

## Улаанбаатар хотын аэрозолийн оптик зузааны жилийн болон хоногийн явц

Г. Батсүх\*, Ц. Баатарчулуун, Б. Даариймаа

Монгол Улс, Улаанбаатар-210646, Их сургуулийн гудамж-1, Монгол Улсын Их Сургууль,

Физик электроникийн сургууль, Геофизикийн тэнхим

\*Э-уудан [batsukh@num.edu.mn](mailto:batsukh@num.edu.mn)

We've determined that there is an approximately linearly increasing trend for the aerosol optical thickness (AOT) of the earth's atmosphere when the solar elevation angle increases and the trend have been estimated for each season of a year. The sun's elevation angle is dependent on a season and it also varies during day. In order to remove the dependence of AOT on solar elevation angle, we have introduced an idea that converting the aerosol optical thicknesses at given solar elevation angle to that of at a fixed elevation angle because the AOT has almost linear dependence on solar elevation angle. That scheme makes possibility of estimating daily and yearly trend of AOT and other optical parameters of air pollution.

**Түлхүүр үгс:** агаар мандлын бохирдол, аэрозолийн оптик зузаан, нарны өндөр

### I. ОРШИЛ

МУИС-ийн Геофизикийн судалгааны төвөөс Улаанбаатар хотод 1984-2004 онд, Монгол орны төвийн бүсэд орших Угтаалцайдам сумын нутагт 1987-1996 онуудад өдөр бүр цаг дутамд БС-8, КС-19 шилэн шүүлтүүр бүхий актинометрээр хийсэн нарны шулуун цацрагийн 16900 орчим хэмжилтийн материалыг ашиглан фотосинтезийн идэвхит цацрагийн муж дахь аэрозолийн оптик зузаан (АОЗ)-ыг Москвагийн Их Сургуулийн Цаг Уурын Хүрээлэнд боловсруулсан аргачлалаар [1] тодорхойлон аэрозолийн оптик зузааны хоногийн ба жил, олон жилийн явцыг тодорхойлон гаргасан билээ [2].

Дээрх ажилд тухайн бүс нутгуудад олон жилийн туршид хийсэн нийт хэмжилтийн хувьд аэрозолийн оптик зузаан нь нарны өндөр нэмэгдэхэд бараг шугаман хуулиар ихсэж байгааг харуулсан юм. Тухайн ажилд гаргасан дүнгээс үзэхэд нарны өндөр  $5^{\circ}$ - $65^{\circ}$  хүртэл өсөхөд Улаанбаатар хотод АОЗ ны утга 0.15-0.31 хүртэл, Угтаалд 0.07-оос 0.14 хүртэл бараг 2 дахин ихсэж байгаа нь харагдаж байна.

Үүнээс гадна Улаанбаатар хотод БС-8, ЖС-18, КС-15, КС-19 шилэн шүүлтүүр бүхий актинометрээр 1979-2009 онд хийсэн 15600 орчим хэмжилтийн материалыг ашиглан Буге-Ламбертийн хуулийг хэрэглэн тодорхойлсон агаар мандлын ерөнхий оптик зузааныг спектрийн  $380\text{nm} < \lambda < 710\text{nm}$  буюу фотосинтезийн идэвхит цацраг (ФИЦ),  $\lambda > 710\text{nm}$  буюу инфра улаан цацраг (ИУЦ),  $\lambda < 510\text{nm}$  буюу биологийн идэвхит цацраг (БИЦ)-ийн

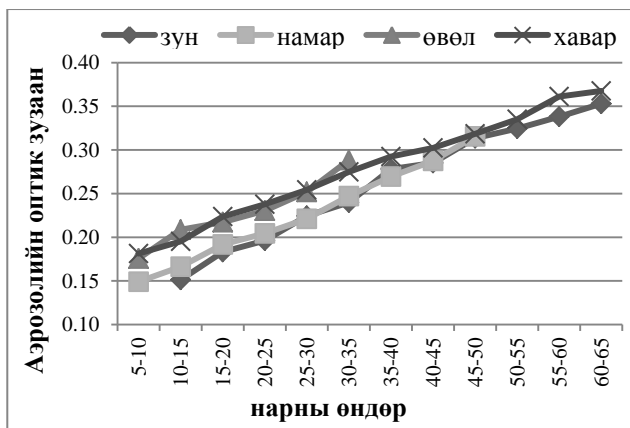
мужид тодорхойлон гаргасан дүнгээр агаар мандлын ерөнхий оптик зузаан (ЕОЗ) нь дээрхийн адил нарны өндрөөс хамааран өсөж байгаа нь ажиглагдсан байна [3]. Дээрх 2 ажилд хэмжилтийн шууд үр дүнгээр тодорхойлсон АОЗ-ны ба ЕОЗ-ны жилийн явц нь зуны улирлуудад хамгийн их, хоногийн явц нь үд дундын үед хамгийн их утгатай байхаар гарсан нь бодит нөхцөл байдалтай тохирч байгаа эсэх нь эргэлзээтэй юм. Өөрөөр хэлбэл, нарны өндөр хамгийн их байдаг үд дундын орчимд хамгийн их утгатай хоногийн явц, нарны хөөрөх өндөр их болдог зуны улиралд хамгийн их утгатай болдог жилийн явц ажиглагдахад нарны өндрийн өсөлтийг даган АОЗ ба ЕОЗ нь 2 дахин хүртэл хэмжээгээр өсдөг нь нөлөөлсөн байх үндэстэй. Учир нь хавар, зуны улиралд нарны өндөр өдрийн туршид харьцангуй их хурдтайгаар  $60^{\circ}$ - $65^{\circ}$  хүртэл ихэсдэг, үүнтэй холбоотойгоор нарны өндрийн бага утганд хийсэн хэмжилтийн тоо харьцангуй цөөрч АОЗ нарны өндрийн өсөлтөөс хамаарах байдал нь түүний дундаж утга өсөхөд хүргэдэг, мөн нарны хөөрөх өндөр ихэсдэг нь түүнд давхар нөлөө үзүүлж улмаар АОЗ-ны жилийн явцыг бодитоор тодорхойлоход нөлөөлж байна гэж үзэв.

Мөн жилийн аль ч улиралд нарны өндөр үд дундын үед хамгийн их утгандаа хүрдэг. Энэ өсөлт нь улирал бүрд харилцан адилгүй хурдтай явагддаг дундаж өргөрөгийн Монгол орны бүс нутгийн хувьд АОЗ-ны хоногийн явцын өөрчлөлтөнд АОЗ– нарны өндрөөс

хамаардаг байдал илт нөлөөлдөг нь харагдаж байна.

## II. СУДАЛГААНЫ ҮР ДҮН

Энэхүү ажилд АОЗ-ны жилийн ба хоногийн явцыг тодорхойлохдоо АОЗ-ны нарны өндрөөс хамаарах шугаман хамаарлыг ашиглан АОЗ-ны утгуудыг нарны нэг ижил өндөрт ( $30^0$ ) шилжүүлэх замаар түүний нарны өндрийг даган өөрчлөгдөх байдлын нөлөөг арилгав. Энэ зорилгоор АОЗ – нарны өндрөөс хамаарах хамаарлыг жилийн улирал бүрд тогтоох шаардлагатай гэж үзэв. Аэрозолийн оптик зузааны утгыг өмнө дурьдсан Москвагийн Их Сургуулийн Цаг Уурын Хүрээлэнд боловсруулсан аргачлалаар тодорхойлон АОЗ-ны нарны өндрөөс хамаарах хамаарлыг жилийн улирал бүрээр гаргасан дүнг 1-р зурагт үзүүлэв. Энд АОЗ-ыг нарны өндрийн 5 градусын завсар бүр дэх дундаж утгаар тодорхойлсон ба эдгээр завсарт байх хэмжилтийн тоо хамгийн багадаа 71, хамгийн ихдээ 813 байсан болно.

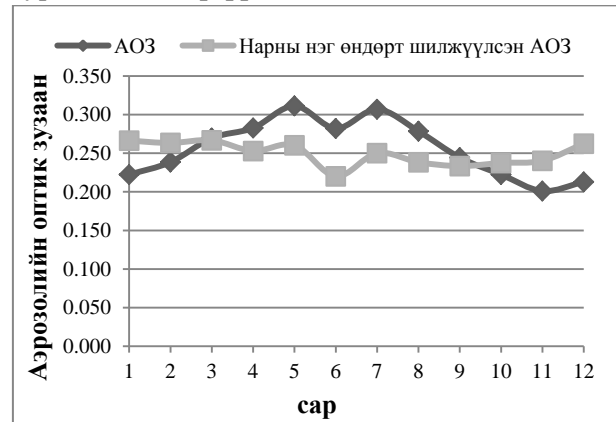


Зураг 1. Аэрозолийн оптик зузааны нарны өндрийн хамаарал

Эндээс үзэхэд Улаанбаатар хот орчмын агаар мандлын АОЗ нь жилийн улирал бүрд нарны өндрөөс хамааран (0.15-0.17) орчмоос(0.30-0.35) хүртэл бараг 2 дахин өсөж байх ойролцоогоор шугаман хамааралтай хуулиар өсдөг нь ажиглагдаж байгаа ба хамаарлын шугаман коэффициент нь өвлийн улиралд 0.0035 (1/град), намрын улиралд 0.0033 (1/град), хаврын улиралд 0.0033 (1/град), зундаа 0.0030 (1/град) утгатай байгаа нь Д.Очирваань нарын нийт жилийн дундажаар гаргасан 0.0032 (1/град) [2] хамааралтай ойролцоо байна.

Эдгээр шугаман хамаарлыг ашиглан нарны өндрийн янз бүрийн утганд тодорхойлсон АОЗ-

ны утгыг  $30^0$ -ын нарны өндөрт шилжүүлсэн утгаар АОЗ-ны жилийн явцыг гаргасан дүн болон нарны нэг өндөрт шилжүүлээгүй үеийн АОЗ-ны утгаар гаргасан жилийн явцыг 2-р зурагт жишин үзүүлэв.

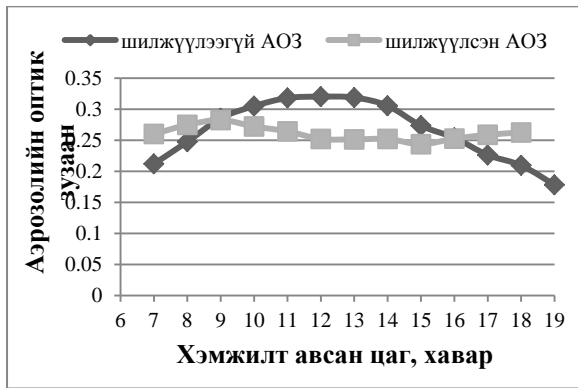


Зураг 2. Аэрозолийн оптик зузааны жилийн явц

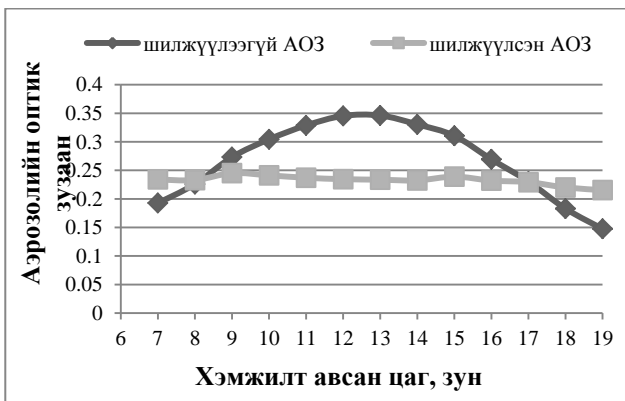
Нарны нэг өндөрт шилжүүлээгүй АОЗ-ны утгаар гаргасан жилийн явц нь зуны улиралд өвлийн улирлынхаас барагцаалбал 1.5 дахин өсдөг байхаар гарсан нь Улаанбаатар хотод хүйтний улиралд олон тооны жирийн галлагааны намхан яндантай зуухнаас үүсэх утаа болон бусад шалтгаанаар агаарын бохирдол ихэсдэг бодит байдлыг тусгаж чадахгүй байна. АОЗ-ны утгыг нарны нэг өндөрт шилжүүлсэн утгаар гаргасан жилийн явцад АОЗ-ны хамгийн их утгууд нь хүйтний улиралд буюу 12, 1, 2, 3-р сард болон хаврын 5-р сард 0.270 хүртэл хамгийн их утгатай, 6-р сард хамгийн бага буюу 0.220 утгатай, бусад саруудад 0.250-аас хэтрэхгүй утгатай гарч жилийн турш дахь өөрчлөлтийн хэмжээ 1.25 дахин утгаас хэтрэхгүй байгаа нь бодит нөхцлийг илүү тусгаж байна гэж үзэж байна.

Нарны өндрийн нэг утгад шилжүүлсэн болон шилжүүлээгүй тохиолдлуудад тодорхойлсон АОЗ-ны хоногийн явцыг улирал бүрээр гарган 3-р зурагт үзүүлэв.

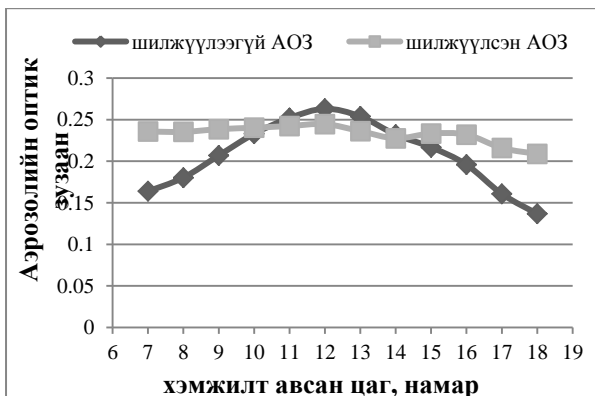
Эдгээрээс харахад нарны нэг өндөрт шилжүүлээгүй АОЗ-ны хоногийн явц нь нарны өндөр харьцангуй бага нэмэгддэг өвлийн улирлаас бусад улиралд үдийн орчимд өглөө ба оройныхоос 1.7-1.9 дахин өсдөг байхаар гарсан байна.



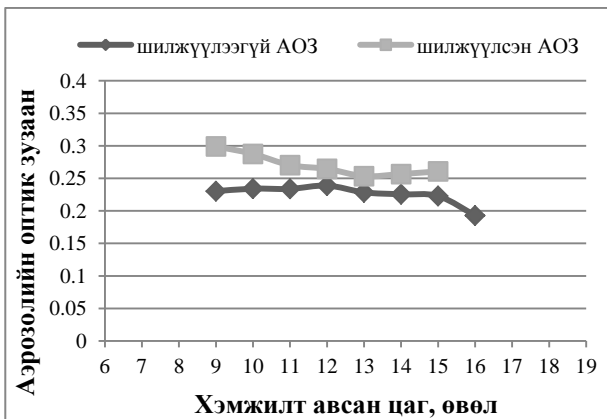
Зураг 3а. Аэрозолийн оптик зузааны хоногийн явц



Зураг 3б. Аэрозолийн оптик зузааны хоногийн явц



Зураг 3в. Аэрозолийн оптик зузааны хоногийн явц



Зураг 3г. Аэрозолийн оптик зузааны хоногийн явц

Үүний зэрэгцээгээр хавар, зуны улиралд АОЗ-ны утгын хамгийн их хэмжээ 0.320-0.350 орчим, хамгийн бага утга нь 0.180 орчим байхад өвлийн улиралд хамгийн их утга 0.240, хамгийн бага утга 0.190 байгаа зэрэг нь АОЗ-ы хоног ба жилийн явцад АОЗ нь нарны өндрөөс хамаарч бараг 2 дахин өсдөг байдал нөлөөлж байгааг илтгэнэ.

Нарны нэг өндөрт шилжүүлсэн АОЗ-ны утгаар гаргасан хоногийн явц нь зун, намрын улиралд (0.210-0.240)-ийн хооронд, хаврын улиралд (0.240-0.280)-ийн хооронд, өвлийн улиралд (0.250-0.300)-ийн хооронд өглөөнөөс орой хүртэл ерөнхийдөө 1.1-1.2 дахин багасдаг онцлогтой байна.

### Ш. ДҮГНЭЛТ

1. Аэрозолийн оптик зузаан нь нарны өндрөөс хамаарч өсдөг зүй тогтол нь жилийн бүх улиралд ажиглагдаж байна.
2. Улаанбаатар хотод АОЗ нь хүйтний улиралд ихсэж, зуны улиралд ойролцоогоор хүйтний улирлынхаас 1.25 дахин орчмоор багасдаг жилийн явцтай байна.
3. Улаанбаатар хотод АОЗ нь жилийн бүх улиралд өглөөнөөс орой (нар шингэх) хүртэл 1.1-1.2 дахин буурдаг ерөнхий хандлагатай байна.

**Талархал:** Энэхүү судалгааны ажлыг Монгол Улсын ШУТСангаас санхүүжүүлсэн “Агаар мандалд явагдах оптик үзэгдлийн судалгаа”сэдэвт ажлын хүрээнд гүйцэтгэсэн болно.

### АШИГЛАСАН НОМ

1. Тарасова.Т.А.,Абакумова.Г.М., Ярхо.Е.В “Определение аэрозольной оптической толщины атмосферы по прямой фотосинтетически активной радиации”, Метеорология и гидрология, 1992, №10
2. Д.Очирваань., Г.Батсүх “Монгол орны зарим нутаг дахь агаар мандлын аэрозолийн оптик зузаан”, МУИС эрдэм шинжилгээний сэтгүүл, Физик, №225, 2005, хууд. 75-77
3. Т.Нарангарав.,Г.Батсүх “Улаанбаатар орчмын агаар мандлын оптик зузааны судалгааны зарим үр дүн”, МУИС, Эрдэм шинжилгээний бичиг, Физик, №355(16), 2011, хууд. 96-99