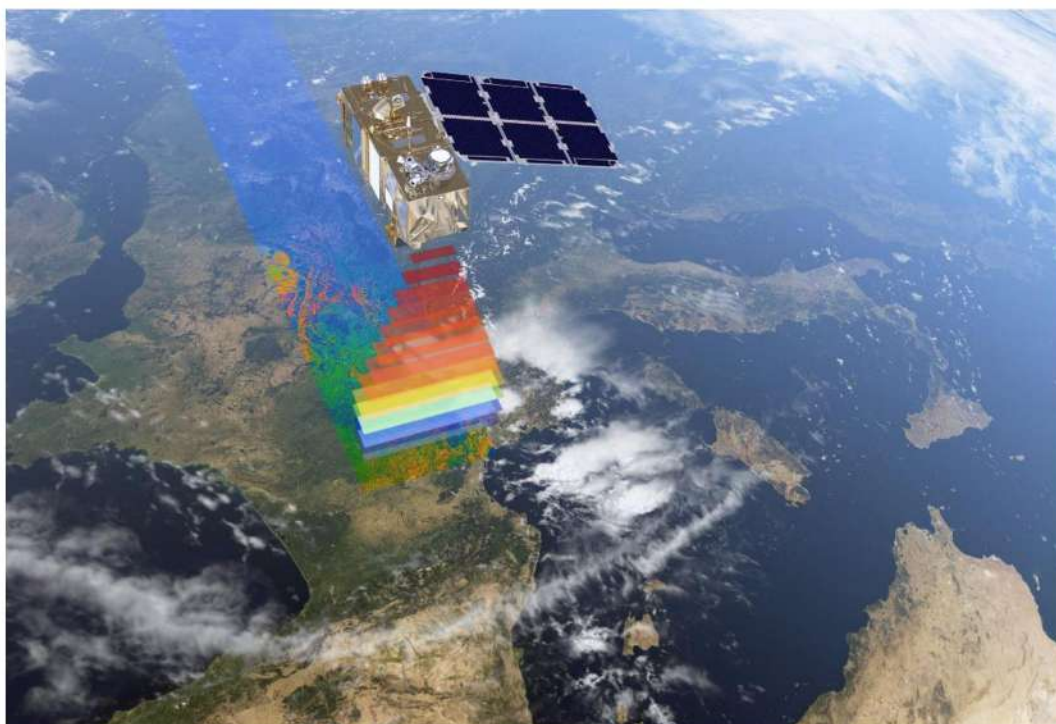


**Д.Амарсайхан, М.Ганзориг  
А.Мөнх-Эрдэнэ, Д.Энхжаргал**



**ЗАЙНААС ТАНДАХ ХИЙМЭЛ  
ДАГУУЛУУД БОЛОН  
ТӨХӨӨРӨМЖҮҮД**

**УЛААНБААТАР ХОТ  
2015 он**

**Д.Амарсайхан, М.Ганзориг  
А.Мөнх-Эрдэнэ, Д.Энхжаргал**

**ЗАЙНААС ТАНДАХ  
ХИЙМЭЛ ДАГУУЛУУД  
БОЛОН  
ТӨХӨӨРӨМЖҮҮД**

**Редактор: Д.Амарсайхан**

**Улаанбаатар хот  
2015 он**

Юуны өмнө энэхүү номонд орсон зарим материалуудаар хангасан, номыг бичиж дуусгахад бүхий л дэмжлэг үзүүлсэн нийт хүмүүст талархал илэрхийлье.

**Зохиогчид:**

Д.Амарсайхан, Утас: 453660, E-mail: amar64@arvis.ac.mn

М.Ганзориг, Утас: 458090, E-mail: ganzorig@arvis.ac.mn

А.Мөнх-Эрдэнэ, Утас: 458090, E-mail: munkherdene@informatic.ac.mn

Д.Энхжаргал, Утас: 453660, E-mail: enkhe58@yahoo.com

**Техник редактор:**

Д.Энхжаргал, Утас: 99124931

Энэхүү номыг зайнаас тандах судлал, дүрсийн тоон боловсруулалтын салбарт ажилладаг мэргэжилтнүүд, судлаачид, их, дээд сургуулийн багш, оюутнууд болон сансрын мэдээг ашигладаг нийт хэрэглэгчид ашиглаж болно.

# ГАРЧИГ

Өмнөх үг.	.1
<b>1. Зайнаас Тандах Судлалын Тухай</b>	
Цахилгаан соронзон долгионы спектрууд..	.4
Долгион сарних үзэгдэл.	.6
ЦСД-ны гадарга дээрхи юмстай харилцан үйлчлэх нь .	.7
Байгаль дээрхи түгээмэл биет, юмсын спектрийн ойлт .	.9
ЗТС-ын буюу зайнаас тандсан мэдээ .	.14
Зайнаас тандах төхөөрөмжийн шинжүүд .	.15
<b>2. Оптикийн Тандан Судлалын Дагуул болон Төхөөрөмжүүд</b>	
Landsat цуврал дагуул .	.18
Landsat MSS. .	.19
Landsat TM .	.21
Landsat ETM+. .	.23
Landsat-8. .	.25
SPOT цувралын дагуулууд ба HRV төхөөрөмж .	.28
SPOT-1 дагуул. .	.29
SPOT-2,3,4 дагуулууд .	.31
SPOT-5 дагуул. .	.32
SPOT 6 болон 7 дагуулууд .	.34
Pléiades-1A дагуул .	.37
Pléiades-1B дагуул. .	.38
TIROS/NOAA дагуул .	.40
MODIS дагуул .	.42
Terra дагуулын ASTER сенсор .	.43
DigitalGlobe компани .	.46
IKONOS дагуул .	.47
QuickBird дагуул .	.48
GeoEye-1 дагуул .	.50
WorldView-1 дагуул . .	.52
WorldView-2 дагуул . .	.52
WorldView-3 дагуул . .	.54
Kompsat-1 дагуул . .	.56
Kompsat-2 дагуул . .	.57
Kompsat-3 дагуул . .	.58
Kompsat-3A дагуул . .	.60
Formosat-1 дагуул . .	.61
Formosat-2 дагуул . .	.62
Formosat-3 дагуул . .	.63
Formosat-5 дагуул . .	.65
Formosat-7 дагуул . .	.66
Orbview-1 дагуул . .	.67
Orbview-2 дагуул . .	.68
Orbview-3 дагуул . .	.70
Orbview-4 дагуул . .	.71
RapidEye хиймэл дагуул . .	.72
ALOS дагуул ба AVNIR-2, PRISM сенсорууд .	.73
ALOS-3 дагуул MSS, PRISM-2 сенсорууд . .	.77

EROS-A хиймэл дагуул	.78
EROS-B хиймэл дагуул	.79
PROBA-V хиймэл дагуул	.81
EO-1 хиймэл дагуул ба ALI сенсор	.83
Sentinel-2 хиймэл дагуул	.85
CartoSat-1 хиймэл дагуул	.86
CartoSat-2A, 2B хиймэл дагуулууд	.87
TopSat хиймэл дагуул	.88
Deimos-1 хиймэл дагуул	.90
Deimos-2 хиймэл дагуул	.92
SkySat-1 хиймэл дагуул	.92

### 3. Радарын Тандан Судлалын Дагуул болон Төхөөрөмжүүд

Радарын тандан судлалын тухай	.94
ERS-1 ба ERS-2 хиймэл дагуулууд	.99
EnviSAT хиймэл дагуул	.101
Radarsat-1 хиймэл дагуул	.103
Radarsat-2 хиймэл дагуул	.104
JERS-1 хиймэл дагуул	.105
ALOS дагуул ба PALSAR сенсор	.107
ALOS-2 хиймэл дагуул	.108
TerraSAR дагуул	.109
TanDEM-X хиймэл дагуул	.113
SRTM төсөл	.114
KOMPSAT-5 хиймэл дагуул	.117
Sentinel-1A хиймэл дагуул	.118
Cosmo – SkyMed дагуулууд	.120

### 4. Хайперспектрийн Тандан Судлалын Дагуул болон Төхөөрөмжүүд

Хайперспектрийн тандан судлалын тухай	.123
EO-1 дагуулын Hyperion сенсор	.124
ALOS-3 HISUI (Hyperspectral Imager Suite)	.126
PROBA-1 хиймэл дагуул	.127
PRISMA хиймэл дагуул	.129
EnMap хиймэл дагуул	.130
HypSIRI хиймэл дагуул	.131
HYPXIM хиймэл дагуул	.132
SHALOM хиймэл дагуул	.132
AVIRIS сенсор	.133
APEX сенсор	.134
Улаанбаатар хот болон Богдхан уулын хэсгийн Hyperion-ы мэдээ	.136

### 5. Бэлчээрийн Төлөв Байдлыг Сансрын Зураг Ашиглан Үнэлсэн нь

Бэлчээрийн Төлөв Байдлыг Сансрын Зураг Ашиглан Үнэлсэн нь	.145
---	------

### 6. Өндөр Шийдтэй Сансрын Мэдээг Боловсруулан ГМС-ийн Давхаргыг Баяжуулах нь

Өндөр Шийдтэй Сансрын Мэдээг Боловсруулан ГМС-ийн Давхаргыг Баяжуулах нь	.174
Ашигласан бүтээлүүд болон эх сурвалжууд	.191

## ӨМНӨХ ҮГ

Хүн төрөлхтөн олон зууны тэртээгээс эх дэлхий, түүний гадаргуу дээрх уул, нуруу, гол, горхи, хөндий, ой хөвч, газар тариалан, хот, тосгодыг алсаас харж тандан, тэдгээрийн зүй тогтол, мөн чанар, төлөв байдлыг судлахыг мөрөөдсөөр ирсэн бөгөөд анхандаа техник, технологийн нөхцөл, байдлаас шалтгаалан тодорхой өндөрт гарч зураглал хийхэд нилээн хүндрэлтэй байжээ. Нийгэм хөгжихийн хирээр өндрөөс зураглал хийх оролдлогууд удаа дараа хийгдэж, 1820-иод оноос эрчимжиж эхэлсэн бөгөөд газар, дэлхийн тухай анхны зургийг Францын иргэн Надар 1858 онд агаарын бөмбөрцөг дээрээс авсан байна.

20-р зууны эхэн үеэс нисдэг тэргээр зураг авах технологи эрчимтэй хөгжиж, дэлхийн II дайны үед нэл улаан туяаны мужид зураг авах болон радарын техник, технологи бий болсон нь орчин үеийн зайнаас тандан судлалын эхлэл болсон бөгөөд АНУ 1972 онд эх дэлхийн мониторинг хийх зорилго бүхий Landsat-1 дагуулыг хөөргөсөн нь шинжлэх ухааны энэ салбарт шинэ эрин үеийг нээжээ. 1990-ээд оноос сансрын радарын тандан судалгаа эрчимтэй хөгжиж, богино долгионы мужид мэдээ хүлээн авдаг дагуулууд бий болсноор эх дэлхий, түүний гадаргуу дээрх биет, юмсыг өдөр, шөнө, цаг агаар, атмосферын ямар ч нөхцлөөс үл хамааран системтэйгээр судлах боломжийг олгосон юм. Сүүлийн жилүүдэд зайнаас тандан судлалд хэт өндөр ба өндөр шийдтэй полариметрийн болон интерферометрийн мэдээ хүлээн авах хиймэл дагуулуудыг зохион бүтээж ашигласнаар судалгаа, шинжилгээний янз бүрийн асуудлыг шийдвэрлэхэд идэвхтэй тандан судлалын гүйцэтгэх үүрэг асар хурдацтай өсч байна.

Сансраас маш өндөр нарийвчлал бүхий дүрс мэдээ хүлээн авах нь улс орон бүрийн олон эрдэмтдийн хүсэл, мөрөөдөл байсаар ирсэн бөгөөд энэ нь шинэ зууны эхнээс биеллээ олж эхэлсэн ба өнөөгийн байдлаар сансрын тойрог замд ажиллаж буй дагуулуудаас зураглах хамгийн өндөр чадавхитай нь панхроматик зургийн оронзайн шийд нь 31см, олон бүсчлэлийн сувагт 1.24м оронзайн шийдтэйгээр зураглах WorldView-3 дагуул юм. Өнгөрсөн зууны сүүлч үеэс цахилгаан соронзон долгионы оптик мужид хэдхэн нанометрийн интервалтайгаар хэт олон сувгийн өгөгдлийг хүлээн авах технологи эрчимтэй хөгжснөөр эрдэмтэд, судлаачдад өөр хоорондоо ижил төстэй биесийн спектрийн мөн чанарыг таних, харьцуулан судлах боломжийг шинээр олгосон бөгөөд эдүгээ хайперспектрийн тандан судалгаа хэмээн нэрлэгдэх шинэ салбар болон хөгжиж байна.

Орчин үед дэлхийн олон улс, орнууд шинжлэх ухаан, технологийн тэргүүний ололт, амжилтыг практикт эрчимтэй нэвтрүүлж байгаа бөгөөд тандан судалгааны үр дүнг янз бүрийн зорилгоор хэрэглэж байна. Одоо зайнаас тандсан мэдээг эх дэлхийн хуурай газар, далай, тэнгисийн

мониторинг; байгалийн нөөцийн үнэлгээ, төлөвлөлт, зохистой ашиглалт; хүрээлэн буй орчны өөрчлөлт, хамгаалал, нөхөн сэргээлт; бэлчээрийн ургамлын төлөв байдлын үнэлгээ; байгалийн аюулт үзэгдлийн судалгаа; хөрсний чийгийн мониторинг; археологийн судалгаа, дүн шинжилгээ; геологийн эрэл хайгуул; ашигт малтмалын тархалт, хувь хэмжээг тогтоох судалгаа; хотын төлөвлөлт, удирдан зохион байгуулалт; байгаль орчны мониторинг болон менежментэд өргөн ашиглахаас гадна төрөл бүрийн масштабын сэдэвчилсэн ба байрзүйн зургуудыг зохиох, улмаар газарзүйн мэдээллийн систем (ГМС)-ийн давхаргуудыг баяжуулах буюу шинэчлэхэд ашиглаж байна. Иймд зайнаас тандан судалгааг эрчимтэй хөгжүүлэх нь уудам тэнэгэр нутагтай, шинэлэг сэдэвчилсэн мэдээгээр хомс манай орны хувьд цаг хугацаа, хөрөнгө зардал хэмнэхээс эхлээд чухал ач холбогдолтой юм.

ШУА-ийн гишүүн, академич Д.Амарсайхан, Монгол улсын сансрын нисэгч, хөдөлмөрийн баатар, доктор, профессор М.Ганзориг, тандан судалгааны салбарын судлаач А.Мөнх-Эрдэнэ, Д.Энхжаргал нар нь энэ салбарт олон жил үр бүтээлтэй ажилласан мэргэжилтнүүд бөгөөд өөрсдийн олон жилийн ажлын туршлага, үр дүнд тулгуурлан манай орны зайнаас тандсан мэдээтэй харьцдаг эрдэмтэд, их дээд сургуулийн багш нар, мэргэжлийн хүмүүс болон оюутнуудад тандан судлалын үндсэн зарчим, зайнаас тандах хиймэл дагуулууд ба мэдээ хүлээн авах төхөөрөмжүүд, түүнчлэн орчин үеийн тандан судлалын мэдээг сэдэвчилсэн судалгаанд хэрхэн ашиглаж хэрэглэх талаар үндсэн мэдлэг олгох зорилгоор энэхүү бүтээлээ туурвижээ.

Энэхүү ном нь зайнаас тандах судлалын үндсэн зарчим, сансрын янз бүрийн түвшин дэх хиймэл дагуулууд болон оптикийн, радарын, хайперспектрийн мэдээ хүлээн авах төхөөрөмжүүдийн талаар өндөр түвшинд дэлгэрэнгүй тайлбарласан, сансрын мэдээ, мэдээллийг дүрсийн тоон боловсруулалтын аргаар боловсруулан бэлчээрийн төлөв байдал, хотын газар ашиглалтын өөрчлөлттэй холбоотой судалгаа, дүн шинжилгээнд хэрхэн ашиглах талаар бодит жишээнүүд дээр харуулсан сонирхолтой бүтээл болсон бөгөөд оронзайн мэдээтэй харьцдаг нийт хэрэглэгчдэд мэдлэгээ баяжуулахад нь зохих хувь нэмэр оруулна гэдэгт итгэл төгс байна.

Эрдэм номын хур арвижих болтугай!

МУИС-ийн багш, профессор, доктор

В.Батцэнгэл