

# **АСТРОНОМИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ВОСТОЧНО-СИБИРСКОМ ФИЛИАЛЕ ФГУП «ВНИИФТРИ» В ИНТЕРЕСАХ СЛУЖБЫ ГСВЧ И ОПВЗ**

**Модестова Г.И., Мясникова Е.Н.**

*Восточно-Сибирский филиал ВНИИФТРИ, Иркутск, Россия*

*В Восточно-Сибирском филиале ФГУП «ВНИИФТРИ» ведутся работы в рамках деятельности российской Государственной службы времени и частоты и определения параметров вращения Земли. Астрономическая Служба времени в филиале функционирует со времени создания филиала с 1965 года и неразрывно связана со становлением и развитием ГСВЧ и ОПВЗ России. Изначально основополагающей технологией определения ПВЗ во всем мире был астрооптический метод. Астрометрические работы проводились отделом ОПВЗ с использованием астролябий Данжона и фотоэлектрического пассажного инструмента. На сегодняшний день отделом ОПВЗ проводятся работы по обеспечению непрерывного функционирования пункта Восточно-Сибирского филиала в части выполнения спутниковых измерений по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем и измерений спутниковым лазерным дальномером для целей ОПВЗ.*

## **1. Введение**

Восточно-Сибирский филиал ФГУП «ВНИИФТРИ», находящийся в Иркутске, является одним из участников Государственной службы времени, частоты и определения параметров вращения Земли (ГСВЧ и ОПВЗ). Филиал был создан на базе Иркутской службы времени в 1965 году. Одной из основных задач, стоящих перед вновь созданным филиалом, было продолжение работ по определению Всемирного времени, а затем и широты. Поэтому, сразу был создан отдел филиала, деятельность которого была связана с астрономическими наблюдениями, проводящимися в режиме службы, с целью получения измерительной информации с заданной точностью и периодичностью и оперативной передачей измерительной информации в центры обработки ОПВЗ.

Как известно, первоначально Служба времени была в большей степени астрономической. И метрология времени была своеобразной смесью астрометрии и радиотехники. История филиала неразрывно связана со становлением ГСВЧ и ОПВЗ в России и мире: это время возникновения данного направления, время расцвета и набора предельной точности измерений классическими астрооптическими инструментами и время передачи определения шкалы Всемирного времени и координат полюса новым методам.

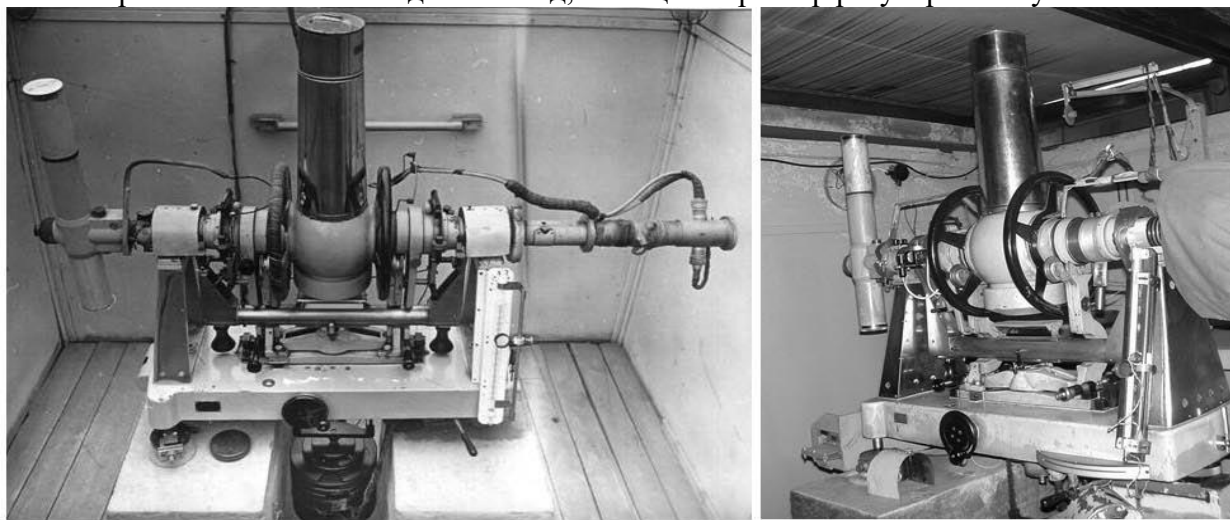
Современные направления работ отдела ОПВЗ филиала - это спутниковые координатно-временные определения для целей ОПВЗ и ГСВЧ.

## **2. Астрооптический метод ОПВЗ**

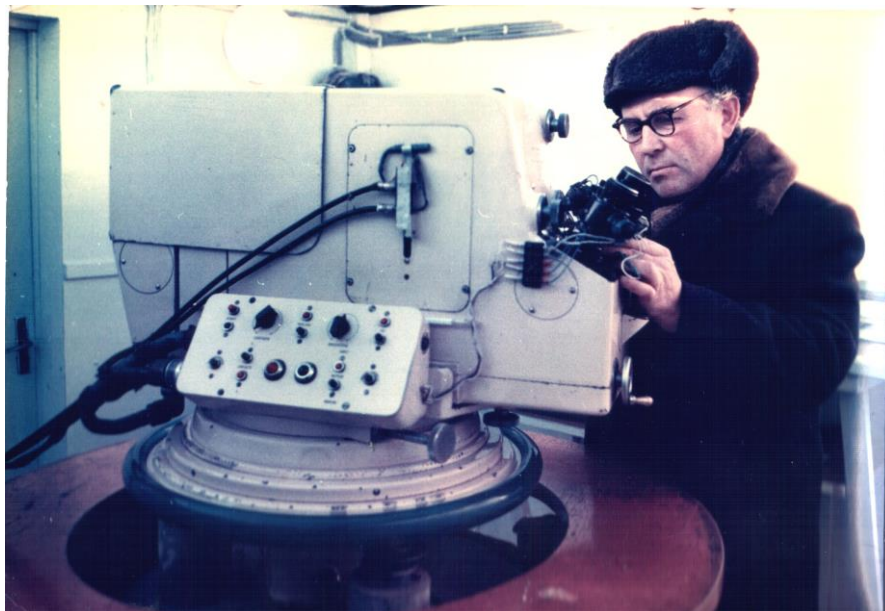
Основополагающей технологией определения параметров вращения Земли во всем мире был астрооптический метод, то есть, измерительная информация собиралась классическими астрооптическими средствами. В созданном филиале отделу № 30 было поручено «установление точного времени». Так как отдел был создан на базе иркутской лаборатории времени, то на службу в филиал были переведены штатные сотрудники Иркутской службы времени, также переданы астрономические инструменты: две астролябии Данжона и один пассажный инструмент. Руководил астрономическими наблюдениями Лев Николаевич Надеев.

Лев Николаевич ранее возглавлял Иркутскую лабораторию времени ЦНИБ. Именно он организовал в Иркутске работы на пассажном инструменте Цейсса и в феврале 1951г. получил первую поправку времени, а позже, впервые в СССР, организовал в Иркутске регулярные определения времени на астролябиях Данжона OPL-26

(с 1960 г.) и OPL-22 (с 1962 г.). Для определения Всемирного времени и широты выполнялись астрономические наблюдения звезд, носящие характер регулярной службы.



**Рис. 1.** Фотоэлектрические пассажные инструменты ФПИ-1ф и ФПИ-2ф.



**Рис. 2.** Сотрудник Сибирского филиала ВНИИФТРИ Л.М. Маломыжев за проверкой астролябии OPL-22.

Астрономическая площадка филиала сначала располагалась в центре города, но со временем наблюдениям в городе стала мешать сильная засветка, задымление атмосферы и наличие близко проходящей городской магистрали с интенсивным движением. Поэтому одновременно с выполнением работ в рамках Службы времени проводился поиск новой площадки для астрономического полигона. А затем с 1976 по 1978 год решалась задача определения координат новой астрономической площадки, которая была выбрана на одной из самых высоких точек на южной окраине Иркутска. Работы на этом полигоне выполняются и в настоящее время.

Результаты определений Всемирного времени и широты регулярно высылались в соответствующие отечественные и международные координационные центры: по времени – во ВНИИФТРИ (Россия) и в Международное бюро времени (Париж, Франция); по широте - в Полтаву (ГО АН УССР) и в Международную службу движения

полюсов (Мицузава, Япония), где эти материалы использовались для создания отечественной и международной систем Всемирного времени и изучения параметров вращения Земли.

Точность иркутских астронаблюдений и их объем все годы были неизменно высоки, по точности стояли на первых местах.

В отделе проводились научно-исследовательские работы по темам, направленным на повышение точности астроопределений времени, а также работы по автоматизации вычислений результатов. Совершенствовались методы наблюдений звезд, результаты определений поправок анализировались в отделе с целью выявления каталожных, инструментальных и местных ошибок.

С 1975 по 1991 год отдел возглавлял Владимир Ильич Сергиенко. За время его руководства отдел превратился в ведущий центр по получению, обработке и анализу астрометрической информации. Он был инициатором и руководителем целого ряда научно-технических работ, связанных с модернизацией, автоматизацией и компьютеризацией процесса астрономических наблюдений. При нем был создан астрогеодинамический полигон, где велись параллельные наблюдения классическими астрооптическими методами и новыми методами лазерной локации. Он был активным участником международных работ по наблюдениям на астролябии Данжона в Венгрии и ГДР.

Развитие работ по астрооптике требовало модернизации инструментов и программ работ. Например, повсеместно разрабатывались новые фотоэлектрические установки для исключения влияния личных ошибок наблюдателя на результаты наблюдений. Не была исключением и Иркутская служба времени. Совершенствованием и модернизацией фотоэлектрического способа регистрации звездных прохождений в течение всей жизни занимался сотрудник филиала Арктур Иванович Язев. Под научным руководством Н.Н. Павлова он разработал и ввел в строй третью в стране фотоэлектрическую установку для регистраций звездных прохождений, которой был оснащен пассажный инструмент в Иркутске. Под руководством Артура Ивановича был разработан новый, не применявшийся до сих пор в Службах времени, метод использования фотоумножителей в счетном режиме. Это был первый опыт в этом отношении в практике советских служб времени. Описание установки, разработанной Язевым в Иркутске, работающей в режиме счета фотонов, как одной из наиболее интересных, представлено в книге П.И. Бакулина и Н.С. Блинова «Служба точного времени» (Москва, 1977 г.). В 1975г. Э.П. Медведков и А.И. Язев получили авторское свидетельство за разработку нового способа фотоэлектрической регистрации моментов прохождения звезд. И в дальнейшем создана наблюдательная установка с фотоэлектрическим пассажным инструментом, оснащенным новой фотоэлектрической насадкой, использующей в качестве светоприемника диссектор.

Проводились работы по совершенствованию астролябий Данжона. Так в 1988 году в Службу была введена модернизированная астролябия Данжона OPL-24 с дистанционным управлением.

Кроме работ, непосредственно связанных со Службой времени, в филиале проводились работы поискового характера в кооперации с другими научными институтами. Одной из таких работ была работа (1984-1987гг.) по определению рефракции на больших зенитных расстояниях, выполненная по договору с Институтом радиотехники и электроники АН СССР. Наблюдения звездных прохождений велись на астрономическом универсале по разработанной специальной методике. В рамках выполнения данной работы были получены результаты зависимости аномальной рефракции от ряда факторов, учет которых являлся важным при выполнении наблюдений в оптическом диапазоне.

С 1996 г. по 2000 г. сотрудники отдела принимали участие в работах по международному проекту «Альмукутантарат». Эти работы выполнялись в кооперации с учёными астрономической обсерватории провинции Шааньси (КНР) с использованием автоматической фотоэлектрической астролябии MARK-1. Целью работ по проекту являлось получение наблюдательного материала для создания нового сводного каталога астролябий (NGCA), охватывающего звёзды яркостью  $m < 12$  во всём диапазоне склонений, для абсолютизации и уточнения собственных движений звёзд каталога, полученного астрометрическим ИСЗ Гиппарх (HIPPARCOS). Эта работа получила одобрение президента группы астролябий МАС доктора Чолли (Парижская обсерватория).



**Рис. 3.** Сотрудники института со специалистами из КНР за наладкой автоматической астролябии.

В 2007 году Государственная Служба времени, частоты и определения параметров вращения Земли перестала использовать при выводе шкалы Всемирного времени и координат полюса данные астрооптических инструментов как основные. Сохраняя астрооптический комплекс в составе технических средств в минимальном объеме (4 российских обсерватории), ГСВЧ сохранила преемственность измерений. С 2007 года в Службе времени России осталось 7 астрооптических инструментов, в их числе и астролябия OPL-22 Иркутской Службы времени. Благодаря огромному опыту наблюдателей, хорошему астроклимату, сбалансированной программе наблюдений и качественному программно-математическому обеспечению для обработки измерений вклад астролябии OPL-22 в общий объем информации от 7 инструментов на то время составил 50% с учетом весов.

В 2011 году принято решение о полном прекращении наблюдений на классических астрометрических инструментах в интересах определения ПВЗ и координат полюса. 27 февраля 2011 года Иркутская служба времени получила заключительную поправку ко Всемирному времени на астролябии OPL-22. Инструменты были законсервированы, а фотоэлектрический пассажный инструмент ФПИ-2ф передан в музей истории города Иркутска.

### **3. Радиотехнические наблюдения ИСЗ**

В настоящее время радиотехнические средства измерений по сигналам глобальных навигационных систем GPS (США), ГЛОНАСС (РФ), GALILEO (ЕС), BEIDOU (КНР) становятся очень важной составляющей частью системы мониторинга системы вращения Земли. Первые радиотехнические доплеровские измерения по сигналам искусственных спутников Земли (ИСЗ) американской системы «Транзит» в нашем филиале были выполнены в 1980 году.

Очередной этап службы определения параметров вращения Земли начинался в середине девяностых годов 20 века, когда было принято решение о проведении в Иркутске Международного рабочего совещания "Применение космических технологий для геодинимических исследований в России". По протоколу рабочего совещания на территории астрономического полигона впервые в 1995 году начал работать приемник навигационных сигналов GPS модели Turbo Rogue, как по международным программам WEGENER и DOSE, так и в интересах ГСВЧ и ОПВЗ. Этот приемник более двадцати лет входил в число базовых станций отечественной и международной сетей мониторинга геодинимических явлений IGS. В настоящее время на полигоне находится пункт, входящий в международную службу IGS, реализованный на базе приемника фирмы Javad. Его данные используются в определении поправок часов спутников и в определении мгновенных и окончательных орбит спутников. Также на полигоне функционируют несколько высокоточных геодезических приемников сигналов ГНСС. Получаемая информация из приемников оперативно, один раз в час, передается в центры обработки и анализа.

#### **4. Спутниковая лазерная дальнометрия**

Важный этап научно-технического развития Службы времени – это применение в астрономии квантово-оптических методов. Для реализации комплексного подхода к решению проблем ОПВЗ в стране были созданы специальные геодинимические станции-полигоны, на которых планировались параллельные наблюдения классическими и новыми методами. На заседании рабочей группы №1 КОСПАР 17 июня 1976 года, задачи, решаемые с помощью лазерных наблюдений ИСЗ, были отмечены как основные.

В 1977 году Иркутская служба времени была оснащена лазерным дальномером первого поколения ЛД-2 для лазерно-локационных измерений дальностей до ИСЗ. Первые пробные лазерные наблюдения спутников Геос-А и Геос-С были проведены осенью 1978 года. Достигнутая дальность локации ИСЗ составила около 2800 км.

В начале 80-х годов вместо установки ЛД-2 введен в строй лазерный дальномер ЛД-3. В конце 1984 года на ЛД-3 было начато экспериментальное лоцирование низкоорбитальных спутников AJISAI, GEOIK-I и GEOIK-II. Следующей, более сложной задачей, вызвавшей необходимость серьезной модернизации приёмо-передающего тракта, лазерного излучателя и системы слежения, в начале 1985 года стала локация более удалённых ИСЗ Lageos (до 6000 км) и попытки локации ИСЗ Эталон (до 20 000 км). На дальномере ЛД-3 в 1987-1988 годах успешно проводились видеозаписи прохождений ИСЗ на магнитную ленту с последующими высокоточными определениями угловых координат ИСЗ.

В 1993 году работа на ЛД-3 была прекращена, в связи с планируемым вводом в службу лазерного дальномера «Грань». Из-за финансовых трудностей изготовление дальномера шло с большим отставанием, в итоге его поставка в Иркутск была отменена, и в 1994 году тема лазерной локации была закрыта.

В настоящее время, через двадцать лет, на нашем полигоне вновь развернуты работы в оптическом диапазоне: в июле 2013 года была введена в работу малогабаритная модульная квантово-оптическая система (ММОС) "Сажень-ТМ", разработка ОАО «Научно-производственная корпорация «Системы прецизионного приборостроения». В

августе 2013 года по локации ИСЗ Lageos были определены координаты станции, и иркутская лазерная станция была включена в состав международной службы ILRS.

Надо отметить, что лазерная локация ИСЗ возможна как в ночное, так и в дневное время. ММКОС обеспечивает измерение дальности до ИСЗ, оснащенных ретрорефлекторами, находящихся на орбитах высотой до 20000 км в дневное время, и до 36000 км в ночное время. Лазерная станция работает как для Службы ОПВЗ России, так и участвует в международных проектах. К приоритетной задаче станции относится поддержка системы ГЛОНАСС.



**Рис. 3.** Малогабаритная модульная квантово-оптическая система "Сажень-ТМ" в Иркутске.

#### **4. Заключение**

Астрономическая служба ОПВЗ Восточно-Сибирского филиала ФГУП «ВНИИФТРИ» имела и имеет отличные показатели – хорошее качество наблюдений и высокую плотность астрономических рядов наблюдений. Этот факт подтверждается оценками отечественной и международной службами ОПВЗ. За время существования Иркутской Службы Времени в ней проработало много специалистов, внесших вклад в развитие методов классической и современной астрометрии. Они честно и самоотверженно проводили и проводят наблюдения каждую ясную ночь, а сейчас – и день; обрабатывали и обрабатывают данные наблюдений; выполняли и выполняют работы по модернизации действующей аппаратуры и вводу в Службу новой техники. Всеми своими достижениями Иркутская Служба Времени обязана профессионализму, добросовестности и творчеству своих сотрудников.

#### **Литература**

1. Бакулин П.И., Блинов Н.С. Служба точного времени. Москва, Наука, 1977, 186-190
2. Астрономическая обсерватория Иркутского государственного университета. Страницы истории / под ред. Язева С.А. Иркутск: Отгиск, 2011
3. Емельянов В.А., Модестова Г.И., Капленко В.В., Игнатенко И.Ю. Опыт эксплуатации новой лазерной станции в Иркутске // Измерительная техника, 2016, №3