

**Предложение об изготовлении телескопа с диаметром главного зеркала 1.2 метра
на азимутальной монтировке**

Position	Краткое описание	
1. 1.2m Telescope		
Оптика	<ul style="list-style-type: none"> - оптика производства ЛОМО, материал – ситалл. - 1160 мм световой диаметр зеркала. - 1200 мм полный диаметр зеркала. - 3500 мм - фокусное расстояние в главном фокусе телескопа. - кружок рассеяния в прямом фокусе телескопа не более 8мкм (RMS) для диапазона 400нм-1000нм. - диаметр поля зрения 70 мм (1.15 градуса) для главного фокуса телескопа. - 11600 мм – фокусное расстояние в схеме Нэсмита. - двухлинзовый афокальный корректор для фокуса Нэсмита, диаметр поля зрения. - ошибка волнового фронта не хуже $\lambda/25$. - покрытие зеркал - Al+SiO₂. - все преломляющие поверхности с многослойным покрытием, коэффициент отражения для одиночной поверхности не более 0.5% для диапазона 400-700 нм и не более 1% для 400-1100 нм. - 	
Труба	<ul style="list-style-type: none"> - Свободно продуваемая ферма. - Ласселевская разгрузка главного зеркала. - Прямой фокус с деротатором поля зрения. - Два фокуса Нэсмита с компьютерным контролем. - Оба фокуса Несмита с деротатором поля зрения. - Масса навесного оборудования для всех фокусов до 50 кг. - Компьютерный контроль фокусировки, температурная компенсация. - Привод крышки главного зеркала. - Система предотвращения паразитной засветки светоприемника. 	
Монтировка	<ul style="list-style-type: none"> - Альт-Азимутальная монтировка. - Высокоточные фрикционные приводы. - Внешние энкодеры Heidenhain, с точностью <0.06". - Энкодеры сервоприводов с точностью <0.08". - Максимальная скорость движения по азимуту - 3°/секунду. - Максимальная скорость движения по высоте - 3°/секунду. - собственная частота механического резонанса монтировки телескопа выше 10 Гц. 	

Система контроля и программное обеспечение	<ul style="list-style-type: none"> - Индустриальный компьютер с тактовой частотой > 2,4 ГГц. Все необходимые периферийные устройства, включая мышь, монитор. - 32bit Windows приложение - Autoslew для управления телескопом - Windows XP - Полный набор vb-скриптов для Active-X для управления деротаторами, переключением фокусов и гидрирующей камерой. - Точность наведения <4" RMS для зенитных расстояний 15 – 75 градусов. - Точность наведения <10" RMS для зенитных расстояний 75 - 85 градусов. - Для зенитных расстояний 85 - 88 работа нежелательна. - Точность ведения телескопа <0.15" RMS для зенитных расстояний 10 - 75° на промежутке более 10 секунд без гидирования. - Точность ведения телескопа <0.5" RMS для зенитных расстояний 10 - 75° на промежутке более 10 минут без гидирования. - Предупреждение аварийных ситуаций (разрыв кабеля и т.п.). - Ограничения для работы ниже линии горизонта. - Ascom – совместимое управление крышей павильона. - Прилагаются программы TheSky или Starry Night для планирования наблюдений. - АСР Internet для удаленного контроля телескопом (и камерой, если она поддерживается MaximDL). - Фокусировка и автофокусировка для камер с поддержкой MaximDL. - Температурная компенсация фокуса. - Каталог объектов (NGC, IC; UGC, PK). - Непосредственный ввод желаемых координат. 	
	<ul style="list-style-type: none"> - ACL (Astronomical Command Language) для удаленного контроля телескопом, с интерфейсом RS232 или LAN. - LCD-Hand-Box (ручной пульт). - Автоматическая инициализация всех систем телескопа. - Возможность удаленного контроля через ACL-protocol и RS232. - Совместимость с Ascom software. 	
Резервные системы для быстрой замены	<ul style="list-style-type: none"> - Индустриальный компьютер с тактовой частотой >2,4 ГГц, для быстрого восстановления системы управления. - Готовые к установке PCI-карты Heidenhain IK220 Card для работы с энкодерами. - Готовые к установке Servo-Card для управления приводами. - Карта расширения RS232 готовая к установке. - Autoslew-Software. - Блок усиления сервоприводов Servoamplifier. - Блок питания Powersupplies (48V and 12V) - Резервные энкодеры сервоприводов. 	

Комментарии и дополнения



Некоторые из наших инструментов:
90cm Uppsala (вверху слева)
80cm Munich (вверху справа)
80cm Korea Yanggu (слева)

1.

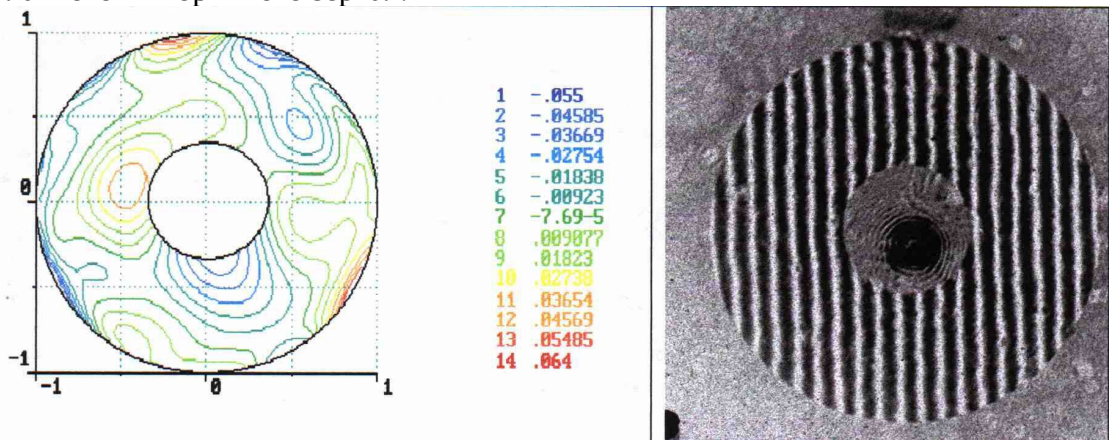
Наши разработки основаны на конструкции нашего первого телескопа Pollux 0.8m, который успешно работает с августа 2001 года. Сейчас мы делаем множество инструментов с все возрастающим качеством.

Изображения, показывающие отличные характеристики наших телескопов Вы можете посмотреть здесь:

<http://www.astrooptik.com/Bildergalerie/PolluxGallery/PolluxGallery.htm>

2. Качество оптики

Оптику для наших телескопов делает ЛОМО. Мы заказывали много зеркал большого диаметра (1.1m, 4 x 1.2m, несколько 0.8m и 0.9m и много 0.6m). ЛОМО является лучшим производителем оптики большого диаметра для Кассегреновских телескопов. И главное зеркало и система в целом проходит тестирование. Мы считаем, что это лучше, нежели отдельное тестирование главного и вторичного зеркал.



Интерферограмма для 80cm телескопа поставляемого в Италию.

Концентрация энергии лучше, чем 80% в кружке диаметром 0.5 arc seconds. Материал зеркала – Ситалл, это исключает температурные изменения формы зеркала.

3. Труба

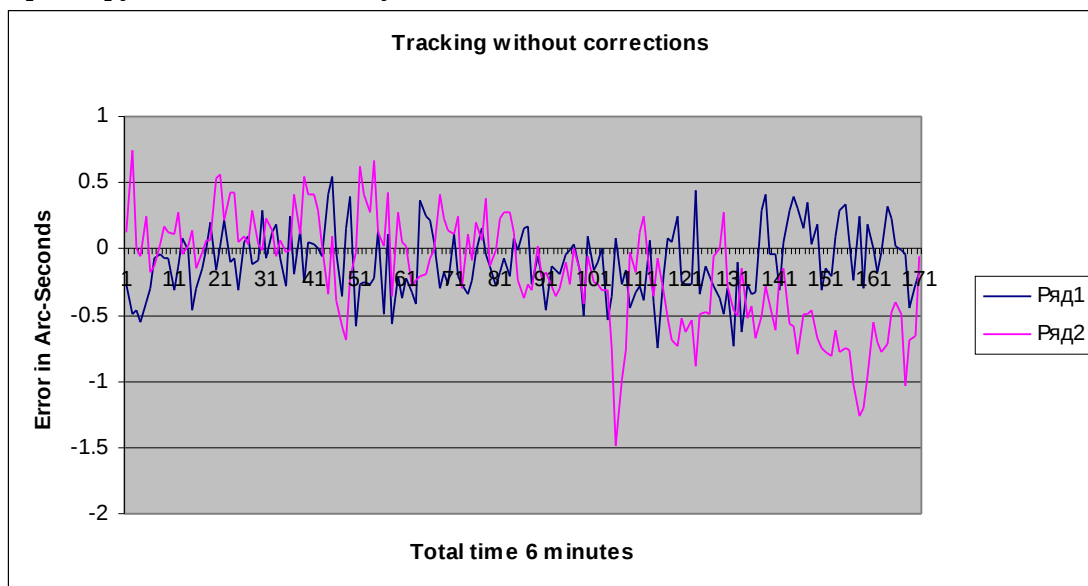
Труба телескопа представляет собой ферму Серрюрье. Разгрузка главного зеркала, одна из самых важных частей телескопа. Мы используем систему Ласселя с 24 точками разгрузки на тыльной стороне зеркала, требующую малых противовесов. Положение точек разгрузки оптимизировано с помощью метода конечных элементов (FEM). Итоговая ошибка поверхности менее 15nm. Для боковой разгрузки также используются Ласселевская система противовесов.

Деротаторы поля приводятся в движение моторами постоянного тока. Полая червячная шестерня позволяет получить точность установки лучше 20" (менее 10 микрон для любой точки поля зрения).

Очистка зеркала может быть проведена без удаления зеркала из трубы. Все листы обшивки трубы могут быть удалены так, что Вы будете иметь свободный доступ к зеркалу. Этот метод предпочтен относительно других методов, потому что Вы не будете должны юстировать оптику после очистки. Для удаления оптики может быть отвинчена нижняя часть трубы.

4. Монтировка

Монтировка телескопа – Альт-Азимутальная. Основное ее преимущество, это то, что вилка может быть сделана легкой. Мы используем комбинацию фрикционных и червячных передач для понижения скорости сервоприводов. Для предотвращения поломки привода используется передающая муфта. В отличие от других изготовителей была решена проблема ведения по двум осям с правильной скоростью в течение экспозиции. Жесткость монтировки телескопа оптимизирована с помощью метода конечных элементов (FEM). Собственная частота механического резонанса монтировки телескопа выше 10 Гц, что гарантирует ее жесткость и устойчивость.



Типичная ошибка системы гидирования (измерено с CCD, частота 1 Гц, 0.9m AltAz). Полная ошибка (RMS), включая дрожание атмосферы - 0.45 arc sec.

Чтобы узнать, находится ли телескоп в равновесии, двигатель может быть расцеплен. Тогда противовесы могут быть добавлены, чтобы установить телескоп в равновесие.

Мы используем двигатели постоянного тока 48V/10A. Драйверы двигателей на основе PID-контроллеров позволяют получить плавное движение на малых скоростях.

Ограничивающие выключатели непосредственно связаны с электроникой, таким образом даже отказ РС не может вызвать никаких несчастных случаев. Если определенный вращающий момент превышен (если телескоп испытывает какое-либо сопротивление) происходит чрезвычайная остановка привода. Средняя выходная мощность на двигатели - менее 15 ватт.

Другой метод обеспечения безопасности, который мы используем – сравнение показаний внешних энкодеров с показаниями энкодеров привода. Если программное обеспечение обнаруживает определенное различие, телескоп останавливается. Мы используем в общей сложности 2 энкодера на ось, чтобы управлять телескопом и гарантировать безопасную работу:

а) Энкодер привода

Чтобы достигнуть высокой скорости наведения (до 3 градусов в секунду) мы должны уменьшить редукцию привода но увеличить разрешение датчика положения, чтобы все еще иметь плавное движение. Для азимутальных монтировок очень важна высокая разрешающая способность энкодеров привода, так как скорость различна для разных осей. В этом проекте мы будем использовать энкодер с разрешением 16000 отсчетов на оборот и редукцией

2500. Мы будем иметь точность установки 0.03 секунды дуги и максимальную ошибку прослеживания приблизительно 0.09 секунд дуги.

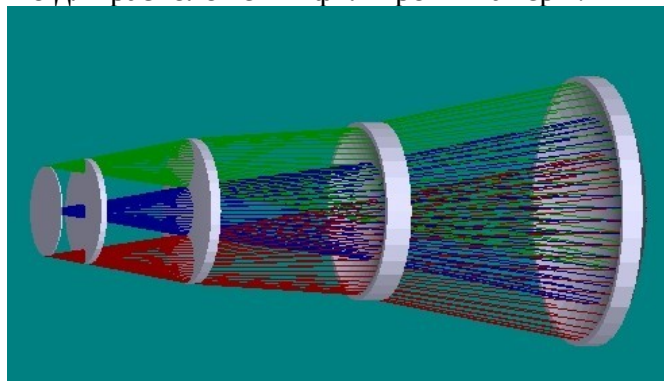
b) Внешние энкодеры Heidenhain ERA 880C

Эти энкодеры диаметром 920mm непосредственно присоединены к оси телескопа. Их используют в профессиональных телескопах ESO (Южная Европейская Обсерватория). Кодировочные устройства имеют теоретическое решение 0.0036 секунд дуги. Они используются для исправления в реальном времени ошибок ведения вызванных влиянием ветровой нагрузки и несбалансированности трубы.

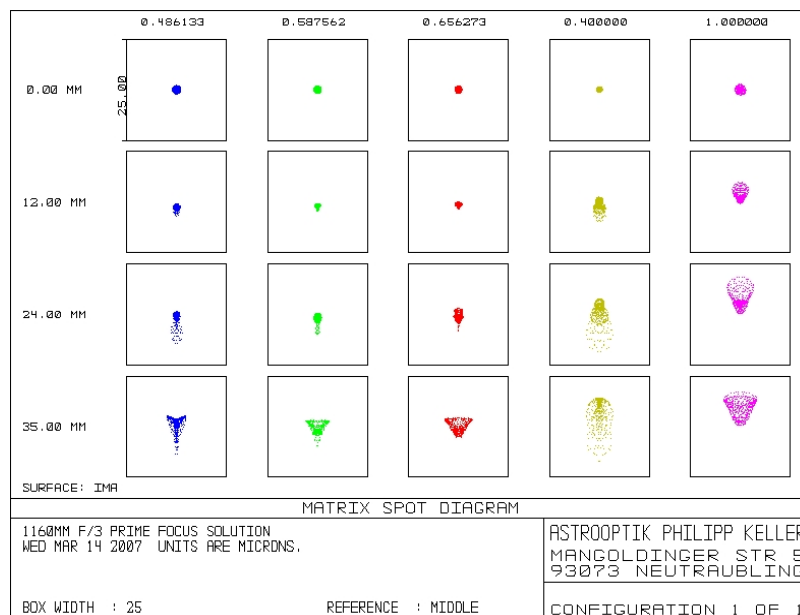
Кодировочные устройства имеют абсолютные марки расположенные через 5 градусов. Эти точки служат для абсолютной калибровки положения телескопа без использования опорных звезд. Точность – 3 угловые секунды. Полный процесс калибровки занимает около 1 минуты.

5. Оптическая схема

Оптическая схема корректора главного фокуса состоит из трех элементов. Максимальное поле зрения - 70mm (еще больший диаметр может использоваться с учетом виньетирования) или 1.15 градуса. Корректор имеет очень хорошее пропускание в интервале от 400 до 1000 nm. Вынос фокуса – 117 мм, что достаточно для расположения фильтров и камеры.



Оптическая схема с тремя корректирующими элементами, фильтром и окном CCD.



Точечные диаграммы для длин волн 400 -1000nm.

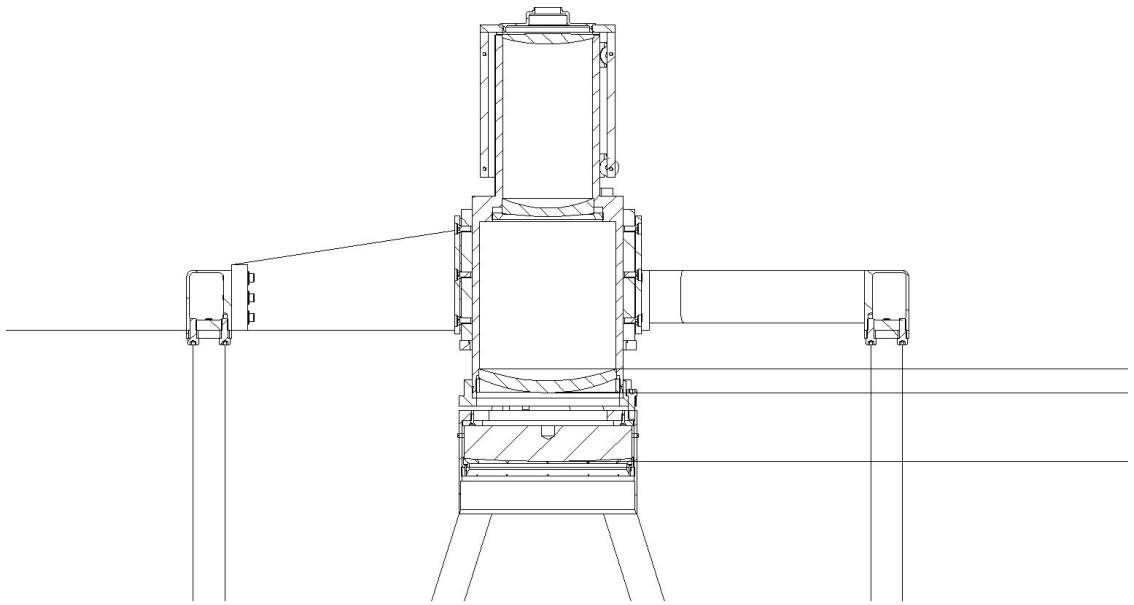
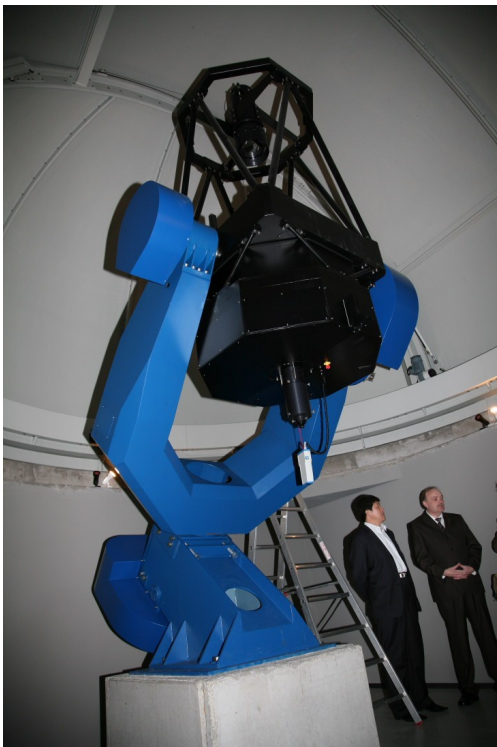
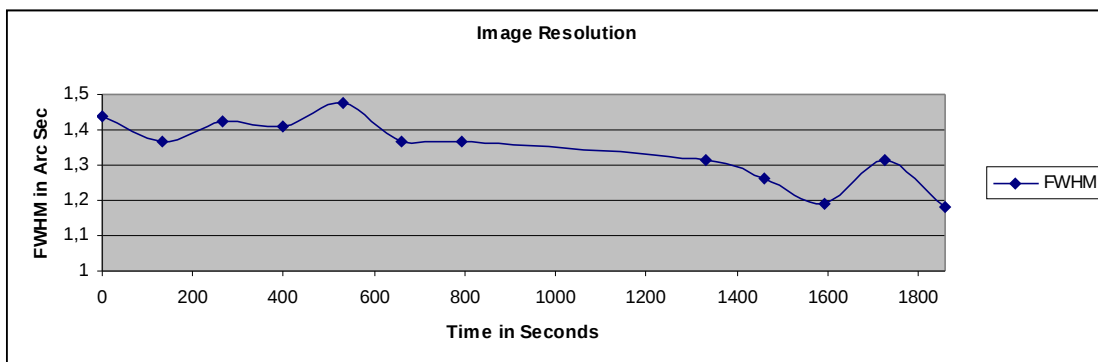


Рисунок показывает корректор для главного фокуса и оправу для вторичного зеркала. Чтобы использовать главный фокус необходимо удалить вторичное зеркало телескопа. Для этого желательно использовать лебедку на куполе телескопа.



Изображение, полученное с помощью 80 см телескопа в Бритхейме (рисунок слева) с двумя фокусами.

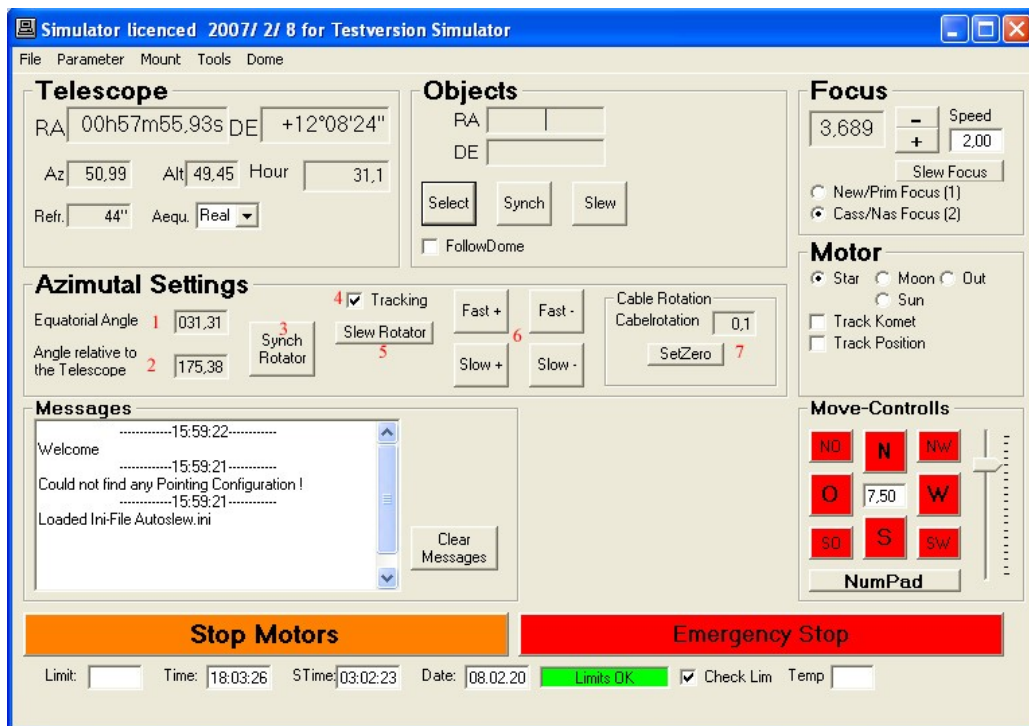


Мы измерили разрешение изображения, которое достигало 1.2 секунд дуги для лучших экспозиций. Оно ограничено только состоянием атмосферы.

6. Система управления телескопом

Мы используем, Autoslew, пакет программ, который был разработан в течение последних 5 лет и используется на всех наших больших телескопах.

Для управления используется индустриальный компьютер с дополнительными периферийными картами (2 карты PCI для Heidenhainencoder, 1 карта ISA для приводов, 1 расширитель RS232 x 4 + LPT и т.д). Операционная система - Windows. Вы можете осуществлять дистанционное управление через RS232 или сеть (TCP/IP).

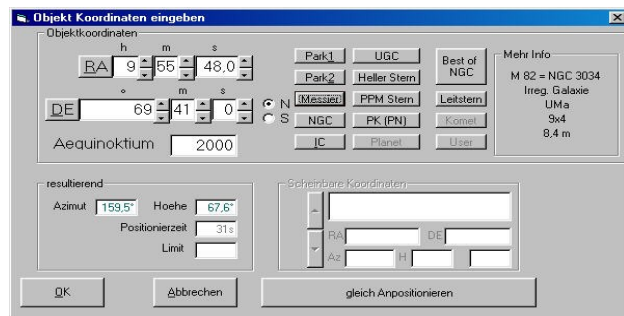
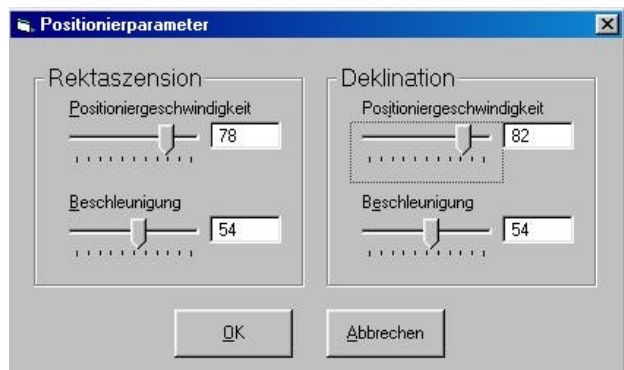


Это типичное окно программы Autoslew. Вверху слева показано текущее положение телескопа и угол поворота деротатора поля. С помощью кнопок поля Move controls возможно управление телескопом посредством мышки. Ошибки и сообщения системы выводятся в окно Message-box.

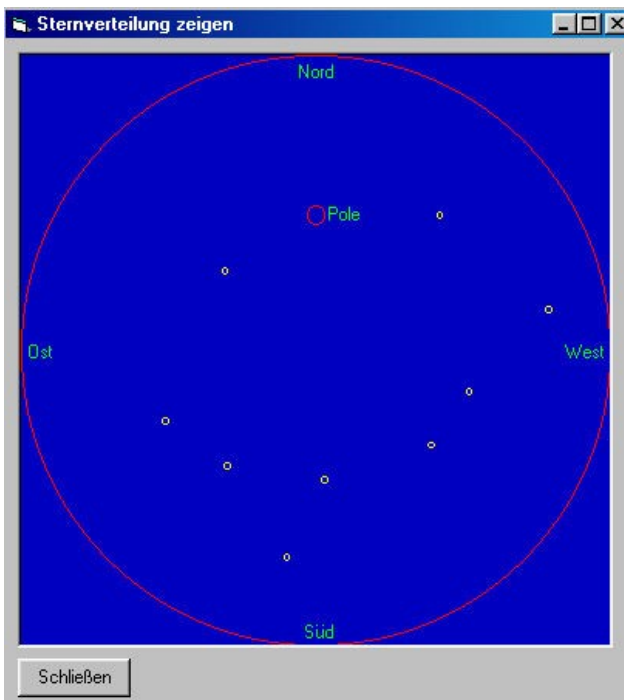
Все параметры могут быть изменены наблюдателем. Но некоторые только с использованием пароля доступа. Изменения сохраняются в ini-file.

В базе данных программы содержатся сведения о всех объектах каталога NGC и IC многие объекты UGC, PK и звезды каталога PPM.

Недавно мы добавили планеты и кометы, так же пользователь может самостоятельно вводить эфемериды этих объектов. Autoslew не только в состоянии навестись на выбранный объект, но и корректировать скорость ведения в зависимости от скорости объекта.



Дополнительная функция Autoslew – улучшение позиционирования телескопа с использованием моделей основе преобразования Фурье. Первый шаг – уточнение по 3-5 звездам. Это позволяет исправить ошибку коллимации по осям Азимута и Высоты. Использование 20 - 50 звезд уменьшает ошибку до 15 секунд. Уточнение производится в ручном режиме. Однако мы работаем над созданием программы для автоматического уточнения Фурье-модели с использованием изображений и звездных каталогов.





Мы разработали ручной пульт управления телескопом с интегрированным микроконтроллером и связью по шине RS232.

С его помощью Вы можете не только наводить телескоп на разные участки неба, но и контролировать фокус и деротатор поля. Текущее состояние выводится на дисплей пульта. Также Вы можете воспользоваться большим каталогом объектов.

LCD – дисплей рассчитан на работу при низких температурах.



Электронный блок управления телескопом

Поддерживаемые ASCOM команды

Мы тестировали нашу программу с TheSky6.0, MaximDL, ACP, Focusmax, CCD Autopilot.

Если Вы используете свою программу, то сверьтесь со списком поддерживаемых команд ASCOM:

PROPERTY	Read	Write	Comments
Alignmentmode	√		
Altitude	√		
AtHome	√		
Azimuth	√		
CanFindHome	√		
CanPark	√		
CanPulseGuide	√		
CanSetDeclinationRate	√		
CanSetGuideRates			
CanSetPark	√		
CanSetRightAscensionRate	√		
CanSetTracking	√		
CanSetGuideRates	√		
CanSetPierSide	√		
CanSlew	√		
CanSlewAsync	√		
CanSync	√		
CanUnPark	√		
Connected	√	√	
Declination	√		
DeclinationRate	√	√	
Description	√		
DoesRefraction	√		
DriverInfo	√		
IsPulseGuiding	√		
Name	√		
RightAscension	√		
RightAscensionRate	√	√	
SideOfPier	√	√	It will accept this Ascom command only if it can really flip the mount to the wished side. Mount limits set in Autoslew have always priority to this Ascom command. Otherwise it will do nothing
SiderialTime	√		
SiteElevation	√		
SiteLatitude	√		
SiteLongitude	√		
Slewing	√		
SlewSettleTime	√	√	
TargetDeclination	√	√	
TargetRightAscension	√	√	
Tracking	√	√	
UTCDate	√		
METHODS			
AbortSlew			
FindHome			
Park			In Autoslew you can set the covers to be automatically closed with Park
PulseGuide			Speed is currently 10arcsec per second

SetPark			
SetupDialog			
SlewToTargets			
SlewToTargetsAsync			
SlewToTarget			
SlewToTargetAsync			
SynchToCoordinates			
SynchToTarget			
Unpark			In Autoslew you can set the covers to be automatically opened with Unpark

FOCUSER

PROPERTY	Read	Write	
Absolute	√		
IsMoving	√		
Link	√	√	
MaxIncrement	√		You should set this in Autoslew
MaxStep	√		You should set this in Autoslew
Position	√		
StepSize	√		Normaly 1 micron
TempComp	√		Autoslew does all the compensation So ignore all these settings
TempCompAvailable	√		Autoslew does all the compensation So ignore all these settings
Temperature	√		
METHODS			
Halt			
Move			
SetupDialog			

Additional Telescope Commands not in Ascom-Standard

PROPERTY	Read	Write	
CanSetCovers	√	√	Read-only, Boolean
Epoch		√	Sets Epoch to 1950 or 2000 or other If Epoch=0 (default) that means Autoslew will expect current Epoch from ACL
Trackposition		√	Write only, Boolean Enables High Precision Tracking
GuideMoveRa		√	Write, Double Moves Mount with the amount in arc seconds in RA
GuideMoveDe			Write, Double Moves Mount with the amount in arc seconds in DE
METHODS			
CloseCover			Closes Cover if possible
OpenCover			Opens Cover if possible