

К 60-ЛЕТИЮ ЗВЕНИГОРОДСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ ИНАСАН

DOI: 10.7868/S0044394819050116

«Ты помнишь, как все начиналось...?»

История Звенигородской обсерватории ИНАСАН (ЗиВ, 2000, № 1; 2009, № 1), бывшей Звенигородской экспериментальной станции Астрономического совета АН СССР (далее Астросовета), бывшей Звенигородской научной базы Астросовета, тесно связана с историей освоения космоса.

Подготовка специалистов для получения визуальных данных о первых спутниках началась еще до запуска первого искусственного спутника Земли (ИСЗ), состоявшегося 4 октября 1957 г. До этого времени никто и никогда не мог наверняка предсказать, как будет выглядеть с поверхности Земли движение космического аппарата (КА) вокруг нее, никто точно не мог предсказать ни видимую траекторию его движения, ни возможный разброс его положений и яркости. Хотя, уже тогда было очевидно, что для определения орбиты спутника необходимо получение гораздо большего количества точных измерений его положения (чем, например, для планет или астероидов) для учета влияния на КА различных факторов, в частности влияния разреженной атмосферы, неоднородного гравитационного поля и многого другого. Конечно, определенные прогнозы были, и на основании этих прогнозов строились методики обучения групп квалифицированных наблюдателей.

Для контроля движения КА и исследования перечисленных выше эффектов, влияющих на его движение, возникла необходимость создания обширной наблюдательной сети, работа которой координировалась бы одним центром, собирающим

и анализирующим всю наблюдательную информацию. Создание такой сети было поручено Академии наук СССР, а центром, координирующим ее работу, был выбран Астросовет. Руководителем всех работ по организации наблюдений и обработке данных была назначена заместитель председателя Астросовета, доктор физико-математических наук Алла Генриховна Масевич, ставшая впоследствии выдающимся организатором сети наблюдений искусственных спутников Земли (ЗиВ, 1997, № 5; 1998, № 5; 2008, № 5; 2019, № 1).

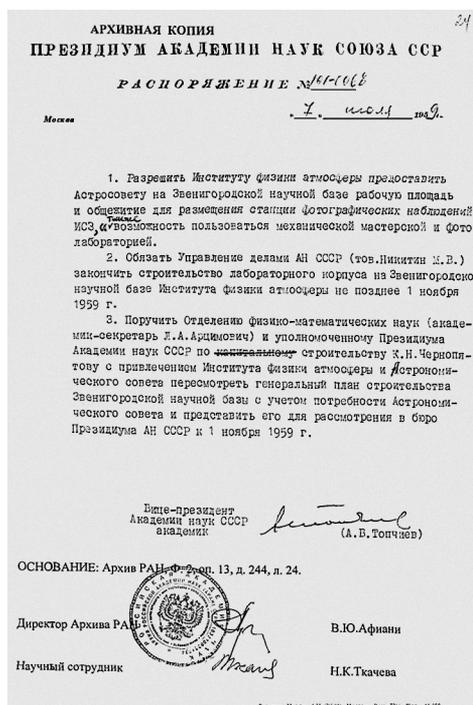
Группы наблюдателей организовывались в основном при университетах и педагогических институтах. К 4 октября 1957 г. было создано 70 станций оптических наблюдений (СОН) ИСЗ на всей территории СССР (1965, № 1; 2016, № 6). Летом этого года все руководители групп прошли обучение на курсах, организованных при Ашхабадской обсерватории. Обучение проводили специалисты Астросовета, Ашхабадской обсерватории, ГАИШ МГУ и других астрономических организаций, имевшие опыт наблюдений астероидов, комет и метеоров.

Сначала для имитации возможного пролета спутника использовались фонарики, закрепленные на конце длинного шеста, который нес один из участников курса в вечернее время, передвигаясь по хребту горы. Остальные участники регистрировали положение источника на вечернем небе визуально, с помощью биноклей и специальных астрономических трубок. В последующем для имитации пролета спутника использовались самолеты.

На протяжении всего времени существования сети специалисты Астросовета регулярно проводили модернизацию средств и методик наблюдений, выполняли обработку данных и создавали модели атмосферы, влияния гравитационного поля, магнитного поля и т.п. на КА, находящиеся на разных орбитах. Для успешного осуществления этой миссии в Астросовете практически сразу было принято решение о создании Звенигородской экспериментальной станции оптических наблюдений ИСЗ, которой были поручены наблюдения, а главное, разработка новой техники и методик наблюдений и оснащение ими наблюдательных групп.

Необходимость создания такой экспериментальной научной базы при Астросовете вблизи Москвы была связана с пониманием того, что нужна площадка без лишней “засветки”, на которой можно было бы испытывать новую технику и отрабатывать новые методики наблюдений, интерпретировать результаты, которые затем распространялись бы на все остальные наблюдательные пункты. Благодаря небольшой удаленности от Москвы на экспериментальную базу для проведения исследований могли приезжать и сотрудники Астросовета, вовлеченные в исследования движения ИСЗ, и создатели научных методик и экспериментального оборудования, и специалисты из СССР и других стран мира, перенимавшие опыт наблюдений и обработки данных. Таким образом, было принято решение о создании вблизи Звенигорода, на выделенной части обширной территории, принадлежавшей Институту физики атмосферы (ИФА) АН СССР, как сейчас бы сказали, центра коллективного пользования.

Итак, в 1959 г. была основана Звенигородская экспериментальная станция Астросовета. В 1961 г. на основании Постановления Президиума АН СССР



Копия Распоряжения о создании Звенигородской экспериментальной станции Астрономического совета АН СССР

Звенигородская экспериментальная станция приобретает статус сектора (отдела). Поначалу станции был передан от ИФА участок земли размером 0,4 га для строительства необходимых зданий и сооружений, затем его увеличили до 0,7 га для строительства корпуса ВАУ; современный размер территории (3,54 га) обсерватория приобрела в 1964 г. Основная площадь обсерватории была образована за счет участка Института физики атмосферы АН СССР, с которым и поныне обсерватория имеет общую границу. В 1964 г. решением Астросовета (совместно с ИФА) были также построены два жилых пятиэтажных дома в д. Новошихово, где сотрудникам обоих институтов выделялись служебные квартиры, а также общежития для временного проживания командированных специалистов.

НАБЛЮДЕНИЯ НАЧАЛИСЬ!

Согласно постановлению Президиума АН СССР, Звенигородская экспериментальная станция создавалась для внедрения в практику наблюдений спутников фотографических методов и приборов, так как они значительно опережали по точности визуальные методы, которые поддавались частичной автоматизации. Первые фотографические наблюдения ИСЗ были проведены с помощью адаптированных аэрофото-съемочных камер “НАФА-ЗС/25”.

После принятия решения о выделении Астросовету собственной территории и создании его наблюдательной базы началось строительство наблюдательных павильонов и инфраструктуры обсерватории. Причем строительство павильонов велось в первую очередь для того, чтобы как можно скорее начать регулярные, “конвейерные” наблюдения. Первыми были построены четыре павильона для размещения небольших

визуальных приборов и астрономическая башня (по современной номенклатуре “Башня “А”). В 1965 г. был построен лабораторный корпус, который в 1972 г. увеличился за счет пристройки, а к 1970 г. были сооружены корпус ВАУ и фотопавильон.

Первым астрономическим прибором, созданным специально для наблюдений ИСЗ, стала астрономическая трубка 1 (АТ-1) с диаметром объектива 5 см, полем зрения 11° и шестикратным увеличением. Особенностью этого прибора было диагональное зеркало, расположенное перед объективом, под углом 45°. Такая конструкция позволяла наблюдателю длительное время контролировать определенный участок неба без напряжения и усталости. Хотя за удобство приходилось платить подготовкой перевернутой карты неба для правильного отождествления звезд, на фоне которых пролетал спутник. Регистрация моментов покрытия звезд спутником производилась с помощью секундомера. В дальнейшем

Строительство лабораторного корпуса. На заднем плане виден построенный павильон для камеры ВАУ



для визуальных наблюдений ИСЗ был приспособлен бинокль ТЗК (труба зенитная командирская), используемый в армии (диаметр объектива 80 мм, поле зрения 7° и десятикратное увеличение). Для спутниковых задач его дорабатывали, устанавливая кнопки регистрации времени и фотографирования координат. Регистрация времени производилась с использованием специального “печатающего время” устройства-хронометра, соединенного для установки точного времени с радиостанцией “Волна-М”, настроенной на одну из двух частот, передающих сигналы точного времени. Среди приборов, приспособленных для визуальных наблюдений ИСЗ, оказалась даже Большая морская труба (БМТ-110М), изначально предназначенная для установки на палубах военных кораблей. Она также модернизировалась для задач нового раздела астрономии – астрономии спутниковой. БМТ имела два объектива диаметром 110 мм каждый, 5-градусное поле зрения и 20-кратное увеличение. И ТЗК, и БМТ использовались вплоть до 2000 г. в работе визуальных станций наблюдений ИСЗ.

Дальнейшее развитие наблюдательной техники для спутников связано с внедрением фотографической техники. Первые фотонаблюдения были проведены с помощью модернизированных аэрофотосъемочных камер НАФА ЗС/25, установленных на астрономические монтировки. Параллельно разрабатывались фотографические устройства на специализированных монтировках. Первыми фотографическими, именно астрономическими приборами, которые появились на Звенигородской обсерватории, созданными специально и исключительно для наблюдений искусственных спутников Земли, стали инструменты АФУ-75 (сокращение от “астрономическая фотографическая установка”) и ВАУ (сокращение от

“высокоточная астрономическая установка”). Камера АФУ-75 была сконструирована двумя астрономами М. Абеле и К. Лапушка в латвийском университете в начале 1960-х гг. Она представляла собой компактный инструмент на трехосной монтировке, который получал изображения спутников на фоне звезд на фотографической пленке. В качестве основной оптической системы использовался объектив “Уран-16” с диаметром входного отверстия 21,2 см и фокусным расстоянием 73,6 см. В результате на кадре линейного размера 14×20 см умещалось изображение с беспрецедентным для современных наблюдений угловым размером $10^\circ \times 15^\circ$.

Спутниковая фотографическая камера ВАУ (высокоточная астрономическая установка), установленная в Звенигородской обсерватории в 1969 г., стала для своего времени вершиной развития технологий оптического приборостроения. Этот прибор, разработанный и изготовленный на Красногорском оптико-механическом заводе им. Зверева, является самым большим в мире фотографическим спутниковым телескопом, превзойти который по характеристикам в свое время не смогли даже американские конструкторы. К слову сказать, идею создания ВАУ фотографического инструмента на трехосной монтировке высказал первый заведующий ЗО ИНАСАН А.М. Лозинский в конце 1960-х гг. Специализированная монтировка ВАУ позволяет проводить наблюдения как геостационарных, так и низколетящих спутников; ВАУ имеет бездисторсионный (дисторсия один из видов оптических аберраций) объектив “Астродар” системы Д.Д. Максудова с фокусным расстоянием 700 мм, диаметром апертуры 500 мм, эффективным относительным отверстием 1:1,8 и полем зрения $5 \times 30^\circ$. Одной из особенностей камеры ВАУ является фокальная поверхность сферической формы. Эта особенность



Спутниковые камеры ВАУ (слева) и "АФУ-75" (справа)

потребовала изготовления сложного механизма, с помощью которого фотопленка натягивалась на "сферический стол" внутри инструмента. С 1971 по 2003 г. с помощью камеры ВАУ выполнялись регулярные обзоры геостационарной зоны, а также специализированные наблюдения спутников, практически на всех орбитах. Управление камерой осуществляется с пульта, созданного на аналоговой технике, с возможностью строить программу наблюдений на ночь, "программируя" моменты времени наблюдений, положения на небе и угловые скорости для 20 объектов; далее отслеживание программных спутников происходит в автоматическом режиме! С помощью ВАУ на Звенигородской обсерватории долгое время получали данные, которые служили основой каталогов орбит Службы контроля космического пространства.

По мере того, как астрономы все более глубоко понимали особенности оптических наблюдений ИСЗ (в том числе и технические), стали появляться и другие узкоспециализированные инструменты:

вслед за АФУ-75 и ВАУ в начале 70-х годов прошлого столетия на Звенигородской обсерватории появился еще один специализированный фотографический инструмент для наблюдения спутников. Этот прибор спутниковая камера SBG (Satelliten Beobachtung Gerät) системы Шмидта был приобретен у народного предприятия "Карл Цейсс Йена" (ГДР). Для своего времени камера SBG, имевшая апертуру 42 см, диаметр главного зеркала 53 см и фокусное расстояние 76 см, была весьма высокотехнологичным прибором. Установленная на 4-осной спутниковой монтировке, она была способна сопровождать спутники на любых орбитах, будучи уже в то время автоматизированной и компьютеризированной. В отличие от АФУ-75 и ВАУ, приемником излучения для SBG служила не фотопленка, а стеклянные фотопластинки размером 9×12 см (угловой диаметр поля зрения $11,3^\circ$).

Примерно в это же время у фирмы "Карл Цейсс Йена" был приобретен и другой фотографический телескоп – 40-см астрограф (Цейс-400).

Он использовался для картирования неба и исследования астероидов и комет. Параметры инструмента: относительное отверстие (1:5) и линейное "поле зрения" фотопластинок (30 × 30 см), покрывавшее участок неба площадью 8,5 × 8,5°. За время активного использования астрографа на Звенигородской обсерватории было получено около 6000 фотопластинок, которые теперь составляют часть обширной архивной фототеки.

Вместе с новым оборудованием на Звенигородской научной базе (ЗНБ) стали развиваться и новые направления исследований, такие как работы в составе Службы времени и долготы (для этих исследований использовался установленный на обсерватории зенит-телескоп), фотографическое картирование неба (использовался 40-см астрограф), фотографические наблюдения астероидов и комет. В 1994 г. на Звенигородской научной базе был установлен GPS-приемник типа "SNR-8000" и ЗНБ была включена в систему непрерывно работающих IGS-станций (Международная геофизическая служба). Эти работы не прекращаются по сей день, а GPS-станция нового образца теперь работает в непрерывном автоматическом режиме, отсылая измерения в Центры сбора информации каждую секунду посредством интернет-канала.

В 1959 г. Президиум АН СССР утвердил в составе Астросовета несколько научно-исследовательских секторов. Активно развивались исследования по проблемам солнечной активности и физике Луны. Начиная с 1966 г. в Астросовете совместно с Гидрометцентром СССР проводили исследования по физике солнечно-земных связей. В начале 1960-х гг. под руководством А.Г. Масевич в Астросовете была создана группа по исследованию физики и эволюции звезд, в 1970-е гг. начались работы по моделированию эволюции тесных двойных звездных систем и звездных пульсаций.



Спутниковая камера SBG производства народного предприятия "Карл Цейсс Йена" (ГДР)

В 1967 г. по предложению Э.Р. Мустеля начались исследования в области звездной спектроскопии и нестационарных звезд. Начиная с 1980 г. ведется работа по изучению закономерностей процесса звездообразования на различных пространственно-временных масштабах в целом от галактик до одиночных звезд.

Эти исследования предъявляли повышенные требования к развитию вычислительной базы. В 1972 г. на Звенигородской научной станции был организован Сектор прикладной математики и вычислительной техники. Первоначально для решения численных задач (начиная с 1971 г.) использовалась ЭВМ "М-222", в 1978 г. на смену ей пришла ЭВМ "ЕС-1033", а затем и более мощная ЭВМ "ЕС-1045". Эти компьютеры использовались как для вычислений, так и для работы с каталогами.

ОБСЕРВАТОРИЯ СЕГОДНЯ

Эра фотографической спутниковой астрономии завершилась к 2000 году; наряду с фотографическими методами развивались телевизионные методы регистрации изображений небесных объектов. Примерно с начала 1990-х гг. в практику наблюдений стали внедряться телевизионные системы наблюдений (на основе ПЗС-приемников), а также стали применяться методы оцифровки изображений и компьютерной обработки кадров. В конце 1990 – начале 2000-х гг. фотографические методы в астрономии были практически полностью вытеснены из практики наблюдений именно твердотельными приемниками изображений (в основном ПЗС).

В результате развития широкоформатных ПЗС-систем и цифровых методов обработки снимков (фотографические методы были признаны “медленными” и малоэффективными) на камеру ВАУ вместо одного из гидирующих устройств установили 50-см телескоп “Сантел”, оснащенный ПЗС-камерой “FLI PL 9000”. Доступное поле зрения на этом телескопе – 3° , а с используемой



Гостевой телескоп MEADE LX-200 для проведения визуальных наблюдений во время Дней открытых дверей и в ходе образовательных занятий

ПЗС-камерой – $1,6 \times 1,6^\circ$. Так спутниковые наблюдения на Звенигородской обсерватории получили второе рождение. Эффективность новой системы (при той же апертуре) в сотни раз превышает старую фотографическую. Данные обрабатываются тут же и заказчик получает результат сразу после окончания наблюдательной ночи.

Звенигородская обсерватория сегодня, даже находясь не в самых благоприятных наблюдательных условиях (переменная погода средней полосы, засветка от бурно развивающихся окрестных поселков), продолжает активно работать. На обсерватории выполняются два регулярных обзора: ИСЗ под руководством Н.С. Бахтигараева на телескопах ВАУ+ и Сантел-500; а также поиск и определение положений астероидов и их блеска под руководством С.А. Нароенкова на 20-см роботизированном телескопе Officina Stellary Veloce RH-200 на монтажке ASA DDM 85. Кроме того, на телескопах “RH-200” и “Цейсс-600” проводят фотометрию избранных звезд и транзитентов.

Звенигородская обсерватория также является научно-методической и технической базой ИНАСАН, здесь ведутся опытно-конструкторские и научно-методические работы: строятся новые телескопы, усовершенствуются имеющиеся; конструируется новое астрономическое и астрофизическое оборудование, которое затем становится “штатным” для инструментов в других филиалах ИНАСАН на Терсколе и в Симеизе.

Сотрудники обсерватории (кроме проведения регулярных наблюдений) в настоящее время активно задействованы в образовательных и популяризаторских программах: на базе обсерватории и на ее инструментах регулярно проводятся практикумы для аспирантов ИНАСАН по астрометрии, фотометрии и спектроскопии.

Отдельным направлением в деятельности обсерватории является популяризаторская работа: начиная с 2009 г. дважды в год, весной и осенью, проводятся Дни открытых дверей – когда обсерватория приглашает к себе в выходные дни всех желающих. В рамках этого события сотрудники обсерватории и ИНАСАН проводят экскурсии, рассказывают об истории самой обсерватории, о ее приборах, об астрономии в России и в мире. Если позволяет погода, то в Дни открытых дверей проводятся вечерние наблюдения; для этих целей на обсерватории даже имеется специальный “гостевой” телескоп. В течение двух выходных Дней открытых дверей обсерваторию обычно посещают несколько сотен человек. Кроме того, обсерватория является постоянной образовательной базой для

московского и звенигородского Дворцов пионеров, лицея “Созвездие” и Московского астрономического клуба.

В этом году Звенигородская обсерватория ИНАСАН отмечает 60-летний юбилей. В свое очередное десятилетие Обсерватория вступает как динамично работающий и развивающийся отдел и приглашает к сотрудничеству как профессиональных астрономов, так и астрономов-любителей и гостей, интересующихся современными достижениями “науки о небе”.

Дополнительную информацию об Институте астрономии РАН и Звенигородской обсерватории можно получить на нашем сайте: www.inasan.ru.

*С.И. Барабанов,
кандидат физико-математических наук,
заведующий Обсерваторией*

Информация

Первый год наблюдений TESS

Подведены итоги работы космической обсерватории TESS за первый год (2018–2019 гг.; *ЗиВ*, 2018, № 5, с. 15–17), в ходе которого она закончила обзор южной половины неба. Телескоп смог обнаружить более 850 кандидатов в экзопланеты, из которых 21 был подтвержден; шесть сверхновых, три экзокометы и пронаблюдать множество других объектов, таких, как вспышки звезд и малые тела Солнечной системы.

Официально научная программа телескопа началась 25 июля 2018 г., в середине сентября было объявлено о первой открытой с помощью TESS экзопланете – суперземле массой $10_{Ю}$, находящейся на расстоянии 60 св. лет от нас. 18 июля 2019 г. телескоп завершил сканирование южного неба, пронаблюдав 13 секторов, размером $24^{\circ} \times 96^{\circ}$ каждый, на каждый из которых затрачивалось по 27 сут. Кроме того, данные TESS помогли открыть три экзокометы, которые находятся в системе молодой звезды β Живописца, расположенной на расстоянии 63 св. лет от нас. Помимо поиска экзопланет телескоп наблюдал за множеством других объектов – таких, как кометы, астероиды, вспыхивающие звезды, двойные системы, а также открыл шесть взрывов сверхновых типа Ia в далеких галактиках, которые позднее были зафиксированы наземными телескопами.

До июля 2020 г. TESS будет заниматься наблюдениями участков в северной части небесной сферы, в итоге в поле зрения камер телескопа попадет три четверти неба.

Пресс-релиз NASA, 25 июля 2019 г.