

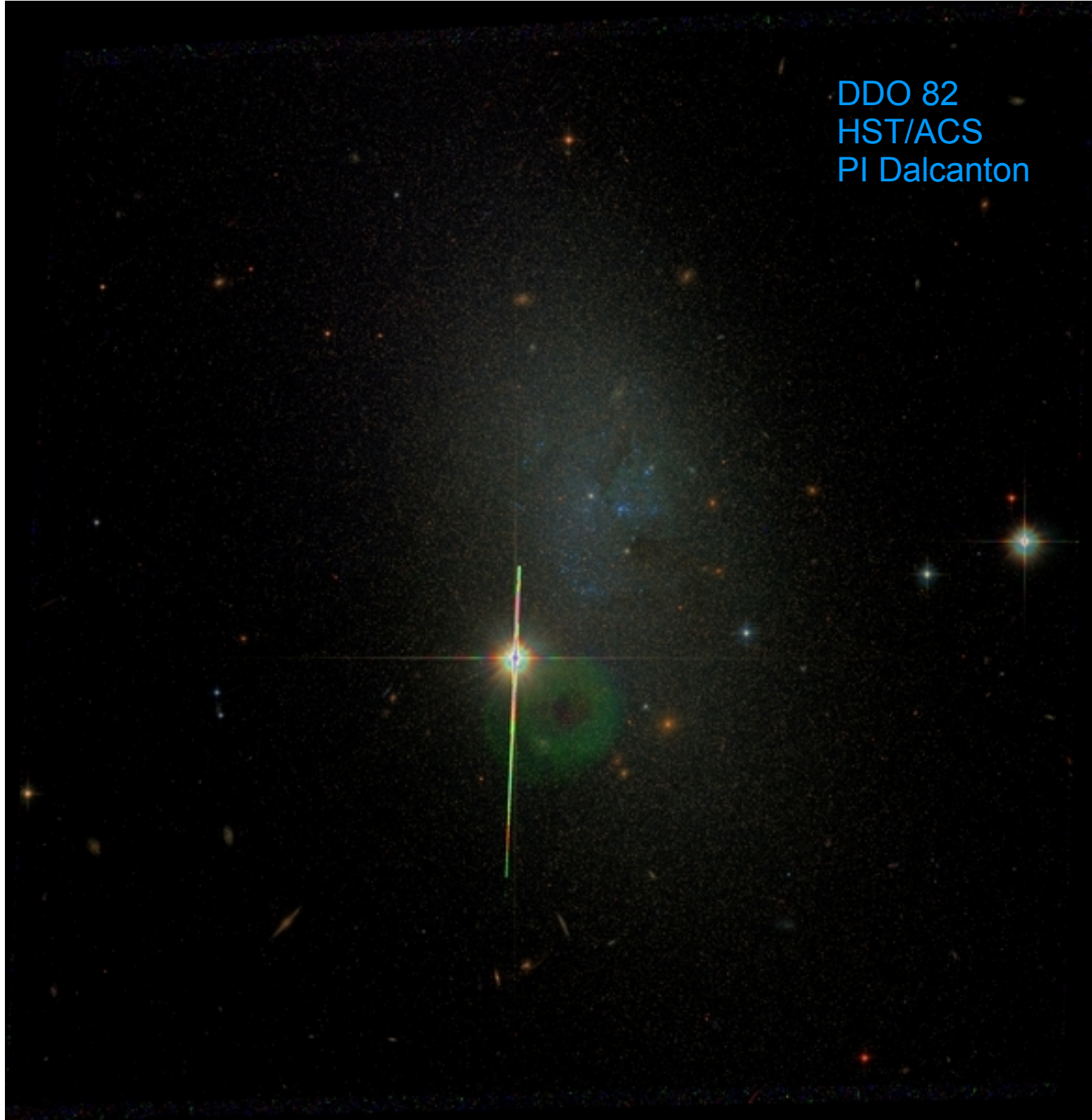
Обработка астрономических изображений

Л. Н. Макарова



Специальная
астрофизическая обсерватория
Российской академии наук

DDO 82
HST/ACS
PI Dalcanton



CCD- изображение

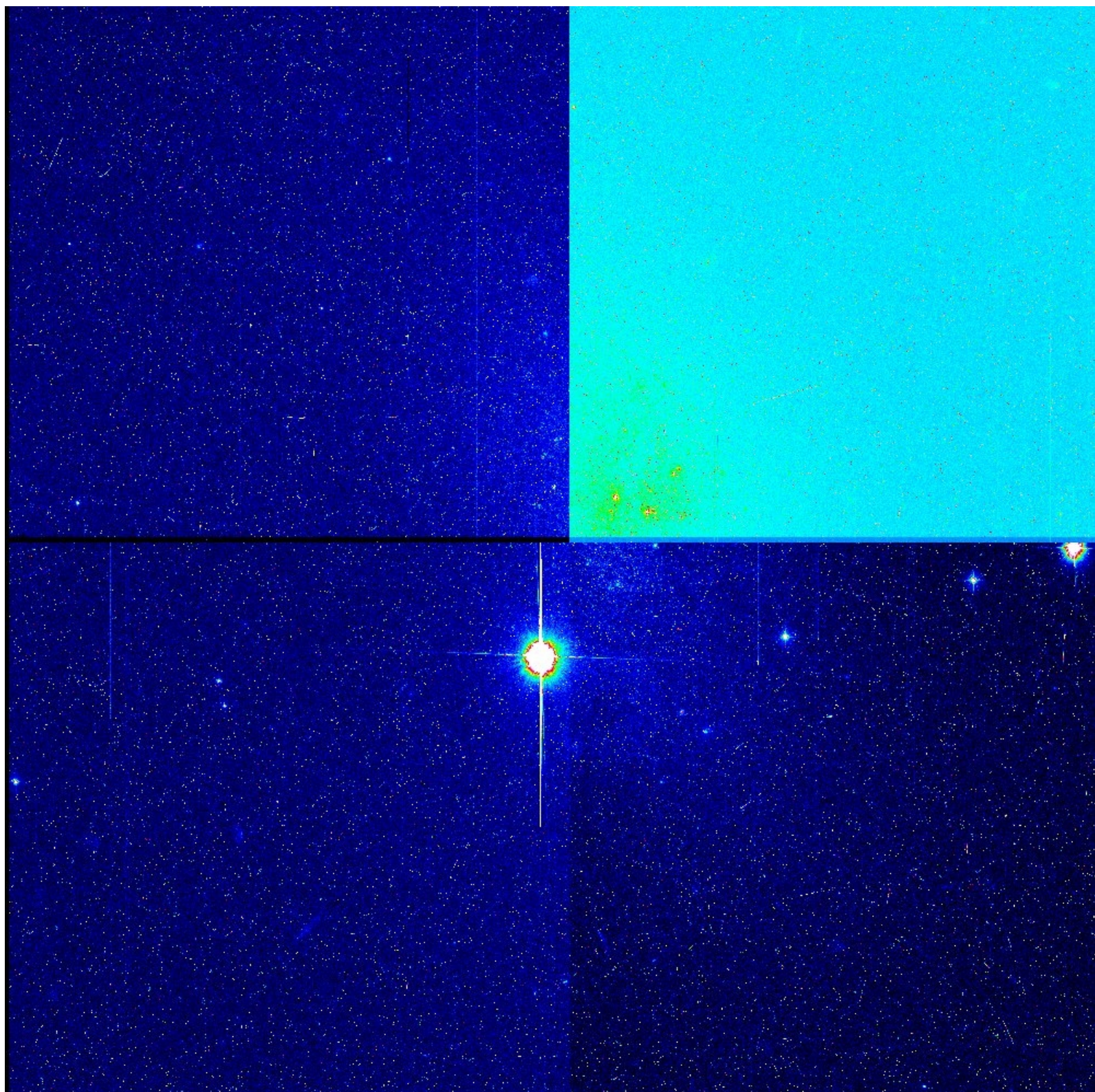
- *CCD- матрица: прибор с зарядовой связью, состоящий из светочувствительных элементов*
- *Запись в формате FITS: цифровой формат файлов, используемый в науке для хранения изображений и их описаний*
- *Поток излучения переводится в единицы ADU*

Первичная обработка изображений

- *CCD-изображение обычноотягощено рядом систематических ошибок. Такие ошибки подразделяются на 3 класса:*
- *Косметические*
- *Мультипликативные*
- *Аддитивные*

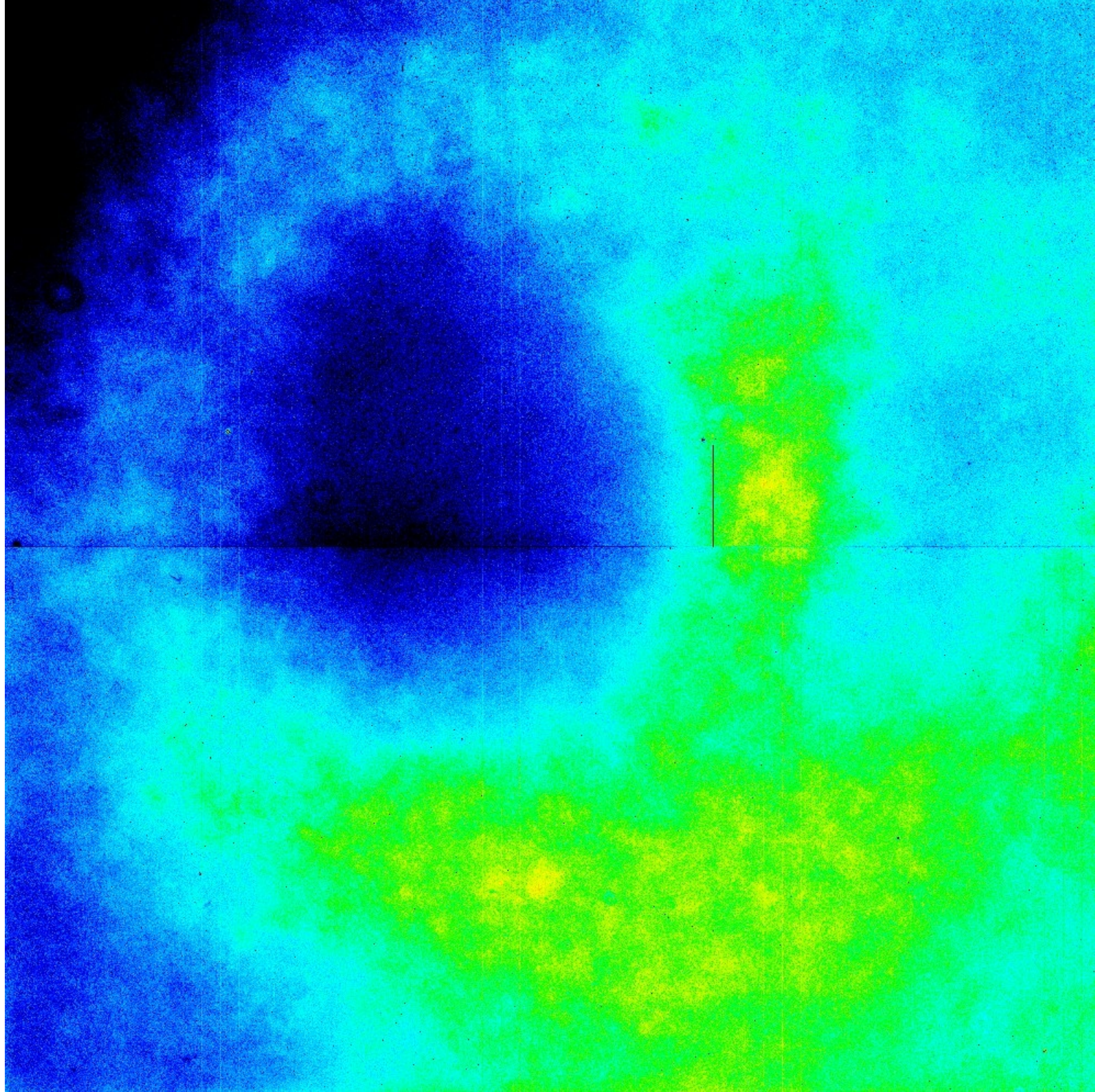
Косметические ошибки

- *появляются в результате дефектов самой CCD-матрицы и представляют собой т.н. "плохие" пиксели и колонки. "Плохие" пиксели могут быть*
- *"горячими" (они отчетливо проявляются на т.н. "темновом" изображении - изображении, получаемом в результате экспозиции с закрытым затвором),*
- *"холодными", т. е. нечувствительными, или с нелинейным откликом на различные уровни засветки.*



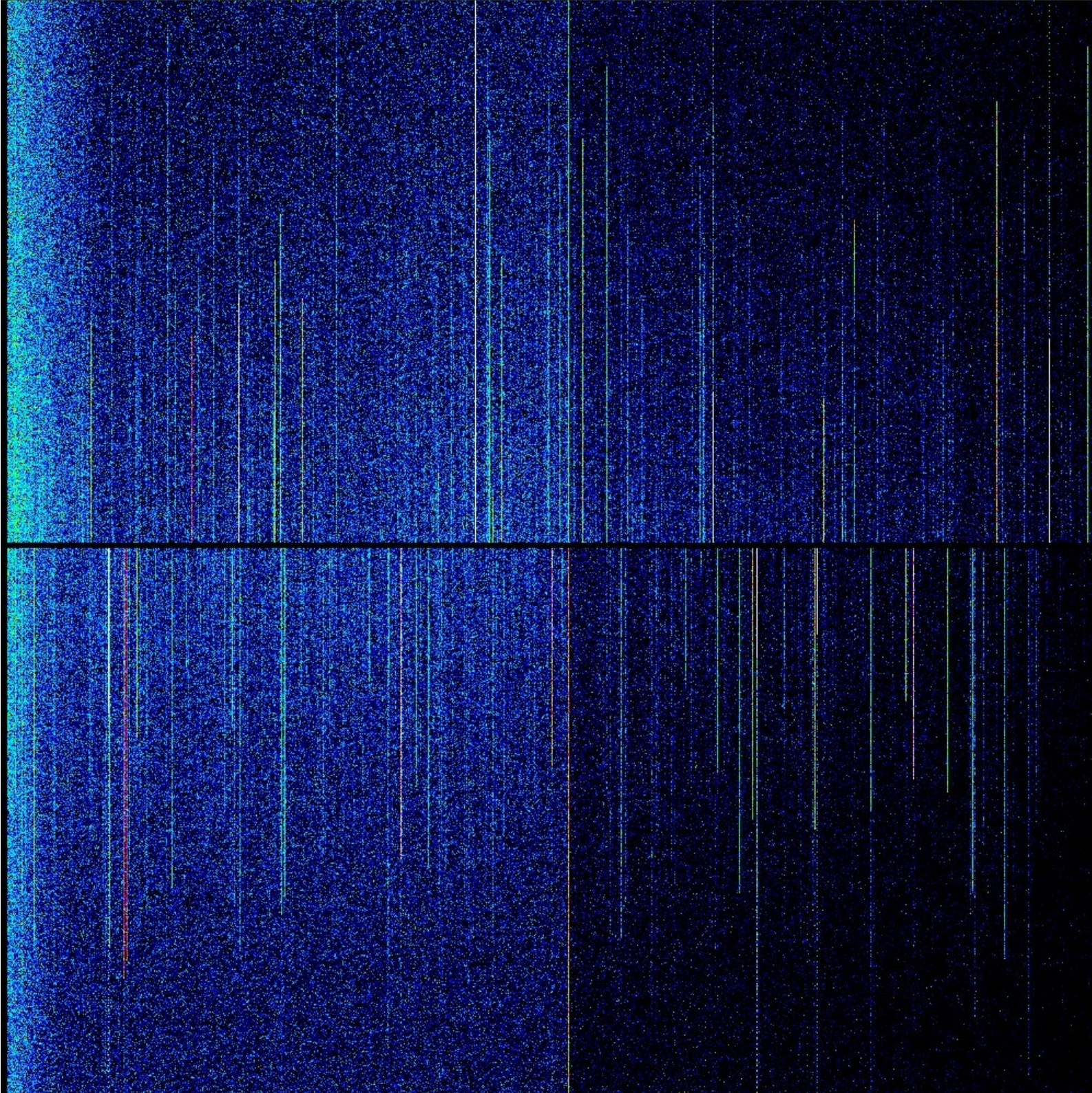
Мультипликативные ошибки

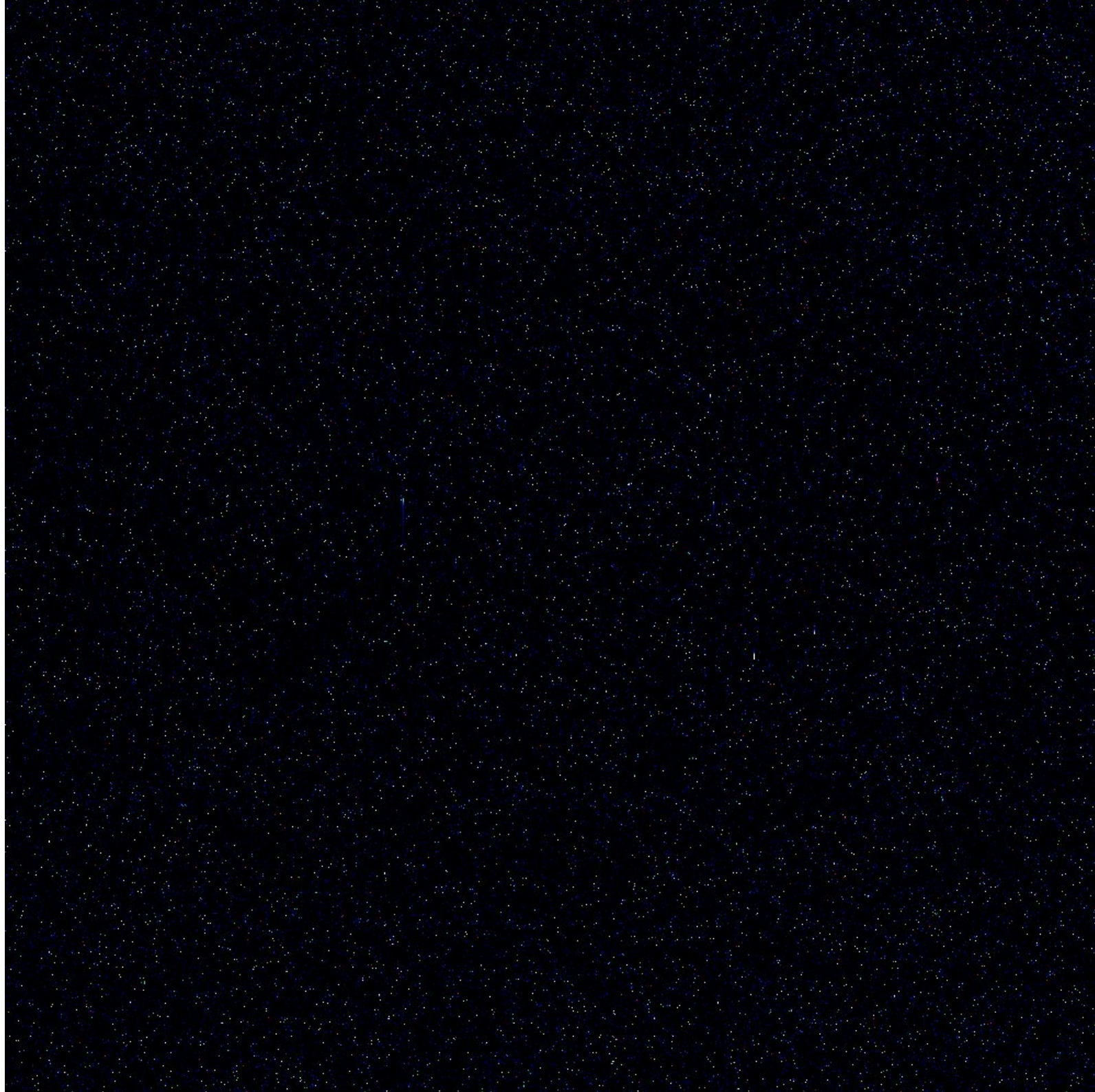
- вызваны неравномерностью передачи света оптикой и неравномерностью квантовой эффективности по полю ССД. Неравномерность передачи света оптикой может быть обусловлена
- самим оборудованием или его загрязнением, например, пылью или отпечатками пальцев.
- Неравномерность квантовой эффективности есть у большинства ССД и особенно очевидна у тонких матриц из-за неоднородности толщины. Неравномерность квантовой эффективности зависит от длины волны.

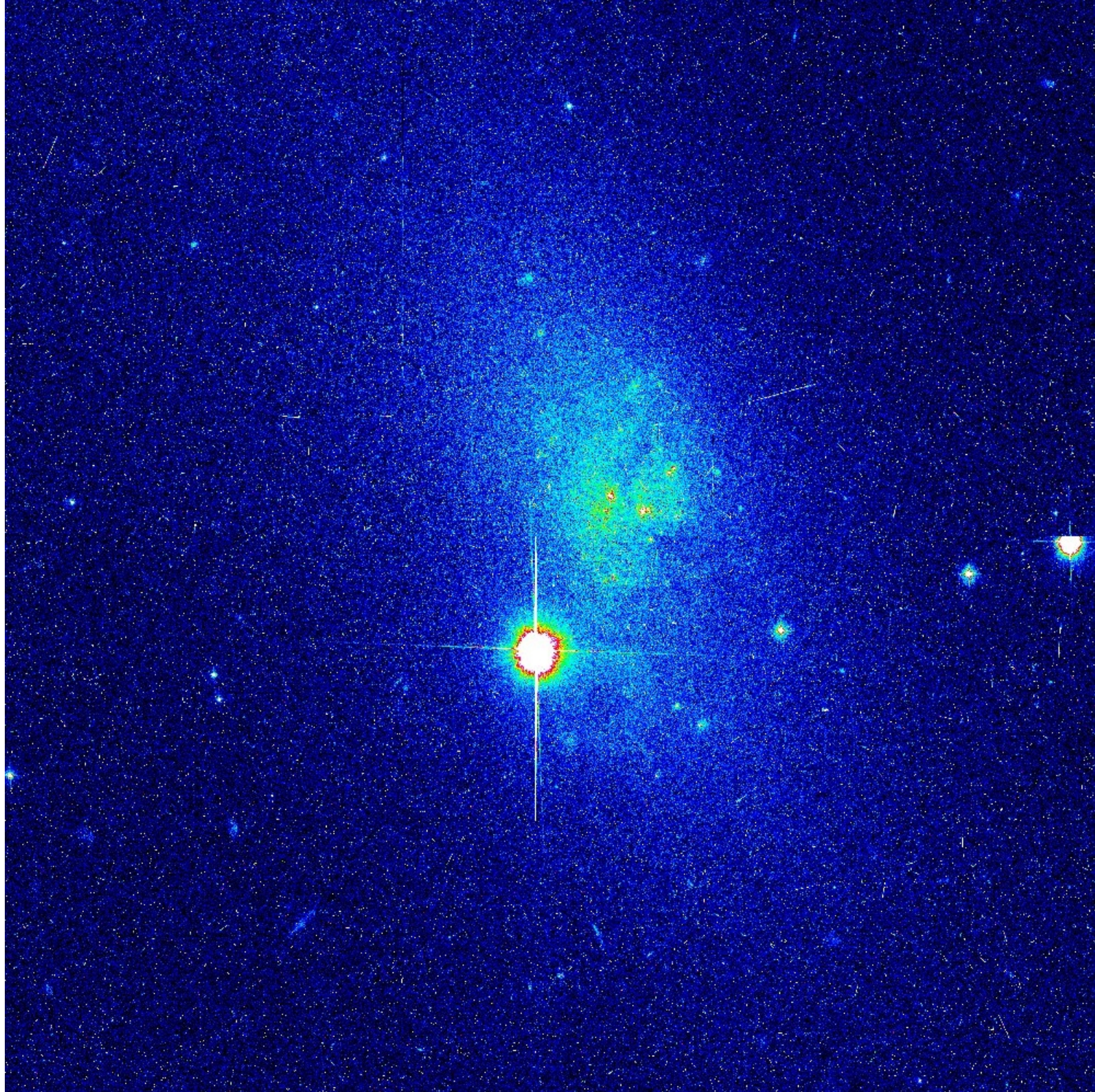


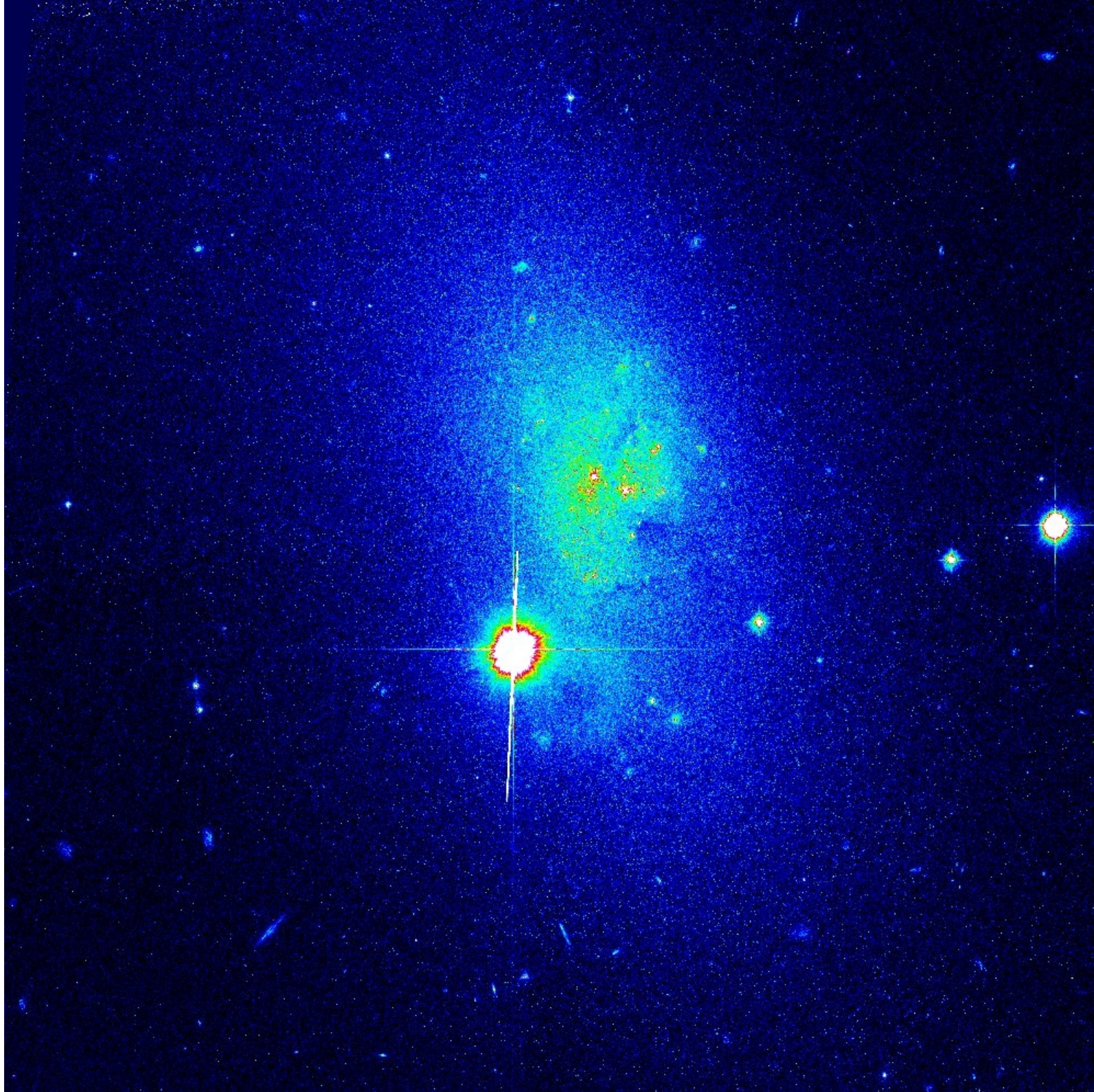
Аддитивные ошибки

- Включают в основном т.н. байес структуру и темновой ток.
- Байес - это небольшой добавочный положительный заряд, обычно имеющий постоянную структуру по полю CCD. Общий уровень этого заряда может дрейфовать с изменением температуры внутри электронной камеры. Байес является фундаментальным фотометрическим нуль-пунктом системы.
- Темновой ток может возникать из-за общего теплового излучения CCD, особенно если камера работает при температуре выше -100 градусов С. Это излучение может быть очень чувствительным к времени экспозиции.

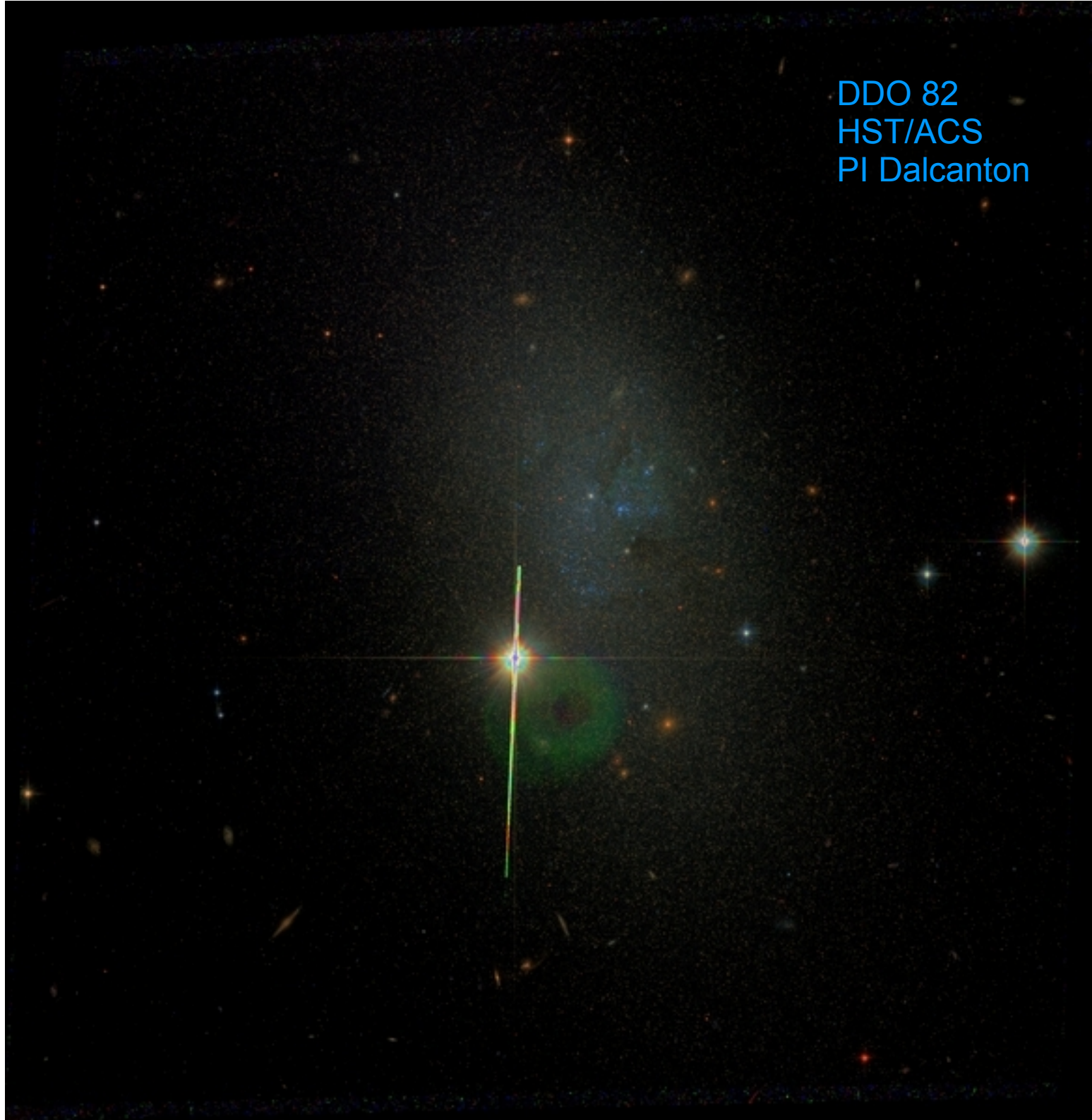








DDO 82
HST/ACS
PI Dalcanton



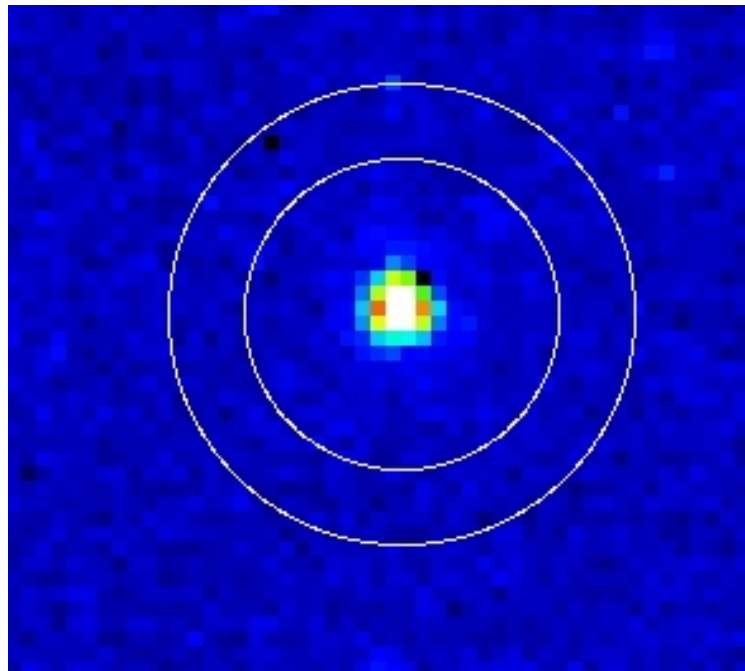
Понятие фотометрии

В оптическом и близком к нему диапазонах (ИК, УФ) существуют специфические единицы измерения потоков излучения, называемые **звездными величинами**. Математическое определение звездных величин было сформулировано Погсоном :

$$m_2 - m_1 = -2.5 \lg (F_2/F_1)$$

Звездная фотометрия

В принципе, измерение яркости звезды на CCD-изображении должно быть простой задачей. Нужно просуммировать отсчеты всех пикселей, которые содержат свет звезды и вычесть из них вклад фона неба, оцененный по близлежащим пикселям. Поскольку для этого обычно используют круговую апертуру, то метод называется апертурной фотометрией. На практике, однако задача оказывается не так проста и разделяется на три отдельных задачи: определение центра изображения звезды, определение и вычитание вклада фона неба и собственно оценка полной звездной величины объекта



Апертурная фотометрия

Одной из основных проблем звездной фотометрии является выбор фона. Сигнал фона неба складывается из нескольких составляющих.

Прежде всего это излучение атмосферы Земли, зодиакальный свет, а также свет неразрешенных звезд и галактик фона.

В идеальном случае изолированной звезды достаточно измерить сигнал в кольце, центр которого совпадает с центром звезды, а внутренний радиус достаточно велик (несколько величин FWHM - полной ширины звездного профиля на половине максимума интенсивности), чтобы исключить влияние на результат измерения крыльев звезды.

Апертурная фотометрия

Фундаментальный принцип, определяющий звездную фотометрию, заключается в том, что с линейным светоприемником, таким как CCD, и отсутствием заметных искажений, вносимых оптическими элементами камеры, функция рассеяния точки (PSF) одинакова для всех звезд изображения, независимо от их яркости и координат на кадре.

PSF определяется как двумерное распределение интенсивности, возникающее в светоприемнике под воздействием точечного источника излучения (звезды).

Тогда изображения ярких и слабых звезд отличаются только масштабом PSF, т.е. звездные изображения содержат одинаковую долю полной интенсивности в апертуре данного радиуса.

PSF-фотометрия

На практике нередко возникают случаи, когда апертурная фотометрия не может дать хорошей точности.

Это в основном случаи так называемых густых звездных полей, возникающих на изображениях таких объектов, как шаровые скопления нашей Галактики, а также близкие галактики, разрешаемые на отдельные звезды. Для таких случаев PSF-фотометрия дает лучшую точность.

В основу метода PSF-фотометрии положен упомянутый уже принцип, что все звезды на изображении имеют одинаковую форму, отличаясь только масштабом PSF. Оценку звездных величин делают, приближая заранее определенную PSF к изображениям звезд.

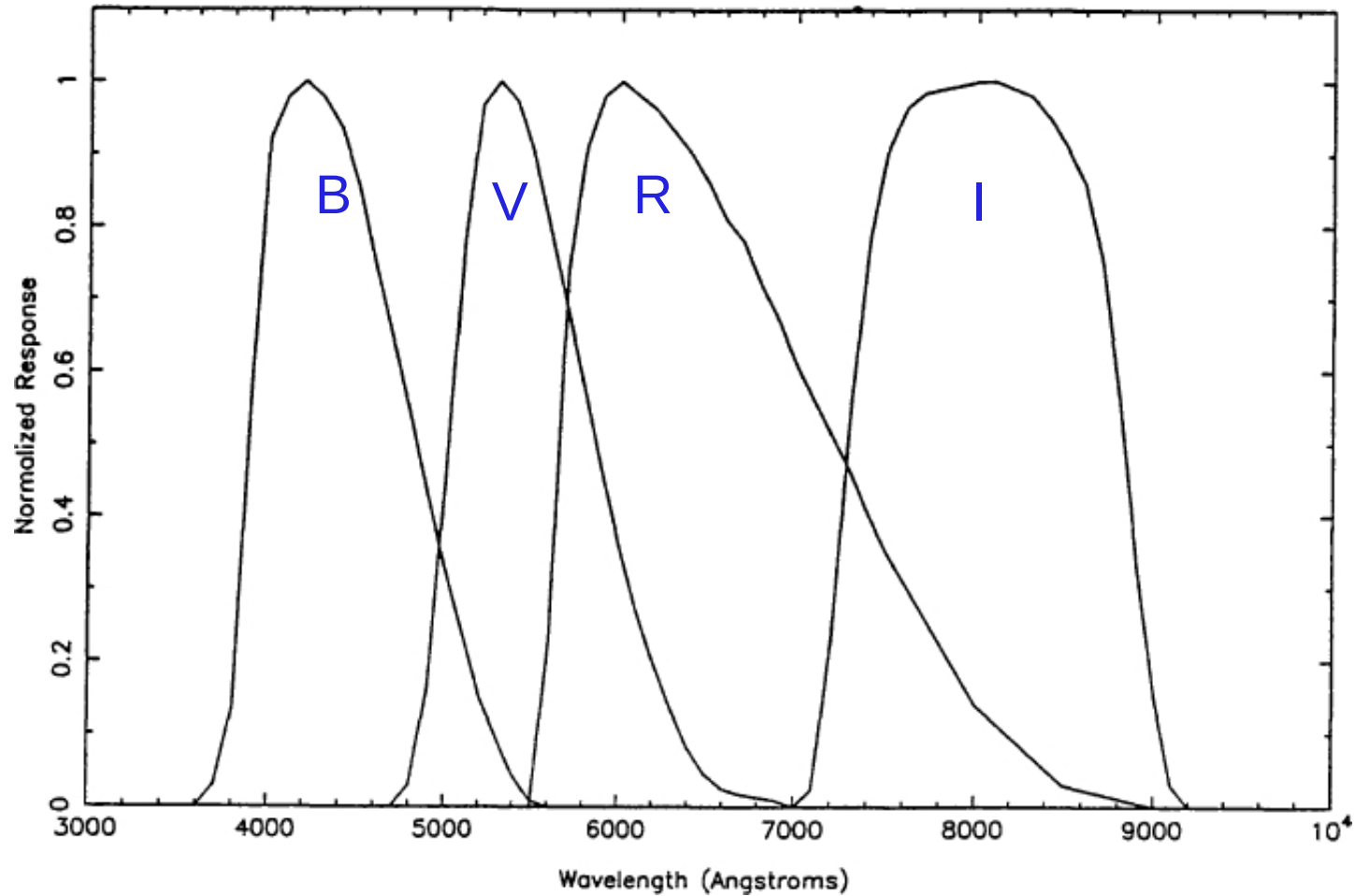
Звездная фотометрия

В качестве финального шага необходим переход от инструментальных звездных величин в стандартную фотометрическую систему. Фотометрические системы бывают:

- широкополосные (ширина фильтра 1000 Å) (UBVRI система Джонсона-Козинса, Вашингтонская $SM T_1 T_2$)
- среднеполосные (ширина фильтра несколько сотен Å)(Стремгрен $uvby$, Туан-Гунн $uvgriz$)
- узкополосные (ширина фильтра несколько десятков Å)(обычно используются для эмиссионных линий, например, H_{α})

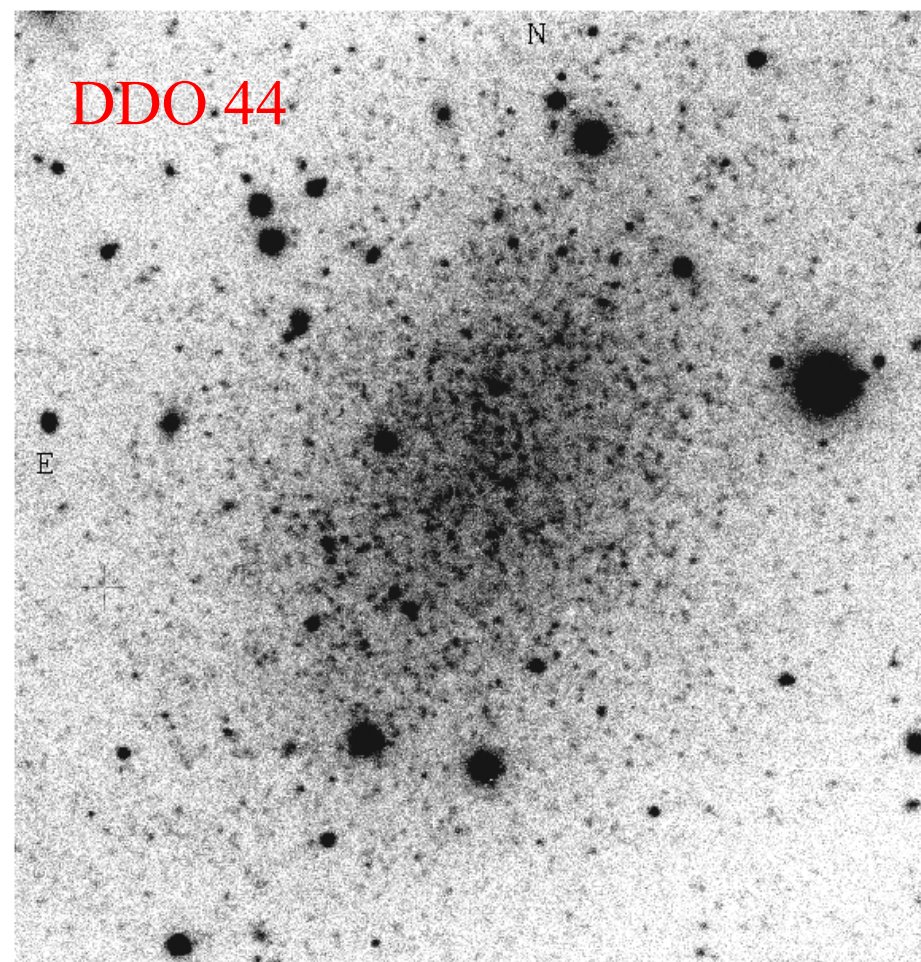
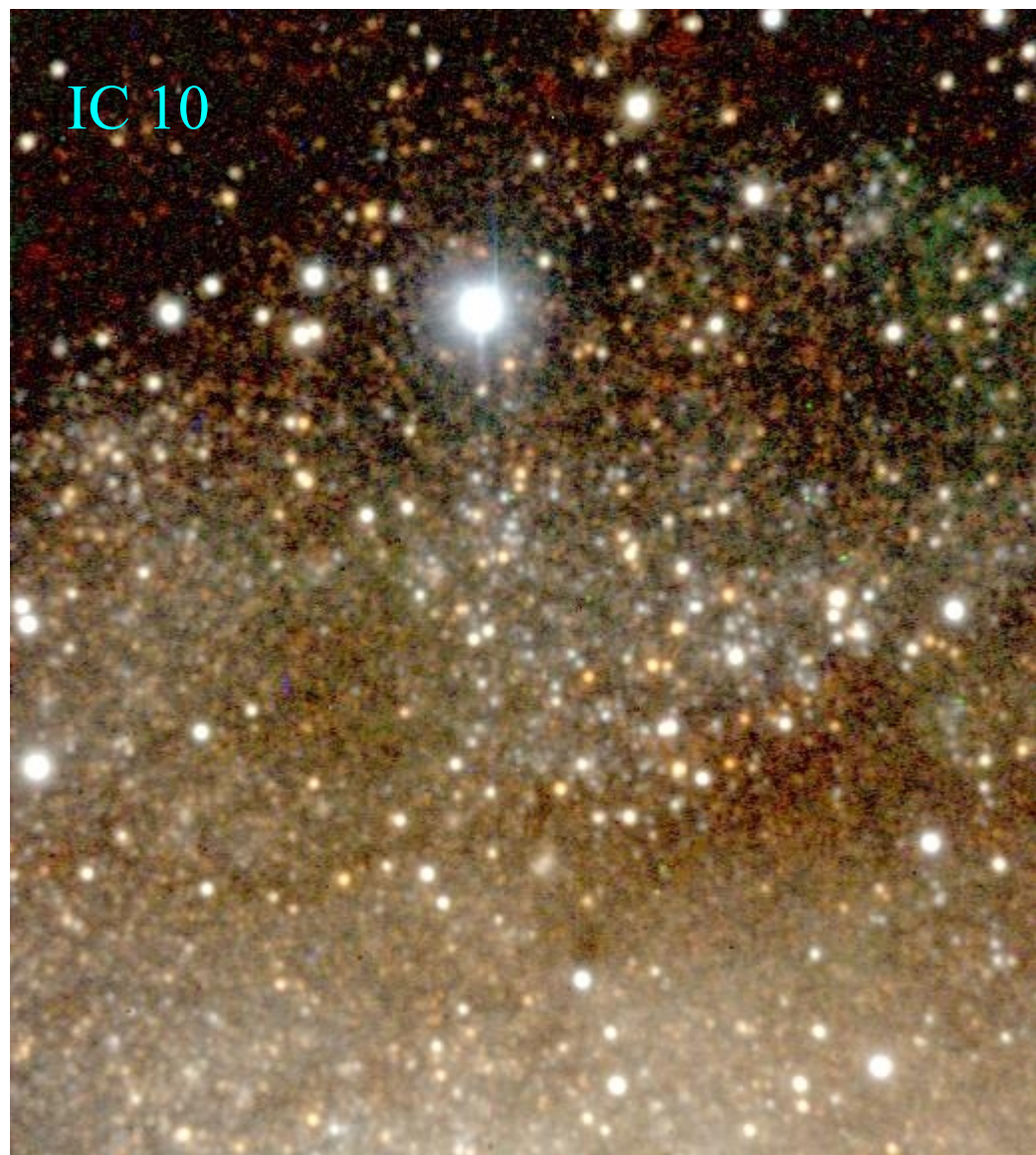
В связи с необходимостью перехода становится понятной важность наблюдения стандартных звезд.

Звездная фотометрия



Кривые пропускания фильтров BVRI (Bessell 1990)

Разрешенные на звезды галактики, полученные на БТА



Н.А.Тихонов, М.Е.Шарина

Звездная фотометрия

KK 197

