:

Б.Эрдэнэзул

Нарийн бичгийн дарга:

Д.Мөнхжин

Гишүүд:

Д.Бэхбат  
Г.Батзориг  
З.Мөнхбат  
Д.Дашдулам  
Д.Өнөрбилэг  
Д.Батзоригт  
Б.Ууганбаяр

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](http://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](mailto:standard@masm.gov.mn)

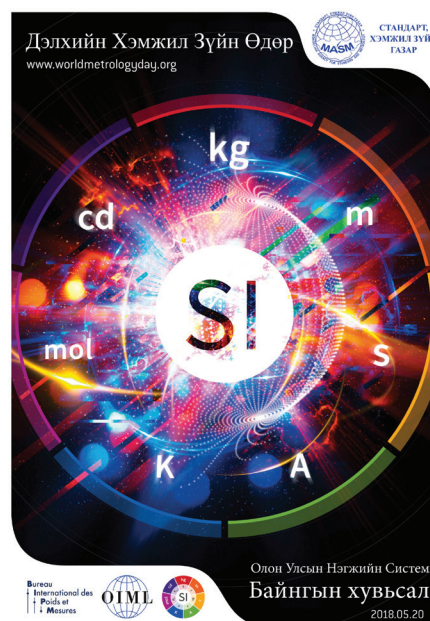
[press@masm.gov.mn](mailto:press@masm.gov.mn)

[www.masm.gov.mn](http://www.masm.gov.mn)

## АГУУЛГА


### ДЭЛХИЙН ХЭМЖИЛ ЗҮЙН ӨДӨР – 2018

- Олон улсын хуулийн зохицуулалттай хэмжил зүйн байгууллага (BIML)-ын захирлын мэндчилгээ
- Олон улсын жин хэмжүүрийн товчоо (BIPM)-ны захирлын мэндчилгээ
- Олон улсын нэгжийн шинэ “SI” систем
- Байршил тодорхойлох системийн үндсэн зарчим
- “Килограмм” түүх, тодорхойлолт, дахин тодорхойлолт
- Нивилерийн рейкны шалгалт тохируулгын компаратор
- Монгол - Хятадын хамтарсан судалгааны ажлын төсөл хэрэгжиж эхэллээ
- “10-100 Мпа хэмжих хязгаарт шингэний даралтын эталоны олон улсын харьцуулалт”-ын үр дүнг хэлэлцэв



 [www.facebook.com/Стандарт\\_хэмжил\\_зүйн\\_газар](https://www.facebook.com/Стандарт_хэмжил_зүйн_газар)

 [www.youtube.com/Стандарт\\_хэмжил\\_зүйн\\_газар](https://www.youtube.com/Стандарт_хэмжил_зүйн_газар)

 [www.masm.gov.mn/TV](http://www.masm.gov.mn/TV) Стандарт, хэмжил зүйн газрын цахим телевиз

# ОЛОН УЛСЫН ХУУЛИЙН ЗОХИЦУУЛАЛТТАЙ ХЭМЖИЛ ЗҮЙН БАЙГУУЛЛАГА (VIML)-ЫН ЗАХИРЛЫН МЭНДЧИЛГЭЭ



## ОЛОН УЛСЫН НЭГЖИЙН (SI) СИСТЕМИЙН – БАЙНГЫН ХУВЬСАЛ



VIML-ын захирал  
СТЕФЕН ПАТОРЭЙ

2018 оны Дэлхийн Хэмжил зүйн өдрийг “Олон улсын нэгжийн “SI” систем - байнгын хувьсал” сэдвийн хүрээнд тэмдэглэн өнгөрүүлнэ. Энэ өөрчлөлт нь “SI” системийн хэд хэдэн үндсэн нэгжийг дахин тодорхойлох хамгийн сайн аргыг олох олон зуун хэмжил зүйчдийн нөр их ажлын үр дүнд бий болсон. Олон улсын нэгжийн “SI” системийн өөрчлөлт нь хуулийн зохицуулалттай хэмжил зүйд шууд нөлөөлөхгүй, учир нь хэрэглэгчид одоо хэрэглэж байгаа эх сурвалжаас шинэ системийн нэгж дамжуулалтыг хангах юм. Гэвч хэмжлийн тодорхой нэгжүүдийг бий болгох аргууд, зарим тохиолдолд нэгж дамжуулалтын тогтолцоог хэрхэн бий болгох аргууд өөрчлөгдөнө.

Шинэ “SI” систем бүхэлдээ физикийн суурь тогтмолын утгууд дээр үндэслэсэн байна. Энэ томоохон өөрчлөлт нь 1960-аад оноос эхэлсэн, тухайлбал 1967-1968 онд цаг хугацааны нэгж “секунд”, 1983 онд уртын нэгж “метр”-ийг дэлхийн эргэлт, хэмжээ болон атомын цахилгаан соронзон тогтмол дээр үндэслэн дахин тодорхойлсон билээ.

Хамгийн гол нь бидний ихэнх маань сургуульд заалгаж өнөөг хүртэл бат хөдөлшгүй тогтсон ойлголтууд одоо өөрчлөгдөж байна. Парис хотын ойролцоо гурван давхар түгжээний цаана хадгалагдаж буй массын эталон цагаан алтан “килограммын прототип” маань 137 жилийн дараа бага багаар халаагаа өгөх үе ирлээ.

“SI” нь тухайн үедээ тогтмол гэгдэж байсан дэлхийн эргэлт, түүний хэмжээ болон анхлан тогтмол эзэлхүүнтэй усны жингээр тодорхойлж хожим цагаан алтан биетийн жингээр тогтоосон MKS (Metre, Kilogram, Second) системээр эхэлсэн. Цаг хугацааны явцад техник технологийн дэвшлийг ашигласан илүү сайн хэмжлүүд тухайн үед тогтмол гэгдэж байсан зүйлүүд нь тогтмол бус болохыг баталсан төдийгүй нэгжийн эталоныг илүү нарийвчлалтай хэмжих боломжтой болсон зэрэг нь энэхүү “SI”-г өөрчлөх шалтгаан болсон юм. Одоо эдгээр эхэн үеийн эталонуудын хамгийн сүүлийнх нь физикийн тогтмолд үндэслэсэн тодорхойлолтоор солигдож, MKS системийн хэрэглээний нэг үеийн төгсгөл ирлээ.

Олон улсын нэгжийн “SI” системийн биет тодорхойлолтоос олон улсын килограммын прототип (IPK) анхаарлын төвд байгаа боловч бусад нэгжийн тодорхойлолт ч мөн өөрчлөгдөнө. Одоо “Кельвин” нь усны шинж чанараас хамаарахгүй болж, “Ампер” нь хэзээ ч бий болгох боломжгүй хийсвэр ойлголт дээр тулгуурлахгүй, “моль”-ийг практикт илүү ойрхон тодорхойлох боломжтой болно. Мөн түүнчлэн килограмм, ампер, кельвин болон молийн шинэчилсэн тодорхойлолт нь метр болон канделийн тодорхойлолтод нөлөөлөхгүй.

“SI” системийн өөрчлөлт нь хуулийн зохицуулалттай хэмжил зүйд шууд нөлөөлөхгүй боловч олон жилийн туршид энэ салбарт ажилласан та бидний сэтгэлгээ, арга аргачлалд томоохон өөрчлөлт гарна гэж найдаж байна.

Энэ сэдэвтэй холбоотой олон нийтлэлийг VIPM-ийн цахим хуудаснаас олж уншихад хэдхэн минут гаргахыг танаас хүсч байна. Та бүхэн бидний өдөр тутмын амьдрал дахь хэмжил зүйн үүргийг үнэлж, Дэлхийн Хэмжил зүйн өдрийг бидэнтэй хамт тэмдэглэх гэж байгаад баяртай байна.



# ОЛОН УЛСЫН ЖИН ХЭМЖҮҮРИЙН ТОВЧОО (BIPM)-НЫ ЗАХИРЛЫН МЭНДЧИЛГЭЭ

Bureau  
International des  
Poids et  
Mesures



## ХЭМЖЛИЙН ШИНЭ АРГЫГ БАЙГАЛИЙН ХУУЛИАР БИЙ БОЛГОХ НЬ



BIPM-ын захирал  
МАРТИН МИЛТОН

Олон улсын нэгжийн “SI” систем нь дэлхий дахинд хэмжлийн хэрэглээг хангаж чадахуйц хүлээн зөвшөөрөгдсөн нэгжүүдийн багц юм. Нэгжийн систем нь “SI” гэж нэрлэгдсэнээс хойш жараад жилийн хугацаанд үүссэн шинэ хэрэгцээ шаардлагатай уялдан хэмжлийн технологийн дэвшил, ололтыг ашиглан улам бүр сайжирсаар байна.

2018 оны 11 дүгээр сард болох Жин ба хэмжүүрийн олон улсын ерөнхий бага хурлаар “SI” системд орж буй томоохон өөрчлөлт тухайлбал, физикийн хуультай холбосон багц тодорхойлолтуудыг батлахаар төлөвлөж байна. “SI” системийн нэгжийг тодорхойлоход байгалийн хуулийг ашигласан энэ түүхэн өөрчлөлт нь биет зүйл дээр тулгуурласан сүүлчийн тодорхойлолтыг халахад чиглэгдэж байна. Энэхүү өөрчлөлтийг баталснаар, жин ба хэмжүүрийн олон улсын 3-р ерөнхий бага хурлаар (1901 онд) “Олон улсын килограммын прототип”-аар баталж байсан массын нэгж “килограмм” нь Планкийн тогтмолын утгатай холбогдоно.

“Метрийн систем”-ийн 200 гаруй жилийн хамтын зорилт бол дэлхий нийтэд хүртээмжтэй хэмжлийн нэгдмэл байдлыг бий болгох явдал билээ. Ирэх 11-р сард батлагдах тодорхойлолтууд энэ зорилтод хүрэх алхам юм. Эдгээр тодорхойлолтууд нь анхдагч эталонуудын суурь болох бөгөөд квант физикийн үзэгдэлд тулгуурласан хэмжлийн шинэ аргын судалгаа, шинжилгээний ажлын үр дүн дээр суурилсан байна. Энэхүү өөрчлөлтийг хэрэгжүүлэх явцад шинэ тодорхойлолтын одоогийн тодорхойлолтой нийцтэй байхад бүхий л анхаарлаа хандуулан ажиллана. “SI” системийн өөрчлөлт нь хамгийн чухал хэрэглэгчдээс бусад энгийн хэрэглэгчид шууд нөлөөлөхгүй.

Шинэ системийн давуу тал нь одоогийн түвшинд хэрэглэгчийн өсөн нэмэгдэж буй хэрэгцээ шаардлагыг хангахын зэрэгцээ ирээдүйд дараа үеийн хэрэгцээнд нийцүүлсэн хэмжлийн аргыг хөгжүүлэх боломжтой, учир нь “SI” физикийн хуулиуд дээр үндэслэсэн юм. Шинэ системийн тодорхойлолтууд нь хэмжлийн шинэ аргыг бий болгоход байгалийн хуулийг атом, квантын хэмжлийг макро түвшин дэх хэмжилттэй холбон ашиглана.

Шинжлэх ухаан, технологийн хөгжил, дэвшлийн хэрээр шинэ бүтээгдэхүүн, үйлчилгээг дэмжсэн хэмжлийн шаардлага улам бүр нэмэгдэнэ.

Хэмжил зүй бол байнга өөрчлөгдөн, хөгжиж байдаг шинжлэх ухааны салбар бөгөөд олон улсын жин хэмжүүрийн товчоо, дэлхийн хэмжил зүйчдийн 2018 онд хийж буй алхам нь эдгээр шаардлагууд болон ирээдүй үеийн хэрэгцээг хангах болно.



# ОЛОН УЛСЫН НЭГЖИЙН ШИНЭ

# SI СИСТЕМ



ХИХ зууны хоёрдугаар хагаст 1875 оны 5 сарын 20-нд Франц, Орос, Герман, АНУ, Итали зэрэг дэлхийн томоохон 17 улс метрийн хэлэлцээрт нэгдэн гарын үсэг зурснаар “метрийн систем” нь олон улсад хүлээн зөвшөөрөгдсөн юм.

Метрийн хэлэлцээр нь метрийн систем дээр үндэслэсэн хэмжигдэхүүний нэгжийн нэгдмэл байдлыг хангах хамтын ажиллагааг бэхжүүлэх, өргөжүүлэх нөхцөлийг бүрдүүлсэн бөгөөд шинжлэх ухаан, техникийн хөгжилд маш чухал ач холбогдолтой үйл явдал болсон байна. Тиймээс жил бүрийн 5 сарын 20-ны өдрийг Дэлхийн Хэмжил Зүйн Өдөр болгон тэмдэглэдэг уламжлалтай. Хэмжигдэхүүний нэгжийн эталоныг хадгалах, судлах хөгжүүлэх, тэдгээрийн утгыг бусад улсын эталонд дамжуулах, физикийн суурь тогтмолуудыг тодорхойлон эталоны нарийвчлалыг дээшлүүлэх, олон улсын нэгжийн метрийн системийг боловсронгуй болгох зохицуулах үүрэгтэй эрдэм шинжилгээний байгууллага бол Олон Улсын Жин Хэмжүүрийн Товчоо (BIPM) юм. BIPM-ийн гишүүн орнуудын форум буюу олон улсын жин хэмжүүрийн ерөнхий бага хурал (CGPM)-ыг дөрвөөс зургаан жил тутамд хуралддаг. Энэ хурлаар олон улсын нэгжийн системийг батлах, түүнд нэмэлт өөрчлөлт оруулах асуудлыг хэлэлцэх батлах талаар

чухал шийдвэрүүдийг гаргадаг. 1960 оны CGPM-ийн 11-р ерөнхий бага хурлаар хэмжигдэхүүний метрийн системийг 6 үндсэн нэгж, 27 уламжилсан нэгж, 2 нэмэлт нэгж, аравтын эрэмбээр үүсэх 12 угтварын бүтэцтэй олон улсын нэгжийн систем буюу Systeme International d’Unites (францаар “SI” эс ай гэх) нэртэй албан ёсоор баталсан. 1971 онд CGPM-ийн 11-р ерөнхий бага хурлын шийдвэрээр бодисийн тоо хэмжээний нэгж “моль”-ийг үндсэн нэгжээр нэмж 7 үндсэн нэгжтэй болсон байна. “SI” системийн үндсэн ба уламжилсан нэгжүүд, тэдгээрийн тодорхойлолт, хэмжигдэхүүн ба нэгжийн угтваруудыг хэрхэн тэмдэглэх, хэрэглэх дүрмийн гарын авлагыг (брошюрыг) BIPM-ээс эрхлэн гаргадаг бөгөөд 1960 оноос хойш SI-н гарын авлага нийт 8 удаа хэвлэгдсэн ба одоо 9 дэх хэвлэлийн төслийг CGPM-аар хэлэлцүүлж байна.

2011 оны Жин ба Хэмжүүрийн Олон Улсын (CGPM) 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” гэж томъёолсон байна. Өөрөөр хэлбэл эдгээр тодорхойлолт нь хугацааны турш маш тогтвортой, хоорондоо уялдаа холбоотой, хэрэгжүүлэх боломжтой байх ёстой юм. Энэхүү зайлшгүй шаардлагад хүрэхийн тулд физикийн суурь тогтмолууд дээр үндэслэсэн системийг бий болгох хэрэгтэй болсон. “Шинэ-SI” системийг бий болгоход нэн түрүүнд шийдвэрлэх асуудал нь массын нэгж “килограмм”-ыг Планкийн тогтмол эсвэл Авогадрын тогтмолын аль нэг дээр үндэслэн тодорхойлох явдал

ТОГТМОЛУУД	ТЭМДЭГЛЭГЭЭ	ТООН УТГА	НЭГЖИЙН УЯЛДАА
Цезий -133 атомын цацаргалтын давтамж,	$\Delta\nu_{(Cs-133)}$	9 192 631 770 Hz	Hz=s <sup>-1</sup>
Гэрлийн хурд	c	299 792 458 m · s <sup>-1</sup>	m · s <sup>-1</sup>
Планкийн тогтмол,	h	6.626 070 15 · 10 <sup>-34</sup> J s	J s= kg · m <sup>2</sup> · s <sup>-1</sup>
Эгэл цэнэг,	e	1.602 176 634 · 10 <sup>-19</sup> C	C= A · s
Больцманы тогтмол,	k	1.380 649 · 10 <sup>-23</sup> J K <sup>-1</sup>	J K <sup>-1</sup> = kg · m <sup>2</sup> · s <sup>-2</sup> · K <sup>-1</sup>
Авогадрын тоо	N <sub>A</sub>	6.022 140 76 · 10 <sup>23</sup> mol <sup>-1</sup>	mol <sup>-1</sup>
Гэрлийн хүч,	K <sub>cd</sub>	683 Lm W <sup>-1</sup>	Lm W <sup>-1</sup> = kg <sup>-1</sup> · m <sup>-2</sup> s <sup>3</sup> · cd · sr

бөгөөд хэмжлийн харьцангуй эргэлзээ  $2 \cdot 10^{-8}$ -аас ихгүй байх, вакуум орчинд тогтоогдох утга нь одоо мөрдөгдөж буй массын нэгж дамжуулалттай холбох аргачлал батлагдсан байх, Больцманы тогтмолын утга  $1 \cdot 10^{-6}$ -ийн эргэлзээтэй тогтоогдох шаардлагатай байв.

BIPM болон дэлхийн тэргүүлэгч улсуудын хэмжил зүйн хүрээлэнгүүд "SI" системийн үндсэн нэгжийг

дээрх физикийн суурь тогтмолууд дээр үндэслэсэн тодорхойлолтыг бий болгохоор хийсэн эрдэм шинжилгээ, судалгааны олон жилийн нөр их ажлын дүн гарч, удахгүй энэ оны 11 сард тохиох CGPM-ын 26-р ерөнхий бага хурлаар албан ёсоор батлах гэж байна. Одоогийн "SI" системийн килограмм, Ампер, Кельвин, моль гэсэн 4 үндсэн нэгжийн тодорхойлолт



**"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  $\Delta V_{CS} = 9\,192\,631\,770$  Гц тогтмол утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд давтамжийн нэгж Гц нь  $s^{-1}$ -тэй тэнцүү.

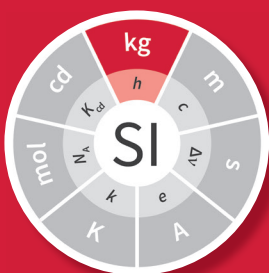
$$1 \text{ сек} = \left( \frac{9\,192\,631\,770}{\Delta v_{cs}} \right)$$



**"МЕТР" - тэмдэглэгээ нь [м]**

Метр нь уртын нэгж бөгөөд энэ нь вакуумд тархах гэрлийн хурдны  $c = 299\,792\,458$  м/с тогтмол утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд секунд нь цезий-133 атомын хэт нарийн түвшингийн цацаргалтын  $\Delta V_{CS}$  давтамжаар тодорхойлогдоно.

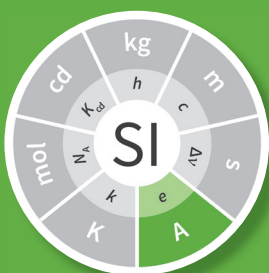
$$1 \text{ м} = \left( \frac{c}{299\,792\,458} \right) \text{сек}$$



**"КИЛОГРАММ" - тэмдэглэгээ нь [кг]**

Килограмм нь массын нэгж бөгөөд Планкийн тогтмолын  $h = 6.626\,070\,15 \cdot 10^{-34}$  Ж·с утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд Планкийн тогтмолын нэгж Ж·с нь  $kg \cdot m^2 \cdot s^{-1}$ -тэй тэнцүү бөгөөд метр, секунд нь вакуум дахь гэрлийн хурд ба Цезий-133 атомын хэт нарийн түвшингийн цацаргалтын давтамжаар тодорхойлогдоно.

$$1 \text{ кг} = \left( \frac{h}{6.626\,070\,15 \times 10^{-34}} \right) m^{-2} \text{сек}$$



**"АМПЕР" - тэмдэглэгээ нь [А]**

Ампер нь цахилгаан гүйдлийн хүчний нэгж бөгөөд энэ нь эгэл цэнэгийн  $e = 1.602\,176\,634 \cdot 10^{-19}$  Кл тогтмол утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд эгэл цэнэгийн нэгж Кл нь  $A \cdot s$ -тэй тэнцүү ба секунд нь  $\Delta V_{CS}$ -ийн утгаар тодорхойлогдоно.

$$1 \text{ А} = \frac{e}{(1.602\,176\,634 \times 10^{-19}) \text{сек}^{-1}}$$

шинэчлэгдэж, "SI" систем бүхэлдээ өөрчлөгдөж байна. Үнэндээ энэ өөрчлөлт нь 1960-аад оноос эхэлсэн, тухайлбал 1967 онд цаг хугацааны нэгж "секунд"-ийг атомын цацаргалтын тогтмол давтамжаар, 1983 онд уртын нэгж "метр"-ийг вакуум дах гэрлийн хурдаар шинэчлэн тодорхойлсон билээ.

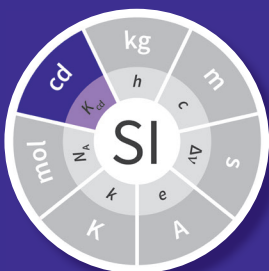
CGPM-ын 26-р ерөнхий бага хурлаар батлах чухал баримт бичиг бол "SI" системийн 9-р товхимолыг эцэслэн батлах бөгөөд Жин ба хэмжүүрийн олон улсын товчоо BIPM "SI" системийн 9-р гарын авлагын төслийг гаргасан ба үүнд үндсэн 7 нэгжийн тодорхойлолтыг дараах байдлаар томъёолсон байна.



**"КЕЛЬВИН"** - тэмдэглэгээ нь [K]

Кельвин нь термодинамикийн температурын нэгж бөгөөд энэ нь Больцманы тогтмолын  $k = 1.380\ 649 \cdot 10^{-23}$  Ж·К<sup>-1</sup> утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд Больцманы тогтмолын нэгж Ж·К<sup>-1</sup> нь кг·м<sup>2</sup>·с<sup>-2</sup>·К<sup>-1</sup>-тэй тэнцүү бөгөөд кг, м, с нь h, c, ΔV<sub>CS</sub>-аар тодорхойлогдоно.

$$1\text{K} = \left( \frac{1.380\ 649 \times 10^{-23}}{k} \right) \text{кг м}^2 \text{сек}^{-2}$$



**"КАНДЕЛ"** - тэмдэглэгээ нь [кд]

Кандел нь тодорхой чиглэл дэх гэрлийн эрчмийн нэгж бөгөөд энэ нь 540 · 10<sup>12</sup> Гц давтамж бүхий монохроматик цацаргалтын K<sub>cd</sub>=683 Лм·Вт<sup>-1</sup> гэрлийн хүчний тогтмол утгаар тодорхойлогдоно. Үүнд Лм·Вт<sup>-1</sup> нь кд·стр·Вт<sup>-1</sup> эсвэл кг<sup>-1</sup>·м<sup>2</sup>·с<sup>3</sup>·кд·стр-тай тэнцүү ба килограмм, метр, секунд нь h, c, ΔV<sub>CS</sub>-аар тодорхойлогдоно.

$$1\text{кд} = \left( \frac{K_{cd}}{683} \right) \text{кг м}^2 \text{сек}^{-3} \text{стр}^{-1}$$

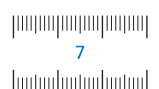


**"МОЛЬ"** — тэмдэглэгээ нь [моль]

Моль нь бодисын тоо хэмжээний нэгж бөгөөд нэг мольд Авогадрын тогтмол 6.022 140 76 · 10<sup>23</sup> тооны жижиг хэсгүүд агуулагдана. Авогадрын тоог моль-1 нэгжээр илэрхийлнэ.

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

Д.Өнөрбилэг  
/BIPM-ийн цахим хуудаснаас орчуулсан  
ХЗХ-ийн ахлах мэргэжилтэн/





# БАЙРШИЛ ТОДОРХОЙЛОХ СИСТЕМЙН ҮНДСЭН ЗАРЧИМ

Олон улсын нэгжийн “SI” системийн уртын нэгж “метр”, цаг хугацааны нэгж “секунд” -ын хэмжээсийг ашиглан, орон зай - цагийн мэдээллийг өндөр нарийвчлалтай тогтоох төхөөрөмж бол байршил тодорхойлох систем буюу GPS (Global Positioning System) юм.

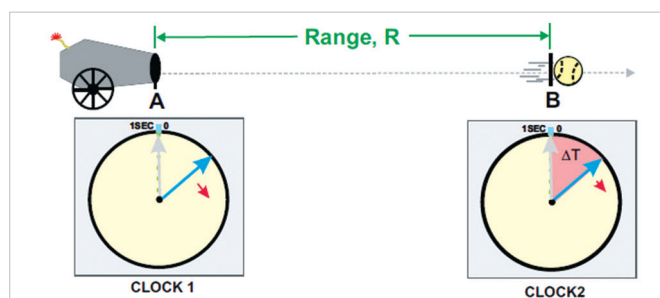
Эрт дээр үеэс хүмүүс хаана байгаа, хаашаа явж байна вэ? гэдгээ төсөөлөхийг оролдож иржээ. Тэр үеийн жуулчдын арга нь тэд буцах замаа олох зорилгоор эсвэл бусад хүмүүс тэднийг дагахад зориулсан тэмдэглэгээг үлдээсэн чулуун овоо байсан байна. Сүүлд замын мэдээллээ шавар самбарт бичих эсвэл илгэн материал дээр бичээд түүнийгээ хувилан бусдад дамжуулдаг болсон. Үүнийг газрын зураг гэдэг. Хамгийн анхны газрын зураг 5000 жилийн тэртээ Мезопотамийн үеэс олдсон нь өнөөгийн байрлал зүйн үндэс гэж үздэг.

Өнөөдөр бид техник технологийн дэвшлийн эринд амьдарч байна. Хүн төрөлхтөний хаана байгаа, хаашаа явж байгаагаа маш өндөр нарийвчлалтай мэдэх эцсийн шийдэл бол байршил тодорхойлох систем буюу GPS-ийг зохион бүтээснээр байр зүй, зураглалын ажилд хувьсгал хийж уламжлалт хэмжлийн аргыг халсан юм. GPS-ийн хэрэглээ

хэмжил зүй, эрчим хүч, зам тээвэр, уул уурхай, ашигт малтмалын судалгаа, хөдөө аж ахуй, аюулгүй байдал зэрэг нийгэм эдийн засгийн олон салбарт улам бүр өссөөр байна. GPS-ийг Эйнштэний харьцангуй онолын туршилтад мөн татах хүчний хэмжилтэд ашигласан байдаг.

GPS нь хиймэл дагуулд суурилсан зүг чиг (навигаци) ба байршил тогтоох систем бөгөөд анх АНУ-д батлах хамгаалах зорилгоор зохион бүтээсэн. Өнөөдөр АНУ-д Omega, Loran, VOR/DME, ILS, Transit мэдээж GPS зэрэг хэд хэдэн радио навигацийн систем ажиллаж байна. Мөн ОХУ-ийн байршил тогтоох систем GLONASS, Европийн холбооны GALELIO БНХАУ-ын BEIDOU зэрэг системүүд ажиллаж дээрх салбарт ашиглагдаж байна.

GPS-ийн ажиллах үндсэн зарчмыг дараах жишээгээр тайлбарлавал: А цэгт байгаа их буунаас гарсан сум тогтмол хурдтай В цэгт очсон гэж үзье, хэрэв бид сумны нисэх хурд V ба А цэгээс гарсан хугацаа, В цэгд ирсэн хугацааг мэдэж байвал тэдний хоорондын зайг  $R=V*\Delta T$  (энд  $\Delta T=T_A-T_B$ ) гэсэн томъёогоор төвөггүй олно. Гэвч энэ нь  $T_A$  ба  $T_B$  хугацааг хэмжсэн цагууд нь синхрончлогдсон буюу 2 цаг дурын мөчөөс зэрэг эхэлсэн байхад хүчинтэй.



GPS-ийн хувьд их бууны сумыг кодолсон радио долгион (дохио) гэж үзвэл энэ дохио нь радио долгион илгээсэн цагийн мэдээллийг агуулж байдаг. Мэдээж хиймэл дагуулаас ирэх хүртлээ агаар мандал гэх мэт олон саадын улмаас бага зэрэг хоцрогдолтой ирнэ. Радио долгион нь гэрлийн тогтмол хурдтай ( $c=299792458$  м/сек) тархдаг. GPS-ийн хувьд хиймэл дагуул бол их бууны сум

буюу дохиог газар дээрх хүлээн авагч уруу илгээгч нь бөгөөд хүлээн авагч нь ирсэн ба илгээсэн цагийн мэдээ болон гэрлийн хурдыг ашиглан хиймэл дагуул хүртэлх зайг нарийн тооцоолдог байна. ( $D=c \cdot \Delta T$ ) Мөн түүнчлэн хиймэл дагуулаас тэдгээрийн сансар дах байрлалын координатын (X, Y, Z) мэдээг илгээдэг. Дээрх бүх мэдээллийг ашиглан тусгай алгоритмын дагуу хүлээн авагч буюу хэрэглэгчийн байрлалыг тодорхойлдог. Энэ бүхнийг практикт хэрэгжүүлэх нь нарийн төвөгтэй процесс бөгөөд хамгийн гол асуудал бол байрлалын хэмжил: цагийн синхрончлол юм. Дээрх их бууны жишээнд бид A, B цэгийг харьцангуй статик байрлалд байна гэж үзсэн бол GPS-ийн хувьд байнгын хөдөлгөөнтэй хиймэл дагуулын гэрлийн хурдаар тархах радио долгионы туулсан замыг хэмжих хэрэгтэй, үүнд хиймэл дагуулын болон хүлээн авагчийн цагийг маш нарийн синхрончлох шаардлагатай болдог. Иймээс GPS буюу байршил тодорхойлох системийн алдаа, нарийвчлал хиймэл дагуулуудын ба хүлээн авагчийн цагийн синхрончлолоос их хамаарна.

Хиймэл дагуулууд нь дэлхий гадаргуугаас 20200 км зайд орбитоор (тойрог зам) 3.9 км/сек-ийн хурдтай дэлхийг хоногт 2 удаа тойрдог бөгөөд дэлхийн аль ч цэгт байгаа GPS хүлээн авагч уруу цагийн болон зайн мэдээллийг тасралтгүй цацдаг. GPS хүлээн авагчаар тухайн цэгийн байрлалыг тодорхойлоход гурваас доошгүй хиймэл дагуулыг ашиглана. Ингэхдээ хиймэл дагуул нь газрын станцаас ирэх засварласан мэдээллийг өөрийн маш өндөр нарийвчлалтай атомын цагтай харьцуулан боловсруулалт хийх

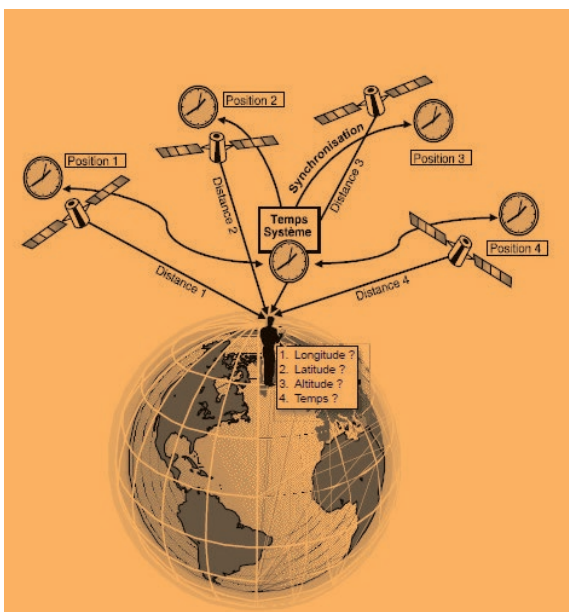
замаар цэгийн координатыг өндөр нарийвчлалтай тогтоодог. GPS нь нэг зэрэг хүлээн авсан мэдээллийг шинжилж, өөрийн байрлалыг [уртраг, өргөрөг] гэсэн хоёр хэмжээсээр тодорхойлно. Харин дөрөв ба түүнээс олон хиймэл дагуулаас хүлээн авсан дохионы тусламжтайгаар байрлалыг [уртраг, өргөрөг, далайн түвшинтэй харьцуулсан өндөр] гэсэн гурван хэмжээсээр тодорхойлдог (Зураг-2).



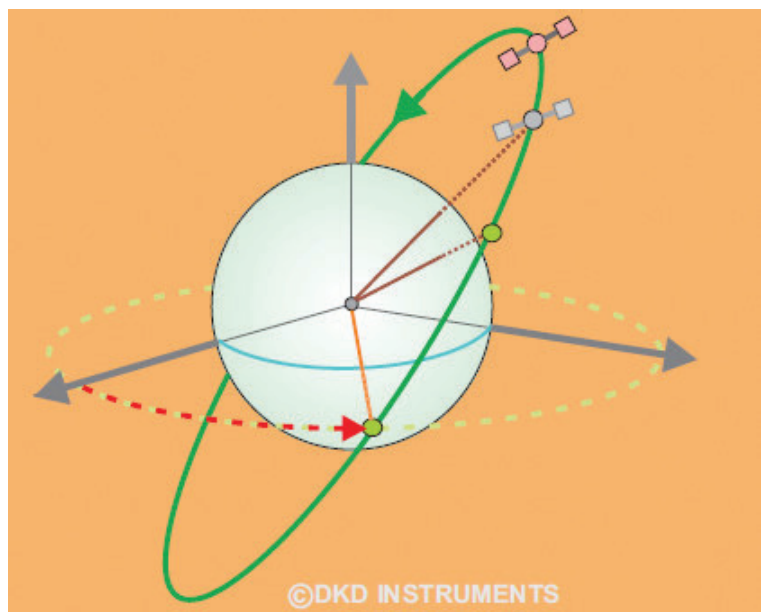
Нэг орбитын 24 хиймэл дагуулын 18 нь тогтмол ашиглагддаг ба 6 станц нь нөөцөнд байдаг. Станц бүр 600 өнцгийн зайд байрлах ба экваторын хавтгайтай 550 ташуу өнцөг үүсгэсэн орбитоор тойрдог (зураг-1). Хиймэл дагуулаас ирэх мэдээллийг 1575.42 МГц давтамжтай L1- зөөгч долгион, 1227.60 МГц давтамжтай L2 зөөгч долгион ашиглан зайн ба цагийн мэдээллийг илгээдэг байна.

Д.Өнөрбилэг /ХЗХ-ийн ахлах мэргэжилтэн/  
Ч.Мягмар /мэргэжилтэн/

ЗУРАГ 1



ЗУРАГ 2





# “КИЛОГРАММ”

ТҮҮХ, ТОДОРХОЙЛОЛТ, ДАХИН ТОДОРХОЙЛОЛТ

## ТҮҮХ СӨХВӨЛ:

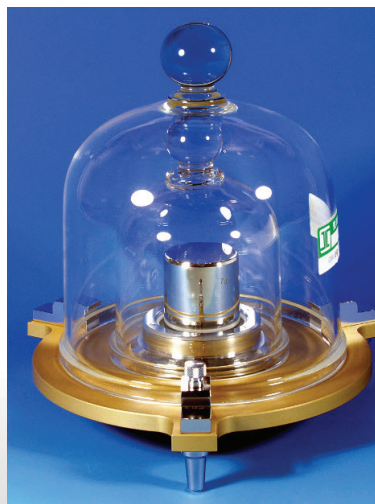
“Килограмм” нь «SI» системийн массын нэгж бөгөөд энэ нь “метр”-ийн тодорхойлолттой адил гэрлийн хурдаар тодорхойлогдож байгалийн хуультай холбоодоогүй биет хэлбэрээр үлдсэн цорын ганц нэгж юм. Францын XVI Луис хаан 1790 онд Францын шинжлэх ухааны академид жин хэмжүүрийн тогтвортой систем бий болгох санал тавьжээ. 1791 оны 3 сарын 19-нд Францын шинжлэх ухааны академиас вакуумд Цельсийн тэг градуст 1 дм<sup>3</sup> нэрсэн усны эзэлхүүнээр илэрхийлэгдэх массын нэгж бүхий шинэ системийг танилцуулсан байна. Эдгээр нэгж нь байгалийн тогтмол дээр үндэслэгдсэн боловч тухай үеийн хэрэгцээг хангаж чадаагүй байлаа. Үүнээс зуун жилийн дараа массын нэгжийн энэ тодорхойлолтыг боловсронгуй болгож, ойролцоо масстай олон тооны туухайг үйлдвэрлэв. 1879 онд Лондонгийн “Жонсон Матью” компани маш тогтвортой материал болох платиниум ба иридиумын хайлшийг амжилттай гаргаж авчээ. Ингээд “усны эзэлхүүнээр” тогтоосон тодорхойлолтыг платиниум буюу цагаан алтан туухай буюу “килограммын” прототипоор солилоо. 1889 он гарахад 40 ширхэг ийм цагаан алтан прототипыг үйлдвэрлэж томоохон улсуудад тараасан байна.

1901 онд CGPM-ын 3-р ерөнхий бага хурлаас “килограмм нь олон улсын килограммын прототипын масстай тэнцүү” гэж тодорхойлжээ. Олон улсын килограммын прототипыг (IPK) платиниум (90%) ба иридий (10%)-ын хайлшаар хийсэн ба Франц улсын Париз хотын ойролцоо жин ба хэмжүүрийн олон улсын товчоо (BIPM)-д маш цэвэр орчинд, шүүлтүүр бүхий, бөмбөгдөлтөнд тэсвэртэй сейфэнд хадгалагдаж байдаг. IPK-ын утгаас дэлхий нийтийн массын хэмжлийн нэгж дамжуулалтад ашигладаг туухайны утгууд хамаардаг гэж хэлж болно.

## БИЕТ ЭТАЛОНЫ ДУТАГДАЛТАЙ ТАЛ:

Биет хэмжүүрийн хувьд гол дутагдалтай тал нь материалын элэгдэл болон хүрээлэн байгаа орчны бохирдлоос хамааран масс өөрчлөгдөх, алдагдах, гэмтэх боломжтой юм. IPK прототипын масс

1884 оны анхны утгаас өчүүхэн багаар нэмэгдсэн эсвэл багассан байж болох ч үүнийг нарийн тодорхойлох аргагүй юм. Өөр нэгэн чухал асуудал бол нэгж дамжуулалтын тасралтгүй хэлхээг хадгалах юм.



## ТОГТВОРТОЙ “КИЛОГРАММ”-ЫН ЭРЭЛД

Өнгөрсөн 100 гаруй жилийн хугацаанд массын бүх эталонд ганцхан энэ биет эталонгоос нэгж дамжуулж байв. Гэвч шинжлэх ухаан болон үйлдвэрлэлд шинэ технологи нэвтэрч массын хэмжлийг илүү нарийвчлалтайгаар хэмжих шаардлага гарлаа. Иймээс дэлхийн тэргүүлэх хэмжил зүйн хүрээлэнгүүд физикийн суурь тогтмол дээр үндэслэгдсэн “килограмм”-ыг илүү өндөр нарийвчлалтайгаар гаргаж авахаар судалгаа шинжилгээний ажлыг эрчимтэй хийж эхлэв. Эрдэмтэд “килограмм”-ыг суурь тогтмол дээр үндэслэн гаргаж авах олон жилийн оролдлого хичээл зүтгэлийн дүнд дараах хоёр аргын туршилт судалгааг зэрэг хийсэн. Энэ нь

- а/ “Ватт балансын арга”
- б/ “Силиконы атомыг тоолох” ба эдгээрийн талаар товч өгүүлье.

## “ВАТТ БАЛАНСЫН АРГА”

Планкийн тогтмол ба эгэл цэнэг дээр суурилсан хүчдэл ба эсэргүүцлийн квант цахилгааны эталонгоор “килограмм”-ыг илүү тогтвортой гаргах боломжтой. Өөрөөр хэлбэл зурагт үзүүлсэн хөдөлгөөнт ороомог бүхий төхөөрөмж буюу “Ватт балансын” ашиглан эдгээр эталонуудтай илүү нарийвчлалтайгаар харьцуулж болно. “Ватт баланс”-ын санааг анх 1975 онд Английн эрдэмтэн



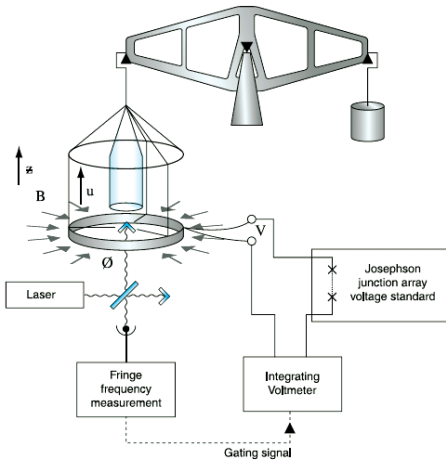


Figure 2. The Kibble balance in moving mode.

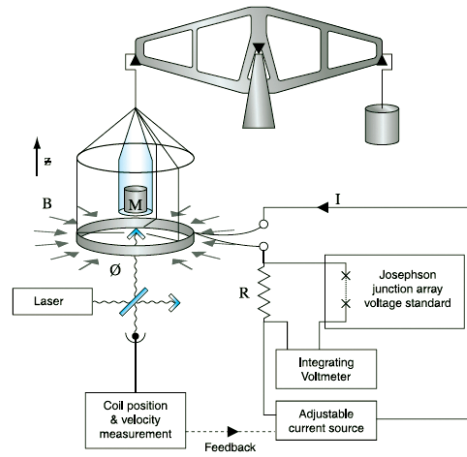


Figure 1. The Kibble balance in weighing mode.

В.Р.Киббл гаргаж тавьсан. Энэ туршилт нь жинлэх буюу статик, хөрвүүлэх буюу динамик гэсэн хоёр хэсгээс бүрддэг байна. Статик туршилт нь жингийн тэгнүүрийн нэг талд масс буюу туухай, нөгөө талд соронзон ороомгийг дүүжилж тэнцүүлэх юм. **L** урттай ороомог нь **B** соронзон урсгалын нягт бүхий соронзон орон дотор байрлана. **M** масстай туухайнд үйлчлэх хүндийн хүчийг ороомгийн хөдөлгөөнөөр үүсэх цахилгаан соронзон хүчтэй тэнцүүлнэ.

$$mg = I L B$$

Гүйдэл ба соронзон орны индукц ба ороомгийн геометр хэмжээсээс хамаарах хүчний хоорондох хамаарал нь хязгаарлагдмал ба эдгээрийн аль алийг нь хангалттай нарийвчлалтайгаар тодорхойлох боломжгүй байв. Үүнийг сайжруулах арга нь ороомгийг соронзон орны дагуу тогтмол хурдтайгаар хөдөлгөх явдал юм. Ингэснээр эхний хэмжилтийн ижил параметруудээс хамаарах хүчдэл үүсэх бөгөөд энэ нь соронзон орны индукц (**B**) болон ороомгийн урт(**L**)-ыг хураах байдлаар дараах тэншитгэлийг гаргаж болно.

Динамик туршилт гэдэг нь ороомог нь соронзон орны босоо тэнхлэгийн дагуу **v** хурдаар шилжихэд үүсэх **U** хүчдлийг дараах томъёогоор илэрхийлбэл:

$$U = B L v$$

Хэрэв ороомгийн болон соронзон орны шинж чанарууд болох **L** ба **B** нь хоёр туршилтын хооронд өөрчлөгдөхгүй гэж үзвэл дээрх хоёр тэншитгэлээс дараах тэншитгэлийг гаргаж болно.

$$U I = m g v$$

Энэ тэгшитгэлийн зүүн талынх нь цахилгаан чадал, баруун гар талынх механик чадлыг илэрхийлнэ. Энэ хоёр төрлийн чадал зөвхөн «хийсвэр ойлголт» бөгөөд энэ нь дээрх хоёр туршилт нэг үе шатаар гарахгүй гэсэн утгатай юм. Цахилгаан чадлын хүчдлийг динамик туршилтын үед, гүйдлийн хүчийг статик туршилтын үед хэмжинэ.

### СИЛИКОНЫ (SI) АТОМЫГ ТООЛОХ

Энэ арга нь “килограмм”-ыг атомын масстай холбон цахиур буюу силиконы (28Si) тогтвортой изотопын тодорхой тооны атомын массаар тогтоож болно гэсэн санаа юм. Үүнийг хэрэгжүүлэхдээ маш цэвэр, тогтвортой силиконы талстад агуулагдах атомын тоог 1 кг силикон бөмбөрцөгийн эзэлхүүнийг хэмжиж нэгж эзэлхүүнд агуулагдах атомын тоон харьцаагаар тооцож болно. Силикон бөмбөрцөгийн эзэлхүүнийг рентген туяа ба үзэгдэх гэрлийн интерференцийн техник ашиглан хэмжих юм. Ийм маягаар Авогадрын тоон утгыг маш өндөр нарийвчлалтай хэмжиж тогтоосон. Авогадрын тоо **NA** нь нүүрстөрөгчийн изотопын 0.012 кг дах атомын тоогоор тодорхойлогдох ба энэ нь нэг моль бодисд агуулагдах жижиг хэсгүүдийн тоо юм.

### ДҮГНЭЛТ

Эдгээр аргын аль аль нь “килограмм”-ыг суурь тогтмолтой холбож дахин тодорхойлсон ба хэмжлийн эргэлзээний шаардагдах утгыг илүү сайн хангаж байгаа нь “Ватт баланс”-ын арга байна. Тиймээс «SI» системийн массын нэгжийг Планкийн тогтмолын утгаар тодорхойлно.

Ц.Алтанцэцэг  
/ХЗХ-ийн ахлах мэргэжилтэн/

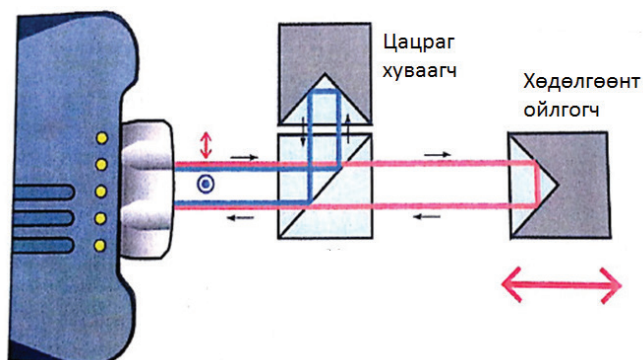
# НИВИЛЕРИЙН РЕЙКНЫ ШАЛГАЛТ ТОХИРУУЛГЫН КОМПАРАТОР

## 1. ТАНИЛЦУУЛГА

Манай улсын өндрийн сүлжээний геодезийн хэмжлийн чанар, үр дүн нь өндөр нарийвчлалын цахилгаан оптик зайн хэмжлийн багажны болон бүх төрлийн нивелир ба түүнтэй хамт хэрэглэгддэг рейкны алдаа, нэгж дамжуулалтаас ихээхэн хамаардаг. Энэ төрлийн хэмжүүрийг өмнө нь манай улсад шалгалт тохируулга хийдэггүй учир хэрэглэгчид гадаадын мэргэжлийн байгуулагад хандах эсвэл огт нэгж дамжуулахгүй хэрэглэсээр байна. 2012 онд БНЧУ-ын буцалтгүй тусламжаар ХЗХ-ийн уртын эталоны лабораторид 633 нм долгионы урттай, иодоор тогтворжуулсан Ge-He лазерын үүсгүүр, зайн хэмжлийн лазер интерферометр суурилуулсан нь цахилгаан оптик зайн хэмжлийн багаж ба нивилерийн рейкны шалгалт тохируулгыг гүйцэтгэх боломжтой болсон. Нивилерийн рейк нь газрын гадаргуугийн өндрийн зөрүүг хэмжих зориулалттай, инвар болон бусад материалаар хийсэн хуваарьт уртын хэмжүүр юм. Ихэнхи рейкыг 3 м– 5 м урт, 100 мм өргөн, 5 мм зузаантай үйлдвэрлэдэг бөгөөд уртын эталоны лабораторид суурилуулсан 20 м урт туузан метрийн ширээг ашиглахад тохиромжгүй байсан. Тиймээс уртын эталоны лабораторид дотоод нөөц бололцоог ашиглан нивилерийн рейк хэвтээ компараторыг байгуулан шалгалт тохируулга хийж эхэллээ.

## 2. ХЭМЖЛИЙН ЗАРЧИМ

Нивилерийн рейкны шалгалт тохируулгыг лазер интерферометр ашиглан гүйцэтгэдэг бөгөөд энэ нь гэрлийн интерференцийн үзэгдэл дээр үндэслэсэн. Хэмжлийн систем нь удирдлагын интерфэйс, програм хангамж, цацраг хуваагч толь, ретро ойлгогч толь ширээ, гүйгч тэргэнцэр зэргээс бүрдэнэ. Үндсэн зарчим нь цацраг хуваагчид туссан лазерын туяа харилцан перпендикуляр 2 хэсэгт хуваагдах ба хөдөлгөөнт ойлгогч толь болон үл хөдлөх тольноос ойсон туяаны нийлбэрээр үүсэх интерференцийн судлыг тоолон уртын нэгжид хувиргадаг байна. (зураг-1)



ЗУРАГ.1 — зайн интерферометрийн зарчим

## 3. ШАЛГАЛТ ТОХИРУУЛГЫН ТӨХӨӨРӨМЖ

Рейкны хэвтээ компараторын суурь хүндрүүлэгчтэй 1,6 м урттай төмөр ширээ дээр 2 ш ширмэн плитаг зэрэгцүүлэн байрлуулсан, тэгш хавтгай байдлаас хазайх хазайлтыг нэг мм-ээс багагүй байхаар тохируулав. Хөдөлгөөнт ойлгогч оптик микроскопыг байрлуулсан тэргэнцэр чөлөөтэй гүйх зориулалт бүхий хос рельс замыг хийхдээ 38x38 мм ган квадрантыг ашигласан. Рельс замын хоёр талаар түүний хөндлөн шилжилтээс хамгаалсан соронзон бэхлэгчүүдийг байрлуулсан.

Гүйгч тэргэнцэрийн хувьд ММИ-2 маягийн оптик микроскопыг ашигласан ба бүтцийг бага зэрэг өөрчилсөн. Үүнд 10 дахин өсгөгч оптик микроскопыг тэргэнцэрийн гол их бие болох X-Y тэнхлэгт тавцантай хамт шилждэг байхаар тэгш 900 өнцгөөр бэхлэн гагнасан. Микроскопын дурангийн торны нарийн шилжилтийг хийхдээ 0,005 мм унших чадвартай микрометрийн толгойг ашиглана Тэргэнцэр рельс замын дагуу чөлөөтэй гүйх нөхцлийг хангаж 8 ш подшипникт ролик, холбогч эргээс болт, гэрэлтүүлгийн систем LED, тэжээлийн адаптер, унтраалга, мөн хөдөлгөөнт ойлгогчыг тогтоох соронзон бэхлэгч, мөн түүнчлэн цацраг хуваагчыг гурван хэмжээст тохируулах боломжтой төмөр суурь зэргийг угсарсан болно.

## 4. ХЭМЖЛИЙН ҮР ДҮН, ЭРГЭЛЗЭЭ

Энэ систем нь рейкыг хэвтээ байрлуулан зураасны бодит уртыг лазерын долгионы уртаар шууд тодорхойлж, хэмжлийн өгөгдлийг компьютерд дамжуулах программ хангамжаар хангагдсан. Хэмжлийн үр дүнд нөлөөлөх хүчин зүйлүүд: системийн босоо ба хэвтээ өнцгийн Авве шилжилт, лазерын туяаны чиглэл ба гүйгч замын хоорондох зэрэгцээ байдал, лазерын долгионы далайц, орчны нөхцөл, температурын градиент зэрэг болно. Рейкны хуваарийн бодит уртын 20 0С дах утгыг дараах томъёогоор олно.

$$L = L_{opt} + \Delta T_{20} \cdot \alpha \cdot L + \Delta l_c + \Delta l_s + \delta l_m$$

$$L_{opt} = \frac{\lambda_0}{n}$$

Энд:

$\alpha$  - дулаан тэлэлтийн коэффициент

$\Delta T_{20}$  - жишиг температур 20°C-с хазайх хазайлт

$\Delta l_c$  - системийн косинусын алдаа

$\Delta l_s$  - Авве алдаа

$\delta l_m$  - хуваарийн хэмжлийн алдаа

$n$  - агаарын хугарлын илтгэгч

$\lambda_0$  - лазерийн вакуум дах долгионы урт

Хэмжлийн эргэлзээний төсвийг товчилсон байдлаар харуулав. Одоогийн байдлаар рейкны шалгалт тохируулгын өргөтгөсөн эргэлзээ ойролцоогоор 90 мкм байгаа нь бага зэрэг өндөр үзүүлэлт юм. Хамгийн их нөлөөлөл нь лазерын туяаны



босоо тэнхлэг дэх хазайлт бөгөөд системийн гүйгч тэргэнцэрийн хөдөлгөөн, эд ангийг сайжруулснаар бууруулах бүрэн боломжтой.

ЭРГЭЛЗЭЭНИЙ ҮҮСВЭР	СТАНДАРТ ЭРГЭЛЗЭЭ
Лазерын долгионы урт	$2 \cdot 10^{-8} \cdot L$
Хоосон явалтын алдаа	0,027 мкм/ °С
Агаарын хугарлын илтгэгч	$3,3 \cdot 10^{-7} \cdot L$
Дулаан тэлэлтийн коэффициент	$2,3 \cdot 10^{-6} \cdot L$
Температурын градиент	$8,8 \cdot 10^{-8} \cdot L$
Косинусын алдаа	0,316 мкм
Авве алдаа	44,317 мкм
Хуваарийн хэмжлийн алдаа	8,16 мкм
Өргөтгөсөн эргэлзээ, k=2	
$U = \sqrt{90.1^2 + (6.13 \times L)^2}$ мкм, L м	

## 5. ДҮГНЭЛТ

Энэхүү системийг бий болгосноор бүх төрлийн нивилертэй хамт хэрэглэгддэг 3м урттай зурааст рейкны бодит уртыг лазер интерферометрийн лазерын долгионы уртын утгаар тогтоож. барилга, геодези зураг зүйн салбарт уртын хэмжлийн нэгж дамжуулалт хангагдах техникийн нөхцлийг бүрдүүлээ.

## 6. ТАЛАРХАЛ

Тус нивилерийн рейкны хэвтээ компаратор хийхэд туслалцаа үзүүлсэн Гео Сет ХХК-ийн захирал Г.Батсүх, ШУТИС-ийн ГУУС-ийн ахлах багш Б.Болормаа нарт гүн талархал илэрхийлье.

## АШИГЛАСАН МАТЕРИАЛ

1. H.S.Suh, J.A.Kim et al "50 m linear measuring interferometer for calibration of survey tape" KRISS,
2. C.B Bosenberg, C.S.Muxteanu, "Calibration of flexible tapes to ppm accuracy level" NPL, Teddington, UK
3. T.Yandayan, B.Ozgun, "A motorized 5 m tape comparator for traceable measurements of tapes and rules" Measurement 49.2014.

Д.Өнөрбилэг  
/ХЗХ-ийн ахлах мэргэжилтэн/



# МОНГОЛ – ХЯТАДЫН

## ХАМТАРСАН СУДАЛГААНЫ АЖЛЫН ТӨСӨЛ ХЭРЭГЖИЖ ЭХЭЛЛЭЭ

Сүүлийн жилүүдэд хэмжил зүйн салбарт гадаад хамтын ажиллагааг өргөжүүлэх талаар Стандарт, хэмжил зүйн газар нилээдгүй ажлуудыг авч хэрэгжүүлж байна.

Монгол Улсын Засгийн газрын тохируулагч агентлаг Стандарт, хэмжил зүйн газар (СХЗГ) болон Бүгд Найрамдах Хятад Ард Улсын Хэмжилзүйн үндэсний хүрээлэн (NIM) хооронд хэмжил зүйн салбарт хамтран ажиллах санамж бичиг (MoU)-т тус хоёр байгууллагын удирдлагууд 2015 онд гарын үсэг зуран үзэглэж, хамтын ажиллагааг шинээр идэвхижүүлсэн билээ. Санамж бичиг (MoU)-ийг хэрэгжүүлэх энэ 2,5 орчим жилийн хугацаанд 5 хэмжлийн төрлөөр Монгол Улсын эталонуудын нэгж дамжуулалтыг хангах, шалгалт тохируулга NIM-

ийн лабораториудад хийгдэж, СХЗГ-ын 10 орчим ажилтнуудыг NIM-д сургалтад хамруулах, зөвлөгөө өгөх үйл ажиллагааг NIM-ээс дэмжлэг үзүүлж, хамтран зохион байгууллаа.

Энэхүү санамж бичгийн хүрээнд СХЗГ ба NIM хоёр байгууллагын хамтын санал санаачлагаар БНХАУ-ын Шинжлэх ухаан, технологийн яамны сангийн 1500000 (нэг сая таван зуун мянга) юаны буюу 550000000 (таван зуун тавин сая) орчим төгрөгийн санхүүжилтээр Эрчим хүчний салбар дахь хэмжлийн эталон ба технологийн чиглэлээр Хятад-Монголын хамтарсан судалгаа хийх төслийг хамтран 2018 оноос 2020 оныг дуустал 3 жилийн хугацаатай хэрэгжүүлэхээр боллоо.

2018 оны 03 сарын 16-ны өдрүүдэд БНХАУ-ын Бээжин хотод зохион байгуулагдсан энэхүү хамтарсан судалгаа хийх төслийн нээлтийн үйл ажиллагаанд болон төслийг хэрэгжүүлэх гэрээнд гарын үсэг зурах ёслолын арга хэмжээнд СХЗГ-ын дарга Г.Гантөмөр, Хэмжил зүйн хүрээлэнгийн дарга Д.Дамбасүрэн, СТУБГ-ын дарга Г.Өнөржаргал, Итгэмжлэлийн газрын дарга С.Ганцэцэг, Хэмжил зүйн хүрээлэнгийн ахлах мэргэжилтэн Д.Нарангэрэл нар оролцсон. Энэхүү төслийн нээлтийн үйл ажиллагаанд БНХАУ-ын Улсын Чанарын хяналт, шалгалт, хорио цээрийн ерөнхий удирдах газар(AQSIQ)-ын гадаад харилцаа хариуцсан захирал н.HAN Jianping, Хятадын Хэмжил зүйн хүрээлэн(NIM)-ийн дэд захирал н.DUAN Yuning,



Гадаад хамтын ажиллагааны дарга GAO Wei, Өвөр Монголын Хэмжил зүйн туршилт болон судалгааны хүрээлэнгийн захирал LY Jinhua нар болон төслийн баг, төлөөлөгчид амжилттай оролцлоо.

Энэ төслийн хүрээнд хэмжил зүйн хамтарсан судалгааны ажил хийх, хэмжлийн нэгжийн үндэсний эталоны тогтолцоо, техникийн чадавхийг бэхжүүлж, хэмжлийн эталон, түүний чадавхийг харилцан хүлээн зөвшөөрөх байдлыг хангах чиглэлээр NIM-тэй хамтран ажиллаж улмаар Хятад-Монголын эрчим хүчний салбарын хамтын ажиллагааг бататган өргөжүүлэх, “Нэг бүс, нэг зам”, “Талын зам” бүтээн байгуулалт, санаачлагийн хүрээнд худалдааг хөнгөвчлөхөд төслийн гол зорилго оршино.

Энэхүү хамтарсан судалгааны ажлын төслийн хүрээнд хэмжлийн эталон (стандартчилсан загвар) эсвэл шалгалт тохируулгын технологийн хамтарсан судалгаа хийх мэргэжилтэн солилцох, хоёр талт харьцуулалт хийх, мэргэжлийн сургалтаар хангах, техникийн туслалцаа үйлчилгээгээр хангах, мэдлэг солилцох семинар хамтран зохион байгуулах зэрэг үйл ажиллагаанд чиглэсэн арга хэмжээг БНХАУ-ын Үндэсний хэмжил зүйн хүрээлэн (NIM), Өвөр Монголын Хэмжил

зүйн туршилт болон судалгааны хүрээлэн болон Стандарт, хэмжил зүйн газар хамтран хэрэгжүүлэхээр боллоо.

Стандарт, хэмжил зүйн газар нь энэ төслийн үйл ажиллагаанд дараахь арга хэмжээг хэрэгжүүлж оролцоно. Үүнд:

1. Шингэний зарцуулалт, нягт, эзэлхүүн, цахилгаан, урт ба физик, химийн хэмжлийн эталон (стандартчилсан загвар), шалгалт тохируулгын технологийн хамтарсан судалгааны ажил хийх 6 мэргэжилтэнг томилж, NIM болон Өвөр Монголын Хэмжил зүйн туршилт болон судалгааны хүрээлэнгийн лабораторид нийт 2 сарын хугацаатай ажиллуулах;
2. хоёр талт 1-2 харьцуулалт NIM-тэй хамтран зохион байгуулах;
3. NIM-ийн мэргэжилтнүүдийг СХЗГ-т урьж, СХЗГ-ын 20 гаруй мэргэжилтнийг богино хугацааны мэргэшүүлэх техникийн сургалт зохион байгуулах;
4. Эталоныг NIM-д шалгалт тохируулгад хамруулах;
5. Техник хэмжих хэрэгсэл, материалаар хангагдах;
6. Төслийн хэрэгжилтийн талаар болон харилцан мэдлэг

мэдээлэл солилцох хүрээнд 1 семинар, симпозиумыг Монгол Улсад хамтран зохион байгуулах.

Эрчим хүчний салбар дахь хэмжлийн эталон ба технологийн чиглэлээр Хятад-Монголын хамтарсан судалгаа хийх энэхүү төслийг хэрэгжүүлснээр хэмжил зүйн олон улсын судалгаа шинжилгээ ажилд Монголын хэмжилзүйч нарыг оролцуулж, дадлага туршлага хуримтлуулах таатай нөхцөл бүрдэнэ гэдгийг онцлон тэмдэглэх нь зүйтэй юм.

Мөн БНХАУ-ын Шинжлэх ухаан, технологийн сангаас 1500000 юаны санхүүжилт нь энэ хамтарсан судалгааны ажлын төслийг хэрэгжүүлэхэд хангалттай төсөв санхүүжилт болж чадахгүй тул Монголын Улсын талаас тодорхой санхүүжилтийг 2019-2020 онуудад төсөвлөн санхүүжилтийг шийдвэрлүүлэх ажлыг зохион байгуулан энэ төслийг амжилттай хэрэгжүүлэхэд өөрийн хувь нэмэрээ оруулах шаардлагатай байна.

Эрчим хүчний салбар дахь хэмжлийн эталон ба технологийн чиглэлээр Хятад-Монголын хамтарсан судалгаа хийх төслийн багийнханд амжилт хүсье.

**Д.Нарангэрэл**  
/ХЗХ-ийн ахлах мэргэжилтэн/





# “10-100 МПА ХЭМЖИХ ХЯЗГААРТ ШИНГЭНИЙ ДАРАЛТЫН ЭТАЛОНЫ ОЛОН УЛСЫН ХАРЬЦУУЛАЛТ”-ЫН ҮР ДҮНГ ХЭЛЭЛЦЭВ



ХБНГУ-ын Физик техникийн хүрээлэн(РТВ)-ийн Ази, номхон далайн хөгжиж буй орнуудад хэрэгжүүлж буй MEDEA-1.0 төслийн хүрээнд АРМР.М.Р-К7.3 “10-100 МПа хэмжих хязгаарт шингэний даралтын эталоны олон улсын түлхүүр харьцуулалтыг 2016-2017 онд зохион байгуулсан юм.

Чиглүүлэгч лабораториор Тайландын хэмжил зүйн хүрээлэн, холбогч лабораториор Японы хэмжил зүйн хүрээлэн ажиллаж гол оролцогчид нь Индонезийн хэмжил зүйн хүрээлэн (RCM-LIPI), Малайзын хэмжил зүйн хүрээлэн (NMIM), Вьетнамын хэмжил хүрээлэн (VMI-STAMEQ), Филиппиний хэмжил зүйн хүрээлэн (NMLPHIL), Энэтхэгийн хэмжил зүйн хүрээлэнгийн (NPLI) даралтын лабораториуд байсан. Мөн энэхүү харьцуулалтад урьд өмнө даралтын хэмжлийн төрлөөр харьцуулалтад оролцож байгаагүй, энэ төрлөөр шалгалт тохируулга ба хэмжлийн чадавхиа (СМС) бүртгүүлээгүй Бангладеш, Киргиз, Непал, Шриланк, Монгол улсын даралтын эталоны лабораторийг туршилтын журмаар оролцох боломж олгосон юм.

Энэ ажлын хүрээнд 2016 оны 8-р сард СХЗГ-ын ХЗХ-ийн даралтын лабораторид Тайландын ХЗХ-ийн мэргэжилтнүүд 100 МПа хэмжих хязгаартай шингэний өндөр нарийвчлалын даралтын хувиргагчыг авчирж, газар дээрх сургалт явуулж, туршилтын харьцуулалтыг гүйцэтгэсэн юм. Туршилтын үеэр бид нийтдээ 6 удаагийн хэмжил хийсэн.

Эхний хэмжлийг даралтын лабораторид хийсэн боловч орчны нөхцөлийн тогтворгүй байдлаас хэмжлийн үр дүн шаардлага хангахгүй байсан тул эталон төхөөрөмжийг массын эталоны лабораторид зөөж байршуулан хэмжлийг дахин гүйцэтгэсэн.

Энэхүү АРМР.М.Р-К7.3 олон улсын харьцуулалтын үр дүнг дүгнэн, хэлэлцэх семинар саяхан 4-р сард Тайланд улсын Бангкок хотноо болж, ХЗХ-ийн массын эталоны лабораторийн ахлах мэргэжилтэн Ц.Алтанцэцэг, даралтын эталоны лабораторийн мэргэжилтэн Г.Зэсмаа нар оролцоод ирлээ.

Семинарийн үеэр түлхүүр болон туршилтын харьцуулалтад оролцсон группууд тус тусдаа уулзалт, ярилцлага хийсэн болно.

Туршилтын харьцуулалтад оролцогчдын үр дүн харьцангуй сайн гарсан тул дээрх улсууд цаашид олон улсын түлхүүр харьцуулалтад оролцох боломжтой гэж зохион байгуулагчдын зүгээс үзлээ. Семинарт оролцогчдын зүгээс дараах саналыг АРМР болон MEDEA-2.0 төсөлд оруулахаар боллоо. Үүнд:

1. Туршилтын харьцуулалтад оролцсон Бангладеш,

Киргиз, Непал, Шриланк ба Монголын ХЗХ-ийн дунд “10-100 МПа хэмжих хязгаарт шингэний даралтын эталон”-ы харьцуулалтыг дахин нэг жилийн дотор зохион байгуулах,

2. АРМР-ийн гишүүн орнуудын хүрээнд даралтын хэмжлийн эталон ачаат бүлүүрт манометрийн шалгалт тохируулгаар сургалт явуулах.

Бидний хувьд энэ түлхүүр харьцуулалтад амжилттай оролцох нь цаашид СМС-шалгалт тохируулгын чадавхиа нийтлүүлэхэд чухал алхам болох юм.

Үүний тулд хэмжлийн үр дүнд нөлөөлөх лабораторийн орчны нөхцөлийг бүрдүүлж, өрөөний температур, чийгийг тогтмол байлгах, шаардлагатай холбогч хэрэгслүүд, эталон ачаат бүлүүрт манометрыг шалгалт тохируулгад хамруулах зэрэг бэлтгэл ажлыг хангах хэрэгтэй юм.

Ц.Алтанцэцэг /ХЗХ-ийн ахлах мэргэжилтэн/  
Г.Зэсмаа /мэргэжилтэн /