

## МОНГОЛД ЦӨМИЙН ФИЗИКИЙГ ДЭЛГЭРҮҮЛЭХЭД Н.СОДНОМЫН ОРУУЛСАН ХУВЬ НЭМЭР

Б.Далхсүрэн  
МУИС, Цөмийн судалгааны төв

Н.Содном 1956 онд ЗХУ-ын дубна хотод ЦШНИ-ийг анх байгуулахад Монголын Засгийн газрын төлөөлөгчдийн бүрэлдэхүүнд оролцож, тэр жилээс эхлэн Нобелийн шагналт академич И.М.Франкийн лабораторид "нейтроны физикийн судалгаа" нэртэй тулгуур судалгааны ажлаа эхлэсэн юм. Н.Содномын Монгол улсад цөмийн физикийн судалгааг хөгжүүлэхэд оруулсан хувь хандивыг дараах хэдэн асуудал дээр тулгуурлан авч үзэж болно

- Цөмийн физикийн суурь судалгаа
- Цөмийн физикийн багаж төхөөрөмж, арга зүйг хөгжүүлэх
- Цөмийн физикийн хавсарга судалгаа
- Цөмийн физикийн боловсон хүчин бэлтгэх, гадаад харилцааг хөгжүүлэх гэсэн хэдэн чиглэлээр энэ илтгэлийг бэлтгэв.

Н.Содном ЗХУ, Солонгос зэрэг орны эрдэмтэдтэй хамтран тухайн үедээ эрдэмтэдийн анхаарал татаж байсан хөнгөн цөмүүдийн нэгдэх урвалын талаар туршилтууд тавьсан нь сонирхолтой үр дүнд хүрчээ. Энэ чиглэлийн судалгаа нь цөмийн бүтэц, урвалын механизмын талаар шинэ мэдээлэл гарган авах онолын ач холбогдолтойгоос гадна устөрөгчийн бөмбөгний тооцоонд шууд ба шууд бус шаардлагатай асуудлыг шийдэх, цаашид ийм төрлийн урвалыг хурдан нейтроны болон цөмийн эрчим хүчний үүсгүүр болгон ашиглах боломжийг тогтоох зэрэгт практик ач холбогдолтой болсон юм. Туршилтын нарийн багаж төхөөрөмжүүдийг зохион бүтээсний үндсэн дээр гелий-3 тритий-3 цөмүүдийн нэгдэх урвалын янз бүрийн сувгуудын ялгаруулах энерги, хоёрдогч бөөмийн спектр, урвалын огтлол, урвалын механизм зэргийг анх удаа нарийвчлан тодорхойлсон нь энэ чиглэлийн сонгодог ажлуудын эхлэл болж олон улсын цөмийн мэдээлэлийн санд орж, одоог хүртэл судлаачдад ишлэл болж, хэрэглэгдсээр байна [1].

Н.Содном 1967-1973 онд Дубна хотод олон улсын ЦШНИ-ийн дэд захирлын албыг гүйцэтгэж байсан тэр үедээ Нейтроны физикийн ба Цөмийн урвалын лабораториудад шинээр ИБР-2 реактор, монохроматик циклотрон У-400 зэрэг суурь төхөөрөмжүүд ид баригдаж тэдгээрийг ашиглан бага, дунд энергийн физик

туршилт тавих төсөл боловсруулах, физикийн судалгааны багаж төхөөрөмж бүтээх зэрэг амин гол асуудлыг тавьж институтийн эрдмийн зөвлөл, бага энергийн физикийн хороодын хуралд илтгэх ажлыг гардан хариуцаж байсныг энд зориуд тэмдэглэх учир нь уг лабораториудын судалгааны ажил маш өндөр амжилтанд хүрч олон тооны шинэ нээлт, гайхамшигтай судалгааны ажлууд хийгдсэн нь багшийн хөдөлмөр зүтгэлтэй яахын аргагүй холбоотойд оршино.

Монгол улсад цөмийн физикийн суурь болон судалгааны тоног төхөөрөмжийг буй болгоход багшийн оруулсан зүтгэл чармайлт асар их. Тухайлбал нейтроны 2 генератор, 22 сая вольтын электроны циклэн хурдасгуур болох микротрон,  $^{252}\text{Cf}$ ,  $\text{Pu}+\text{Be}$  нейтроны үүсгүүрүүд, 16000 кюри идэвхжилтэй  $\text{Co-60}$ , Spectrace-5000, Silena гамма спектрометр, Perken Elmer ISP. ЭПР зэрэг бааз төхөөрөмж, РФА, БОРФА, Мёссбаэурын, атомын болон шингээлтийн, гамма спектрометрууд, шингэн азот үйлдвэрлэдэг машин, бага идэвхжлийг хэмжих төхөөрөмж, Минск-22 тооцоолон бодох машин, өндөр хүчин чадал бүхий орчин үеийн компьютерууд зэргийг ШУА, МУИС-д авч өгсөн болно.

Цөмийн физикийн ололтыг анагаах ухаан, биологи, хөдөө аж ахуй, газар тариалан, геологи уул уурхай, байгаль орчны салбарыг хөгжүүлэхэд ОУАЭА-аас техник тусламж авах асуудлаар санаачлага гаргасан нь олон тооны багаж төхөөрөмж авахад их дэмжлэг болсон юм. Тухайлбал: өвчний оношлогоо тогтоох гамма камер, радиоиммуны лаборатори, цацраг идэвхт изотоп, хөдөө аж ахуйд малын өвчин оношлох, хээл авсан эсэхийг тогтоох, ургамлын селекц, хөрсний чийг, амин хүчлийг тодорхойлдог багажууд зэргийг олж авснаар өөрийн орны судалгаа, шинжилгээний ажлын түвшинг орчин үеийн хэмжээнд хүртэл өргөж өгсөн.

МУИС-ийн нейтроны генераторт нейтроны импульсийн багц гаргах төхөөрөмжийг санаачлан хийлцсэн. Төхөөрөмжийн ажиллах зарчим нь цахилгаан статик орноор дейтоны багцыг хазайлгахад оршино. Физикийн туршилтыг явуулахад импульсэн гोरимд ажилладаг хурдасгагчийн боломж юуны түрүүнд хурдасгасан бөөмсийн параметрууд ба хэрэглэгдэх бүртгэх багажийн хурдаар тодорхойлогдоно. Орчин үед хурдассан бөөмсийн импульсэн багцыг гаргаж авах олон аргууд байдаг. Электростатик хурдасгуурт импульсэн багцыг гарган авах нь хялбар бөгөөд хамгийн өргөн хэрэглэгддэг аргын нэг бол ионы багцыг тасалдуулах явдал юм. Тасалдуулах систем бол хос

хавтан ба хавтангуудын өмнө, хойно нь диафрагм тавьж өгнө. Энэ ажилд нейтроны генераторын дейтоны багцыг импульсэн горимд оруулах схемийг зохион бүтээсэн [2] бөгөөд нейтроны багцын импульсийн хэлбэр  $\tau < 0.2 \text{ мкс}$  болохыг тогтоосон болно. Энэ нь богино настай хуваагддаг изомеруудыг мкс-ийн мужид тодорхойлох боломж өгсөн практик ач холбогдолтой ажил болсон юм.

Хүрээлэн байгаа орчны бохирдлыг хянах зорилгоор биологийн гаралтай дээжүүд, хөрс, ашигт малтмалын хүдрийн элементийн агуулгыг тодорхойлоход рентген спектрийн анализын аргыг сүүлийн жилүүдэд өргөн дэлгэр хэрэглэх болжээ.

Үүний шалтгаан нь бага агууламжтай  $I \leq 0.5\%$  элементүүдийг зайлшгүй хянах, нөгөө талаас ихэнх тохиолдолд стандарт-эталон байхгүй явдал юм. Ийм хамгийн бага агууламжтай эталонуудыг хэрэглэхэд үндэслэсэн рентген спектрийн анализын аргыг боловсруулах нь чухал байдаг. Хагас дамжуулагч детектортэй спектрометр дээр V-аас Mo хүртлэх 10 элементийг нэгэн зэрэг тодорхойлох рентген спектрийн анализын шинэ аргыг боловсруулсан юм [3].

Ашигт малтмалын орд газрыг иж бүрэн ашиглах явдалд мэдрэх чадвар, хурд сайтай аналитик арга онцгой ач холбогдолтой. Бас ашигт малтмалын орд газраас ашиглах элементийн тоог нэмэгдүүлэн үр ашгийг нь дээшлүүлэх явдал чухал болж байна. Ашигт малтмалын эрдсүүд ихэнхдээ нэг буюу хэд хэдэн үндсэн ба, бусад дагалдах элементүүдээс тогтдог.

1974 оноос эхлэн МУИС-ийн ЦСТ-д нарийн мэдрэх чадвартай, хурдан, хямд аналитик аргыг боловсруулан хэрэглэх асуудал тавигдаж, цөмийн физикийн аналитик аргын нэг болох изотоп үүсгүүртэй рентген-флуоресценцийн анализийн арга эрчимтэй хөгжиж, Орос-Монголын хамтарсан уулын баяжуулах Эрдэнэт үйлдвэрийн дээжүүдэд үндсэн элемент Cu, Mo-ээс гадна орчны бохирдолтой холбоотой As, уг хүдрийн насыг тогтооход мэдээлэл өгч болох Rb, Sr, ховор металл болох Zr мөн үйлдвэрийн ач холбогдол бүхий Fe, дагалдах элемент Ag зэрэг элементүүдийг хэмжээг тодорхойлсон болно. Cu, Mo-ны концентрацыг нарийн тодорхойлохын хамт Ag-ны концентрацыг анх удаа үнэлж, гадаад худалдаанд мөнгө экспортлох боломж тогтоосноор жил бүр 5 сая төгрөг олох тооцоо гарч тэр нь хэрэгжсэн юм.

Н.Содном 1984-1987 онуудад Дубна хот дахь олон улсын ЦШНИ-ийн Цөмийн урвалын лабораторид секторын эрхлэгчээр

ажиллах хугацаандаа электроны хурдасгуур МТ-25-ыг ашиглан нейтрон, гамма идэвхжлийн анализын аргаар манай орны улс ардын аж ахуйн тулгамдсан болон хэтийн асуудлуудтай холбоотой чухал ажлуудын аргачлал боловсруулах, туршилт тавих судалгааг гүйцэтгэсэн болно [4].

Үүнд: Монгол орны орд газруудын нүүрсэнд Cl, Ag, U, Th-ийн концентрацыг гамма идэвхжлээр тодорхойлох оновчтой аргачлалыг боловсруулсны дүнд

- Бага хугацаанд саатсан цацралаар нүүрс шарж нэгэн зэрэг Si, Fe, Sr, Zr, Ba-г тодорхойлох
- 4-5 цагийн хугацаанд саатсан цацралаар нүүрсэнд 40 гаруй элементийг нэгэн зэрэг тодорхойлох
- Нүүрсэнд ванади тодорхойлсноор цахилгаан станцад нүүрс шатаахад орчны бохирдолд яаж нөлөөлдгийг судлах.
- Нүүрсэнд  $^{37}\text{Cl}(n,\gamma)^{38}\text{Cl}$ ,  $^{35}\text{Cl}(\gamma,n)^{34m}\text{Cl}$  тодорхойлох нь ДЦС-ын тоног төхөөрөмж, орчны бохирдолд хортой нөлөөллийг судлах
- Орос-Монголын хамтарсан уулын баяжуулах Эрдэнэт үйлдвэрийн зэс-молибдены хүдэрт үндсэн ба дагалдах элементийг нейтрон идэвхжилийн болон РФА-ын аргаар шийдвэрлэсэн нь химийн аргаас давуутайг тогтоожээ.

Байгалийн дээжүүдэд ховор шорооны болон үнэт металл тодорхойлох цуврал ажлуудад цөмийн физикийн бололцоот аргуудыг хослуулан хэрэглэх аргачлал боловсруулсан юм. Үнэт металлтай холбоотой судалгааны ажлууд гоёл чимэглэл, цахилгаан техник, электроникт, ховор шорооны элементүүд нь өнгөт телевизорын кинескоп, анагаах ухаанд мэс заслын оёдолд, сансар судлал, нарийн хэмжүүрийн багажийг зохион бүтээхэд онцгой ач тустай тул энэ чиглэлийг Дубнад хөгжүүлж, түүнийгээ өөрийн оронд нэвтрүүлсэн.

Академич Н.Содном манай улсад цөмийн физикийн шинжлэх ухааныг үүсгэн хөгжүүлэх, түүний боловсон хүчнийг бэлтгэх үйл хэрэгт жинтэй хувь нэмэр оруулсан гавъяатай хүн. Тэрээр цөмийн физикээр судалгаа шинжилгээний ажлыг монголоос хамгийн түрүүнд эхлүүлсэн анхдагч бөгөөд Цөмийн энергийн комисс, ЦШНИ, ОУАЭА зэрэг манай улсын болон олон улсын нэр хүндтэй байгууллагад он удаан жил ажилласан судалгааны ажлын арвин туршлагатай, зохион байгуулах өндөр чадвартай, дэлхийд нэр нь тодорсон эрдэмтэн хүн билээ.

Манай оронд цөмийн суурь болон хавсрага судалгаа явуулах эрдэм шинжилгээний томоохон хамтлаг үүсэн бий

болоход анхнаас нь гардан зохион байгуулсны ачаар энэ салбар ажиллагсаас 10 гаруй доктор, 30 гаруй дэд эрдэмтэн төрөл гарсан. Цөмийн суурь судалгааг эрхлэдэг ЦШНИ, цөмийн физикийн ололтыг улс орнуудын янз бүрийн салбарт нэвтрүүлэхэд туслах зорилго бүхий байгууллага ОУАЭА, бусад гадаад орны энгэр чиглэлийн ажил эрхлэдэг судалгааны төвүүдтэй холбож өгснөөр манай цөмийн физикчид дэлхийн түвшинд судалгааны ажлыг эзэмшсэн боловсон хүчинтэй болж чадсан юм.

ЦШНИ, ОУАЭА-аас 50 орчим эрдэмтэд, экспертийг урьд ирүүлэн өөрийн эрдэмтдийг дагалдуулан судалгааны тодорхой чиглэлээр дагнан сургах, манай орны 60-аад залуу хүмүүсийг гадаад оронд урт богино хугацаагаар томилон ажиллуулах замаар цөмийн суурь ба хавсрага судалгааны боловсон хүчний чадавхтай болоход ихээхэн хувь нэмэр оруулсан юм.

ОУАЭА-ийн экспертүүдийн оролцоотойгоор РФА компьютер, электроник, англи хэлний гэх мэт үндэсний дамжаа зохион байгуулсан нь манай залуучуудад маш хэрэгтэй арга сургалтын хэлбэр болсон юм. Үүний ачаар манай орны улс ардыг аж ахуй, шинжлэх ухааны олон салбарт цөмийн физикийн суурь ба хавсрага судалгаа явуулах, атомын энергийн ололтыг ашиглах бодит боломж нээгдэж дээр дурьдсан салбарыг гардан авч явах залуу боловсон хүчний нөөцтэй болсон.

ОУАЭА-ийн ерөнхий захирал Зигвард Эклунд, Ханс Бликс болон бусад удирдах ажилтнууд Монголд айлчлаж ажилласан явдал ОУАЭА, манай улсын цөмийн физикийн салбарт хамтын ажиллагааг хөгжүүлэх, түүний дотор тусламжийн хэлбэрээр төслүүдийг хэрэгжүүлэхэд шийдвэрлэх үүрэг гүйцэтгэсэн юм. Энэ бүгдийг зохион байгуулж, шийдвэр гаргуулахад Н.Содном багшийн нэр хүнд, бүтээлч үйл ажиллагаа мэдээж ихээхэн нөлөөлөх ач холбогдолтой байсныг зориуд цохон тэмдэглэж байна.

ЦШНИ-ийн дэлхийд нэрд гарсан академичид Н.Н.Боголюбов, И.М.Франк, Г.Н.Флеров, В.П.Джелепов, Г.М.Мещеряков, А.М.Балдин, Б.М.Понтекорво, В.Г.Кадышевский, А.Н.Сисакян, доктор Н.Н.Говорун, К.Я.Громов, В.Г.Соловьев, Ю.П.Попов, Ю.П.Гангрский, Н.К.Толстов, А.А.Кузнецов, А.Б.Малахов нар болон Дубнагийн бусад олон эрдэмтэд хүрэлцэн ирж лекц унших, газар дээр нь судалгаа шинжилгээний ажлыг явцтай танилцах, хамтран судалгааны ажил гүйцэтгэх, цаашдын төлөвлөгөөг боловсруулдаг байсан нь мөн л багшийн санаачлага зүтгэлтэй холбоотой юм. Энэ бүхэн бидэнд олдошгүй том завшаан

байсан төдийгүй Дубнад очиж хамтран гүйцэтгэх ажлын эхлэл болдог байв.

#### НОМ ЗҮЙН ИШЛЭЛ

1. Ли Га Ен Г.М.Осетинский, А.М.Говоров, И.В.Сизов, Н.Содном, В.И.Салацкий Исследование реакции  ${}^3\text{He}+{}^3\text{H}$  ЖЭТФ, т.39, вып.2, с.225-229
2. А.Г.Белов, Ю.П.Гангрский, Н.Ганбаатар, Б.Далхсүрэн, Н.Содном, Ж.Сэрээтэр. Модуляция дейтонного пучка нейтронного генератора. Нейтронная физика (Материалы 4-й Всесоюзной конференции по нейтронной физике, Киев, 18-22 апреля 1977г.), ч.4, с 257-260
3. А.Г.Белов, В.Я.Выропаев, Н.Содном, Б.Далхсүрэн, Ш.Гэрбиш, П.Зузаан, С.Даваа Рентгеноспектральное определение малых содержаний элементов от V до Mo с применением нового варианта эталонирования на спектрометре с полупроводниковым детектором. Атомная энергия, 1980, том 49, вып.2 с90-94
4. Ш.Гэрбиш Исследование и разработка ядерно-физических Методов элементного анализа углей и природных минералов МНР. Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Дубна—1989г