

Инструкция по монтажу/демонтажу спекл-поляриметра 2.5-м телескопа

Б.С. Сафонов

Спекл-поляриметр (СПП) – штатный прибор 2.5-м телескопа КГО, предназначенный для получения информации о распределении поляризованного потока в астрофизических объектах с дифракционным разрешением. Подробнее смотрите веб-сайт: http://lnfm1.sai.msu.ru/kgomfc_ru.php. При штатной эксплуатации прибор может находиться либо в фокусе Нэсмита-2 (N2), либо в фокусе Кассегрена (C1). Хранится прибор на стеллаже на первом этаже круглой части башни телескопа:



Рис. 1: PCI-удлинитель Adnaco, оптикомеханический модуль с главным детектором и коробка с проводами на первом этаже круглой части башни.

Управляющий компьютер может также стоять в серверной (см. фото далее).

Данный документ посвящен описанию того, как смонтировать прибор на телескопе и подготовить его к наблюдениям, а также как убрать его на хранение.

Описание мат. части СПП

В материальном мире система СПП представлена следующими компонентами:

Оптикомеханический модуль (ОМ). ОМ – это промежуточное звено между телескопом и детектором. Его задачей является формирование на детекторе изображения, обладающего заданными характеристиками. Внешне он выглядит как алюминиевая коробочка размерами 200x200x400 мм. Весит модуль примерно 26 кг – его вполне можно перемещать одному человеку. Однако поднимать ОМ с уровня пола подкупольного пространства на балкон Нэсмита допускается *исключительно* краном (подробнее позже).

С одного торца на ОМ закреплен фланец, за которых он монтируется к телескопу, а с другого – детектор. Фланец скошен с одной стороны, эту сторону корпуса мы называем нижней. Сбоку ОМ имеется черная коробочка – блок управляющей электроники моторизации ОМ. При перемещении ОМ в пространстве допускается держать его за основную часть корпуса и за фланец. Небольшую часть нагрузки можно дать на блок электроники. Совершенно исключено брать ОМ за детектор или вообще каким-либо образом физически воздействовать на последний. При штатном использовании детектор с ОМ не снимается. ОМ может быть поставлен на фланец или нижнюю боковую поверхность.

Верхняя стенка ОМ – это крышка, которая имеет уменьшенную толщину по сравнению с другими стенками. Она снимается откручиванием шести болтиков М4 с головками впотай под шестигранник. Открывать только при необходимости.

ОМ соединяется с аднасо посредством двух сигнальных кабелей. Еще в ОМ приходят три кабеля питания. Все они подключаются к разъемам на блоке электроники, обозначенными наклейками:

1. USB hub power 5 VDC. Питание USB концентратора. Подключается небольшой блок питания на 5 В постоянного тока. Если не подключить – приводы моторизации не будут распознаваться.
2. Motorization USB. Управление моторизацией. Подключается USB провод с удлинителем, с другой стороны включается в аднасо, любой из USB-портов. Если не подключить – приводы моторизации не будут распознаваться.
3. Motorization power 24 VDC. Питание моторизации. Если не подключить – приводы будут распознаваться управляющим ПО, но не будут двигаться.
4. AUX CAM power 12 VDC. Питание камеры подсмотра. Если не подключить – камера подсмотра не распознается. Управляющее ПО работает штатно.
5. AUX CAM Ethernet. Управление камеры подсмотра, подключается в ближайший коммутатор. Если не подключить – камера подсмотра не распознается. Управляющее ПО работает штатно.

Основной детектор. Основной детектор регистрирует изображения. Он постоянно закреплен на оптикомеханическом модуле. Соединяется с аднасо двумя кабелями – сигнальным и питания. Сигнальный кабель белый и сравнительно толстый со сравнительно необычными разъемами. К детектору подключается сторона, где кабель выходит из разъема под углом. Другая сторона подключается в аднасо. Если не подключить этот кабель – детектор не распознается управляющим ПО.

Второй кабель – питание охлаждения камеры. Блок питания обозначен соответствующим образом (iXon power). Если не подключить – детектор распознаётся, но не захлаживается.

Adnaco. Adnaco – это оптический удлинитель PCI. Adnaco связано с управляющим компьютером оптическим кабелем либо напрямую, либо через оптическую линию, идущую во вращающихся телескопах. Применяется многомодовое волокно (оранжевое). Карты, вставленные в аднасо, видны управляющим компьютером так, как будто они вставлены в него. В нашем случае в аднасо установлена карта-контроллер основного детектора и контроллер USB.

Внешне Adnaco выглядит как небольшой компьютер (строго говоря, это корпус miniATX). На нем есть наклейка, гласящая, что это Adnaco от спекл-поляриметра. При работе

Adnaso всегда располагается недалеко от оптикомеханического модуля. В adnaso включаются следующие кабели:

1. Сигнальный кабель основного детектора (см. ранее).
2. USB для управления моторизации (см. ранее).
3. Оптоволокно, с другой стороны подключенное к управляющему компьютеру (в зависимости от места установки оно идет разными путями, см. далее). Если его не подключить не распознаются: основной детектор, моторизация, вспомогательная камера.
4. Кабель питания. Обычный, включается в розетку 220В.

Управляющий компьютер (УК). На УК запускается управляющее ПО, называемое Sparkle (см. далее). Также на его жестких дисках происходит первичное сохранение данных, получаемых с прибором. УК представляет собой большой черный компьютер (вес 19 кг) с наклейкой SPP camera 192.168.15.56. Также вместе с ним поставляются монитор, клавиатура и мышь. Заметим, что эти устройства ввода/вывода используются только при настройке. При штатной эксплуатации управление производится удаленно (см. подробнее “Спекл-поляриметр: инструкция по применению”).

Последовательность действий при монтаже СПП в фокусе N2

1. Если установлен оптический деротатор снять его согласно инструкции.
2. Смонтировать интерфейс OT61 (рис. 2, А), представляющий собой стальной блин толщиной около 20 мм и диаметром 610 мм. Сторона, выкрашенная черным должна быть обращена вовнутрь. Достаточно прикрутить 4 болта. **Внимание: необходимо убедиться в том, что болты не упираются в дно отверстий.** Практика показывает, что для этого достаточно использовать две шайбы. Интерфейс хранится на балконе N2.
3. Накрутить стойки (рис. 2, В) так, как показано на фото. Не закручивать на этом этапе слишком сильно. Стойки хранятся либо на балконе N2, либо на стеллаже на первом этаже.
4. Установить бленду (рис. 2, С). Бленда хранится в коробке на стеллаже на первом этаже.



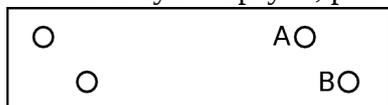
Рис. 2: Механический интерфейс между фокусом Нэсмита-2 и прибором

5. Поднять краном ОМ с уровня пола подкупольного пространства сразу на уровень монтажа. Фото строповки на рис. 3. Нижняя боковая панель снизу. Использовать также две фиолетовые стропы (#3) из тумбочки. Тщательно убедиться в том, что стропы не могут соскользнуть.
6. Снять заглушку с входного отверстия ОМ.
7. Аккуратно, не допуская ударов, подвести краном ОМ к стойкам. Прикрутить ОМ 6 винтами М12 к стойкам (винты в синем органайзере). Использовать шайбы. Обратите внимание, что два винта располагаются довольно близко к корпусу и поэтому их шайбы скошены. Винты могут идти довольно туго. В конце протянуть также стойки, затем дотянуть болты. Расстроповать ОМ.



Рис. 3: Стрповка оптикомеханического модуля и подведение его к интерфейсу в фокусе Нэсмит-2

8. Поднять адпасо.
9. Соединить все компоненты кабелями, так, как описано в предыдущем подразделе.
10. Подключить оптический разъем адпасо к распределительной коробке на деротаторе (левый верхний угол рис. 7, оптические разъемы находятся на верхнем торце). Использовать для этого 2-м оптоволоконный кабель (хранится в коробке). Разъем 1 соответствует порту А, разъем 2 – порту В, см. схему ниже:

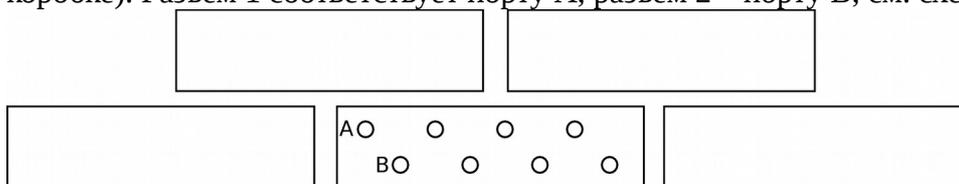


11. Разместить управляющий компьютер в серверной башни. Подключить монитор, клавиатуру, мышь (не обязательно). С помощью ethernet-патча соединить сетевой разъем 2 на компьютере и свитч в “нашей” стойке (на фото ниже).



Рис. 4: Управляющий компьютер в серверной башни.

12. Подключить оптический разъем на компьютере самега к распределительной коробке в “нашей” стойке. Использовать для этого 2-м оптоволоконный кабель (хранится в коробке). Разъем 1 соответствует порту А, разъем 2 – порту В, см. схему ниже:



13. Отключить USB моторизации от адпасо.
14. Включить адпасо кнопкой на корпусе, подождать 3-5 секунд.
15. Включить управляющий компьютер и подождать 2 минуты. После этого компьютер станет доступен по сети по адресу 192.168.15.56 и все действия можно будет выполнять с ним удаленно (если это будет удобнее).
16. Подключить USB моторизации к адпасо.
17. Выполнить тест функциональности (см. далее).

При демонтаже повторить действия в обратном порядке начиная с п. 10. Действия 1 и 2 выполнять только если это необходимо.

Последовательность действий при монтаже СПП в фокусе С1

В фокусе С1 (т.е. в фокусе Кассегрена) прибор может быть установлен как

непосредственно на деротатор, так и на Filter & Shutter Unit (FSU), входящий в состав системы регистрации изображений видимого диапазона. Эти два случая отличаются в основном тем, как монтируется ОМ.

Первый вариант следует использовать только если FSU уже снят с телескопа или если его нужно снять для каких-то других задач. Снимать FSU только чтобы повесить СПП не надо. И так, если все-таки вы монтируете прибор на деротатор, то нужно выполнить следующие действия:

1. Выставить угол деротатора 153.5 градуса. Поставить телескоп в зенит, заблокировать его по высоте.
2. Смонтировать интерфейс ОТ61 (рис. 2, А), представляющий собой стальной блин толщиной около 20 мм и диаметром 610 мм. Сторона, выкрашенная черным должна быть обращена вовнутрь. Достаточно прикрутить 4 болта. Интерфейс хранится на балконе N2.
3. Накрутить стойки (рис. 2, В). Два свободных отверстия должны оказываться снизу при наклоне телескопа (с этой стороны будет нижняя стенка ОМ). Не закручивать на этом этапе слишком сильно. Стойки хранятся либо на балконе N2, либо на стеллаже на первом этаже.
4. Установить бленду (рис. 2, С). Бленда хранится в коробке на стеллаже на первом этаже.
5. Взять малую синюю тележку с ножничным подъемником, подвести ее на расстояние 1-1.5 м к фокусу Кассегрена. Положить на тележку два ящика от огнетушителей, стоящих в подкупольном пространстве. Поставить на эти огнетушители прибор так, как показано на рис. 5. При этом прибор должен быть ориентирован так, чтобы нижняя стенка (см. описание ранее) оказалась внизу при наклоне телескопа по высоте.

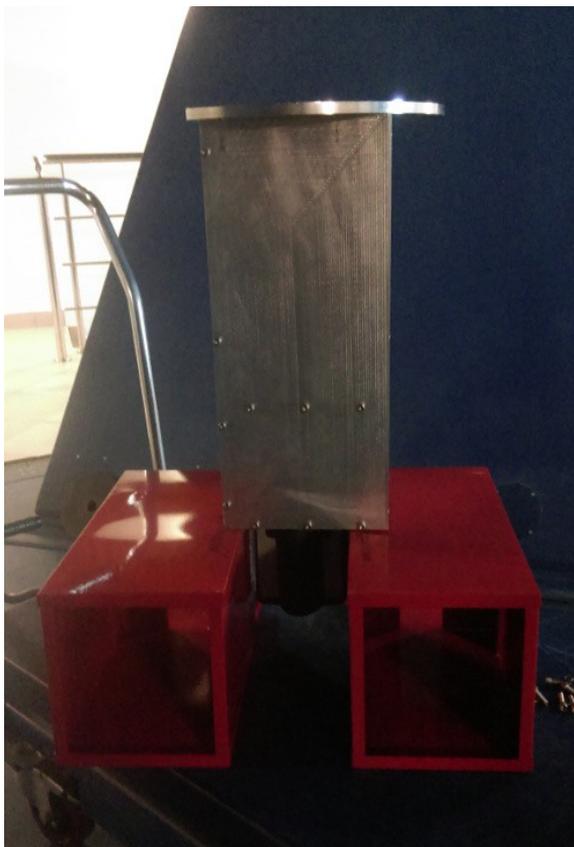


Рис. 5: Оптикомеханический модуль, подготовленный к монтажу в фокусе Кассегрена.

6. Снять заглушку с входного отверстия.
7. Поднимая стол тележки, аккуратно подвести прибор к стойкам на расстояние, позволяющее наживить болты.
8. Закручивать болты через шайбы одновременно медленно поднимая стол тележки. Закручивание по возможности производить равномерно.

Последующие действия приведены после описания монтажа ОМ на FSU. И так, в том случае если FSU смонтировано на телескопе действия следующие:

1. Выставить угол деротатора 141 градус. Поставить телескоп в зенит, заблокировать его по высоте.
2. Установить оба колеса фильтров FSU в положение empty. Открыть затвор.

Для этого нужно зайти на компьютер binary:

```
ssh observer@192.168.15.52 (пароль observer=)
```

Перейти в директорию ccd3

```
cd ccd3
```

Набрать

```
./shutter.sh init
```

```
./shutter.sh open
```

```
./filter.sh x init
```

```
./filter.sh x 0
```

```
./filter.sh y init
```

```
./filter.sh y 0
```

3. Тщательно сфотографировать как все висит на FSU, это понадобится чтобы повесить все обратно.
4. Демонтировать ПЗС строго в соответствии с инструкцией. Обращать внимание на систему подогрева, провода которой должны проходить в специальном пазу фланца ПЗС.
5. Снять всю электронику с FSU, все противовесы. Если этого не сделать, телескоп после монтажа СПП не удастся сбалансировать. Противовесы над деротатором снимать не надо.
6. Выполнить пункты 5-8 предыдущего списка с той только разницей, что прикручивание осуществлять пятью болтами М6 через отверстия, располагающиеся на меньшем радиусе, чем отверстия, за которые прибор монтируется к стойкам. См. рис. 6, на нем эти болты отмечены красными стрелками. Чтобы накрутить три болта из пяти потребуются снять крышку прибора. Работать при снятой крышке нужно чрезвычайно аккуратно. Время, проведенное с открытой крышкой должно быть минимизировано.

Передняя поверхность фланца СПП имеет кольцевой вал высотой 3 мм. Внешний диаметр этого вала соответствует диаметру выемки на FSU. Таким образом, вал можно использовать как направляющую.

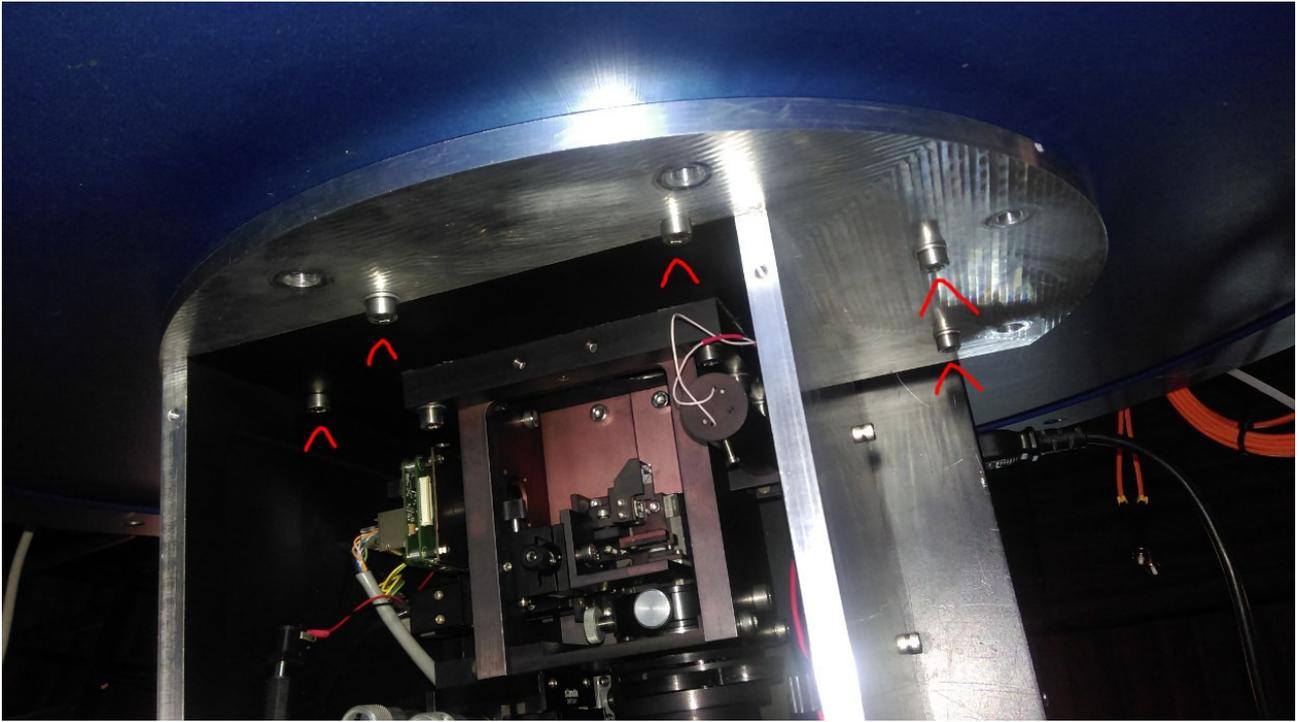


Рис. 6: Крепление оптикомеханического модуля к FSU.

Итак, когда ОМ смонтирован на деротаторе или на FSU нужно выполнить следующее:

1. Собрать кронштейн крепления аднасо к FSU/деротатору (на рис. 7 он обозначен буквами А). Кронштейн представляет собой две шпильки М12 и планку с отверстиями. Шпильки заворачиваются либо в деротатор, либо в FSU так, чтобы аднасо оказалось в 3-10 см от задней стенки ОМ (см. рис. 7). Затем на них с помощью гаек крепится планка. При монтаже на деротатор используются два крайних отверстия планки, а при монтаже на FSU одно крайнее и одно не совсем крайнее.
2. Далее аднасо прижимается кронштейном к деротатору или FSU верхней стороной, задняя сторона смотрит в сторону блока электроники ОМ. При этом “сухари”, приболченные к планке должны оказаться в пазе корпуса аднасо. Они не позволят ему выскользнуть. Прижим должен быть достаточно сильный, чтобы аднасо было зафиксировано надежно. Планка кронштейна должна слегка прогнуться.

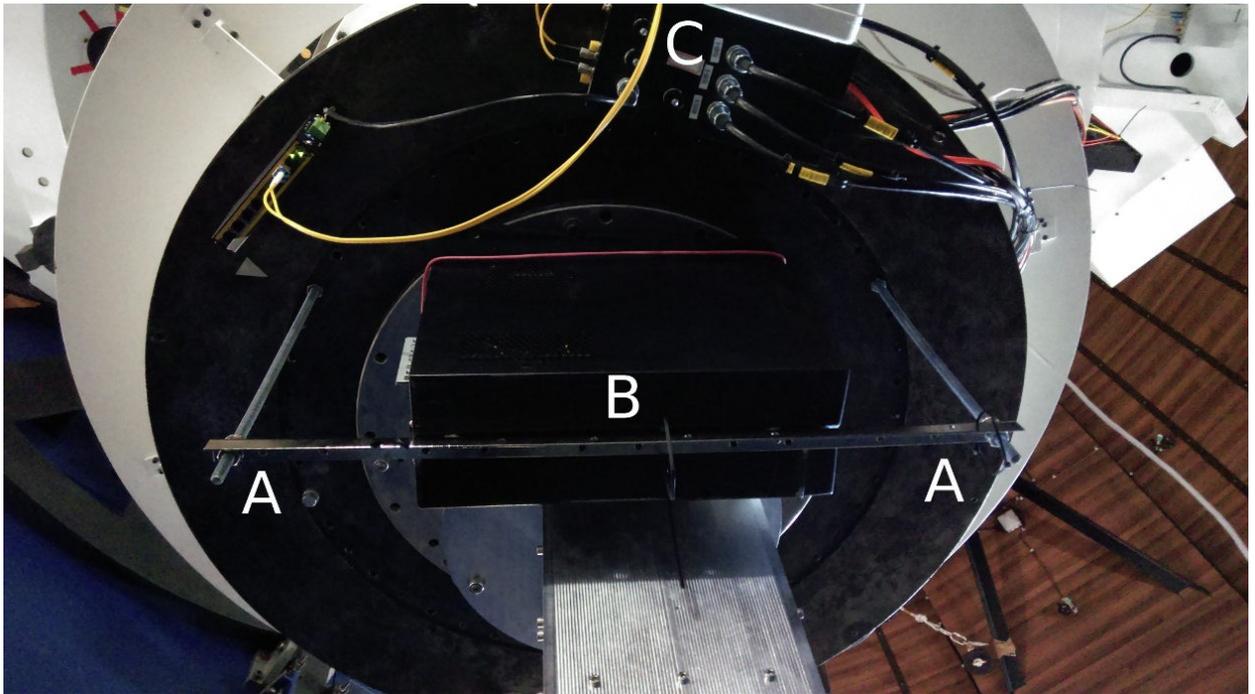


Рис. 7: Крепление аднасо при монтаже в фокусе Кассегрена.

3. Подключить все сигнальные и силовые кабели, разместить блоки питания на планке кронштейна. Зафиксировать все стяжками или изолентой. Ethernet вспомогательной камеры подключить к коммутатору. В итоге вся система будет выглядеть примерно так:

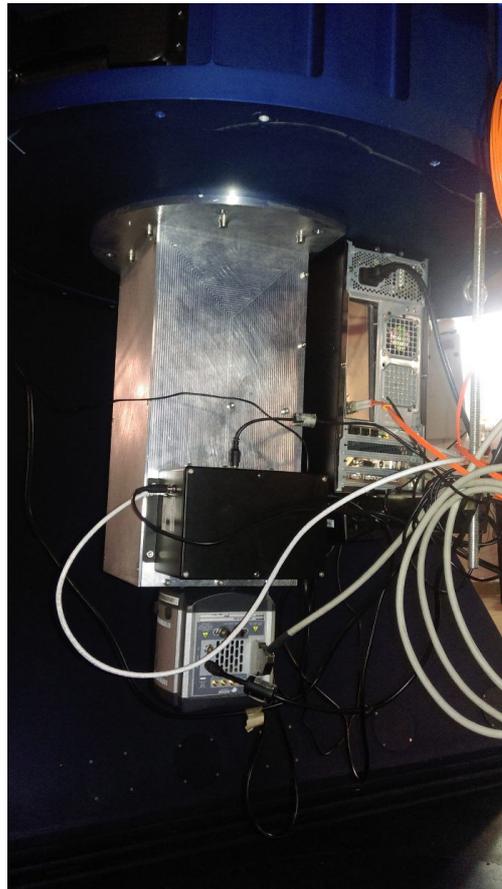
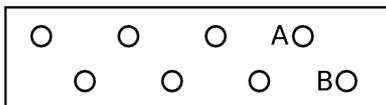


Рис. 8: Общий вид системы, смонтированной в фокусе Кассегрена.

4. Подключить оптический разъем adnaso к распределительной коробке на деротаторе (обозначена С на рис. 7). Использовать для этого 1-м оптоволоконный кабель (хранится в коробке). Разъем 1 соответствует порту А, разъем 2 – порту В, см. схему ниже:

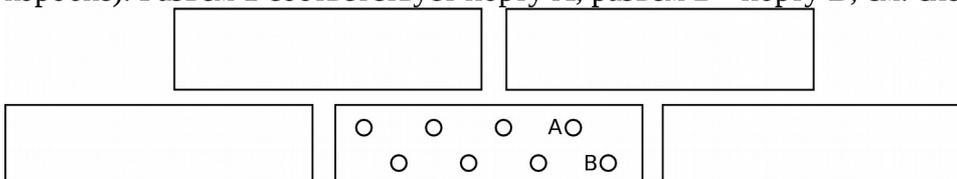


5. Разместить управляющий компьютер в серверной башни. Подключить монитор, клавиатуру, мышь (не обязательно). С помощью ethernet-патча соединить сетевой разъем 2 на компьютере и свитч в “нашей” стойке (на фото ниже).



Рис. 9: Управляющий компьютер в серверной башни.

6. Подключить оптический разъем на компьютере самега к распределительной коробке в “нашей” стойке. Использовать для этого 2-м оптоволоконный кабель (хранится в коробке). Разъем 1 соответствует порту А, разъем 2 – порту В, см. схему ниже:



7. Отключить USB моторизации от adnaso.
8. Включить adnaso кнопкой на корпусе, подождать 3-5 секунд.
9. Включить управляющий компьютер и подождать 2 минуты. После этого компьютер станет доступен по сети по адресу 192.168.15.56 и все действия можно будет

- выполнять с ним удаленно (если это будет удобнее).
10. Подключить USB моторизации к адаптеру.
 11. Разблокировать телескоп по высоте, отключить привод высоты.
 12. Сбалансировать телескоп по высоте.
 13. Выполнить тест функциональности (см. далее).

Действия в управляющем компьютере

Монтируя прибор на телескопе вы начинаете т.н. наблюдательную сессию, а при демонтаже – заканчиваете ее. В более широком смысле, наблюдательная сессия – промежуток времени, в течении которого конфигурация прибора более-менее постоянна. Это влияет на следующие аспекты работы с прибором:

1. Наблюдения в пределах сессии выполняются с одним конфигурационным файлом постоянного вида. Конфигурационный файл располагается в директории, куда производится запись изображений.
2. Некоторые калибровочные измерения действительны в пределах одной сессии: измерение поправки ориентации основного детектора, измерение поправки ориентации поляриметра, измерение уровня паразитного света.
3. Обработка данных, полученных в пределах серии, максимально однородна. В связи с этим необходимо выполнить следующие действия.
 1. Выбрать имя для новой сессии. На момент написания этой инструкции последняя сессия – это session5N. Следовательно, следующая сессия должна называться session5O. Актуальную информацию на этот счет можно получить у меня.
 2. Создать копию конфигурационного файла последней сессии, выполненной в этом же фокусе. На момент написания этой инструкции конфигурационный файл последней сессии в фокусе Кассегрена лежит тут: /nd2/session5M/session5M.cfg, в фокусе Нэсмита: /nd2/session5N/session5N.cfg. Новый конфигурационный файл должен называться также, как называется сессия. Все правки нужно делать в этом новом конфигурационном файле.
 3. Создать директорию, где будет лежать конфигурационный файл и куда будут записываться данные: /nd2/session5O/ Положить туда только что созданный конфигурационный файл.
 4. Отредактировать файл /nd2/session5O/speckle.rgm. Указать путь к новому конфигурационному файлу в строке cfgfile.

Проверка работоспособности системы.

После монтажа прибора нужно провести некоторые тесты чтобы убедиться в том, что он готов к получению корректных астрономических данных. Тесты проводятся с использованием штатного управляющего ПО Sparkle. Инструкция по его применению лежит здесь: <http://lnfm1.sai.msu.ru/kgoinstruments/mfc/SparkleManual2.pdf>. Необходимо ознакомиться с ней.

Далее перечислены тесты, которые нужно выполнять последовательно. Также я перечисляю типичные ситуации в которых тест не проходит и что нужно делать в этом случае. Если вы столкнулись с проблемой, которая здесь не описана, нужно связаться со мной по почте safonov10@gmail.com или по телефону +79267543714.

1. **Проверка работы приводов.** Запустить управляющее ПО без поддержки главного детектора. Загрузить и применить режим: /nd/session5C/speckle.rgm. Начнется последовательная инициализация всех шести приводов, сопровождающаяся их движением и, соответственно, жужжанием. Если приводы не распознаются, необходимо проверить правильность соединения всех кабелей, а также

рабоспособность оптической линии adnaco. Последнее можно сделать путем подачи команды `lspci` из терминала linux. Выдастся список pci устройств, в котором слово adnaco будет повторяться много раз (если adnaco, конечно, работает).

Если было обнаружено и устранено отсутствие соединения кабелей программу перезапускать не нужно. Достаточно еще раз подать команды `gmod speckle` и `garr`, приводы должны распознаться. После успешной инициализации нужно выйти из программы.

Заметим, что в 2016-2017 годах наблюдается ситуация, в которой все 6 приводов не удается использовать. При подключении пятого привода программа начинает тормозить, а подключение шестого приводит к тому, что она зависает наглухо. Поэтому предлагается отключить привод актюатора переключения полуволновых пластинок и работать без него. При необходимости переключать пластинки руками. В 2017 году предполагается приобрести полуволновую пластинку, которая будет покрывать весь диапазон чувствительности ПЗС. Переключение пластинок станет редкой процедурой, необходимой только для центровки полуволновой пластинки.

2. **Проверка работы главного детектора.** Запустить управляющее ПО с поддержкой всех компонент командой `./Sparkle`. Сразу после запуска на экран будет выведена температура детектора. Если этого не произошло, а отобразилась ошибка, это может говорить о том, что: 1) отсутствует соединение кабелей 2) отсутствует соединение с adnaco 3) неверно загрузился драйвер.

После включения нужно загрузить режим `/nd/session5C/speckle.rgm` и записать серию кадров при закрытом затворе длиной около 50 кадров при экспозиции 50 мс:

```
shutter 0
exp 0.05
limitRTA 50
prtas
```

Посмотреть на полученные кадры, они должны выглядеть примерно так:

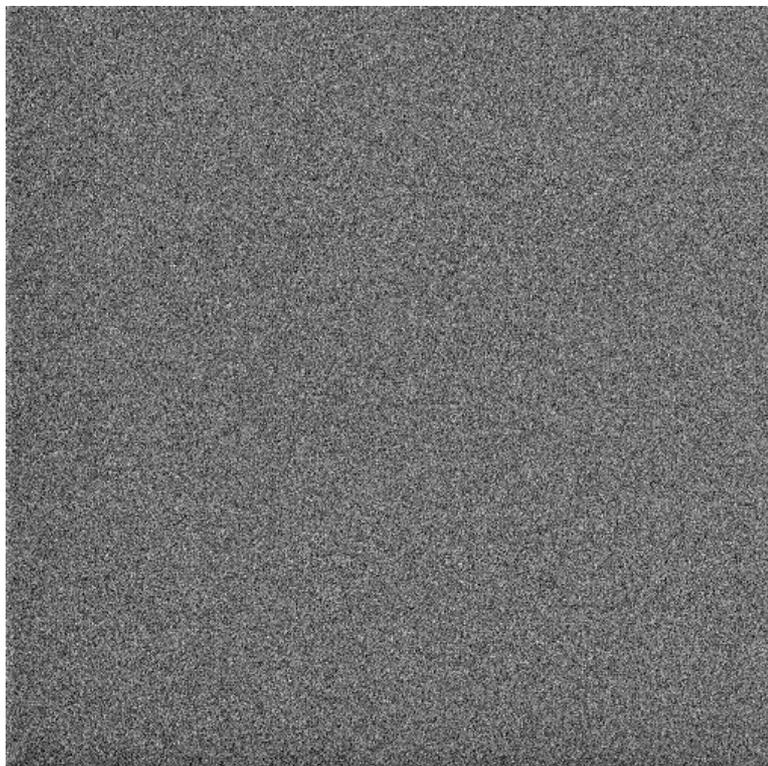


Рис. 10: Пример нормального кадра при закрытой затворе.

Если вместо этого вы видите постоянный уровень порядка 16000, либо интенсивные полосы, свяжитесь со мной.

3. Проверка работы главного детектора с внутренним источником. Получить серию изображений внутреннего источника на главном детекторе:

```
shutter 1  
exp 0.05  
EMGain 1  
filter 550  
light on  
mirrorMode find  
prtas
```

Таким образом мы проверяем: 1) способность главного детектора регистрировать свет 2) работу вспомогательного источника 3) работу подвижного зеркала 4) стабильность механической структуры (положение диафрагмы поля). Полученные кадры должны выглядеть примерно так:

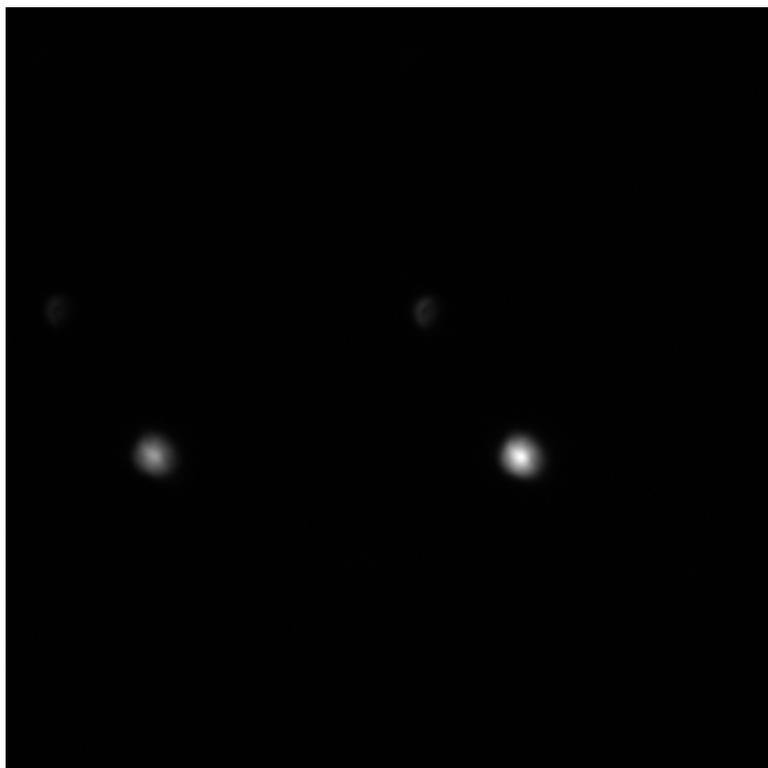


Рис. 11: Пример кадра с внутренним источником.

Если картина отличается (изображение отсутствует, смещено, размазано), свяжитесь со мной.

4. **Проверка наличия засветки.** Получить кадр с длительной экспозицией. Можно днем, но свет под куполом лучше погасить, крышка M1 должна быть закрыта.

```
shutter 1  
exp 10.0  
numKin 1  
EMGain 500  
filter I  
light off  
acq
```

И аналогичный тест при filter V. Таким образом проверяется что в приборе отсутствуют внутренние источники света. Полученные кадры должны выглядеть примерно так:

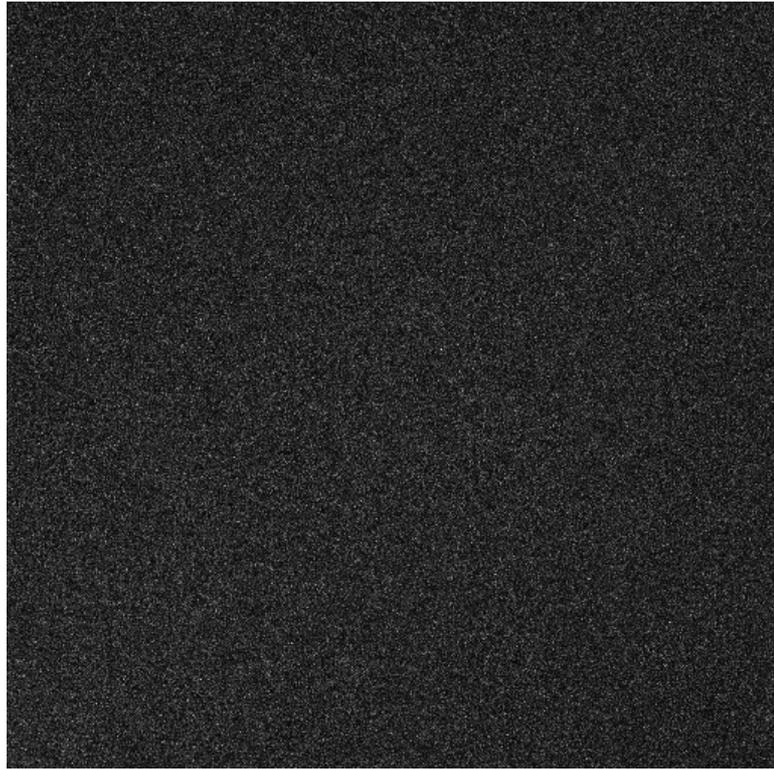


Рис. 12: Пример кадра, полученного с длинной экспозицией и открытым затворе, но телескоп не наведен на астрономический объект.

Если картина отличается (сигнал значительно больше и переменен по полю), свяжитесь со мной.

5. **Проверка синхронизации по внутреннему источнику** (не обязательно). Проверка синхронизации выполняется для одного из предустановленных режимов синхронизации. Напомним, что последний определяется следующими параметрами: название `synchroMName`, скорость вращения HWP: `synchroMSpeed`, экспозиция `synchroMExp`, где `M` – число от 0 до 3. Соответственно, поддерживается 4 режима синхронизации.

Итак, чтобы проверить например режим под названием 300 нужно вначале установить его:

```
synchro 300
```

Затем получить серию изображений внутреннего источника при вращающейся полуволновой пластинке.

```
Shutter 1
```

```
light on
```

```
HWPMode cont
```

```
mirrorMode auto
```

```
filter I
```

```
EMGain 1
```

```
mirrorPosLinpol -10100
```

```
prtas
```

Подождать пока зеркало выведется, затем нажать `q`, подождать пока зеркало введется.

Получить также `BIAS`. Затем воспользоваться скриптом `~/Processing/alignment/synchro/syn.m` лежащим на компьютере камера. Величина `divide exposure by` не должна отличаться от 1 больше чем на $1e-5$. Если это все-таки наблюдается, то нужно разделить `synchroMExp` на предлагаемое число и заменить его также в файле конфигурации сессии. В конце вернуть `mirrorPosLinpol -2500`.

6. **Проверка того, что установлена нужная HWP** (не обязательно). Управляющая

программа считает что при запуске установлена красная полуволновая пластинка. Глубина модуляции флуктуаций потока, измеренных в предыдущем пункте при этом должна быть порядка единицы.

7. **Проверка работы вспомогательной камеры.** Перейти в директорию /home/safonov/Bullseye . Запустить программу командой
`./bullseye -c/nd2/session5K/bullseye.cfg -x`
Закреть ctrl-C если все хорошо.
8. **Проверка работы ADC** (не обязательно). Навестить на яркую низкую звезду, установить фильтр V, включить ADC, посмотреть, резкие ли изображения.