



Современное состояние сети НСОИ АФН

Игорь Молотов

Институт Прикладной математики им. Келдыша РАН

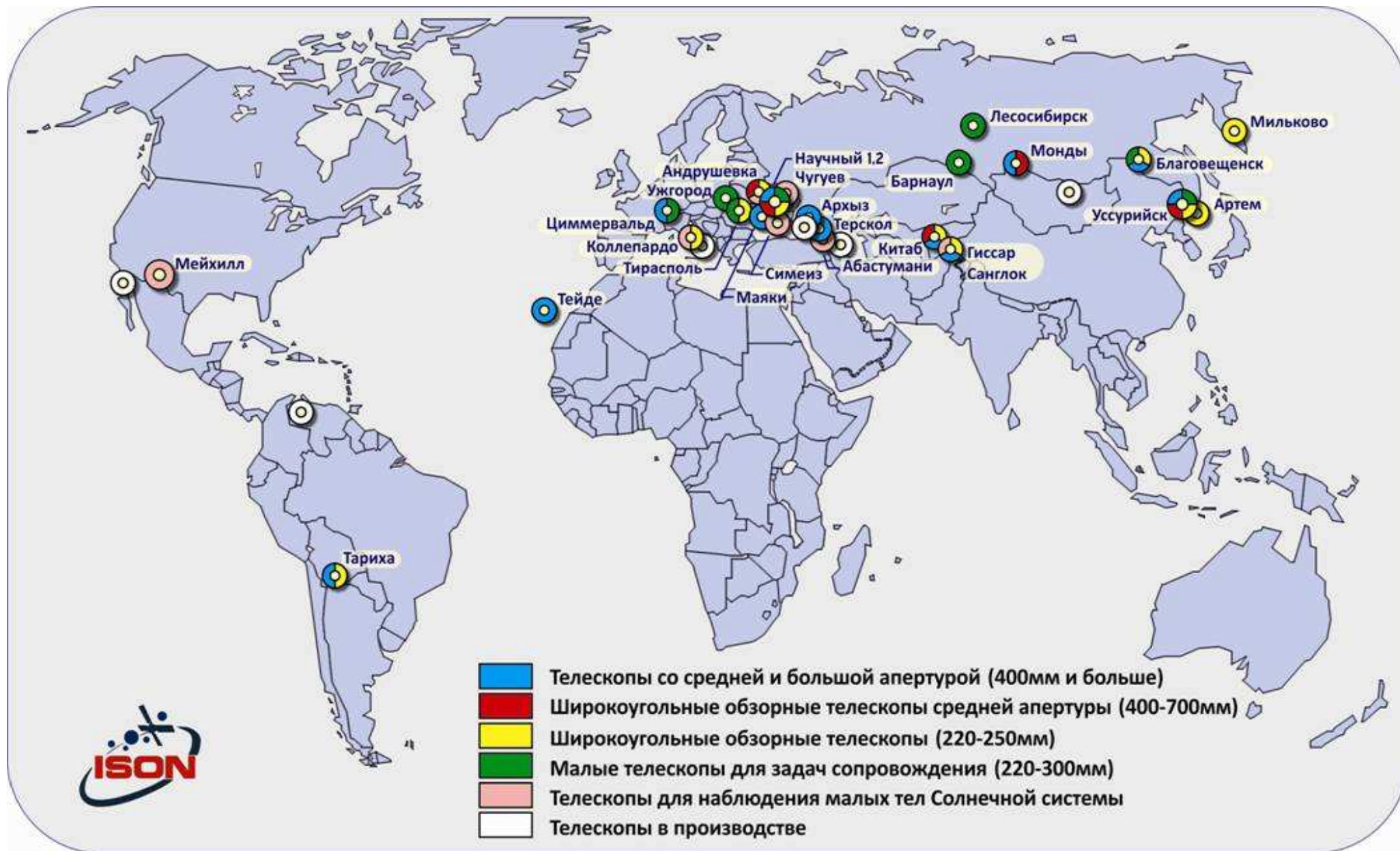
ЗАО «НПП «Проект-Техника»

ОАО «МАК «Вымпел»

www.lfvn.astronomer.ru



Научная сеть оптических инструментов для астрометрических и фотометрических наблюдений





Цели проекта НСОИ АФН

- **Поддержка астрономов и оснащение современной аппаратурой обсерваторий бывшего СССР**
- **Сохранение и модернизация существующих телескопов в странах СНГ**
- **Вовлечение энтузиастов-любителей астрономии и создание новых пунктов наблюдений**
- **Организация протяженной кооперации обсерваторий на самофинансировании**
- **Решение научных и прикладных задач, требующих участия распределенной наблюдательной сети**

Основные вехи проекта НСОИ АФН

- **Май 2001 г. – первые наблюдения в Пулково**
- **Август 2004 г. – пробные наблюдения фрагментов космического мусора с телескопом АТ-64 в Научном-1, первые международные кампании**
- **2005-2006 – дооснащение ПЗС-камерами, производство новых телескопов**
- **2007-2008 – начало регулярных наблюдений, перекрытие всей геостационарной орбиты,**
- **2009-2010 гг. – формирование нескольких подсистем из разных телескопов**
- **2011 – создание эксплуатирующей организации ЗАО «Астрономический научный центр «Проект-Техника»**



**Первое
собрание
наблюдателей
сети в августе
2005 г., Пулково**

**Второе собрание
наблюдателей
сети в январе
2007 г.,
Звенигород**



Текущие основные задачи НСОИ АФН

- Исследования космического мусора (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН)
- Участие в проекте АСПОС ОКП (ЦНИИмаш)
- Участие в контроле космического пространства (ОАО «МАК «Вымпел»)
- Изучение астероидов, сближающихся с Землей (НИИ «Институт астрономии» ХНУ)
- Наблюдение оптического послесвечения гамма-всплесков (ИКИ РАН)

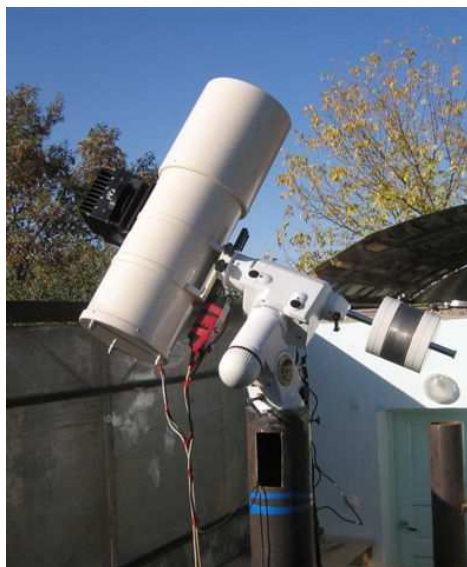




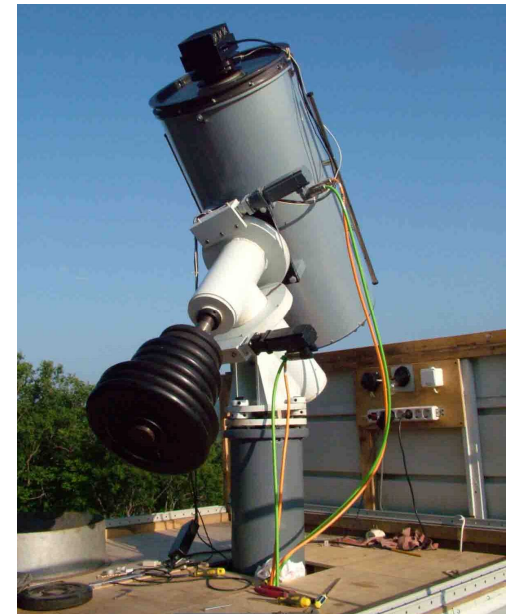
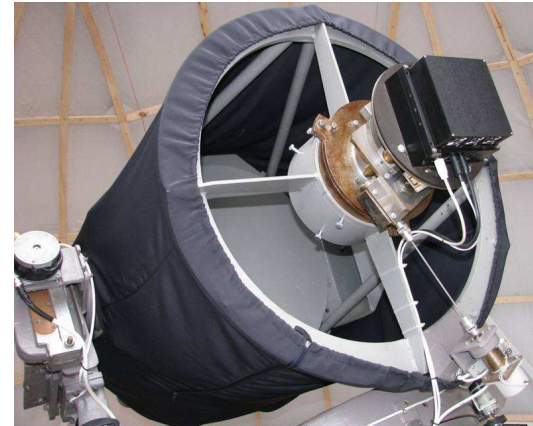
Структура оптической сети НСОИ АФН

- **кооперация оптических обсерваторий:**
 - поисково-обзорная подсистема
 - подсистема сопровождения слабых фрагментов космического мусора
 - подсистема для наблюдений объектов по целеуказаниям на ГСО и ВЭО
 - подсистема для наблюдений астероидов
- **группа технической и программной поддержки**
- **группа отработки новых технологий наблюдения**
- **производство телескопов и монтаровок**
- **группа планирования наблюдений и обработки измерений по космическому мусору**
- **группа планирования работ по развитию сети**

Поисково-обзорная подсистема: двенадцать 22-25 см телескопов с полем зрения 3.5- 5.5 градусов

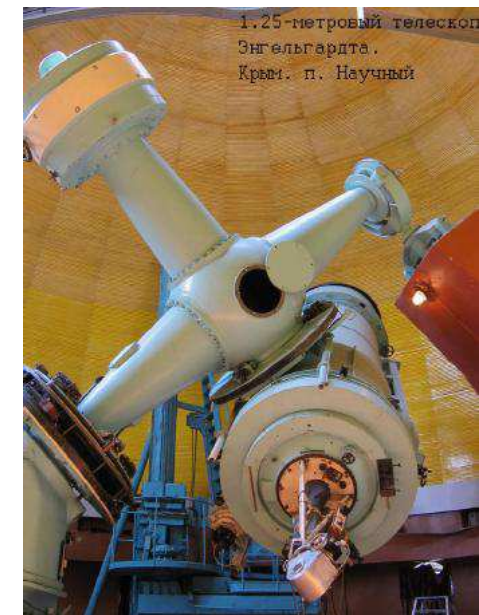
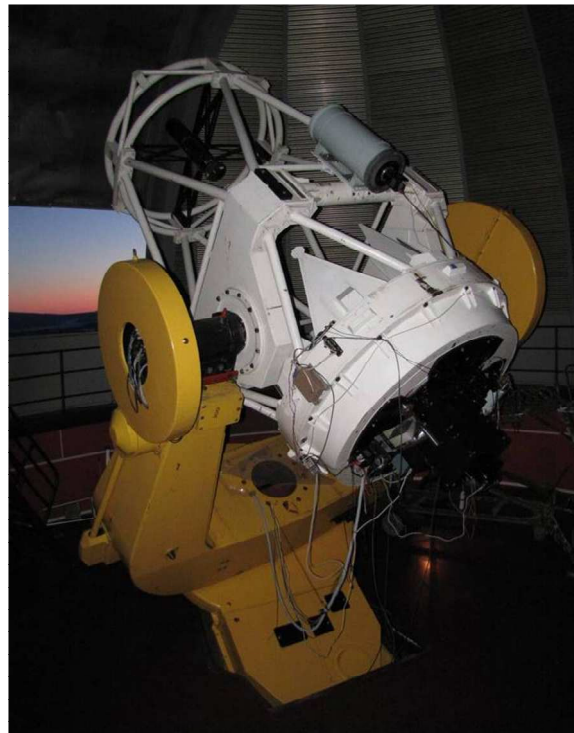


Подсистема сопровождения слабых объектов: АТ-64 Научный-1, РК-600 Маяки, S-600 Андрушевка, 70- см АЗТ-8 Гиссар, АЗТ-14 Монды, Цейсс-600 Архыз, 40-см ОРИ-40 Китаб, 50-см ОРИ-50 Уссурийск



Телескопы для наблюдения очень слабых фрагментов:

**2,6-м ЗТШ Научный-1, 2-м Цейсс-2000
Терскол, 1,7-м АЗТ-3ЗИК Монды,
1,25-м ЗТЭ в Научном-2**



Подсистема АСПОС для сопровождения опасных объектов на ГСО и ВЭО:

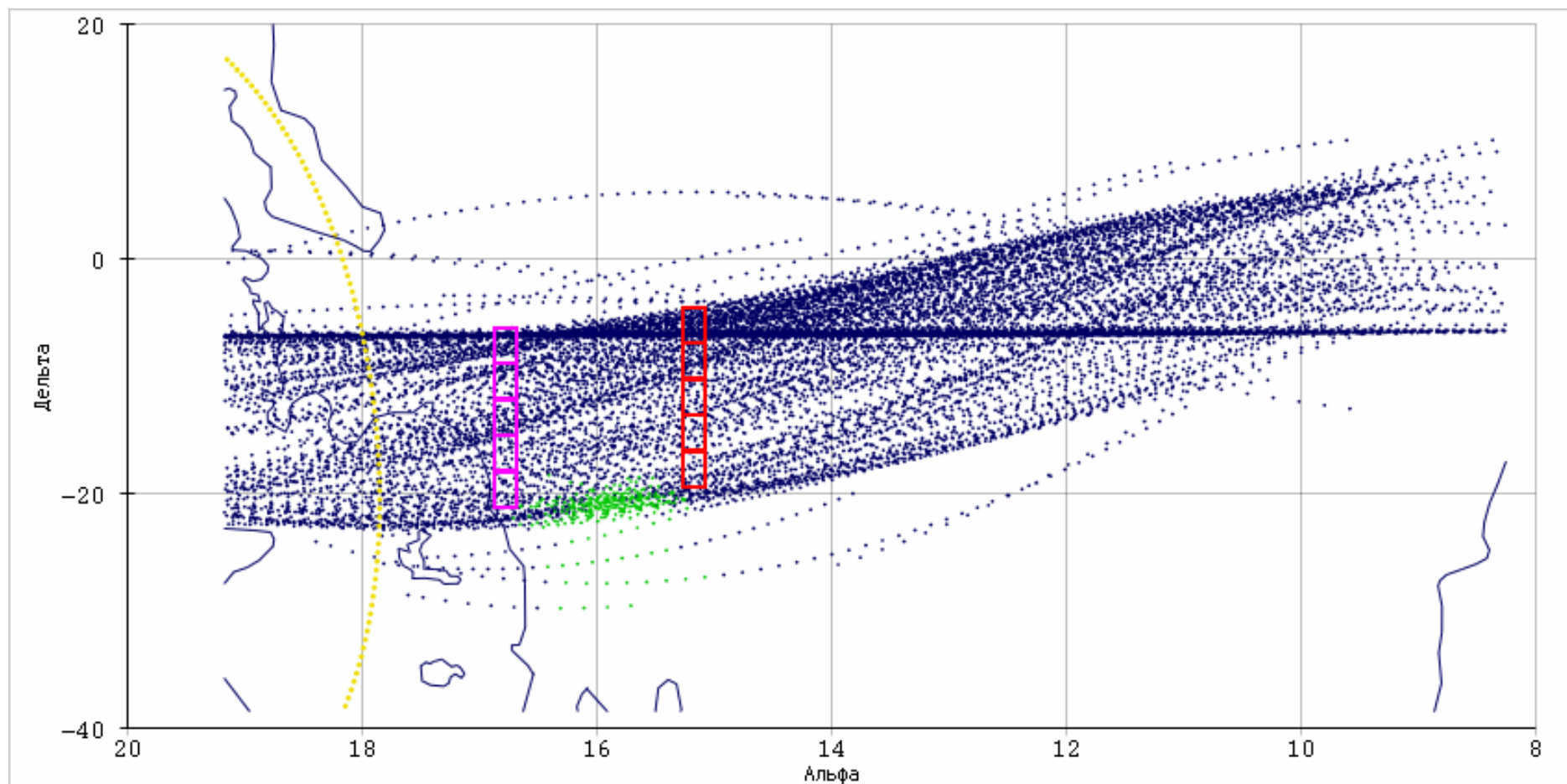
Ужгород, Тирасполь, Научный-2, Архыз,
Благовещенск, Уссурийск,

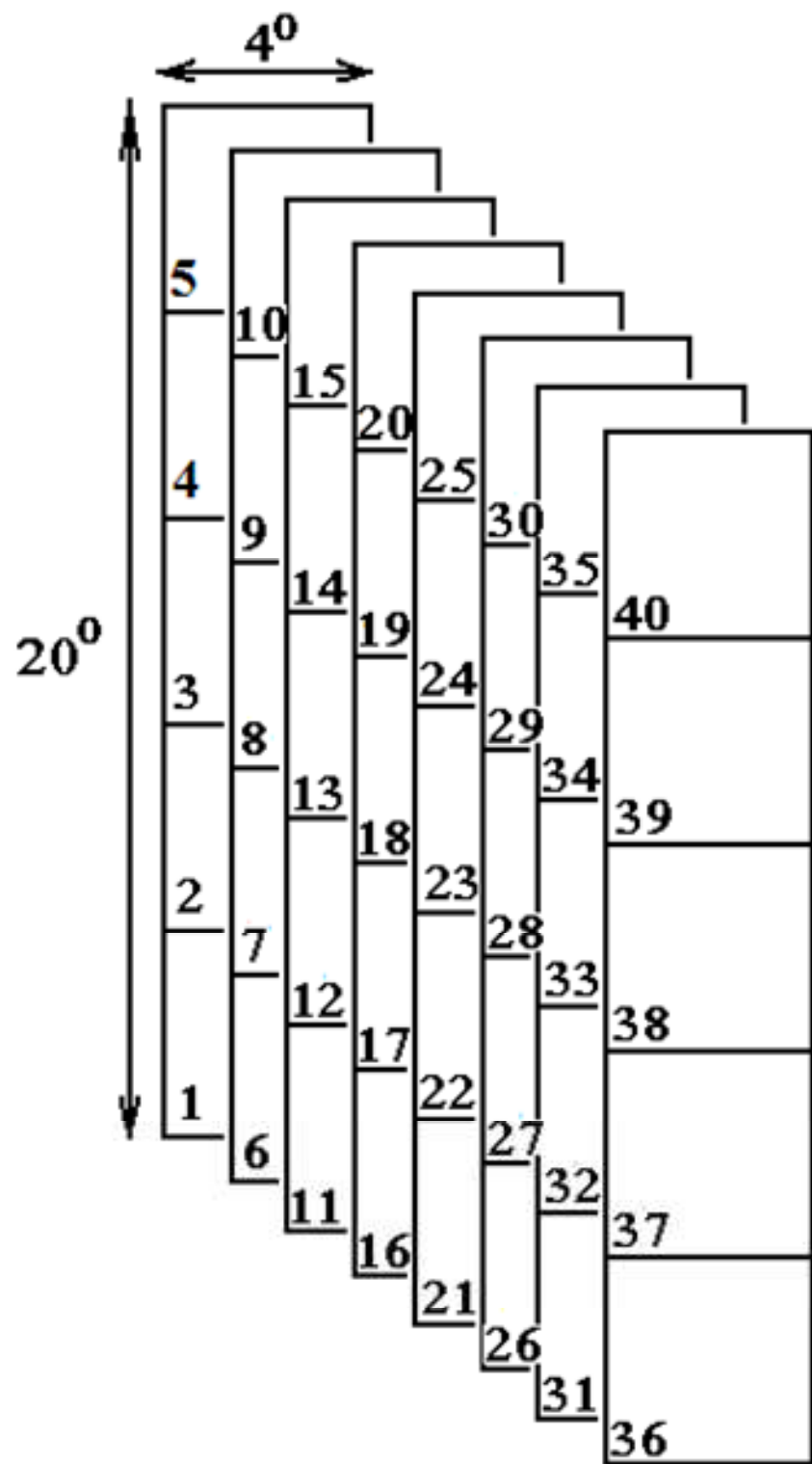


АСПОС ОКП
Сегмент мониторинга
опасных ситуаций в области
ГСО, ВЭО и СВО

Центр сбора, обработки и
анализа научной информации
по объектам техногенного
происхождения

Суточное движение известных геостационарных КО в геоцентрических координатах прямое восхождение-склонение (прямое восхождение-склонение)





Режим наблюдения:

8 экспозиций по 10 сек;

интервал 100 сек;

~10 мин сопровождение объекта

Каждый обзорный телескоп

выдает за ночь тысячи

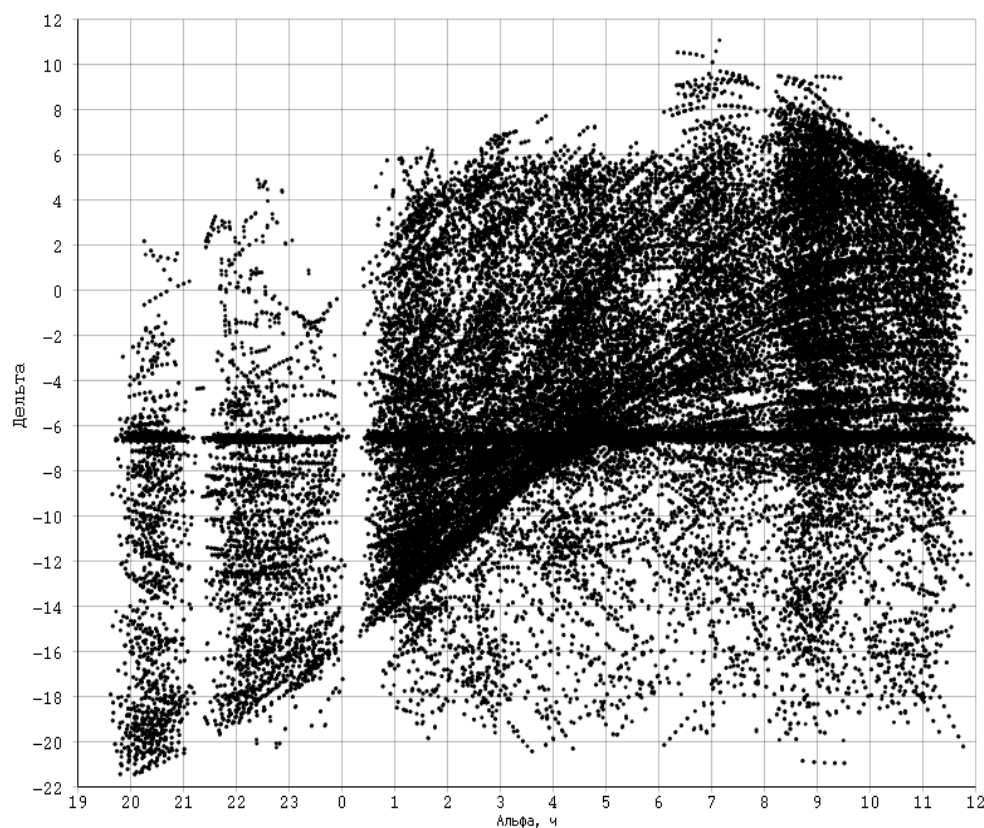
измерений по сотням

объектов с блеском 15 – 16

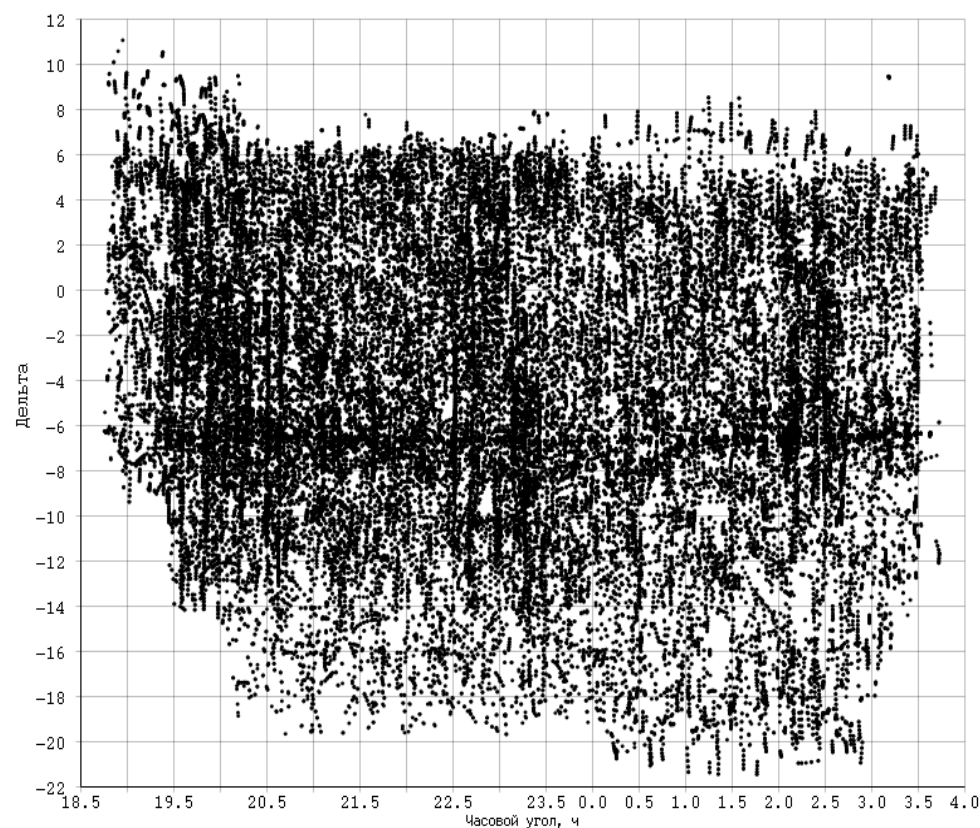
звездной величины



Измерения ОРИ-22 в Уссурийске 2009/09/01-2010/03/01

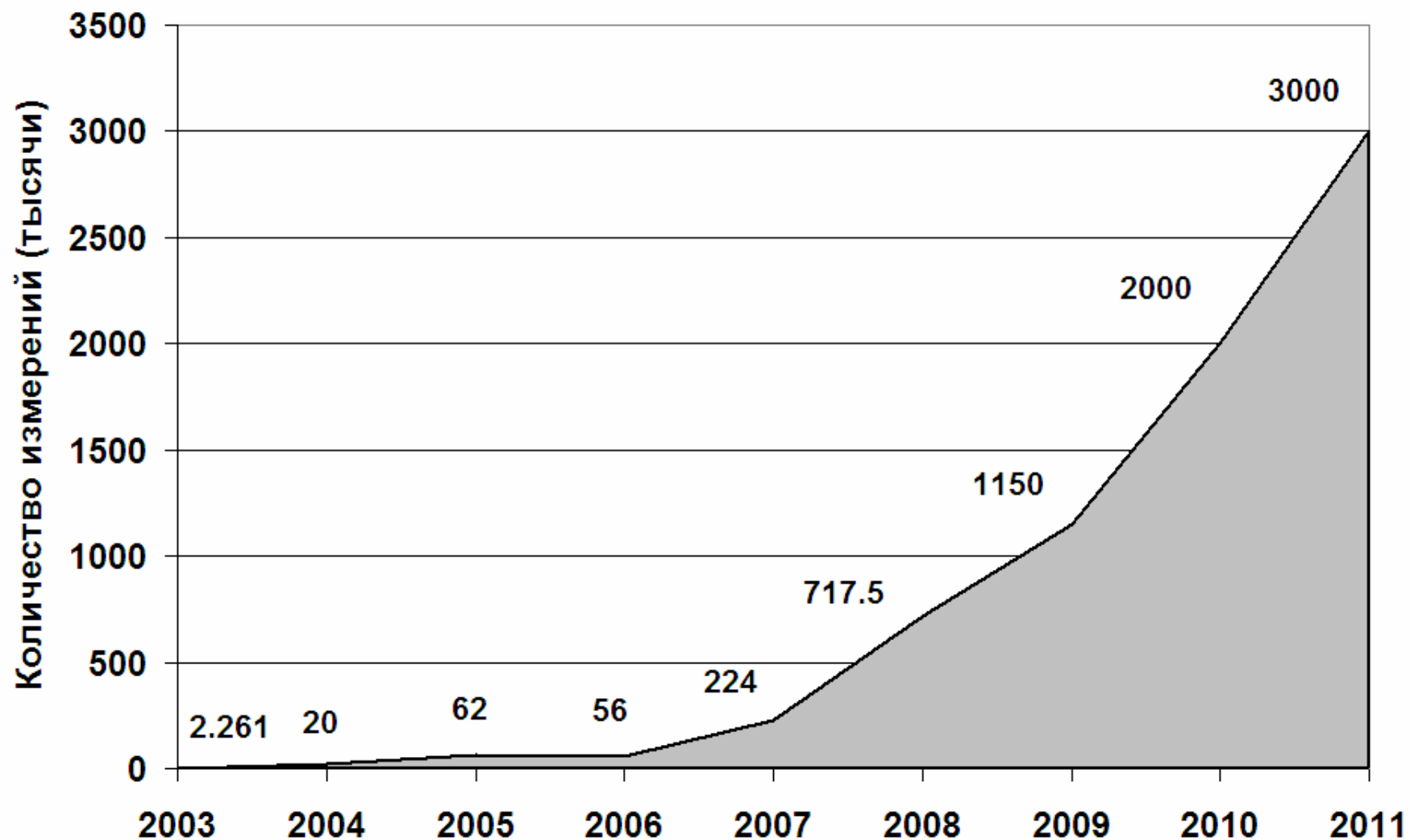


**Прямое восхождение -
Склонение**



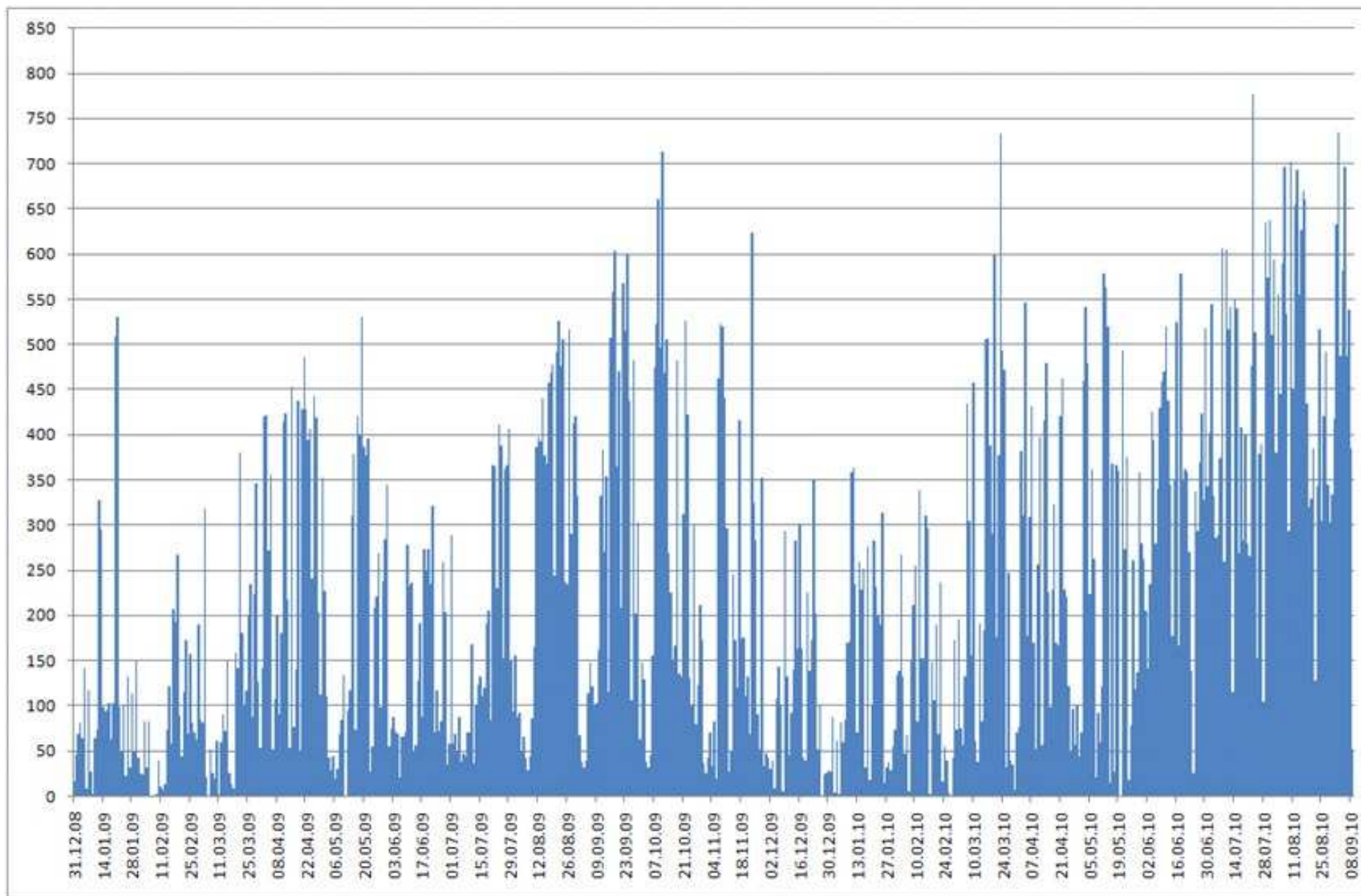
**Часовой угол -
Склонение**

Количество измерений по годам

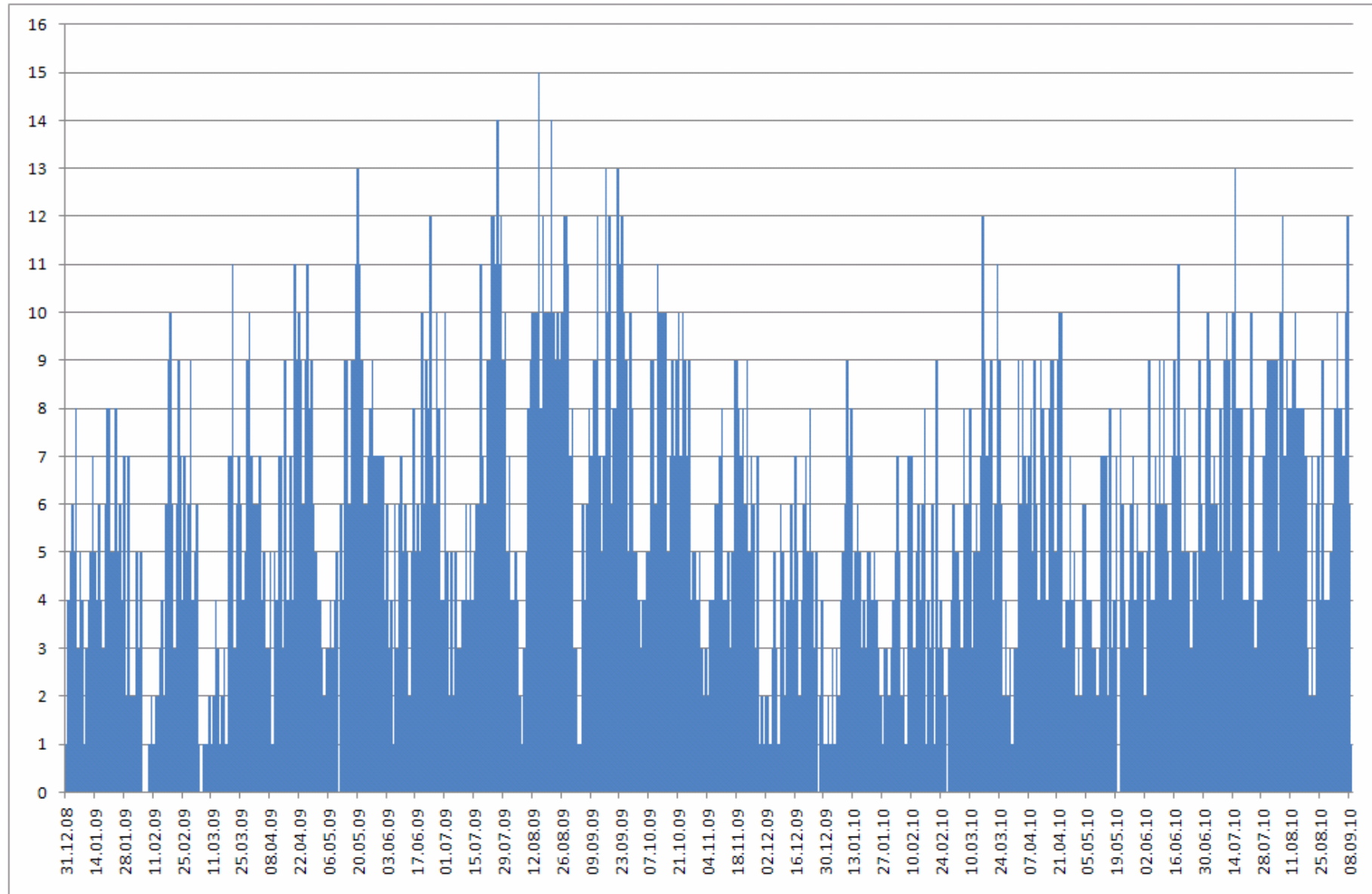




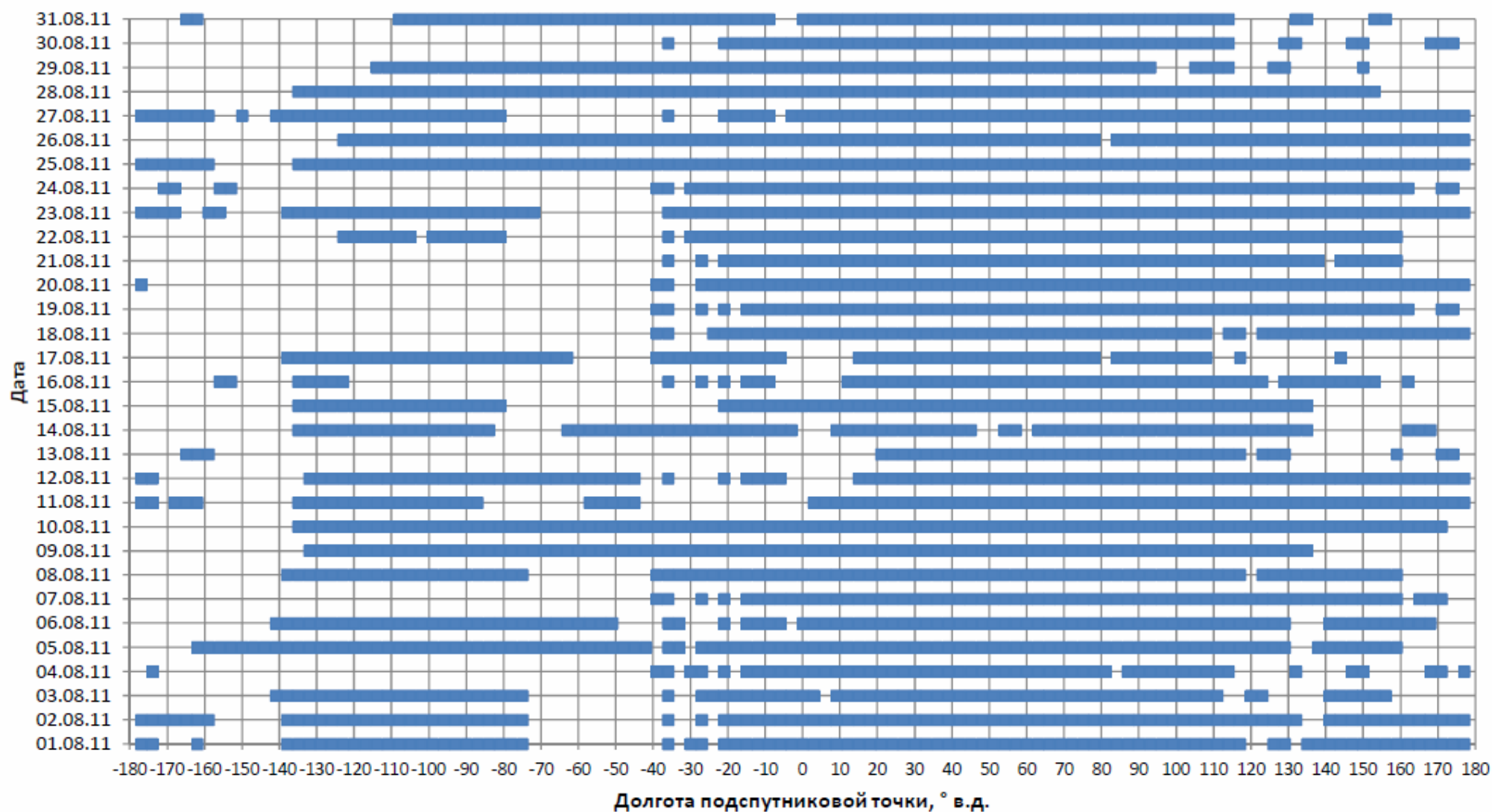
Наблюдаемость ГСО-объектов сетью НСОИ АФН в 2009-2010 гг



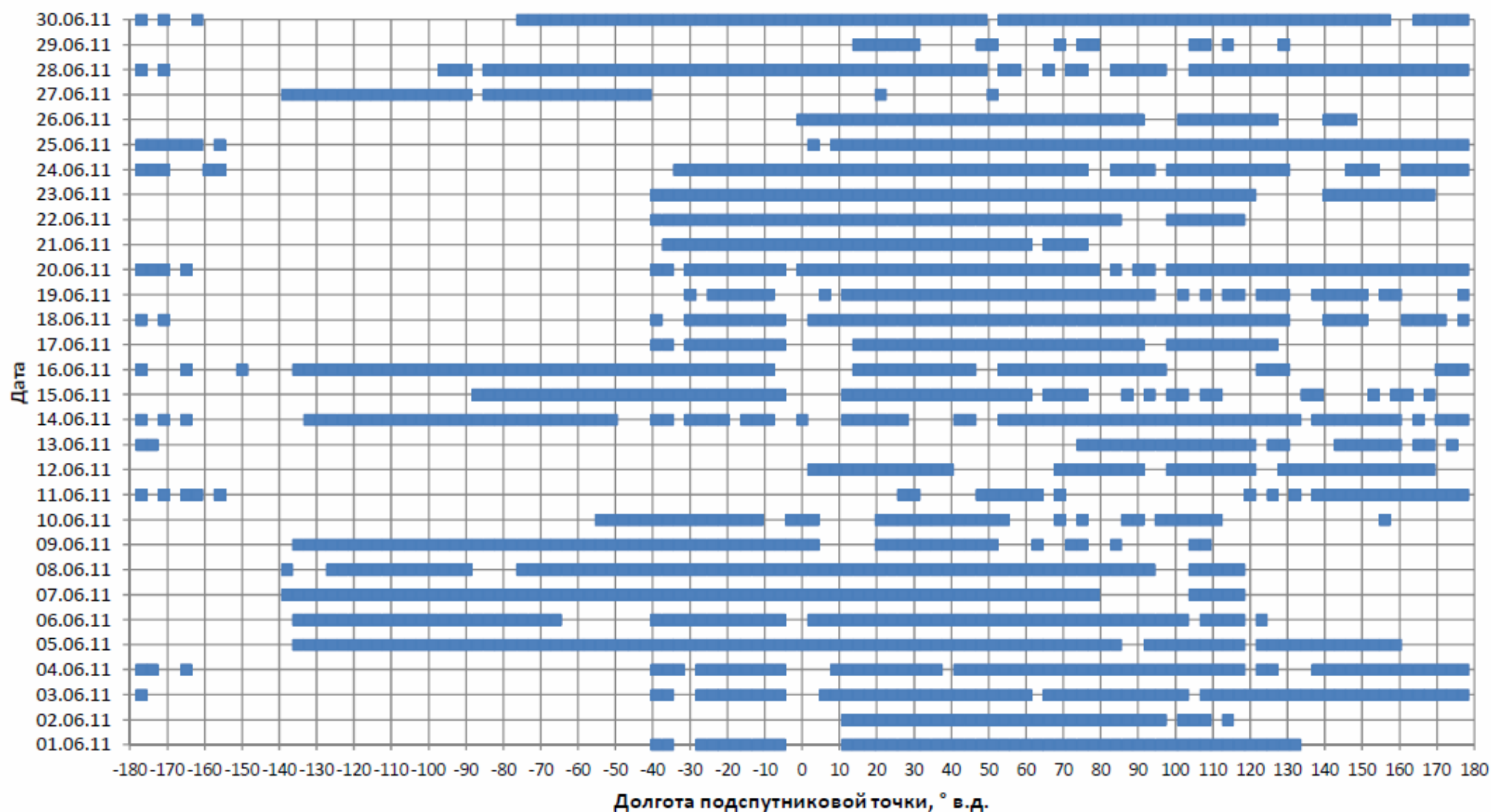
Количество работающих телескопов

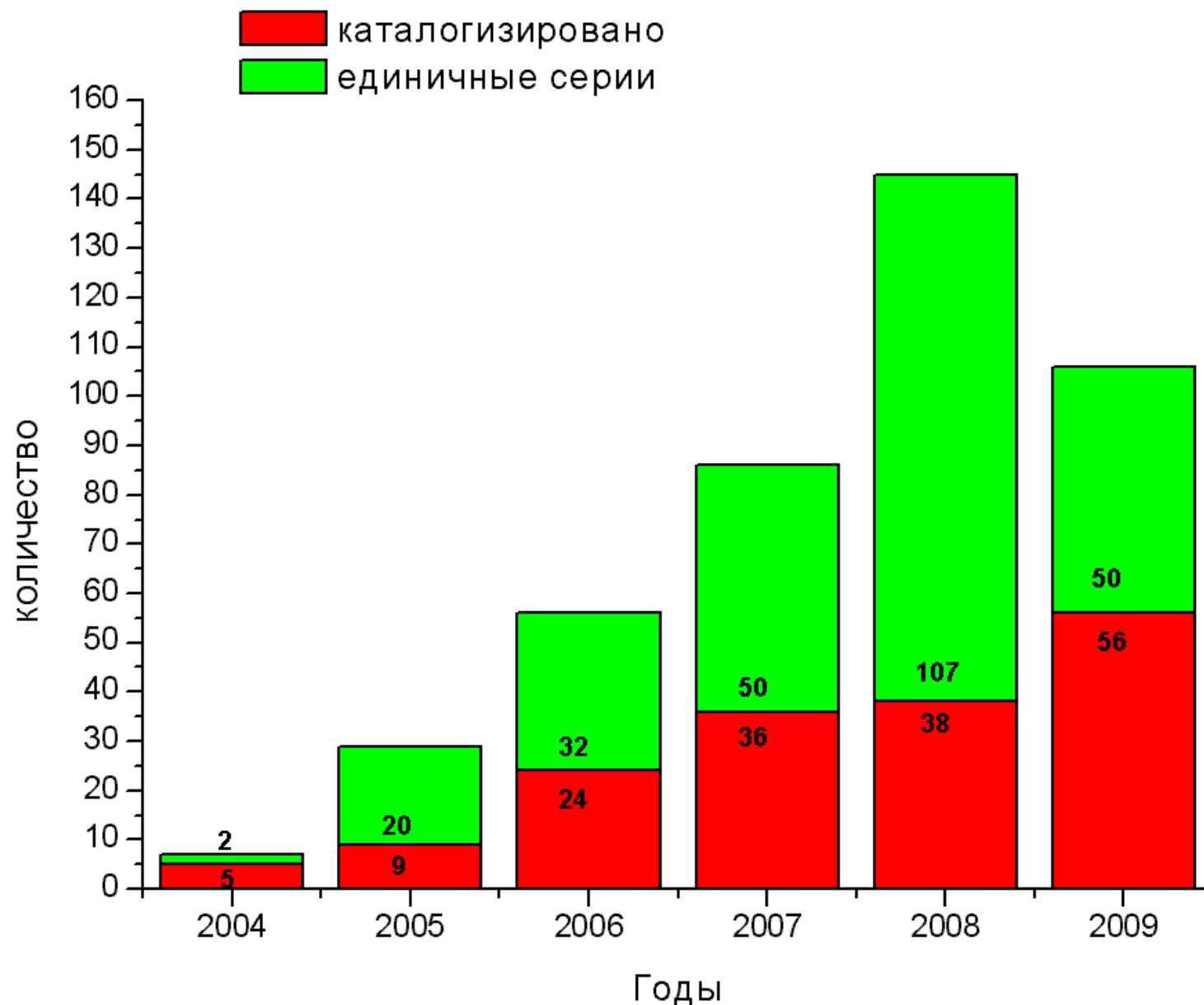


**Диапазоны фактически проконтролированных сетью НСОИ АФН
долгот размещения объектов области ГСО.
Август 2011 г.**



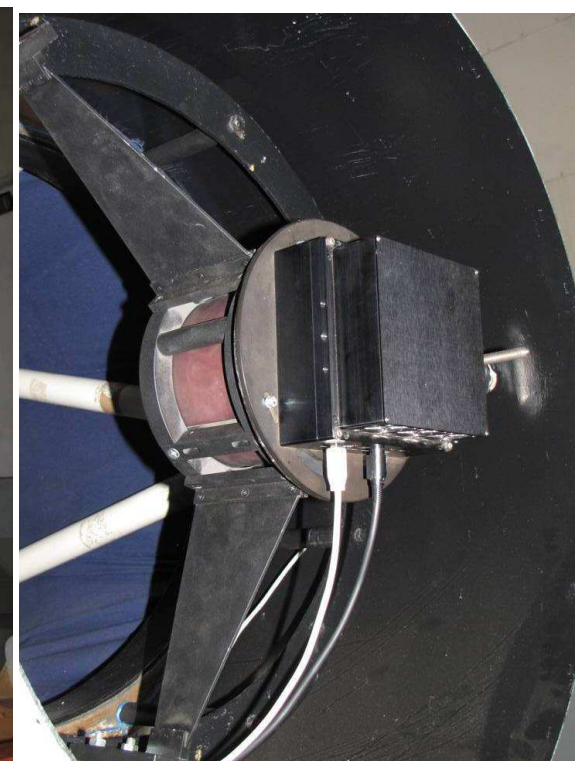
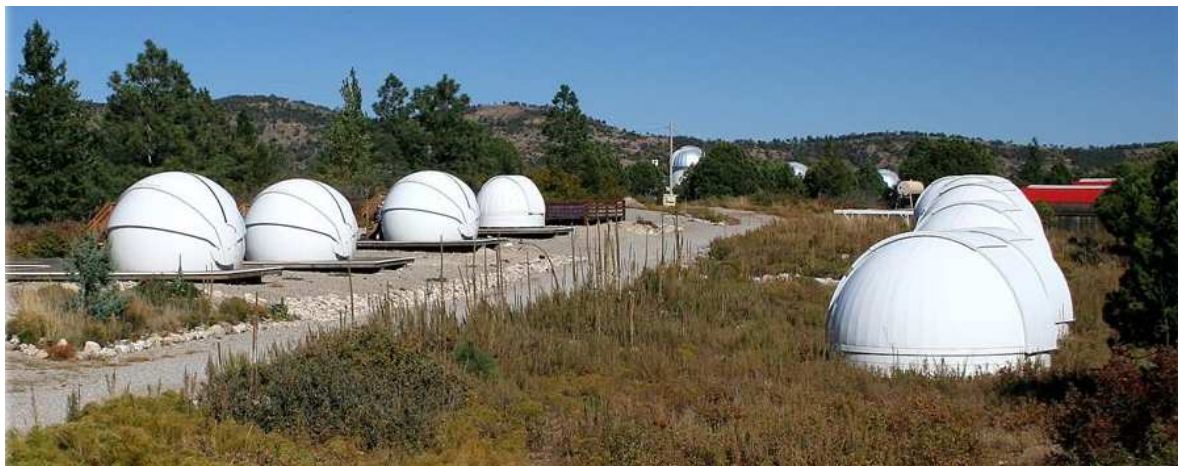
**Диапазоны фактически проконтролированных сетью НСОИ АФН
долгот размещения объектов области ГСО.
Июнь 2011 г.**





Распределение по годам количества новых обнаруженных объектов. Отдельно показаны каталогизированные объекты (с длительным сопровождением) и не идентифицированные короткие серии.
66 новых КО в 2010 году.

Поиск астероидов:
Мейхилл (45,5 см, 1,65 град.) и
Андрушёвка (60 см, ~1 град.)



Телескопы класса 0,7 – 1,5 м для фотометрии АСЗ:



Научная сеть оптических инструментов

- Является наиболее мощной в мире в части наблюдений высокоорбитальных космических объектов – сопровождается 1630 ГСО-объектов, получается информация по 1700 ВЭО-объектам
- За 3 квартала 2011 года отработано 2175 телескопо-ночей, получено 2,3 млн. измерений в более, чем 300 тыс. проводок
- Является основным источником информации для прогноза опасных событий на высоких орбитах в рамках проекта АСПОС ОКП, обеспечивает 95% данных по высоким орбитам для СККП
- Вместе с тем, существующего потока данных НЕДОСТАТОЧНО для решения задач АСПОС ОКП в полном объеме. Поэтому была выдвинута идея оперативно нарастить сеть НСОИ АФН за счет средств Роскосмоса, путем строительства сети типовых специализированных комплексов

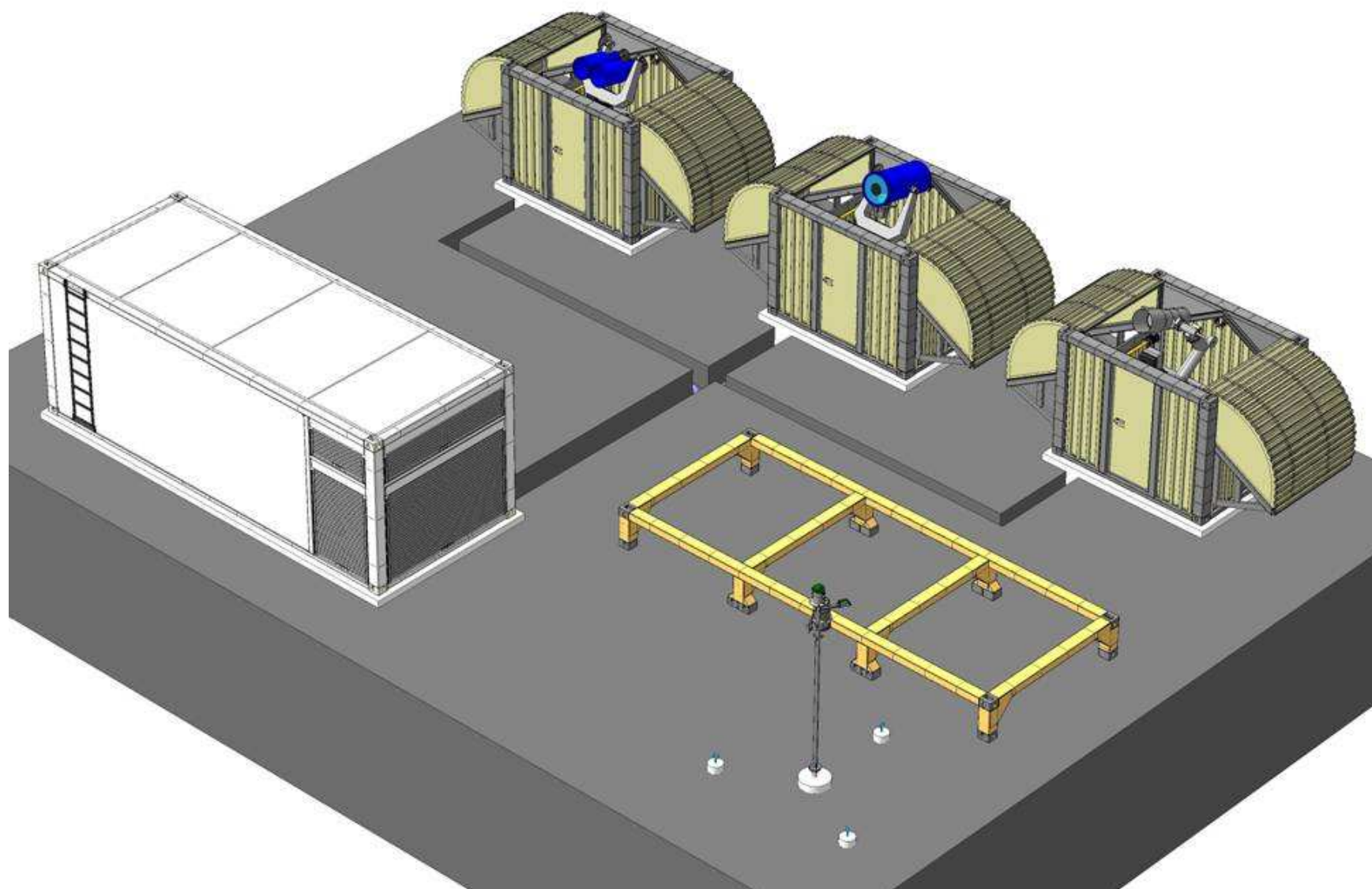
Задачи строительства новых комплексов

- **Резкое (двукратное) увеличение объема измерительной информации в кратчайшие сроки**
- **Увеличение регулярности обзоров ГСО (лучшее перекрытие западной зоны, снижение зависимости от погодных условий)**
- **Обеспечение обнаружения и отслеживания фрагментов космического мусора на всем протяжении ГСО**
- **Обеспечение равномерности потока данных вне зависимости от времени года (установка обсерваторий в Южном полушарии)**
- **Качественное улучшение работы по обнаружению и сопровождению ВЭО объектов**

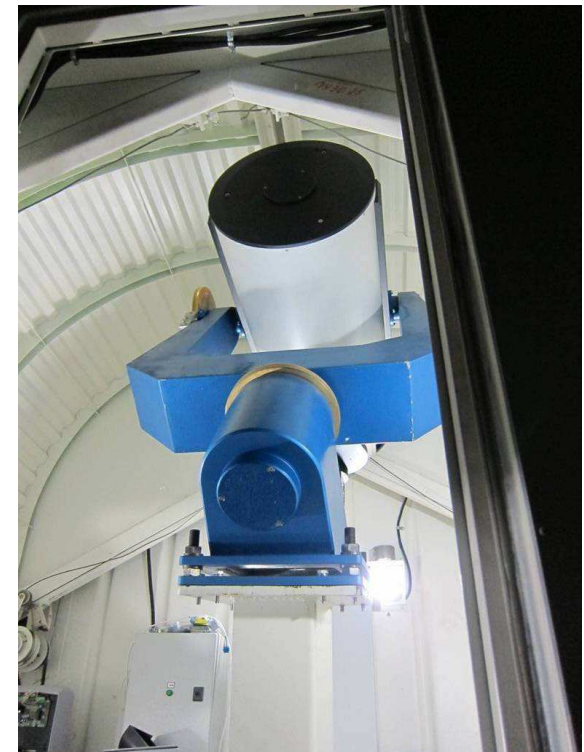
При поддержке Роскосмоса строятся

- 4 комплекса ЭОП-1 с 3-мя телескопами в каждом (40 см, 25 см и сдвоенный 19,2-см)
- 2 отдельных телескопа 50 см и 65 см
- 2 комплекса ЭОП-2 с 3-мя телескопами в каждом (65 см, 40 см и счетверенный 19,2 см)
- 2 комплекта аппаратуры для 2,6-м и 1-м телескопов Бюраканской обсерватории
- а также разрабатываются проекты 80-см и 1,6-м телескопов

Специализированный комплекс ЭОП-1



Первые два комплекса ЭОП-1 на испытаниях в г. Шумерле (4 ночи, 2197 измер. в 159 проводках)



Особенности ЭОП-1

- Каждый ЭОП-1 имеет обзорную камеру всего неба, датчик облачности и метеостанцию
- 19,2-см телескопы оснащены ПЗС-камерами с электронным затвором
- Новая (более точная) система привязки времени измерений
- Новое интегрированное программное обеспечение FORTE (Facility for Operating Robotic Telescope Equipment)
- Реализован алгоритм обработки кадров камеры всего неба для определения участков неба, свободных от облачности
- Создано программное обеспечение для планирования обзорных наблюдений (успешно оттестировано в обсерваториях НСОИАФН)

Места размещения специализированных комплексов
синие кружки – размещение ЭОП-1
красные кружки – места размещения 50 см и 65 см телескопов
желтые кружки – возможные места размещения ЭОП-2



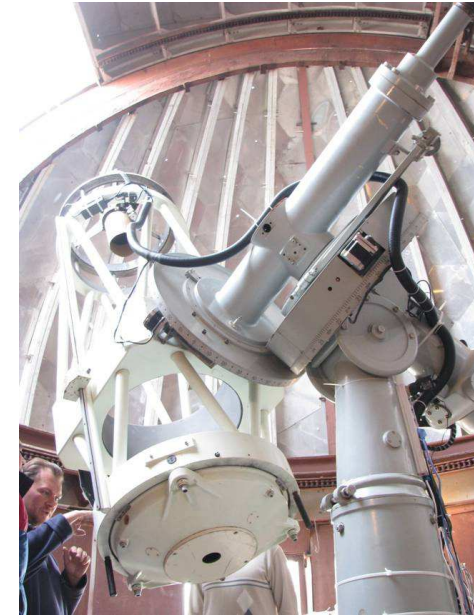
Первый ЭОП-1 и 50-см телескоп будут установлены вблизи Кисловодска



Телескопы новых серий: 50-см для сопровождения и 19,2-см для обзоров

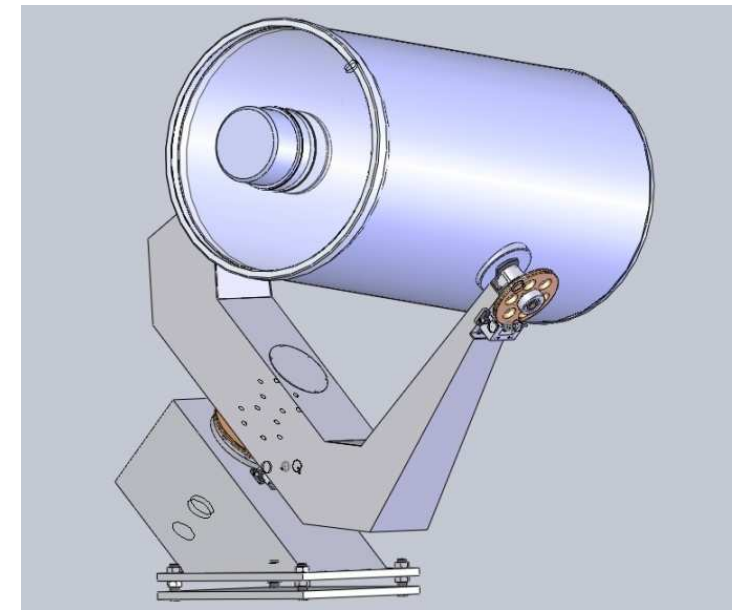


Модернизация телескопов – 80-см в Маяках и на Терсколе, 60-см на Санглоке и в Тарихе



Перспективы астероидных наблюдений

- заказаны два 65-см телескопа (2,6 град.), один 55-см и один 50-см телескопы под обзоры
- заказаны 50-см и 40-см телескопы под фотометрию
- модернизация камеры СБГ в Симеизе, Цейсс-600 на Майданаке и 1-м Шмидта в Бюракане
- организация подсистемы для «подхвата» открываемых астероидов



Эксплуатирующая организация ЗАО «Астрономический научный центр «Проект- Техника»

- заключение договоров на услуги НСОИ АФН
- финансовая поддержка наблюдателей и обсерваторий
- содержание группы технической и программной поддержки
- разработка новых наблюдательных средств
- выполнение программы модернизации сети
- создание программного обеспечения для обработки измерений, расчета орбит и ведения базы данных событий в ОКП

Сегмент АНЦ Проект-Техника в НСОИ АФН



Выводы



- **За 5 лет была создана глобальная сеть НСОИ АФН, являющаяся на сегодня самым мощным инструментом для наблюдения высокоорбитальных космических объектов**
- **Изготовлено и установлено 25 новых телескопов, 10 монтаровок, приобретено более 40 ПЗС-камер, создано типовое программное обеспечение**
- **Счет измерений пошел на миллионы – 1 в 2009 г., 2 – в 2010 г., 3 – в 2011 г.**
- **Впервые в истории страны осуществляется глобальный просмотр всей области ГСО на дуге 360°**
- **Ведётся регулярный поиск новых астероидов и получаются фотометрические кривые блеска.**
- **Планируется удвоение производительности сети за счет массового ввода в строй новых телескопов**