

Шинжлэх ухааны Академи
Одон орон Геофизикийн Хүрээлэн

**“Тогтвортой бус астрономийн объектуудын судалгаа:
дэлхий орчмын байгалийн болон техникийн гаралтай
аюулт биетүүд, астрофизикийн эх үүсвэрүүд”
ОРОС-МОНГОЛЫН ХАМТАРСАН ТӨСЛИЙН ТАЙЛАН**

Гэрээний дугаар:	ШуГх/ОХУ/-2018/05
Хэрэгжих хугацаа:	2018-2021
Төслийн удирдагч:	Н.Тунгалаг, доктор (PhD)
Санхүүжүүлэгч байгууллага:	Шинжлэх ухаан технологийн сан
Захиалагч байгууллага:	Шинжлэх ухаан технологийн сан
Төслийн хавсран гүйцэтгэгч:	ОХУ-ын ШУА-ийн Сансар судлалын хүрээлэн, Хавсарга математикийн хүрээлэн

Улаанбаатар хот

2022 он

Төсөлд оролцогчид:

1. Төслийн удирдагч Н.Тунгалаг, PhD, эштэрг.а
2. Р.Буянхишиг, докторант, эшдэда
3. Б.Ирмүүнзаяа, бакалавр, эшдад.а
4. Н.Мөнхзул, бакалавр, эштус.а

Төслийн урьдчилан тавьсан зорилтууд:

- Хүрэлтогоот дахь ОРИ-40 ба VT78 дурангуудад засвар үйлчилгээ хийх.
- ORI-40 дуран дээр тогтворгүй эх үүсвэрүүдийн дохиот ажиглалт явуулах.
- VT78-е дуран дээр сансрын хог хаягдал, хиймэл дагуулын ажиглалт хийх.
- Ажиглалт боловсруулалтын шинэлэг арга зүйд суралцах.
- Монгол орны зарим газар нутгийн астроклиматыг судлах, автомат ажиглалтыг явуулах (бүрэн ажиглалтын шөнийн камер, үүл бүртгэгч).
- Астроклиматын цаашдын судалгааны зүгээс сонирхол татахуйц байршилтай газруудын цаг уурын станцуудын мэдээллийг цуглуулах.
- Ажиглалтын боловсруулалтын үр дүнгээр өгүүлэл гаргах.

Гарчиг

Оршил	4
Календарчилсан төлөвлөгөөний дагуу төлөвлөсөн ажлууд (он оноор)	5
Гүйцэтгэлийн явц, үр дүнгүүд (он, оноор)	6
Хэвлүүлсэн бүтээл	16
Эрдэм шинжилгээний зардал	18
Орос талын тайлан (орос хэл дээр)	19

Оршил

ОХУ-ын ШУА-ийн Сансар судлалын хүрээлэн, Хавсарга Математикийн Хүрээлэнтэй хамтран “Тогтвортой бус астрономийн объектуудын судалгаа: дэлхий орчмын байгалийн болон техникийн гаралтай аюулт биетүүд, астрофизикийн эх үүсвэрүүд” сэдэвт Орос-Монголын хамтарсан суурь судалгааны төсөл нь 2018 оны 2-р сард батлагдсан ба 2018 оны 6-р сард гэрээ хийгдэж төслийн ажил эхэлсэн. Төсөл нь 2012 оноос эхлэн Улаанбаатарын Хүрэлтогоот дахь одон орны оргил дээр явуулж байгаа астрономийн оптик ажиглалт, судалгааны ажлыг үргэлжлүүлэн явуулах, дурангийн идэвхтэй үйл ажиллагааг дэмжих, ажиглалт боловсруулалтыг нарийвчлан сайжруулах зорилготой. Энд бага гариг, сүүлт од, сансрын хог хаягдал, хиймэл дагуулын ажиглалт, суурь болон хавсарга судалгаа, мөн түр зуурын астрофизикийн объект болох сансрын гамма тэсрэлтийн оптик муж дахь судалгаа багтана. Мөн хэт шинэ одны тэсрэлт, тэдгээрийн дагалдах үзэгдэл болох рентген хос одны систем дэх тэсрэлтийн (жишээлбэл: V404 Cygni) ажиглалт судалгааг хийх юм. Одон орны орны оргил дахь ажиглалтын тоног төхөөрөмжийг засварлах, сайжруулах ажлуудыг хийнэ. Мөн судлаачдыг ажиглалт, боловсруулалтын арга техникт суралцах, шинэ программ хангамж эзэмшихэд сургах, ажиглалтыг өөрсдөө төлөвлөж хийхэд туслах зэрэг зорилтууд тавьсан.

Календарчилсан төлөвлөгөөний дагуу төлөвлөсөн ажлууд (он оноор):

2018 он:

- Хүрэлтогоот дахь ОРИ-40 дуран, түүний камер, мотор зэрэг дагалдах тоног төхөөрөмжүүдийг засварлах, программ хангамжийг шинэчлэн сайжруулах ажил хийнэ.
- Ажиглалт боловсруулалтын шинэлэг арга зүйд суралцана.
- Тогтвортой бус, түр зуурын астрофизикийн үзэгдлүүдийн (хэт ба хэт шинэ одны тэсрэлт, рентген эх үүсвэр, гамма тэсрэлт гэх мэт) оптик муж дахь ажиглалт
- Бага гариг ба сүүлт одны тойрог замыг баталгаажуулах ажиглалтууд

2019 он:

- Хүрэлтогоот дахь ОРИ-40 дуран, түүний камер, мотор зэрэг дагалдах тоног төхөөрөмжүүдийг засварлах, программ хангамжийг шинэчлэн сайжруулах ажил хийнэ.
- Ажиглалт боловсруулалтын шинэлэг арга зүйд суралцана.
- Тогтвортой бус, түр зуурын астрофизикийн үзэгдлүүдийн (хэт ба хэт шинэ одны тэсрэлт, рентген эх үүсвэр, гамма тэсрэлт гэх мэт) оптик муж дахь ажиглалт
- Бага гариг ба сүүлт одны тойрог замыг баталгаажуулах ажиглалтууд

2020 он:

- Сансрын хог хаягдлын самналт ажиглалт явуулах;
- Тогтвортой бус, түр зуурын астрофизикийн үзэгдлүүдийн (хэт ба хэт шинэ одны тэсрэлт, рентген эх үүсвэр, гамма тэсрэлт гэх мэт) оптик муж дахь ажиглалт;
- Монгол орны зарим газар нутгийн астроклиматыг судлах ажлын хүрээнд үүл бүртгэгч CloudWatcher багажаар хээрийн хэмжилт хийх;

- Хүрэлтогоот дахь ОРИ-40 дуран, түүний камер, мотор зэрэг дагалдах тоног төхөөрөмжүүдийг засварлах, программ хангамжийг шинэчлэн сайжруулах зэрэг ажлуудыг хийхээр урьдчилан төлөвлөсөн.

2021 он:

- Хүрэлтогоот дахь ОРИ-40 дуран, түүний камер, мотор зэрэг дагалдах тоног төхөөрөмжүүдийг засварлах, программ хангамжийг шинэчлэн сайжруулах зэрэг ажлуудыг хийхээр урьдчилан төлөвлөсөн.

Гүйцэтгэлийн явц, үр дүнгүүд (он, оноор):

2018 он:

1. Төслийн хүрээнд 2018 оны 6, 7-р сард ОХУ-ын хамтрагч талаас 2 ажилтан, тухайлбал, ОХУ-ын ШУА-ийн Хавсарга Математикийн Хүрээлэнгийн инженер техникийн ажилтан Сергей Шмальц, Алексей Юдин нар Хүрэлтогоотын Одон орны оргилд ирж ажиллан ОРИ-40 дуранд шаардлагатай засвар үйлчилгээг хийж, CCD камерийн гэмтлийг засч ажиллагаанд оруулсан.
2. Мөн дуран удирдах болон ажиглалт боловсруулалт хийх программ хангамжуудыг (Ubuntu, Iraf) шинэчлэн суулгасан. ОХУ-ын хамтрагчид Монгол талын ажилтнуудыг шинэ арга зүйгээр ажиглалт, боловсруулалт хийхэд сургаж, хамтарсан туршилт ажиглалтуудыг хийсэн.
3. VT-78e дуран дээр сансрын хог хаягдлын тэнгэрийн экваторын дагуух самналт ажиглалтыг үргэлжлүүлэн хийж байна.
4. Тогтвортой бус, түр зуурын астрофизикийн үзэгдлүүдийн (хэт ба хэт шинэ одны тэсрэлт, рентген эх үссвэр, гамма тэсрэлт гэх мэт) оптик муж дахь ажиглалтыг энэ 6 сарын хугацаанд хийгээгүй. Учир нь шинэ одны тэсрэлт, гамма тэсрэлт зэрэг нь хэзээ ч болж болох тохиолдлын

үзэгдэл бөгөөд урьдчилан төлөвлөх боломжгүй юм. Энэ хугацаанд манай дурангийн хүчин чадалд тохирсон, мөн манай ажиглалтын цэгээс ажиглах боломжтой тийм тэсрэлт цөөн хэд байсан боловч энэ жилийн зун, намрын улиралд бороо хур ихтэй, үүлтэй шөнө элбэг байсан учраас гамма тэсрэлтийн оптик ажиглалт хийж чадаагүй. Харин оны эхэнд 2018 оны 1-р сарын 11-нд сансрын гамма тэсрэлтийн оптик ажиглалтыг 1 удаа хийж GRB180111A объектын хугацаанаас хамаарсан гэрлийн муруйг байгуулсан.

5. 2018 оны 10-р сард дэлхий орчмын 1390Abastumani бага гаригийн байрлал баталгаажуулах ажиглалтыг явуулан астрометрийн хэмжилт хийж солбицлыг баталгаажуулсан. Ажиглалтын үр дүнг MPEC Minor Planet Electronic circular –т хэвлүүлсэн.
6. Төслийн удирдагч Н.Тунгалаг 2018 оны 6, 7-р сард төслийн сэдвийн чиглэлээр олон улсын эрдэм шинжилгээний 3 бага хуралд оролцож аман болон ханын илтгэлүүд хэлэцүүлсэн. Тухайлбал, Украин улсын Харьков хотод "Atmosphereless solar system bodies in the space exploration era" эрдэм шинжилгээний бага хурал, ОХУ-ын Таруса хотод "Астрофотометрия: теория и практика" сэдэвт эрдэм шинжилгээний бага хурал, ОХУ-ын Эрхүү хотод Орос-Монголын хамтарсан эрдэм шинжилгээний бага хурал.

2019 он:

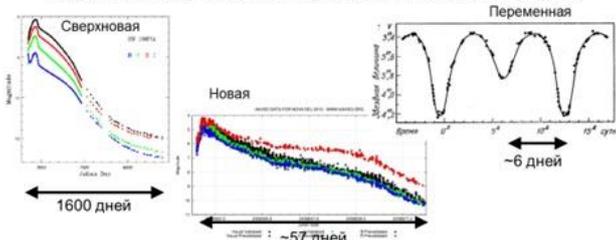
1. Төслийн хүрээнд 2019 оны 10-р сард ОХУ-ын хамтрагч талаас нэг ажилтан, тухайлбал, ОХУ-ын ШУА-ийн Хавсарга Математикийн Хүрээлэнгийн инженер Алексей Юдин Хүрэлтогоотын Одон орны оргилд ирж ажиллан ОРИ-40 дуранд шаардлагатай засвар үйлчилгээ, тохиргоог хийсэн. Тухайлбал, CCD камерийн гэмтлийг засах, фокусёрыг солих, дурангийн суурийн хөдөлгөөний моторыг солих зэрэг ажлуудыг хийж гүйцэтгэн дуранг ажиллагаанд оруулсан.



Мөн Алексей Юдин энд байх хугацаандаа Одон Орон Геофизикийн Хүрээлэнгийн нэгдсэн семинар дээр хүрээлэнгийн нийт ажилтнуудад “Дурангийн оптик систем. Орчин үеийн хайлтын робот дурангууд” сэдвээр илтгэл тавьж хэлэлцүүлсэн. Мөн Хүрээлэнгийн Одон орны салбарын ажилтнуудад “Фотометрийн тухай ойлголт”, “Астрофизикийн объектуудын гэрлийн хэмжээг IRAF программ ашиглан тооцоолох арга зүй” сэдвээр лекц уншиж зарим дадлага ажил, жишээг хамтран гүйцэтгэж, сонирхсон асуултанд хариулж байсан нь ажилтнуудын ур чадварыг дээшлүүлэхэд ач холбогдолтой байв.

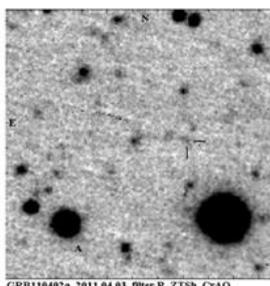
Фотометрия в астрономии

- Раздел практической астрофизики, занимающийся измерением световых потоков от небесных объектов с помощью приемников излучения.
- Применяется для определения относительной яркости астрономических объектов и изучения её эволюции во времени.



Апертурная фотометрия

- Если галактика неотличима от точечного источника, но мы знаем, что это галактика
- Отлична от точечного, но неразрешима
- В таких случаях подойдёт апертурная фотометрия с размером апертуры как у опорных звёзд.



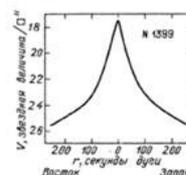
Цифровые изображения

- состоит из ячеек – пикселей (pixel);
- в общем случае – 2D или 3D массив чисел;
- получают с помощью ПЗС-камер;
- имея (x; y) координаты и значение потока в данных координатах, можно построить 3D карту яркости наблюдаемого участка;

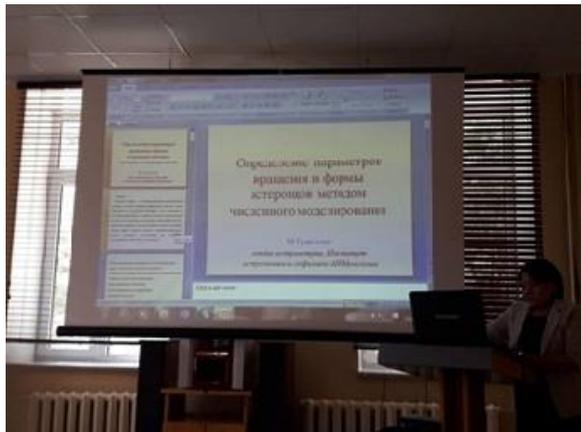
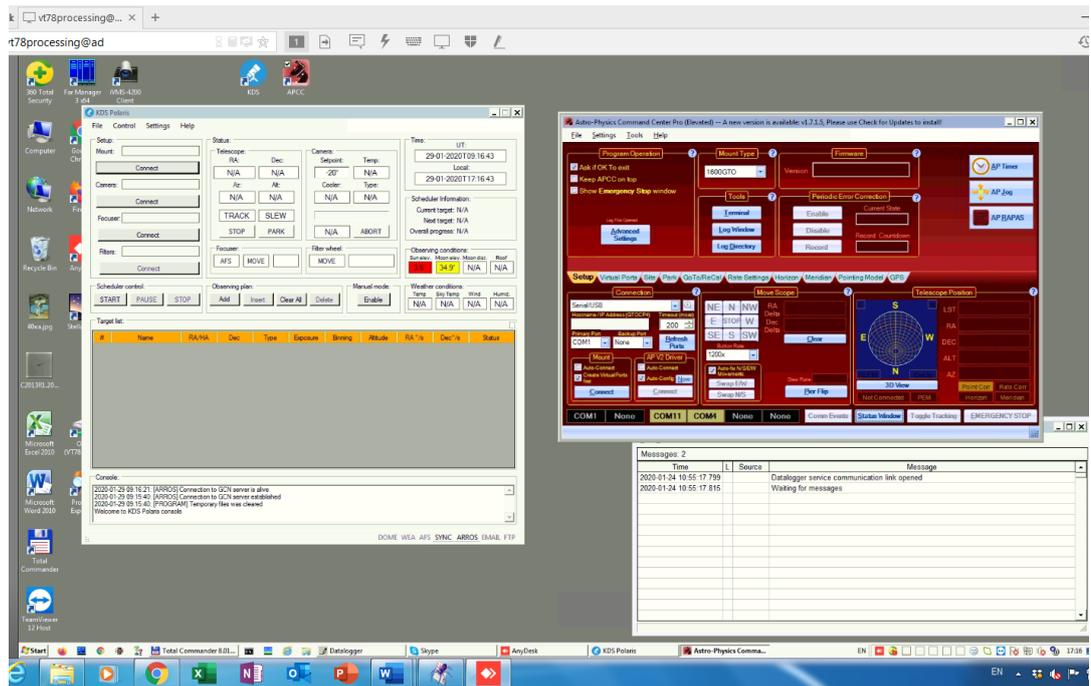


PSF - фотометрия

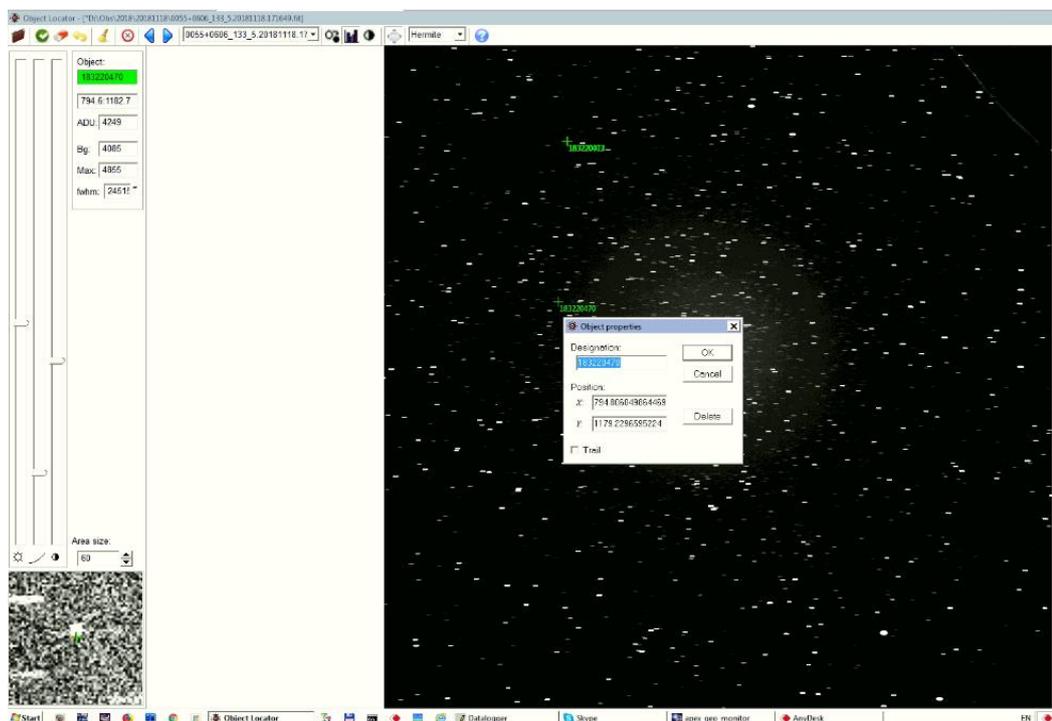
- Неотличима от точечного, но мы знаем, что это галактика – PSF точечного источника применим!
- Отлична от точечного, но неразрешима - профиль галактики (профиль Вокулера и т.п., обобщенный Лоренц в крыльях)
- Имеет центральную симметрию, осевую симметрию и т.п. – подбор аналитической модели



2. Шинэчлэн сайжруулсан дуран удирдах, камер удирдах KDC, APCC программууд болон боловсруулалт хийх программ хангамжуудыг (Ubuntu, Iraf) эзэмших, ашиглах дадал, арга зүйг эзэмшиж байна. ОХУ-ын хамтрагчид Монгол талын ажилтнуудыг шинэ арга зүйгээр ажиглалт, боловсруулалт хийхэд зайнаас сургаж, хамтарсан туршилт ажиглалтыг хийж байна. 7, 8-р саруудад Астрометрийн салбарын ажилтнуудын сургалт, семинар зохион байгуулж төсөлд оролцогч ажилтнууд эзэмшсэн арга зүй, хийж байгаа ажлаа харилцан ярилцсан. Мөн төслийн ажлыг гүйцэтгэхэд шаардагдах ерөнхий мэдлэгийг сайжруулах зорилгоор “Тэнгэрийн эрхсүүдийн үзэгдэх ба жинхэнэ хөдөлгөөн”, “Бага гаригийн эргэлтийн параметруудийг тодорхойлох аргууд”, “Фотометрийн ажиглалт, астрономийн объектын гэрлийн хэмжээ, эсвэл одны хэмжигдхүүнийг ажиглалтаас тодорхойлох”, “Астрофизикийн объектууд” зэрэг сэдвээр сургалт явуулсан.



3. VT-78e дуран дээр сансрын хог хаягдлын тэнгэрийн экваторын дагуух самналт ажиглалтыг үргэлжлүүлэн хийж байна. 2019 онд сансрын хог хаягдал, хиймэл дагуулын самналт ажиглалтыг нийт 80 шөнө хийж оптик хэмжилтүүд хийсэн. Ажиглалтын зургийг АРЕХ автомат программ ашиглан боловсруулж, кадр дээрх сансрын хог хаягдал, хиймэл дагуул байж болох объектуудыг ялган координатыг тодорхойлсон.



Ажиглалтын үр дүнг ОХУ-ын ШУА-ийн Хавсарга математикийн хүрээлэнгийн “Техникийн гаралтай сансрын объектуудын мэдээллийг цуглуулах, хадгалах, боловсруулах, дүн шинжилгээ хийх төв”-ийн мэдээллийн санд илгээж байна. Ингэснээр геостационар объектуудын динамик ба орбитал архивын байнгын идэвхитэй ажиллагааг дэмжиж тэдгээрийн хөдөлгөөний хувьсалыг дүгнэх, загварчлах, нарийвчлалыг

сайжруулахад тодорхой хувь нэмэр болох юм. Мөн Европын сансрын агентлагийн DataBase циркулярт ажиглалтын мэдээгээ явуулж байна.

http://www.astrobrock.com/ESA/ESAcclassification_Issue19.pdf.

4. 2019 онд дэлхий орчмын бага гаригийн байрлал баталгаажуулах туршилт ажиглалт 2 удаа тухайлбал, 2019 оны 4-р сард JNS002 , 11-р сард 2019WK2 дэлхий орчмын бага гаригуудыг ажиглан байрлалыг нарийвчлан баталгаажуулж үр дүнг Minor Planet Electronic circular –т хэвлүүлсэн: <http://www.minorplanetcenter.net/mpec/>.

Measurer P. Sicoli. 0.5-m f/6.8 reflector + CCD.
 595 Farra d'Isonzo. Observer E. Pettarin. 0.61-m f/4.5 reflector + CCD.
 850 Cordell-Lorenz Observatory, Seneca. Observers D. T. Durig, B. D. Minor.
 Measurers D. T. Durig, B. D. Minor, C. C. Braden. 0.3-m f/5.0
 Schmidt-Cassegrain + CCD.
 104 ESA Optical Ground Station, Tenerife. Observer D. Abreu. Measurers M.
 Micheli, D. Koschny, M. Busch, A. Knofel, E. Schwab. 1.0-m f/4.4
 reflector + CCD.
 K63 G. Pascoli Observatory, Castelveccchio Pascoli. Observer R. Bacci. 0.4-m
 f/3.2 Newtonian reflector + CCD.
 L01 Visnjan Observatory, Tican. Observer K. Korlevic. 1.0-m f/2.9 reflector +
 CCD.
 075 ISON-Hureltogoot Observatory. Observer L. Elenin. 0.4-m f/2.4 reflector +
 CCD.
 T08 ATLAS-MLO, Mauna Loa. Observers L. Denneau, J. Tonry, A. Heinze, H.
 Weiland, H. Flewelling. Measurers L. Denneau, J. Tonry, A. Heinze, H.
 Weiland, H. Flewelling, B. Stalder, A. Fitzsimmons, J. Robinson, D. Young,
 N. Erasmus. 0.5-m reflector + CCD.

Orbital elements:
 2019 WK2
 Epoch 2020 May 31.0 TT = JDT 2459000.5 Earth MOID = 0.0051 AU
 M 69.69168 (2000.0) P Q
 n 0.30769812 Peri. 129.00522 +0.99063882 -0.10522445
 a 2.1729654 Node 237.19847 +0.06923880 +0.93633237
 e 0.6170870 Incl. 5.93841 +0.11764659 +0.33497688
 P 3.20 H 25.5 G 0.15 U 6

Residuals in seconds of arc

191125 T08	0.2-	0.4-	191125 075	0.2-	0.3-	191125 K63	0.3-	0.5+
191125 T08	0.0	0.3+	191125 104	0.1-	0.1+	191125 104	0.0	0.0
191125 T08	0.1+	0.1+	191125 L01	0.1-	0.1+	191125 104	0.1-	0.2-
191125 T08	0.2-	0.2+	191125 L01	0.1-	0.1+	191125 104	0.0	0.1+
191125 T08	0.4-	0.3-	191125 L01	0.2-	0.3-	191125 160	0.7-	0.1-
191125 T08	0.4-	0.1-	191125 L01	0.1-	0.1+	191125 160	0.6+	0.2-
191125 T08	0.1-	0.2+	191125 L01	0.3-	0.1+	191125 160	0.3+	0.2+
191125 T08	0.1-	0.4+	191125 587	1.1+	0.4-	191125 160	0.0	0.3-
191125 T08	0.4+	0.5+	191125 587	1.0+	0.7-	191126 J04	0.1-	0.2-
191125 474	0.4+	0.0	191125 587	0.8+	0.1+	191126 J04	0.1-	0.2-
191125 474	0.0	0.0	191125 595	0.3+	0.3+	191126 J04	0.0	0.0
191125 474	0.0	0.1	191125 595	0.1-	0.6+	191126 850	0.1-	0.0
191125 474	0.2-	0.3-	191125 595	0.7-	0.2+	191126 850	0.3+	0.0
191125 075	0.4+	0.7-	191125 K63	0.2-	0.1-	191126 850	0.4-	0.2+
191125 075	0.7+	0.2-	191125 K63	0.4-	0.4+	191126 850	0.4-	0.3+

Ephemeris:
 2019 WK2
 Date TT R. A. (2000) Decl. Delta r Elong. Phase V
 2019 10 27 17 08 18.0 -10 26 59 0.2388 0.8435 45.4 123.0 27.1

The following Minor Planet Electronic Circular may be linked-to from your own Web pages, but must not

A form allowing access to any MPEC is at [the bottom of this page](#).

◀ [Read MPEC 2019-W143](#) ▶ [Rea](#)

M.P.E.C. 2019-W144

Issued 2019 November 26, 05:05 UT

The Minor Planet Electronic Circulars contain information on unusual minor planets and routine data on comets. They are published on behalf of Division F of the International Astronomical Union by the Minor Planet Center, Smithsonian Astrophysical Observatory, Cambridge, MA 02138, U.S.A.

Prepared using the Tamkin Foundation Computer Network

MPC@CFA.HARVARD.EDU

URL <https://www.minorplanetcenter.net/> ISSN 1523-6714

2019 WK2

Observations:

K19W02K*	C2019	11	25.44690604	31	07.76	-09	54	19.8	18.06oVEH144T08
K19W02K	C2019	11	25.45012704	31	11.25	-09	52	46.9	17.33oVEH144T08
K19W02K	C2019	11	25.45589504	31	17.47	-09	50	02.5	18.09oVEH144T08
K19W02K	C2019	11	25.47475504	31	37.56	-09	41	08.9	17.92oVEH144T08
K19W02K	C2019	11	25.50556004	32	09.89	-09	26	53.4	17.97oVEH144T08
K19W02K	C2019	11	25.50602104	32	10.37	-09	26	40.5	18.16oVEH144T08
K19W02K	C2019	11	25.50648104	32	10.87	-09	26	27.6	18.03oVEH144T08
K19W02K	C2019	11	25.50694204	32	11.35	-09	26	14.8	18.27oVEH144T08
K19W02K	C2019	11	25.50740204	32	11.86	-09	26	02.0	17.90oVEH144T08
K19W02K	C2019	11	25.52128904	32	42.07	-09	11	56.1	18.0 GVEH144474
K19W02K	KC2019	11	25.52249804	32	43.31	-09	11	23.7	17.9 GVEH144474
K19W02K	KC2019	11	25.52310404	32	43.95	-09	11	07.6	18.0 GVEH144474
K19W02K	KC2019	11	25.52371004	32	44.57	-09	10	51.0	18.1 GVEH144474
K19W02K	KC2019	11	25.75781 04	36	50.25	-07	45	11.4	18.4 RqEH144075
K19W02K	KC2019	11	25.75993 04	36	52.11	-07	44	23.0	18.2 RqEH144075
K19W02K	KC2019	11	25.76208 04	36	53.92	-07	43	34.6	17.8 RqEH144075
K19W02K	KC2019	11	25.84249604	36	29.51	-07	19	50.3	18.4 GVEH144L01
K19W02K	KC2019	11	25.84312604	36	30.03	-07	13	43.6	18.3 GVEH144L01

5. Тогтвортой бус, түр зуурын астрофизикийн үзэгдлүүдийн (хэт ба хэт шинэ одны тэсрэлт, рентген эх үүсвэр, гамма тэсрэлт гэх мэт) оптик муж дахь ажиглалтыг 2019 онд хийгээгүй. Учир нь шинэ одны тэсрэлт, гамма тэсрэлт зэрэг нь хэзээ ч болж болох тохиолдлын үзэгдэл бөгөөд урьдчилан төлөвлөх боломжгүй юм. Мөн өвөл шөнөдөө харьцангуй хүйтэн -30 хэм байхад дуран хэвийн ажиллахад хүндрэлтэй байдаг учраас өвлийн цагт энэ төрлийн ажиглалт хийгддэггүй. Харин дулааны улиралд манай дурангийн хүчин чадалд тохирсон, манай ажиглалтын цэгээс ажиглах боломжтой тийм тэсрэлт бараг явагдаагүй болно. Гэхдээ гамма тэсрэлтийн эх үүсвэрийн талаарх мэдээллийг судлах гол өгөгдлүүд нь олон цэгийн ажиглалтын үр дүнгүүдийн нийлбэр байдаг учраас бид хамтрагч талын ажиглалтын мэдээллийг судлах, боловсруулах, мөн урьд өөрсдийн ажигласан GRB ажиглалтын

материалуудыг судлах, дахин боловсруулах, нарийвчлах ажлуудыг хийж байна.

6. Төслийн удирдагч Н.Тунгалаг 2019 оны 04-р сарын 02-оос 04-ний хооронд БНХАУ-ын Guizhou хотод болсон Ази, Номхон далайн орнуудын сансрын хамтын ажиллагааны (APSCO) байгууллагын гишүүн орнуудын “Сансрын хог хаягдлын ажиглалт судалгааны чиглэлээр хамтран ажиллах тухай” сэдэвт уулзалтанд оролцож (Kick-off Meeting of Asia-Pacific Space Science Observatories (APSSO) Project) “Hosting Site Service Agreement in Mongolia” сэдвээр илтгэл тавьсан. 2019 оны 7-р сард ОХУ-ын Эрхүү хотод болсон Орос-Монголын хамтарсан эрдэм шинжилгээний бага хуралд оролцож “Параметры вращения и формы астероидов, методы их определения” сэдвээр аман илтгэл, “Монгольско-Российское сотрудничество в обсерватории Хурэлтогоот” ханын илтгэл тавьж хэлэлцүүлсэн.

2020 он:

1. 2020 оны 4-р сард ОХУ-ын хамтрагч талаас нэг инженер техникийн ажилтан Алексей Юдин ирж Хүрэлтогоотын Одон орны оргил дахь ОРИ-40 дуранд засвар үйлчилгээ, тохиргоо хийх, мөн ажилтнуудад “Фотометрийн тухай ойлголт”, “Астрофизикийн объектуудын гэрлийн хэмжээг IRAF программ ашиглан тооцоолох арга зүй” сэдвээр давтан лекц хичээл унших, ажиглалт боловсруулалтын шинэ арга зүйд сургах ажлуудыг хийхээр төлөвлөсөн байв. Энэ ажил цар тахал, хөл хорионы улмаас хойшлогдсоор 2020 он дууссан.
2. ОХУ-ын хамтрагчид Монгол талын ажилтнуудыг ажиглалт, боловсруулалт хийхэд зайнаас сургаж, хамтарсан туршилт ажиглалтыг хийж байна.
3. VT-78e дуран дээр сансрын хог хаягдлын тэнгэрийн экваторын дагуух самналт ажиглалтыг үргэлжлүүлэн хийж байна. 2020 оны эхний хагас

жилд сансрын хог хаягдал, хиймэл дагуулын самналт ажиглалтыг нийт 80 шөнө хийж оптик хэмжилтүүд хийсэн. Ажиглалтын зургийг АРЕХ автомат программ ашиглан боловсруулж, кадр дээрх сансрын хог хаягдал, хиймэл дагуул байж болох объектуудыг ялган координатыг тодорхойлсон. Ажиглалтын үр дүнг ОХУ-ын ШУА-ийн Хавсарга математикийн хүрээлэнгийн мэдээллийн санд илгээж байна. Ажиглалтын үр дүнгүүд нь геостационар объектуудын динамик ба орбитал хөдөлгөөний өгөгдлийн архивыг дэмжиж тэдгээрийн хөдөлгөөний хувьсалыг дүгнэх, загварчлах, нарийвчлалыг сайжруулахад чухал ач холбогдолтой.

4. 2020 оны эхний хагас жилд алерт дохио ирээгүй учраас тогтвортой бус, түр зуурын астрофизикийн үзэгдлүүдийн (хэт ба хэт шинэ одны тэсрэлт, рентген эх үүсвэр, гамма тэсрэлт гэх мэт) оптик ажиглалт хийгдээгүй. Түр зуурын астрофизикийн үзэгдлүүд нь хэзээ ч болж болох тохиолдлын үзэгдэл бөгөөд урьдчилан төлөвлөх боломжгүй юм. Мөн өвөл шөнөдөө харьцангуй хүйтэн -30 хэм байхад дуран хэвийн ажиллахад хүндрэлтэй байдаг учраас өвлийн цагт энэ төрлийн ажиглалт хийгддэггүй. Харин дулааны улиралд манай дурангийн хүчин чадалд тохирсон, манай ажиглалтын цэгээс ажиглах боломжтой тийм тэсрэлт бараг явагдаагүй болно. Гэхдээ гамма тэсрэлтийн эх үүсвэрийн талаарх мэдээллийг судлах гол өгөгдлүүд нь олон цэгийн ажиглалтын үр дүнгүүдийн нийлбэр байдаг учраас бид хамтрагч талын ажиглалтын мэдээллийг судлах, боловсруулах, мөн урьд өөрсдийн ажигласан GRB ажиглалтын материалуудыг судлах, дахин боловсруулах ажлуудыг хийж байна.
5. Мөн төслийн хүрээнд 2020 оны 7-р сарын 22-оос 8-р сарын 2-ны хооронд Баянхонгор аймгийн 5 сумын нутгаар үүлний масс бүртгэгч (Cloud Watcher) багажаар агаарын чийгшил, салхи, үүлшилтийн байдал зэрэг цаг уурын параметруудийн ажиглалт хэмжилтийг хийв.

Хэмжилтийн үр дүнг боловсруулан тухайн газар нутгийн астроклиматын нөхцлийг дүгнэх юм. Одоо боловсруулалт хийгдэж байна. Баянхонгор аймгийн сумдуудад байдаг цаг уурын станцуудын 5 жилийн мэдээллийг өөрсдийн хэмжилт, ажиглалтын мэдээлэлтэй харьцуулан дүгнэлт хийх зорилготой байна.

2021 он:

1. 2020 онд төлөвлөсөн боловч цар тахлын улмаас хойшлогдсон ажлуудыг 2021 онд үргэлжлүүлэн хийхээр төлөвлөсөн. Тухайлбал, ОХУ-аас инженер техникийн ажилтнууд ирж Хүрэлтогоотын Одон орны оргил дахь ОРИ-40 дуранд засвар үйлчилгээ, тохиргоо хийх, эд анги солих ажил. Цар тахал, хилийн хоригоос шалтгаалан 2021 онд ОХУ-аас экспедици ирж чадаагүй.
2. Гэсэн хэдий ч дуранд шаардлагатай дурангийн суурь, хүндрүүлэгч зэргийг ОХУ-аас илгээмжээр явуулсан ба эдгээр эд ангийг бид 2021 оны 10-р сард хүлээн авч хамтрагч талын инженер техникийн ажилтнуудын заавар зөвлөгөөний дагуу дуранд суурилуулах, программ хангамжийг суулгах ажлыг хийж гүйцэтгэсэн.

Хэвлүүлсэн бүтээл:

Ажиглалт, боловсруулалтын үр дүнгээр эрдэм шинжилгээний өгүүлэл 6-г хэвлүүлж, 1 өгүүлэл хэвлэгдэхээр хяналтын шатанд явж байна. Эдгээрээс 2 нь импакт-фактортой сэтгүүлд хэвлэгджээ. Эрдэм шинжилгээний бага хуралд 6 илтгэл хэлэлцүүлсэн (аман илтгэл 4, ханын илтгэл 2). Олон улсын бага гаригийн төв, Гамма тэсрэлтийн ажиглалтын төв болон Европын сансрын агентлагийн циркуляруудад нийт 3 удаагийн ажиглалтын мэдээ илгээсэн.

1. Molotov I., Krugly Yu., Elenin L., Schmalz S., Voropaev V., ... Reva I., Erofeev D., Tungalag N. ISON search and study the near-Earth space objects. Proc.

1st NEO and Debris Detection Conference, Darmstadt, Germany, 22-24 January 2019, published by the ESA Space Safety Programme Office Ed. T. Flohrer, R. Jehn, F. Schmitz (<http://neo-sst-conference.sdo.esoc.esa.int>, January 2019, id 409, 6 pages.

2. Pandey S.B., Hu Y., Castro-Tirado A.J., Pozanenko A.S.,...Tungalag N.,...Valeev A. F. A multiwavelength analysis of a collection of short-duration GRBs observed between 2012 and 2015. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2019, 485(4), 5294-5318. <https://doi.org/10.1093/mnras/stz530> . Impact Factor - 5,287.

3. Молотов И.Е., Агапов В.М., Стрельцов А.И., Еленин Л.В., Шильдкнехт Т., Тунгалаг Н., Буянхишиг Р., Позаненко А.С. “Проблемы оптического мониторинга космического мусора”. Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, № 7, 2020, 17 стр. <http://doi.org/10.20948/prepr-2020-7>

4. Молотов И.Е., Еленин Л.В., Шильдкнехт Т., Круглый Ю.Н., Кокина Т.Н., Мендоса А.Д., Тунгалаг Н., Выхристенко А.М. **"Наблюдения астероидов и космического мусора в проекте НСОИ АФН"**. Научные труды ИНАСАН, 2020, том 5, выпуск 1, стр. 13 – 16, DOI:10.26087/INASAN.2020.5.1.004.

5. Volnova A., Pozanenko A., Mazaeva E., Belkin S., Molotov I., Elenin L., Tungalag N., Bucklry D. **IKI GRB-FuN: observations of GRBs with small-aperture telescopes**. Anais da Academia Brasileira de Ciências, 2021, v. 93(Suppl. 1), ID: e20200883, 16 pages, May 17, 2021. <https://doi.org/10.1590/0001-3765202120200883> **Impact Factor - 1,714.**

6. Molotov I., Elenin L., Zakhvatkin M., Stepanyants V., Schildknecht T., Canals Ros L., Ehgamberdiev Sh., Abdelaziz A., Tealib S., Streltsov A., Kudak V., Ivashchenko Yu., Levshunov A., Novichonok A., Sharoshchenko V., Perig V., Tungalag N., Vikhristenko A. **Stages of development of the ISON optical**

telescope global network. Proc. 8th European Conference on Space Debris (virtual), Darmstadt, Germany, 20–23 April 2021, published by the ESA Space Debris Office, Ed. T. Flohrer, S. Lemmens & F. Schmitz, (<http://conference.sdo.esoc.esa.int>, May 2021), id. 187, 6 pages.

7. S.Jeong, A.J.Castro-Tirado, V.Lipunov, A.Pozanenko, ... N.Tungalag, S.Vitek, V.Vladimirov, A.Volnova, A.M.Watson, Ch.Wang, M.Wildi, P.A.Yock and D.Zimnukhov. **Detections of spectral lags during the X-ray flaring phase of GRB 140304A at z=5.28.** The Astrophysical Journal ApJ (хэвлэлтэнд).

Эрдэм шинжилгээний зардал:

Нийт 18 сая төгрөгний э.ш.-ний зардал батлагдсанаас 17 сая 703 мян. төгрөгийг зориулалтын дагуу зарцуулсан.

	2018	2019	2020	2021	Нийт
Цалин	1,800.0	1,800.0	1,800.0		5,400.0
Гадаадын судлаачдын үйлчилгээний зардал		1,500.0			1,500.0
Сэлбэг хэрэгсэл худалдан авах зардал		1,680.0		1,068.0	2,748.0
Компьютерийн засвар, тоног төхөөрөмж			604.0	1,085.0	1,689.0
Гадаад томилолт	3,600.0				3,600.0
Олон улсын хурлын төлбөр	540.0	960.0			1,500.0
Хээрийн судалгааны зардал			500.0	500.0	1,000.0
Бичиг хэргийн зардал			69.2	20.0	89.2
Хяналтын зардал	60.0	60.0	30.0	27.0	177.0
Нийт	6,000.0	6,000.0	3,003.2	2,700.0	17,703.2

Тайлан бичсэн:

"Тогтвортой бус астрономийн объектуудын судалгаа: дэлхий орчмын байгалийн болон техникийн гаралтай аюулт биетүүд, астрофизикийн эх үүсвэрүүд" хамтарсан төслийн удирдагч Н.Тунгалаг

Жич: Орос талын тайлан болон өгүүлэл бүтээлийг хавсаргав.

2022-03-21

ПОЛНЫЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ ПО ПРОЕКТУ РФФИ

Совместный Российско-Монгольский проект “Исследования нестационарных астрономических объектов: популяций опасных околоземных объектов искусственного и естественного происхождения и астрофизических транзитных источников”

Номер Проекта	17-51-44018
Руководитель проекта	Позаненко Алексей Степанович
Год представления Отчета	2021
Полное название Организации	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук

Аннотация, публикуемая на сайте РФФИ (кратко; описать содержание проведенных исследований и полученные результаты за весь срок реализации Проекта)

В России остро стоит вопрос о поиске мест для реализации астрономических проектов с хорошим астроклиматом и надежным партнерством, основанном на взаимных интересах. В Центральной Азии таким партнером является Монголия, где преобладает аридный климат и, по инструментальным оценкам, существуют условия для наблюдений, превосходящие условия в Восточной Сибири, при этом превосходящие их по количеству часов ясного ночного неба. Важным является наличие большого количества часов ясного ночного неба именно в зимний период, когда наблюдения на территории России существенно ограничены. В связи с этим, сотрудничество с монгольской обсерваторией Хурелтогот, развитие её инфраструктуры, включение её в сетевые проекты, является необходимым для астрономических наблюдений, особенно для подхвата целевых космических аппаратов (КА), в том числе и запусков КА, сопровождения объектов космического мусора, а также наблюдений источников, требующих длительного непрерывного мониторинга, таких как оптические транзиенты различной природы, в том числе объекты, ассоциированные с гравитационно-волновыми событиями LIGO/Virgo/KAGRA и космическими гамма-всплесками.

Обсерватория Хурелтогот внесла наибольший вклад в части измерений по космическому мусору среди других обсерваторий, предоставляющий данные в базу данных ИПМ за время выполнения проекта. Обсерваторией было получено 2,6 млн. измерений, что составило 14% от их общего количества до 2021. Количество космических объектов (КО) в динамическом орбитальном каталоге ИПМ им. М.В. Келдыша РАН увеличилось в 2 раза (с 5545 до 11520 КО). В части КО на высокоэллиптических орбитах было достигнуто принципиально новое качество – количество малоразмерных ВЭО-объектов в орбитальном архиве увеличилось в 5 раз. Впервые в России была создана статистическая модель распределения орбитальных параметров объектов техногенного происхождения на высоких околоземных орбитах, для создания модели были использованы, в том числе, данные полученные в обсерватории Хурелтогот в рамках проекта.

Телескопами сети НСОИ АФН (ISON) проводились астрометрические наблюдения малых тел Солнечной системы, в том числе, астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ). Поисковым обзором, за 2018 год, было получено свыше 90000 измерений, открыт 81 астероид Главного пояса. В 2019 году обсерватории приняли участие в наблюдательной кампании ООН по наблюдению двойного АСЗ (66391) 1999 KW4. С использованием данных проекта впервые в мире было получено экспериментальное подтверждение влияния bi-YORP эффекта на параметры систем двойных астероидов (66391) 1999 KW4 и (88710) 2001 SL9.

Построены кривые блеска для гамма-всплесков GRB 030329, GRB 140304A, GRB 151027A, GRB 160131A, GRB 160227A, GRB 160625B, GRB 210610B. Выявлены неоднородности в кривой блеска послесвечения, получена значимая корреляция длительности неоднородности в зависимости от времени наблюдения неоднородности. Аналогичная зависимость наблюдается и в кривых блеска, наблюдаемых в рентгеновском диапазоне. Исследовано пересечение областей локализации источника LIGO/Virgo G299232 (GW170825), гравитационно-волнового события слияния системы двух компактных объектов: нейтронной звезды и черной дыры и возможного источника нейтрино, зарегистрированного обсерваторией IceCube (GCN 21694, GCN 21698) зарегистрированный за 233 секунды до триггера G299232 LIGO/Virgo. Был получен верхний предел $R=19.2m$ на возможный оптический транзиент от источника нейтрино IceCube (было покрыто все поле возможной локализации) и гравитационно-волнового события LIGO/Virgo G299232 для области, пересекающейся с возможным источником нейтрино.

Аннотация, публикуемая на сайте РФФИ (in English)

In Russia, there is an acute issue of finding places for realization of astronomical projects with a good astroclimate and a reliable partnership based on mutual interests. In Central Asia, such a partner is Mongolia, where an arid climate prevails and, according to instrumental estimates, there are conditions for observations that exceed those in Eastern Siberia, while exceeding them in the number of hours of clear night sky. It is important to have a large number of clear night sky hours in the winter period, when observations on the territory of Russia are significantly limited. In this regard, cooperation with the

Mongolian observatory Khuraltogoot, the development of its infrastructure, its inclusion in network projects is necessary for astronomical observations, especially for picking up target spacecraft (SC), including spacecraft launches, tracking objects of space debris, and also observations of sources requiring long-term continuous monitoring, such as optical transients of various nature, including objects associated with LIGO/Virgo/KAGRA gravitational-wave events and cosmic gamma-ray bursts.

The Khuraltogoot Observatory has made the largest contribution in terms of space debris measurements among other observatories, providing data to the KIAM database during the development of the project. The observatories received 2.6 million measurements, which amounted to 14% of their total number during the development of the project. The number of space objects (SO) in the dynamic orbital catalog of the Institute of Applied Mathematics of M.V. Keldysh RAS has doubled (from 5545 to 11520). A fundamentally new quality was achieved in the part of spacecraft in highly elliptical orbits - the number of small-sized NEO objects in the orbital archive increased 5 times. For the first time in Russia, a statistical model was created for the distribution of the orbital parameters of objects of technogenic origin in high near-earth orbits, for the creation of the model, among other things, the data obtained at the Khuraltogoot observatory within the framework of the project were used.

Astrometric observations of small bodies in the solar system, including near-Earth asteroids (NEA), were carried out by telescopes of the ISON network. The search survey, for 2018, received over 90,000 measurements, and 81 asteroids of the Main Belt were discovered. In 2019, the observatories took part in the UN observation campaign to observe the double NEA (66391) 1999 KW4. Using the project data, for the first time in the world, experimental confirmation of the bi-YORP effect on the parameters of the systems of binary asteroids (66391) 1999 KW4 and (88710) 2001 SL9 was obtained.

Light curves were plotted for GRB 030329, GRB 140304A, GRB 151027A, GRB 160131A, GRB 160227A, GRB 160625B, GRB 210610B. Inhomogeneities in the light curve of the afterglow are revealed, and a significant correlation of the duration of the inhomogeneity is obtained as a function of the observation time of the inhomogeneity. A similar dependence is observed in the light curves observed in the X-rays. The intersection of the localization regions of the LIGO / Virgo G299232 (GW170825) source, the gravitational-wave event from a merging of a system of two compact objects: a neutron star and a black hole, and a possible neutrino source registered by the IceCube observatory (GCN 21694, GCN 21698), recorded 233 seconds before the trigger LIGO/Virgo. An upper limit of $R = 19.2m$ was obtained for a possible optical transient from the IceCube neutrino source (the entire field of possible localization was covered) and the LIGO/Virgo G299232 gravitational-wave event for the 82% region intersecting with a possible neutrino source.

[Форма 501\(итог\). КРАТКИЙ НАУЧНЫЙ ОТЧЕТ](#)

1.1.	Номер Проекта	17-51-44018
1.2.	Руководитель проекта	Позаненко Алексей Степанович
1.3.	Название Проекта	Исследования нестационарных астрономических объектов: популяций опасных околоземных объектов искусственного и естественного происхождения и астрофизических транзиентных источников
1.4.	Код и название Конкурса	Конкурс проектов фундаментальных научных исследований 2017 года, проводимый совместно РФФИ и Министерством культуры, образования и науки Монголии
1.5.	Год представления Отчета	2020

1.7.	<p>Аннотация, публикуемая на сайте РФФИ (кратко; описать содержание проведенных исследований и полученные результаты за весь срок реализации Проекта)</p>	<p>В России остро стоит вопрос о поиске мест для реализации астрономических проектов с хорошим астроклиматом и надежным партнерством, основанном на взаимных интересах. В Центральной Азии таким партнером является Монголия, где преобладает аридный климат и, по инструментальным оценкам, существуют условия для наблюдений, превосходящие условия в Восточной Сибири, при этом превосходящие их по количеству часов ясного ночного неба. Важным является наличие большого количества часов ясного ночного неба именно в зимний период, когда наблюдения на территории России существенно ограничены. В связи с этим, сотрудничество с монгольской обсерваторией Хурелтогот, развитие её инфраструктуры, включение её в сетевые проекты, является необходимым для астрономических наблюдений, особенно для подхвата целевых космических аппаратов (КА), в том числе и запусков КА, сопровождения объектов космического мусора, а также наблюдений источников, требующих длительного непрерывного мониторинга, таких как оптические транзиенты различной природы, в том числе объекты, ассоциированные с гравитационно-волновыми событиями LIGO/Virgo/KAGRA и космическими гамма-всплесками. Обсерватория Хурелтогот внесла наибольший вклад в части измерений по космическому мусору среди других обсерваторий, предоставляющий данные в базу данных ИПМ за время выполнения проекта. Обсерваторией было получено 2,6 млн. измерений, что составило 14% от их общего количества до 2021. Количество космических объектов (КО) в динамическом орбитальном каталоге ИПМ им. М.В. Келдыша РАН увеличилось в 2 раза (с 5545 до 11520 КО). В части КО на высокоэллиптических орбитах было достигнуто принципиально новое качество – количество малоразмерных ВЭО-объектов в орбитальном архиве увеличилось в 5 раз. Впервые в России была создана статистическая модель распределения орбитальных параметров объектов техногенного происхождения на высоких околоземных орбитах, для создания модели были использованы, в том числе, данные полученные в обсерватории Хурелтогот в рамках проекта. Телескопами сети НСОИ АФН (ISON) проводились астрометрические наблюдения малых тел Солнечной системы, в том числе, астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ). Поисковым обзором, за 2018 год, было получено свыше 90000 измерений, открыт 81 астероид Главного пояса. В 2019 году обсерватории приняли участие в наблюдательной кампании ООН по наблюдению двойного АСЗ (66391) 1999 KW4. С использованием данных проекта впервые в мире было получено экспериментальное подтверждение влияния bi-YORP эффекта на параметры систем двойных астероидов (66391) 1999KW4 и (88710) 2001SL9. Построены кривые блеска для гамма-всплесков GRB 030329, GRB 140304A, GRB 151027A, GRB 160131A, GRB 160227A, GRB 160625B, GRB 210610B. Выявлены неоднородности в кривой блеска послесвечения, получена значимая корреляция длительности неоднородности в зависимости от времени наблюдения неоднородности.</p>
------	---	---

		Аналогичная зависимость наблюдается и в кривых блеска, наблюдаемых в рентгеновском диапазоне. Исследовано пересечение областей локализации источника LIGO/Virgo G299232 (GW170825), гравитационно-волнового события слияния системы двух компактных объектов: нейтронной звезды и черной дыры и возможного источника нейтрино, зарегистрированного обсерваторией IceCube (GCN 21694, GCN 21698) зарегистрированный за 233 секунды до триггера G299232 LIGO/Virgo. Был получен верхний предел $R=19.2m$ на возможный оптический транзиент от источника нейтрино IceCube (было покрыто все поле возможной локализации) и гравитационно-волнового события LIGO/Virgo G299232 для области, пересекающейся с возможным источником нейтрино.
--	--	--

1.8. Полное название Организации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук

3.1.	Номер Проекта	17-51-44018
------	---------------	-------------

3.2. Название Проекта Исследования нестационарных астрономических объектов: популяций опасных околоземных объектов искусственного и естественного происхождения и астрофизических транзиентных источников

3.3.	Коды классификатора	01-207 Вычислительная математика, 02-810 Небесная механика, 02-820 Астрометрия, 02-840 Физика и эволюция звезд и межзвездной среды
------	---------------------	--

3.4. Цель и задачи исследования (указать как в заявке) Пополнение динамической базы данных космических объектов техногенного происхождения, а также уточнение орбит уже известных объектов для последующего математического моделирования популяции космического мусора на высоких околоземных орбитах и оценки рисков столкновений с космическими аппаратами. Прояснение вопроса происхождения астероидов и причин формирования класса астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ). Уточнение орбит наиболее опасных из известных объектов. Наблюдение оптического проявления космических гамма-всплесков (излучения в активной фазе и послесвечения) с целью исследования механизма взрывов и излучения гамма-всплесков. Долговременное исследование астроклимата в Монголии.

3.5.	Важнейшие результаты, полученные при реализации Проекта	Обсерватория Хуралтогот (Монголия) внесла наибольший вклад в части измерений по космическому мусору среди других обсерваторий, предоставляющий данные в базу данных ИПМ за время выполнения проекта. Обсерваторий было получено 2,6 млн. измерений, что составило 14% от их общего количества полученного за время выполнения проекта. Количество космических объектов (КО) в динамическом орбитальном каталоге ИПМ им. М.В. Келдыша РАН увеличилось в 2 раза (с 5545 до 11520 КО). В части КО на высокоэллиптических орбитах было
------	---	--

достигнуто принципиально новое качество – количество малоразмерных ВЭО-объектов в орбитальном архиве увеличилось в 5 раз. Впервые в России была создана статистическая модель распределения орбитальных параметров объектов техногенного происхождения на высоких околоземных орбитах. Телескопами сети НСОИ АФН (ISON) проводились астрометрические наблюдения малых тел Солнечной системы, в том числе, астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ). Поисковым обзором, за 2018 год, было получено свыше 90000 измерений, открыт 81 астероид Главного пояса. В 2019 году обсерватории приняли участие в наблюдательной кампании ООН по наблюдению двойного АСЗ (66391) 1999 KW4. Впервые для сети НСОИ АФН (ISON) выполнены поляриметрические и спектрометрические наблюдения АСЗ. В 2020–2021 годах обсерваториями сети были продолжены наблюдения АСЗ, в том числе подтверждены 33 новых объекта со страницы подтверждения NEOCP, Центра малых планет (MPC). В 2021 году обсерватории сети приняли участие в международной программе International Asteroid Warning Network (IAWN) по наблюдению сближения астероида (99942) Апофис с Землей. Получено 837 астрометрических измерений, подтвердивших высокую точность получаемых данных. Отобрано 5 астероидов-кандидатов для выявления YORP-эффекта, признаки двойственности открыты у 2-х астероидов, определены или уточнены периоды вращения у 68 АСЗ. С вовлечением данных проекта впервые в мире было получено экспериментальное подтверждение влияния bi-YORP эффекта на параметры систем двойных астероидов (66391) 1999 KW4 и (88710) 2001SL9. Построены кривые блеска для гамма-всплесков GRB030329, GRB151027A, GRB160131A, GRB160227A, GRB160625B, GRB210610B. Целью построения и исследования кривых блеска является поиск немонотонных отклонений от степенного падения кривой блеска. Проведен поиск неоднородностей, т.е. отклонения кривой блеска послесвечения от степенного кривой блеска, найденные неоднородности описаны единым законом, и найдена корреляция длительности неоднородности от времени появления неоднородности в кривой блеска. Проведен совместный анализ кривых блеска трех вспышек гамма-всплеска GRB 140304A на стадии раннего послесвечения в гамма-, рентгеновском и оптическом диапазонах. Триггер LIGO/Virgo G299232 (GW170825) - кандидат гравитационно-волнового события слияния системы двух компактных объектов: нейтронной звезды и черной дыры, был зарегистрирован детекторами LIGO/Virgo 25 августа 2017 года в 13:13:31 UTC. (Впоследствии данный кандидат не вошел в каталог подтвержденных событий LIGO/Virgo.) 90%-ная доверительная область локализации события составила около 2040 кв.град. Апостериорная оценка расстояния до системы 339 ± 110 Мпк. В свою очередь нейтринной обсерваторией IceCube был зарегистрирован кандидат в нейтрино (получивший обозначение X1) зарегистрированный за 233.82 секунды до триггера G299232 LIGO/Virgo, область локализации которого составила 45.3 кв.град. и находилась внутри области локализации G299232 LIGO/Virgo. С помощью широкопольного оптического телескопа VT-78a обсерватории Хурелтогот были получены две серии изображений

		<p>в чистом свете спустя 2.7 и 3.9 часа после срабатывания LIGO/Virgo. Общее покрытие пересечения областей локализации LIGO/Virgo и IceCube составило 85.7 %. В полученных данных был проведен поиск оптического транзиентного источника, который мог бы быть ассоциирован с гравитационно-волновым событием. Был получен верхний предел $R=19.2m$ на возможный оптический транзиент от гравитационно-волнового события LIGO/Virgo G299232 (GW170825 - кандидат гравитационно-волнового события слияния системы двух компактных объектов: нейтронной звезды и черной дыры). Если предположить, что в случае G299232 образовалась килоновая с параметрами, аналогичными параметрам килоновой, обнаруженной от гравитационно-волнового события GW170817, то на расстоянии 339 Мпк (определённого из моделирования группой экспериментаторов LIGO/Virgo) оценка блеска килоновой составила бы 21m в R-фильтре. При этом полученный верхний предел (19.2m) согласуется с не обнаружением оптического транзита в том случае, если бы источник килоновой был в поле зрения телескопа VT-78a.</p>
--	--	---

3.6.	Сопоставление результатов, полученных при реализации мировым уровнем	<p>при с</p> <p>Научные астрономические наблюдения в Монголии проводятся только в обсерватории Хурелтогот, в основном, с помощью телескопов, установленных при поддержке РФФИ и Института геофизики и астрономии монгольской академии наук. Несомненно, получение данных из этой обсерватории соответствует мировому уровню, и обеспечивают монгольских коллег астрономическими данными по тематике проекта, а российских коллег приоритетными данными по наблюдению космических объектов техногенного происхождения. База данных ИПМ им. М.В. Келдыша РАН по космическому мусору на высоких орбитах является наиболее полной в мире и единственной, открытой для научного анализа. С ее использованием, ежедневно проводились прогнозы опасных сближений с российскими спутниками. Эти результаты сопоставимы с мировым уровнем. Впервые в России была создана статистическая модель распределения орбитальных параметров объектов техногенного происхождения на высоких околоземных орбитах, данные для модели были получены, в том числе, в результате работы по проекту. Применение разработанного в проекте программного обеспечения КДС для управления телескопами позволило поднять производительность наблюдений на 15%. С использованием данных проекта впервые в мире было получено экспериментальное подтверждение влияния bi-YORP эффекта на параметры систем двойных астероидов (66391) 1999KW4 и (88710) 2001SL9. Результат, несомненно, мирового уровня. Наблюдение областей локализации гравитационно-волновых событий LIGO/Virgo проводится многими обсерваториями в мире. До сих пор для всех кандидатов и подтвержденных событий слияния двойных систем, зарегистрированных LIGO/Virgo, был найден единственный источник GRB 170717/AT 2017gfo. Таким образом, поисковые работы в частности с использованием VT-78a находятся на мировом уровне.</p>
3.7.	Методы и подходы, использованные при	<p>Проект состоит из трех основных частей, общим для которых является проведение оперативных астрономических наблюдений с</p>

реализации Проекта (описать, уделив особое внимание степени оригинальности и новизны)

помощью сетевых автоматизированных и роботизированных телескопов. За полный отчетный период на телескопах сети «Научной сети оптических инструментов для астрометрических и фотометрических измерений» (НСОИ АФН/ISON) проводились алертные и регулярные обзорные наблюдения космических объектов околоземного пространства, астероидов, сближающихся с Землей, и транзиентных оптических объектов внегалактического происхождения. Методика наблюдений объектов немного различается, однако используются для наблюдений одни и те же телескопы. Методики обработки существенно различаются для поиска и сопровождения техногенных космических объектов, объектов Солнечной системы и внегалактических транзиентных объектов.

Наблюдения техногенных космических объектов. За время проекта в базу данных (БД) ИПМ им. М.В. Келдыша РАН поступило порядка 125 млн. астрометрических измерений по космическим объектам (КО), собранных межведомственной российской сетью телескопов, из которых 18 млн. измерений было получено кооперацией обсерваторий ISON, в том числе 2,6 млн. измерений – обсерваторией Хуралтогот (Монголия), являвшейся самой производительной обсерваторией ISON. Эти измерения использовались для поддержания динамического орбитального архива и для прогнозов опасных сближений с функционирующими спутниками на геостационарной орбите (ГСО). С 2019 г. сближения рассчитываются для всех объектов на ГСО (т.н. расчет каталог на каталог), с 2020 г. с вовлечением в расчет объектов на высокоэллиптических орбитах, которые пересекают область ГСО. В среднем за год выявляется до 60 опасных сближений на расстояние менее 1км. Определены участки ГСО, на которых опасные сближения случаются наиболее часто. За время проекта количество КО в динамическом орбитальном количестве увеличилось в 2 раза (с 5545 до 11520 КО). В том числе в 2020 г. было добавлено 760 новых КО. В части КО на высокоэллиптических орбитах было достигнуто принципиально новое качество – количество малоразмерных ВЭО-объектов в орбитальном архиве увеличилось в 5 раз. Полученные результаты являются новым важным вкладом в решение задачи повышения осведомленности о ситуации в околоземном космическом пространстве и обеспечения безопасности космических операций. БД ИПМ им. М.В. Келдыша является уникальным научным инструментом для развития и верификации модели популяции космического мусора на высоких орбитах. Важный шаг был сделан в изучении объектов с большим отношением площади к массе. В 2020 году в наблюдениях космического мусора участвовало 22 телескопа сети ISON (22 см ОРИ-22 в Абастумани, Грузия; 22 см ОРИ-22, 60 см С-600 и 50 см ОРИ-50 в Андрушевке, Украина; 50 см TFRM и 14 см PIGGY в Барселоне, Испания; 25 см ОРИ-25 в Тарихе, Боливия; 22 см ОРИ-22 в Кастельгранде, Италия; 22 см ОРИ-22 и 36 см RC-360 в Китабе, Узбекистан; 64 см АТ-64 в Научном, Крым; 25 см ОРИ-25, 40 см ЧВ-400 и 25 см ТАЛ-250К в Косале, Мексика; 19 см ВТ-78а в Хуралтоготе, Монголия; 19 см ВТ-78а в Мульте, Республика Алтай; 19 см ВТ-78а и 25 см ОРИ-25 в Тирасполе, Приднестровье; 25 см ГАС-250 и 19 см ВТ-78а в Уссурийске, Дальний Восток; 20 см ZimSmart и 100 см ZimLat в

Циммервальде, Швейцария). Кроме этого были введены в строй сдвоенный 40-см телескоп АСА в Циммервальде (Швейцария), 25-см телескоп ТАЛ-250 в Тирасполе (Приднестровье), 25-см ВРС-250 и 40-см ЧВ-400 в Ужгороде (Украина). А также пробные наблюдения были проведены на новых 40-см телескопе САНТЕЛ-400/500 в Мульте (Республика Алтай), 28-см Целестрон в Коттамии (Египет), 28-см Целестрон в Модре (Словакия) и на старом телескопе 100-см Цейсс-1000 на Тянь-Шане (Казахстан). Это позволило собрать в базе данных ИПМ им. М.В. Келдыша РАН 5017600 измерений в 716800 проводках. В целом же за 2020 г. БД собрала более 52 млн. измерений (52446700 измерений в 61686600 проводках). Что позволило поддерживать на конец 2020 г. динамический орбитальных архив для 11520 космических объектов (КО). За 2020 год число ВО КО в базе данных возросло на 760. Существенное уменьшение числа ВО КО в октябре 2020 года связано с тем, что в этом месяце с помощью разработанной новой диалоговой программы поиска дублей КО в БД удалось среди ранее обнаруженных новых ВО КО найти около 500 «двойников».

Как видно из Табл. 1, за последние 10 лет ежегодно вместе с ростом открытых КО росло и число потерянных КО. В конце 2019 года количество потерянных КО достигло 3150, что составило 45% от обнаруженных. БД деградировала нарастающими темпами. В 2020 году этот процесс удалось остановить. В конце 2020 года число потерянных ВО КО, обнаруженных нашей кооперацией в разные годы, составило 2830 (38%), т.е. уменьшилось по сравнению с предыдущим годом как в количественном, так и в процентном отношении.

Таблица 1. Характеристики сопровождения открытых в РФ ВО КО (2010÷ 2020).

Кол-во открытых КО	Кол-во сопровождаемых	Кол-во потерянных			
конец 2010г.	500	250	250	(50%)	
конец 2014г.	1350	900	450	(35%)	
конец 2017г.	2860	2140	720	(25%)	
конец 2018г.	4450	3150	1300	(30%)	
конец 2019г.	7050	3900	3150	(45%)	
конец 2020г.	7540	4710	2830	(38%)	

В базе каталоге данных ИПМ им. М.В. Келдыша РАН значительно увеличилось число КО на высокоэллиптических орбитах (ВЭО), поскольку в 2019 году им было уделено особое внимание - было каталогизировано более 2000 новых фрагментов космического мусора и выявлено четыре разрушения.

При этом известная популяция слабых ВЭО-объектов увеличилась в 5 раз и сейчас их количество в 2 раза больше, чем слабых ГСО-объектов. Поэтому текущий состав отечественной сети оптических средств для мониторинга ОКП не позволяет «обслуживать» такое количество слабых КО, кроме того, наблюдательный ресурс перераспределится в сторону сопровождения слабых ВЭО-объектов, поэтому и снизилось качество каталога слабых ГСО-объектов. Анализ динамического орбитального архива ИПМ им. М.В. Келдыша РАН показывает, что качество орбит существенно разнится для различных типов КО. В части ярких ГСО-объектов

качество каталога очень хорошее, поскольку регулярно получают измерения по 90% каталогизированных объектов. Поэтому орбиты большинства ярких КО на ГСО имеют хорошую точность. В части ярких ВЭО-объектов качество орбит также хорошее, хотя регулярные измерения приходят по в 2 раза меньшему количеству КО (45% объектов), по сравнению с яркими ГСО-объектами.

В части слабых (слабее 15,5 звездной величины) КО на ГСО только 34,5% КО соответствуют выбранному критерию достаточной точности орбит. Отмечено, что число КО с точными орбитами сильно меняется примерно каждые 4 месяца, а в последний год оно существенно уменьшилось, что свидетельствует о начале деградации каталога этого типа КО. Это вызвано тем, что регулярно получают измерения только по очень небольшому проценту слабых КО на ГСО – 17% (иногда уменьшаясь до 5–7 %). Поэтому орбиты слабых ГСО-объектов могут быть только ограниченно пригодны для расчета достоверных прогнозов опасных сближений в интересах АСПОС ОКП. В части слабых (слабее 15,5 звездной величины) КО на ВЭО только 47,5% КО имеют достаточную точность орбит. Регулярно получают измерения только по 15% объектов. Качество орбит слабых ВЭО-объектов невысоко и продолжает ухудшаться, делая их все более непригодными для прогнозов опасных сближений в интересах АСПОС ОКП. С 2019 г. сближения рассчитываются для всех объектов на ГСО (т.н. расчет каталог на каталог), с 2020 г. с вовлечением в расчет объектов на высокоэллиптических орбитах, которые пересекают область ГСО. В 2020 г. на ГСО было выявлено 59 сближений на дистанцию менее 1 км и 930 сближений на дистанцию менее 5 км. При этом только 4 сближения менее 1 км было выявлено с фрагментами космического мусора слабее 14 звездной величины и всего 1 сближение с объектом с большим отношением площади к массе. В среднем за год выявляется до 60 опасных сближений на расстояние менее 1 км. Определены участки ГСО, на которых опасные сближения случаются наиболее часто. В результате анализа полученных результатов можно сделать вывод, что наибольшую опасность для работающих КА в области ГСО представляют:

- яркие КО (блеск менее 16 зв. единиц), 94.8% сближений до 50 км произошло именно с ними, а сближений менее 1 км: 96.1%;
- КО с малым отношением площади к массе (менее 1): 97.0% и 100.0% соответственно;

- КО на «околокруговых» орбитах с эксцентриситетом менее или равным 0.2: 96.9% и 100.0% соответственно;

- активные КА – 65.1% и 78.4% соответственно.

При построении количественной модели сближений для различных участков ГСО были выявлены наиболее опасные зоны с максимальным кол-вом сближений с работающими КА менее 1 км:

от 95.0°	з.д.	до 100.0°	з.д.	– 7	сближений;
от 105.0°	з.д.	до 110.0°	в.д.	– 5	сближений;
от 25.0°	в.д.	до 30.0°	в.д.	– 3	сближения;
от 105.0°	в.д.	до 110.0°	в.д.	– 3	сближения.

При исследовании популяции космического мусора особое внимание требуется уделять объектам с большим отношением

площади к массе (БОПМ). Количество подобных объектов оказалось столь велико, что требуется пересмотр существующих моделей динамического распределения космического мусора в околоземном пространстве. БОПМ-объекты (больше 1 кв.м/кг) составляют не менее половины популяции фрагментов космического мусора на высоких орбитах. В связи с этим было бы важно установить с высокой степенью достоверности, образуются ли БОПМ-фрагменты только при взрывах крупных космических объектов, либо их образование происходит в результате каких-то иных событий, не связанных с катастрофическим разрушением КО. Около 60% каталогизированных БОПМ-фрагментов в области ГСО имеют значение ОПМ в диапазоне 1.0-4.4 кв.м/кг. Это не означает, однако, что объекты с такими значениями ОПМ действительно составляют большинство всей популяции БОПМ-фрагментов в области ГСО. Как показывает накопленный опыт, абсолютное большинство БОПМ-фрагментов имеет значительные непрогнозируемые вариации ОПМ (иногда до 30-40%). В результате при прогнозе движения центра масс этих объектов погрешности прогнозируемого положения объектов на небесной сфере быстро растут по мере увеличения интервала прогноза и достаточно быстро достигают величин, которые превышают (в угловой мере) размер области небесной сферы, накрываемый полем зрения имеющихся оптических средств наблюдения. Как следствие, многие из объектов с большим и сильно переменным значением ОПМ не обнаруживаются при повторных наблюдениях, что в итоге приводит к переводу этих объектов в категорию потерянных и исключению из статистики.

Каталогизированные БОПМ-фрагменты в области ГСО со значениями ОПМ в диапазоне от 1 до 10 кв.м/кг наблюдаются на орбитах с наклонениями, находящимися преимущественно в диапазоне 0-18°. Орбиты фрагментов, имеющих ОПМ больше 10 кв.м/кг, эволюционируют настолько быстро, что рассматривать распределение значений их наклонения (а также эксцентриситета, аргумента перигея и, в некоторых случаях, большой полуоси) можно лишь исключительно в привязке к конкретным моментам времени.

Кроме того был проведен анализ данных по КО с большим отношением площади к массе (БОПМ) на выборке из 864 БОПМ-фрагментов на высоких орбитах, обнаруженных в 2016–2017 гг. Построены распределения по орбитальным параметрам, значению ОПМ и видимому блеску. Для шести БОПМ-объектов проведен анализ их характеристик и условий образования, что позволило с высокой степенью вероятности привязать их к «родительским объектам», от которых они предположительно отделились. Полученные результаты являются новым вкладом в решение задачи повышения осведомленности о ситуации в околоземном космическом пространстве и обеспечения безопасности космических операций. Было определено происхождение БОПМ-фрагментов, отделившихся от трех различных крупных объектов, находящихся в области ГСО, включая два функционирующих космических аппарата и одну ступень ракеты-носителя на орбите захоронения. Наблюдения этих трех объектов показали, что никаких заметных перепадов в их кривых блеска не произошло.

Это свидетельствует об отсутствии существенных изменений геометрической формы, отражательных характеристик и параметров движения относительно центра масс, свидетельствующих об их разрушении. Оба КА продолжали выполнять маневры удержания в своих позициях на ГСО, а в орбитальном движении и в кривой блеска ступени не было выявлено никаких непрогнозируемых изменений. Поэтому образование вновь обнаруженных фрагментов не может быть связано с катастрофическим разрушением «родительских объектов». Таким образом, образование БОПМ-фрагментов может быть обусловлено, по всей видимости, деградацией и разрушением материалов внешней поверхности элементов конструкции КА и ступеней РН (РБ). Кроме того, на конкретных примерах продемонстрирована необходимость улучшения моделей движения центра масс объектов с большим и переменным ОПМ в целях повышения достоверности результатов проводимого анализа событий в ОКП.

Полученные данные о КМ были использованы для развития статистической модели распределения орбитальных параметров объектов техногенного происхождения в ОКП. Предложена схема построения модели распределения малоразмерной фракции (МРФ) КМ в ОКП, опирающаяся на частную модель эволюции объектов МРФ КМ. Источниками объектов МРФ КМ могут быть как обнаруженные, так и неизвестные, но предположительно существующие разрушения. Часть фрагментов КО (как правило, наиболее крупных), образовавшихся в результате разрушений, доступна для наблюдения с Земли. Обработка этих наблюдений позволяет определять орбитальные параметры фрагментов с точностью, достаточной для включения их в каталог и дальнейшего сопровождения. Анализ моментов времени потери сопровождения каталогизированных КО, времени обнаружения и параметров орбит новых объектов позволяет идентифицировать их в качестве фрагментов разрушения родительского КО, определить момент разрушения, характеристики разброса фрагментов и другие параметры разрушения. В этом случае разрушение считается обнаруженным, его параметры записываются в каталог и в дальнейшем используются для построения модели распределения объектов МРФ КМ в ОКП.

Наблюдение астероидов.

За отчетный период, телескопа сети НСОИ АФН (ISON) проводились астрометрические наблюдения малых тел Солнечной системы, в том числе, астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ). Поисковым обзором, за 2018 год, было получено свыше 90000 измерений, открыт 81 астероид Главного пояса. В 2019 году обсерватории приняли участие в наблюдательной кампании ООН по наблюдению двойного АСЗ (66391) 1999 KW4. Впервые выполнены поляриметрические и спектрометрические наблюдения АСЗ. В 2020–2021 годах обсерваториями сети были продолжены наблюдения АСЗ, в том числе подтверждены 33 новых объекта со страницы подтверждения НЕОСР, Центра малых планет (МРС). В 2021 году обсерватории сети приняли участие в международной программе International Asteroid Warning Network (IAWN) по наблюдению сближения астероида (99942) Апофис с Землей.

		<p>Получено 837 астрометрических измерений, подтвердивших высокую точность получаемых данных. В 2018 году обсерватория ISON-NM проводила как поисковые наблюдения новых АСЗ, так и подхват новых АСЗ, открываемых обзорными телескопами США (ATLAS, Catalina, Pan-STARRS). Было получено свыше 80000 астрометрических измерений, включая 196 измерения по 55 различным АСЗ. Проводилась тестовая работа по оперативному подхвату новых объектов, с применением различных методик наблюдения, показавших высокую эффективность. По описанным выше наблюдениям были выпущены Циркуляры Центра Малых Планет (https://minorplanetcenter.net/iau/services/MPEC.html). Были продолжены работы по совершенствованию новой системы управления обсерваторией - КДС, позволяющей более эффективно использовать наблюдательное время телескопа, а также в автоматическом режиме выполнять алертные наблюдения гамма-всплесков, оптических транзиентов, малых тел Солнечной системы и объектов космического мусора. В 2019 году был проведен пробный обзор на 40-см телескопом ОРИ-40 в Хурелтоогое, Монголия (покрытие составило 190 квадратных градусов, получено 66 измерений по 22 астероидам, включая один РНА (99248) 2001 KY66). Проводился подхват астероидов, открываемых обзорными телескопами США (ATLAS, Catalina, Pan-STARRS), а также впервые для НСОИ АФН китайским астероидным обзором (обсерватория Пурпурной горы, Китайской академии наук) и российским любительским кометным обзором в Крыму (обсерватория Марго, на территории КрАО РАН в Научном). Всего были организованы оперативные наблюдения для 15 новых обнаруженных объектов, включая первую межзвездную комету C/2019 V1 (Borisov), налажены массовые наблюдения комет и астероидов, а также принято участие в наблюдательной кампании ООН/IAWN по двойному астероиду (66391) 1999 KW4. Всего международным Центром малых планет (MPC) за 2019 год было получено 12902 астрометрических измерений от телескопов сети НСОИ АФН, также было открыто 3 астероида, включая АСЗ 2019 V127. В том числе на телескопе ОРИ-40 обсерватории Хурелтогот, Монголия, было получено 81 измерение по 27 астероидам, которые вошли в 7 циркуляров Центра малых планет. Всего измерения с телескопов НСОИ АФН были включены в 124 циркуляра МРЕС Центра малых планет. В 2020–2021 годах регулярных поисковых наблюдений не проводилось, но телескопы продолжили подхват открываемых АСЗ. За отчетный период были проведены наблюдения 42 новых объектов, размещенных на странице подтверждения НЕОСР Центра малых планет, по 33 объектам были опубликованы циркуляры МРЕС.</p>
--	--	--

3.8.1. Количество научных работ по Проекту, опубликованных за весь период реализации Проекта (пункт заполняется автоматически, выводится) 15

	количество заполненных форм) 509	
3.8.1.1.	- в изданиях, включенных в перечень ВАК	1
3.8.1.2.	- в изданиях, включенных в библиографическую базу данных РИНЦ	1
3.8.1.3.	- из них в изданиях, включенных в Scopus	2
3.8.1.4.	- в изданиях, включенных Web of Science	2
3.8.1.5.	Количество научных работ по Проекту, опубликованных за весь период реализации Проекта в соавторстве с зарубежными участниками (цифрами)	15
3.8.2.	Количество научных работ, подготовленных при реализации Проекта и принятых к печати за период, на который предоставлен грант (цифрами) (пункт заполняется автоматически, выводится количество заполненных форм) 509	0
3.9.	Апробация результатов реализации Проекта на научных мероприятиях	XX International Conference on Data Analytics and Management in Data Intensive Domains (DAMDID/RCDL 2018) October 9-12, 2018, Moscow, Russia, Мазаева Е.Д., устный доклад;

<p>(участие в научных мероприятиях по тематике Проекта за период, на который был предоставлен грант) (каждое мероприятие с новой строки, указать название мероприятия, ФИО члена коллектива и тип доклада)</p>	<p>ESA NEO and Debris Detection Conference - Exploiting Synergies 22-24 January 2019, ESA/ESOC, Darmstadt/Germany, Молотов И.Е., устный доклад;</p> <p>Астрономия - 2018. Девятая конференция цикла «Современная звездная астрономия», Москва (ГАИШ МГУ, ИНАСАН), 22-16 октября 2018, Мазаева Е.Д., устный доклад;</p> <p>International Conference —ATMOSPHERELESS SOLAR SYSTEM BODIES IN THE SPACE EXPLORATION ERA Institute of Astronomy and Department of Astronomy and Space Informatics of V.N. Karazin Kharkiv National University, June 18-22, 2018, Тунгалаг Н., устный доклад;</p> <p>XXII Российско-монгольская Международная конференция, Иркутск, ИГУ, Тунгалаг Н., устный доклад;</p> <p>57-ая сессия научно-технического подкомитета Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях, Вена, 13 февраля 2020, Молотов И.Е., устный доклад;</p> <p>56-ая сессия научно-технического подкомитета Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях, Вена, 14 февраля 2019, Молотов И.Е., устный доклад;</p> <p>Workshop: Space Debris and Satellites Optical Observation – Satellites Surveillance Course, Каир, Египет, 14 марта 2019 г, Молотов И.Е., приглашённый доклад;</p> <p>Всероссийская конференция с международным участием «Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы», Москва, 17 апреля 2019 г, Молотов И.Е., устный доклад;</p> <p>Всероссийская конференция с международным участием «Космический мусор: фундаментальные и практические аспекты угрозы», Москва, 17 апреля 2019 г, Шмальц С.Е., устный доклад;</p> <p>IAA conference on space debris observations in Basilicata, Кастельгранде, Италия, июля 2019 г, Молотов И.Е., устный доклад;</p> <p>International scientific conference "Physics of Stars and Planets: Atmospheres, Activity, Magnetic fields", Шемаха, Азербайджан, 16 сентября 2019 г, Круглый Ю., устный доклад;</p> <p>BRICS Astronomy Working Group (BAWG) and Workshop Multi-messenger and Multi-wavelength Astronomy, 1 октября 2019 г., Молотов И.Е., устный доклад;</p> <p>"Околоземная астрономия и космическое наследие, 11-я Международная научная конференция, Казань, Россия, 3 октября 2019 г., Шмальц С.Е., устный доклад;</p> <p>"Околоземная астрономия и космическое наследие, 11-я Международная научная конференция, Казань, Россия, 3 октября 2019 г., Иванов А.Л., устный доклад;</p> <p>62-я Всероссийская научная конференция МФТИ, 18-23 ноября 2019 г., Россия, Москва, Белкин С.О., устный доклад;</p>
--	--

		<p>Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра (HEA-2019), Россия, Москва, 17-20 декабря 2019 г., Мазаева Е.Д., стендовый доклад;</p> <p>Data Analytics and Management in Data Intensive Domains (DAMDID-2019), Россия, Казань, 15-18 октября 2019 г., Мазаева Е.Д., устный доклад;</p> <p>XVI Конференция молодых ученых "Фундаментальные и прикладные космические исследования", Россия, Москва, 15-17 апреля 2019 г., Мазаева Е.Д., устный доклад;</p> <p>XIII российско-монгольская международная конференция по астрономии и геофизике «Солнечно-земные связи и геодинамика Байкало-Монгольского региона», Институт солнечно-земной физики, г. Иркутск, 15–19 июля 2019 г., Тунгалаг Н., устный доклад;</p> <p>Всероссийская конференция «Астрофизика высоких энергий сегодня и завтра – 2019», г. Москва, ИКИ РАН, 17-20 декабря 2020 г., Воропаев В., устный доклад;</p> <p>7th IAA Planetary Defense Conference, UNOOSA in collaboration with ESA Vienna, Austria, 26-30 April 2021, Молотов И.Е., устный доклад;</p> <p>8th European Conference on Space Debris, Darmstadt, Germany, 20–23 April 2021, Молотов И.Е., устный доклад.</p>
--	--	---

Экспедиция 2018. Профилактика телескопов ORI-40 и VT-78a в обсерватории Хурелтогот. (Установка этих телескопов была поддержана предыдущим грантами РФФИ.) Состав участников, сроки и проведенные работы перечислены ниже.

Дмитрий Иванов, 27.05.2018 – 9.06.2018

3.10. Участие в экспедициях по тематике Проекта, за период, на который предоставлен грант

1. Отмыт апертурный корректор ORI-40 .
2. Заменен Sitech-I на Sitech-II в монтажке ORI-40.
3. Заменен БП 12В для ПЗС-камеры у ORI-40.
4. Заменен БП 12В для ПЗС-камеры у VT-78a.
5. Смазаны ЧП по РАи DEC у ORI-40.
6. Смазаны ЧП по РАи DEC у VT-78a.
7. Отрегулированы зазоры у Червячной Пары ORI-40.
8. Заменен GPS-приемник у ORI-40.
9. Заменена антенна GPS-приемника у ORI-40.
10. Восстановлена работа IP-камеры (Сергей).
11. Отъюстирован ORI-40 на 87% от идеала.
12. Провода у ORI-40 убраны в спиральный рукав.
12. Заменен USB-кабель у камеры ORI-40 (5 метров).
13. Установлен USB-кабель от Sitech-II к хабу (5 метров) .
14. Заменен USB-HUB у ORI-40.
15. Переложены и закреплены некоторые провода в 2-х питающих электрошкафах.
16. Перепаян разъем питания к Sitech-II у ORI-40.
17. Подписаны USB-кабели у ORI-40, для удобства.
18. Установлены на место ПЗС-камера, фокусер и колесо фильтров.

Сергей Шмальц, 3.06.2018 – 15.06.2018

I) Работы с компьютерами обсерватории:

1) Управляющий компьютер VT78a: - скопированы на внешний диск архивы, доставлены в ИПМ.

2) Обработочный компьютер VT78a: - скопированы на внешний диск архивы, доставлены в ИПМ; - установлено программное обеспечение IP-камеры, находящейся в павильоне телескопов; - на рабочем столе рядом с иконкой `arex_geo_monitor` располагается скриншот кадра IP-камеры, для справки показывающий парковочные положения телескопов и проводов в обмотках.

3) Управляющий компьютер ОРИ-40: - установлена операционная система Linux Ubuntu 18.04 LTS для установки FORTE; - установлен и настроен пакет APEX (и его зависимости, пакеты: NumPy, SciPy и AstroPy) для работы FORTE; - установлен и настроен пакет FORTE для управления ОРИ-40 и его периферийными устройствами; - установлены звёздные каталоги - Tycho-2, UCAC4, USNOB1.0; - установлена программа VirtualBox и создан виртуальный компьютер с Windows 7 Ultimate (на котором установлена программа ServoConfig для доступа к контроллеру SiTech-II на ОРИ-40); - установлены программы TeamViewer (версия 12) и AnyDesk для удалённого доступа; - установлена программа FileZilla для передачи кадров гамма-всплесков по FTP на сервер ИКИ; - на рабочем столе в верхнем правом углу располагаются два текстовых файла (один на англ.яз и один на рус.яз) с описанием минимального набора команд для работы наблюдателей с FORTE.

4) Обработочный компьютер ОРИ-40: - установлена операционная система Linux Ubuntu 18.04 LTS для установки FORTE; - установлен и настроен пакет APEX (и его зависимости, пакеты: NumPy, SciPy и AstroPy) для обработки кадров наблюдений; - установлены звёздные каталоги -- Tycho-2, UCAC4, USNOB1.0; - установлена программа VirtualBox и создан виртуальный компьютер с Windows 7 Ultimate; - установлены программы TeamViewer (версия 12) и AnyDesk для удалённого доступа; - установлена программа FileZilla для передачи кадров гамма-всплесков по FTP на сервер ИКИ; - настроен доступ к директории с кадрами на управляющем компьютере ОРИ-40 для переноса кадров на обработочный компьютер ОРИ-40 - на рабочем столе в верхнем правом углу располагается PDF файл (с текстом на англ.яз. на первой странице и на рус.яз. на второй странице) с руководством по обработке кадров с ручной разметкой спутников при использовании скрипта APEX-a `arex_geo.py`; - установлен пакет IRAF для самостоятельного изучения наблюдателями.

II) Наблюдения:

- 7, 10 и 12 июня на ОРИ-40 успешно были проведены пробные ЦУ-наблюдения по спутникам, а также их ручная разметка и обработка APEX-ом с последующей отправкой измерений в RES-файле; - результаты наблюдений показали, что уже при 60-сек экспозиции

можно уверенно работать по спутникам с блеском до 17.5 маг (для более слабых спутников ещё предстоит провести дальнейшие пробы для выяснения приемлемой длительности экспозиции); - результаты наблюдений показали, что с учётом умеренного поля зрения и точности наведения телескопа (определяемой прежде всего люфтом монтировки) без поиска, с расчётом, что спутник окажется в поле зрения телескопа, можно работать по ЦУ только по спутникам с продольной ошибкой (ОШВР) менее 0.3, а для значений 0.3 и больше требуется поисковое наблюдение (квадратная матрица 2x2 или 3x3 поля); - 11 июня успешно проведён тест съёмки дарков - тест съёмки флэтов был отложен ввиду уже запланированной оптической юстировки Алексеем Юдиным, которая повлекла бы за собой изменения в оптике телескопа, поэтому было принято решение провести тест съёмки флэтов уже после его оптической юстировки; - в новом контроллере SiTech-II ОРИ-40 снижены скорости перенаведения с 3.0 до 2.0 град/сек и ускорений с 0.50 до 0.25 град/сек² по обеим осям с целью стабилизации работы монтировки, требуются новые пробные наблюдения для выяснения оправданности данного изменения.

Алексей Юдин 16.06.2018 – 29.06.2018

1. Проведена юстировка ORI-40. Качество изображения (без фильтров) 1,8 пикселя среднего FWHM по центру поля, 2-2.1 пикселя, симметрично по углам.
2. Проверено качество фокусировки с фильтром V, размер звёзд идентичен, запас фокусировки имеется (без фильтра около 67000, с фильтром около 89000 делений)
3. Проведено техническое обслуживание VT-78a. Разборка, чистка и регулировка затвора ПЗС-камеры, проверка работоспособности холодильника камеры. Очистка поверхности входного стекла камеры.
4. Проведена юстировка VT-78a. Выровнены перекосы до уровня 1,1 пикселя среднего FWHM (по CCD-инспектору), дальше не позволяет остаточный полевой астигматизм, связанный с линзовой частью и который невозможно устранить в условиях обсерватории.
5. Проведено обслуживание монтировки VT-78a. Червяк редуктора установлен с люфтом в три зуба шкива, свободно прокручивается рукой. Установлен новый ремень привода.

Экспедиция 2019.

11.10-28.10 2019 г. была проведена экспедиция в Монголию, в обсерваторию Хуралтогот для модернизации телескопа ОРИ-40 и профилактики телескопа VT-78a. Основная задача заключалась в замене опорно-поворотного устройства (монтировки) у телескопа ОРИ-40. Для этого заранее в Монголию была отправлена новая роботизированная экваториальная монтировка Astro-Physics 1600GTO немецкого типа американского производства. Новая монтировка имеет существенно более высокую надёжность по сравнению со старой монтировкой WS-240, чья дальнейшая эксплуатация по результатам предыдущих экспедиций бала признана нецелесообразной вследствие наличия неустраняемых дефектов червячных передач. Благодаря более высокой точности

сопровождения космических объектов монтировка 1600GTO позволяет реализовать в несколько раз большие экспозиции. Кроме того, она позволяет повысить степень автоматизации процесса наблюдений и вплотную приблизить его к роботическому уровню. Важным достоинством 1600GTO является способность надёжно работать при сильных перепадах температуры, что очень важно в условиях резко-континентального климата Монголии.

Последовательность работ включала – частичный разбор оптической трубы телескопа ОРИ-40 и снятие ее с монтировки WS-240. Разборка и упаковка монтировки WS-240 и разделение ее деталей по весу на 2 части (первая часть была увезена в Москву, а вторая осталась храниться в обсерватории), поэтапный монтаж новой монтировки Astro-Physics 1600GTO на колонне для телескопа, сборка и юстировка оптической трубы телескопа ОРИ-40, балансировка трубы на монтировке, разводка кабельных соединений таким образом, чтобы они не накручивались на монтировку и не мешали ее вращению по обеим осям, подключение кабеля монтировки к компьютеру управления и наладка, выставление (правильная ориентация на Полярную звезду) полярной оси монтировки. Затем компьютер обработки изображений с телескопа ОРИ-40 был модернизирован (увеличена оперативная память до 16 Гб), на компьютер управления было установлено и настроено новое программное обеспечение КДС для управления телескопом и его оборудованием. В сочетании с монтировкой Astro-Physics 1600GTO, новое программное обеспечение позволяет сократить время перенаведения между объектами (производительность телескопа повышается на 25%), автоматически определять, куда смотрит телескоп в любой момент времени (т.е. теперь почти не требуется ежедневная процедура алаймента), производить фокусировку телескопа перед каждой серией кадров, достигая более высокого качества изображения, комбинировать в одной программе наблюдений разные типы объектов, автоматически за минимальное время реагировать на поступающие алерты, например, гамма-всплесков, производить автоматический поиск объекта с недостаточно точными координатами, сопровождать на длительных интервалах объекты с переменной видимой скоростью движения и т.д. Во время тестовых наблюдений удалось уменьшить среднюю ошибку наведения до 20-25 угл. минут, что при поле 130x130 угл. минут очень хорошо. Сопровождение КО во время длительных экспозиций оказалось очень хорошим. А качество ПЗС-кадров с 2-х минутной экспозицией было очень высоким, т.о. можно будет наблюдать объекты с экспозицией до 150 секунд (с прежней монтировкой было максимум 60 секунд). Периодические ошибки были очень небольшие, и есть возможность их еще уменьшить. Кроме того, был модернизирован и компьютер управления 19,2-см обзорным телескопом ВТ-78а, его оперативная память была увеличена до 8 Гб. Также были переустановлены системы (на 64-битные) на компьютерах обработки кадров обоих телескопов и установлено программное обеспечение Windows 10, а затем установлена последняя версия программного обеспечения АПЕКС для обработки ПЗС-кадров. Для телескопа ВТ-78а это привело к увеличению производительности телескопа. Теперь за хорошую

ночь выдается до 18 тысяч измерений в 2500 проводок по 550 КО. Было проведено профилактическое обслуживание телескопа VT-78, включавшее юстировку заклона камеры и переукладку кабелей ПЗС-камеры с целью исключения их дальнейшего неблагоприятного влияния на юстировку фокальной плоскости. В ходе пробной эксплуатации были сделаны следующие выводы о наиболее существенных источниках проблем в эксплуатации и их методах устранения:

1. Основные проблемы прошлых лет – монтаж WS-240 с недопустимой эллиптичностью червячных колёс и интенсивными вибрациями, износом передач и заклиниваниями в некоторых участках неба, а также её система управления SiTech2 с ранней сбойной версией прошивки - успешно преодолены путём замены монтажки.

2. Оптическое качество изображений ОРИ-40 несколько улучшено по сравнению с предыдущими экспедициями, достигнуто среднее качество изображения в районе 1,7 пикселя на ПЗС-матрице KAF-9000. Основная задача – сохранение достигнутого качества.

3. Фокусёр FLI Atlas показал себя ненадёжным, отказав после попытки перехода в начальное положение. Для надёжной работы необходима замена, т.к. вероятная причина сбоя – поломка внутреннего концевого микропереключателя.

4. Наблюдались перебои в связи между управляющим компьютером и монтажкой. Замена USB-хабов существенных улучшений не дала, вероятный источник сбоев – активный удлинитель USB. Радикальное решение проблемы – установка управляющего промышленного компьютера на колонну телескопа и переход на Ethernet связь. Возможное консервативное решение – замена удлинителя или его кабеля, с обязательной переукладкой в короба (сейчас кабель свободно лежит в помещении).

5. Регулировка климатических условий как в помещении управления и обработки, так и в павильоне-укрытии не может быть признана удовлетворительной. Для надёжной работы обсерватории необходима активная стабилизация температуры помещения с компьютерами в диапазоне +15-+20 градусов, а для астропавильона – как минимум контроль влажности, а желательно – кондиционирование под температуру начала наблюдений. В ходе пробных наблюдений было выявлено, что локальная турбулентция после открытия павильона в условиях резкого вечернего падения температуры существенно ухудшает качество изображений на ОРИ-40, более того, и его оптическая схема также не является устойчивой к резким перепадам температуры. Выпадающая в течение ночи роса и изморозь после закрытия крыши длительное время создают в павильоне повышенную влажность, что неблагоприятно для ресурса и надёжности всех узлов комплекса – и монтажек, и камер, и оптических труб.

6. Наиболее важный ресурс увеличения продуктивности комплекса – автоматизация открытия-закрытия крыши и, в целях безопасности фотоприёмных устройств – установка механизированных крышек на телескопы. Планируемая экспедиция в 2020 для обслуживания телескопов в обсерватории Хурелтогот не состоялась из-за ограничений связанных с COVID-

19. Эта экспедиция планируется в конце 2021 вне рамок отчетного периода по гранту. Планируется заменить опорно-поворотное устройство 19,2 см телескопа VT-78e. Старое опорно-поворотное устройство BC-180 вышло из строя и не может быть отремонтировано без возврата в Москву (сломалась одна из двух ведущих шестерен горячей посадки на ось). Поэтому было приобретено новое опорно-поворотное устройство (AZ-EQ6), которое отправлено в Монголию. Будет отремонтировано или заменено на новое фокусирующее устройство Атлас на 40-см телескопе ОРИ-40. Новое фокусирующее устройство собственного производства Глобус уже изготовлено.

Библиографический список всех публикаций по Проекту за весь период реализации Проекта

Volnova Alina, Pozanenko Alexei, Mazaeva Elena, Belkin Sergei, Minaev Pavel. Databases of Gamma-Ray Bursts' Optical Observations. Communications in Computer and Information Science, 2021, 148-159
Molotov Igor Evgenevich, Elenin Leonid Vladimirovich, Usovik Igor Vyacheslavovich, Krylov Alexey Nikolaevich, Grib Alla Georgievna, Sibichenkova Maria Alexandrovna, Kapralov Mikhail Alexeevich. Анализ вклада сети НСОИ АФН в решение задач мониторинга космического мусора в области геостационарных орбит. Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша, 2018, 274, 1-14
Igor Molotov, Yuriy Krugly, Leonid Elenin, Sergei Schmalz, Artyom Novichonok, Viktor Voropaev, Thomas Schildknecht, Raguli Inasaridze, Eduardo Perez Tijerina, Vasilii Rumyantsev, Abbas Aliev, Inna Reva, Dmitry Erofeev, Namkhai Tungalag. ISON SEARCH AND STUDY THE NEAR-EARTH SPACE OBJECTS. 2019, 1 - 1, 1-6
Molotov Igor, Elenin L., Zakhvatkin M., Stepanyants V., Schildknecht T., Canals Ros L., Ehgamberdiev Sh., Abdelaziz A., Tealib S., Streltsov A., Kudak V., Ivashchenko Yu., Levshunov A., Novichonok A., Sharoshchenko V., Perig V., Tungalag N., Vikhristenko A.. Stages of development of the ISON optical telescope global network.. 2021, 8 - 1, 1-6
Molotov Igor, Elenin L.V., Krugly Yu.N., Inasaridze R.Ya., Reva I.V., Ehgamberdiev Sh.A., Novichonok

A.O., Tungalag N., Mykhailova S.S.. Asteroid observations in framework of ISON Network.. 2021, 1-2

VOLNOVA ALINA, POZANENKO ALEXEI, MAZAEVA ELENA, BELKIN SERGEY, MOLOTOV IGOR, ELENIN LEONID, TUNGALAG NAMKHAI, BUCKLEY DAVID. IKI GRB-FuN: observations of GRBs with small-aperture telescopes. Anais da Academia Brasileira de Ciencias, 2021, 93 - suppl 1, 1-16

Mazaeva Elena, Pozanenko Alexei, Volnova Alina, Minaev Pavel, Belkin Sergey, Inasaridze Raguli, Klunko Evgeny, Kusakin Anatoly, Reva Inna, Rumyantsev Vasilij, Novichonok Artem, Moskvitin Alexander, Paronyan Gurgen, Schmalz Sergey, Tungalag Namkhai. Searching for Optical Counterparts of LIGO/Virgo Events in O2 Run. Communications in Computer and Information Science, 2020, 1223, 124-143, IPF 0.48

Molotov Igor Evgenevich, Agapov Vladimir Mikhailovich, Streltsov Arthur Igorevich, Elenin Leonid Vladimirovich, Schildknecht Thomas, Tungalag Namkhai, Buyanhishig Rencenmyagmar, Golikov Alexei Roaldovich, Kapralov Mikhail Alexeevich, Sibichenkova Maria Alexandrovna, Ivanov Dmitryi Evgenjevich, Krylov Alexey Nikolaevich, Zhornichenko Anastasiya Andreevna, Pozanenko Alexei Stepanovich. Проблемы оптического мониторинга космического мусора. Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша, 2020, 7, 1-17

Намхай Тунгалаг, Р. Буянхишиг. Определение параметров вращения астероидов. Geodynamics & Tectonophysics, 2019, 51

Elena Mazaeva, Alexei Pozanenko, Alina Volnova, Pavel Minaev, Sergey Belkin, Raguli Inasaridze, Evgeny Klunko, Anatoly Kusakin, Inna Reva, Vasilij Rumyantsev, Artem Novichonok, Alexander Moskvitin,

Gurgen Paronyan, Sergey Schmalz, Namkhai Tungalag. Search and Observations of Optical Counterparts for Events Registered by LIGO/Virgo Gravitational Wave Detectors. CEUR Workshop Proceedings, 2019, 2523, 229-243

Мазаева Елена Дмитриевна, Позаненко Алексей Степанович. Inhomogeneities in the light curves of gamma-ray bursts afterglow.. International Journal of Modern Physics D, 2018, 27 - 10, 1844012-1-1844012-9, IPF 2.17

Мазаева Елена Дмитриевна, Позаненко Алексей Степанович, Минаев Павел Юрьевич. Using Heterogeneous Data of Multi Frequency Astronomy for Testing Physical Models of GRB Emission. Selected Papers of the XX International Conference on Data Analytics and Management in Data Intensive Domains (DAMDID/RCDL 2018), 2018, 2277, 112-117

Молотов Игорь Евгеньевич, Еленин Л.В., Усовик И.В., Крылов А.Н., Гриб А.Г., Сибиченкова М.А., Капралов М.А.. Анализ вклада сети НСОИ АФН в решение задач мониторинга космического мусора в области геостационарных орбит.. Препринт ИПМ, 2018, 274, 1-14

Молотов Игорь Евгеньевич, Yuriy Krugly, Leonid Elenin, Sergei Schmalz, Artyom Novichonok, Viktor Voropaev, Thomas Schildknecht, Raguli Inasaridze, Eduardo Perez Tijerina, Vasiliy Rummyantsev, Abbas Aliev, Inna Reva, Dmitry Erofeev, Namkhai Tungalag. ISON SEARCH AND STUDY THE NEAR-EARTH SPACE OBJECTS. ESA NEO and Debris Detection Conference - Exploiting Synergies, 22-24 January 2019, ESA/ESOC, Darmstadt/Germany, 2019

Намхай Тунгалаг, А.Позаненко, А.Волнова, Р.Буянхшиг, I.Molotov, V.Voropaev, S.Schmalz, M.Tereshina, V.Kouprianov, Yu.Krugly.. ASTRONOMICAL

OBSERVATIONS IN
 KHURELTOGOOT
 OBSERVATORY, INSTITUTE OF
 ASTRONOMY AND
 GEOPHYSICS, MONGOLIA..
 Abstract book of International
 Conference “ATMOSPHERELESS
 SOLAR SYSTEM BODIES IN THE
 SPACE EXPLORATION ERA”
 Institute of Astronomy and
 Department of Astronomy and Space
 Informatics of V.N. Karazin Kharkiv
 National University, June 18-22,
 2018, 2018

3.14.

Библиографический список
 совместных публикаций (в
 соавторстве с зарубежным
 партнером по проекту) за весь
 период реализации Проекта:
 монографии и статьи в научных
 изданиях с указанием импакт-
 фактора журнала по базе данных
 Web of Science (исключая тезисы
 докладов и материалы съездов,
 конференций и т.д.)

Volnova A., Pozanenko A.,
 Mazaeva E., Belkin S., Minaev P.
 Databases of Gamma-Ray Bursts’
 Optical Observations.
 Communications in Computer and
 Information Science, 1427, pp 148-
 159 (2021). IF=0.48
 Молотов И.Е., Еленин Л.В.,
 Усовик И.В., Крылов А.Н., Гриб
 А.Г., Сибиченкова М.А.,
 Капралов М.А. Анализ вклада
 сети НСОИ АФН в решение
 задач мониторинга космического
 мусора в области
 геостационарных орбит.
 Препринты ИПМ им.
 М.В.Келдыша. 2018. № 274. 14 с.
 IF n/a
 Igor Molotov, Yuriy Krugly, Leonid
 Elenin, Sergei Schmalz, Artyom
 Novichonok, Viktor Voropaev,
 Thomas Schildknecht, Raguli
 Inasaridze, Eduardo Perez Tijerina,
 Vasilii Rumyantsev, Abbas Aliev,
 Inna Reva, Dmitry Erofeev,
 Namkhai Tungalag. ISON
 SEARCH AND STUDY THE
 NEAR-EARTH SPACE
 OBJECTS. Proceedings of 1st NEO
 and Debris Detection Conference,
 eds. T. Flohrer, R. Jehn, F. Schmitz,
 v. 1(1), pp 1-6 (2019). IF n/a
 Molotov I., Elenin L., Zakhvatkin
 M., Stepanyants V., Schildknecht
 T., Canals Ros L., Ehgamberdiev
 Sh., Abdelaziz A., Tealib S.,
 Streltsov A., Kudak V.,
 Ivashchenko Yu., Levshunov A.,
 Novichonok A., Sharoshchenko V.,

Perig V., Tungalag N., Vikhristenko A. Stages of development of the ISON optical telescope global network. Proceedings of 8th European Conference on Space Debris, eds. T. Flohrer, S. Lemmens, F. Schmitz, v. 8(1), pp 1-6 (2021). IF n/a

Molotov I.E., Elenin L.V., Krugly Yu.N., Inasaridze R.Ya., Reva I.V., Ehgamberdiev Sh.A., Novichonok A.O., Tungalag N., Mykhailova S.S. Asteroid observations in framework of ISON Network. Proceedings of 7th IAA Planetary Defense Conference, 2 pages (2021). IF n/a

VOLNOVA ALINA, POZANENKO ALEXEI, MAZAEVA ELENA, BELKIN SERGEY, MOLOTOV IGOR, ELENIN LEONID, TUNGALAG NAMKHAI, BUCKLEY DAVID. IKI GRB-FuN: observations of GRBs with small-aperture telescopes. Anais da Academia Brasileira de Ciencias, 93 (suppl 1), 1-16 (2021). IF=1.28

Mazaeva Elena, Pozanenko Alexei, Volnova Alina, Minaev Pavel, Belkin Sergey, Inasaridze Raguli, Klunko Evgeny, Kusakin Anatoly, Reva Inna, Rummyantsev Vasilij, Novichonok Artem, Moskvitin Alexander, Paronyan Gurgen, Schmalz Sergey, Tungalag Namkhai. Searching for Optical Counterparts of LIGO/Virgo Events in O2 Run. Communications in Computer and Information Science, 1223, pp. 124-143 (2020). IF=0.48

Elena Mazaeva, Alexei Pozanenko, Alina Volnova, Pavel Minaev, Sergey Belkin, Raguli Inasaridze, Evgeny Klunko, Anatoly Kusakin, Inna Reva, Vasilij Rummyantsev, Artem Novichonok, Alexander Moskvitin, Gurgen Paronyan, Sergey Schmalz, Namkhai Tungalag. Search and Observations of Optical Counterparts for Events Registered by LIGO/Virgo

Gravitational Wave Detectors. // CEUR Workshop Proceedings, Selected Papers of the XXI International Conference on Data Analytics and Management in Data Intensive Domains (DAMDID/RCDL 2019) Kazan, Russia, October 15-18, 2019. Edited by Alexander Elizarov, Boris Novikov, Sergey Stupnikov. 2019, Vol. 2523, pp. 229-243. IF=0.55

И.Е. Молотов, В.М. Агапов, А.И. Стрельцов, Л.В. Еленин, Т. Шильдкнехт, Н. Тунгалаг, Р. Буянхишиг, А.Р. Голиков, М.А. Капралов, М.А. Сибиченкова, Д.Е. Иванов, А.Н. Крылов, А.А. Жорниченко, А.С. Позаненко. Проблемы оптического мониторинга космического мусора. // Препринты ИПМ им. М.В.Келдыша. 2020. № 7. 17 с. IF n/a

Н. Тунгалаг, Р. Буянхишиг. Определение параметров вращения астероидов. // 2019, XIII российско-монгольская международная конференция по астрономии и геофизике «Солнечно-земные связи и геодинамика Байкало-Монгольского региона» Институт солнечно-земной физики, г. Иркутск 15–19 июля. Geodynamics & Tectonophysics, 2019, p. 51. IF=0.76

Mazaeva E., A. Pozanenko, A. Volnova, P. Minaev, S. Belkin, R. Inasaridze, E. Klunko, A. Kusakin, I. Reva, V. Rumyantsev, A. Novichonok, A. Moskvitin, G. Paronyan, S. Schmalz, N. Tungalag. Searching for Optical Counterparts of LIGO/Virgo Events in O2 Run. In: Elizarov A., Novikov B., Stupnikov S. (eds) Data Analytics and Management in Data Intensive Domains. DAMDID/RCDL 2019. Communications in Computer and Information Science, vol 1223., p.124 (2020). IF=0.48
Mazaeva, E.; Pozanenko, A.; Minaev, P.: Inhomogeneities in the

light curves of gamma-ray bursts afterglow. International Journal of Modern Physics D, 2018, Volume 27, Issue 10, id. 1844012. IF=2.15

Mazaeva E., Pozanenko A., Minaev P., Using heterogeneous data of multi frequency astronomy for testing physical models of GRB emission. Selected Papers of the XX International Conference on Data Analytics and Management in Data Intensive Domains (DAMDID/RCDL 2018) October 9-12, 2018, Moscow, Russia, pp.112-117. Edited by Leonid Kalinichenko, Yannis Manolopoulos, Sergey Stupnikov, Nikolay Skvortsov, Vladimir Sukhomlin. IF=0.55

Молотов И.Е., Еленин Л.В., Усовик И.В., Крылов А.Н., Гриб А.Г., Сибиченкова М.А., Капралов М.А.. Анализ вклада сети НСОИ АФН в решение задач мониторинга космического мусора в области геостационарных орбит.. Препринт ИПМ, 2018, 274, 1-14. IF n/a

Igor Molotov, Yuriy Krugly, Leonid Elenin, Sergei Schmalz, Artyom Novichonok, Viktor Voropaev, Thomas Schildknecht, Raguli Inasaridze, Eduardo Perez Tijerina, Vasiliy Rumyantsev, Abbas Aliev, Inna Reva, Dmitry Erofeev, Namkhai Tungalag. ISON SEARCH AND STUDY THE NEAR-EARTH SPACE OBJECTS. Proceedings of ESA NEO and Debris Detection Conference - Exploiting Synergies, 22-24 January 2019, ESA/ESOC, Darmstadt/Germany. IF n/a

N.Tungalag, A.Pozanenko, A.Volnova, R.Buyankhishig, I.Molotov, V.Voropaev, S.Schmalz, M.Tereshina, V.Kouprianov, Yu.Krugly. Astronomical observations in Khureltogoot Observatory, Institute of Astronomy and Geophysics, Mongolia. Abstract book of International Conference

“ATMOSPHERELESS SOLAR SYSTEM BODIES IN THE SPACE EXPLORATION ERA”
 Institute of Astronomy and Department of Astronomy and Space Informatics of V.N. Karazin Kharkiv National University, June 18-22, 2018. IF n/a

3.15.	Приоритетное направление развития науки, технологий и техники РФ, которому, по мнению исполнителей, соответствуют результаты данного Проекта	Информационно-телекоммуникационные системы
3.16.	Критическая технология РФ, которой, по мнению исполнителей, соответствуют результаты данного Проекта	Технологии создания ракетно-космической и транспортной техники нового поколения
3.17.	Основное направление технологической модернизации экономики России, которому, по мнению исполнителей, соответствуют результаты данного Проекта	Космические технологии, прежде всего связанные с телекоммуникациями, включая ГЛОНАСС и программу развития наземной инфраструктуры
3.18.	Направление из Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации	Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта
3.19.	Преимущества, полученные в результате международного сотрудничества (использование оборудования, наработок, доступ к уникальным объектам и условиям и т.д.)	В России остро стоит вопрос о поиске мест с хорошим астроклиматом и надежным партнерством, основанном на взаимных интересах. В Монголии, большая часть которой расположена на высотах 1000 м над уровнем моря и выше, преобладает аридный климат и, по инструментальным оценкам, существуют условия для наблюдений, превосходящие условия в Восточной Сибири России и приближающиеся к условиям наблюдения в Средней

Азии, при этом превосходящие их по количеству часов ясного ночного неба. Чрезвычайно важным является наличие большого количества часов ясного ночного неба именно в зимний период, когда наблюдения на территории России существенно ограничены. В связи с этим, развитие сотрудничества с монгольской обсерваторией Хурелтогот, включение её в сетевые проекты, развитие инфраструктуры обсерватории приносит убедительные результаты, в том числе для сопровождения объектов космического мусора, подхвата целевых КА, наблюдения оптических транзиентов с большим непрерывным временем покрытия. Существенно то, что телескопы установленные при поддержке РФФИ включены в российские сетевые проекты. Многолетний опыт сотрудничества с Монгольскими коллегами позволил проводить наблюдения в то время, когда наблюдения на территории России были невозможны. И наконец, распределение наблюдений, требующих большого покрытия неба одновременно, например, поиск оптических транзиентов ассоциированных с гравитационно-волновыми событиями LIGO/Virgo/KAGRA. Для Монгольских коллег сотрудничество в рамках проекта дает возможность поддерживать инструментальную базу единственной научной обсерватории на территории страны, а также равноправно участвовать в международных проектах предоставляя данные собственных астрономических наблюдений.