Региональная конференция по научно – техническому творчеству школьников «Лабиринты науки»
секция Физика и компьютерные технологии

Астрономическая фотография, как один из видов увлечения (хобби)

Работа выполнена:
Чугуновым Владиславом Александровичем
учеником 11 класса СОШ № 30 Рыбинска Ярославской области
Научный руководитель:
Большакова Любовь Александровна,
учитель физики СОШ № 30
Рыбинска Ярославской области

2023 г.

Оглавление

Введение 3

Глава 1. Теория изучение небесных объектов 4

1.1. Способы изучения небесных объектов (внеатмосферное наблюдение) ... 4

1.2. Способы изучения небесных объектов (наблюдение с Земли) 5

1.3. Способы фотографирования с Земли 6

1.4. Последовательность действий при фотографировании небесных объектов 7

1.5. Особенности наблюдения и фотографирования с Земли естественного спутника – Луны 8

Глава 2. Использование специальных компьютерных программ для обработки астрономических фотографий 8

Заключение 10

Информационные источники 10

Приложения 11

Введение

Люди имеют очень много увлечений от самых простых: сбор марок, нумизматика, вязание. Моё увлечение — это астрофотография. Астрофотография — это особый вид фотографии, в которой основным объектом экспозиции является ночное небо и ее содержимое в виде объектов глубокого космоса, Солнечной системы, и который используется как в художественной сфере, так и в научной. В последние десятилетия развитие цифровых технологий открыло этот вид искусства для массового потребителя — теперь даже владелец смартфона способен запечатлеть звездное небо без сильного проигрыша в качестве изображения. Астрофотография отражает почти идентичное, доподлинное содержимому на небе — тому, что чаще всего незаметно невооруженным глазом. Астрофотографии, полученные с помощью внеатмосферных телескопов Хаббл и Уэбб, дают красивые цветные изображения небесных объектов.

Цель работы: создание календаря на 2023 год с астрофотографиями

Гипотеза: фотографируя небесные объекты с поверхности Земли, можно получить их чёткое изображение, используя специальные компьютерные программы.

Актуальность: проект является актуальным, поскольку в настоящее время многие люди от школьников до пенсионеров интересуются астрономией, а создание календаря помогает ориентироваться во времени.

Задачи работы:

1. изучить способы наблюдения небесных объектов с использованием инструментов внеатмосферных наблюдений;
2. сравнить основные характеристики внеатмосферных телескопов Хаббл и Уэбб;
3. изучить способы, особенности, последовательность действий при фотографировании небесных объектов с поверхности Земли;
4. провести фотографирование космических объектов с помощью фотоаппарата (Canon450D);

5. познакомиться с компьютерными программами для обработки астрономических фотографий;
6. провести обработку астрофотографий Луны и созвездия Пояс Ориона с помощью компьютерной программы DeepSkyStacker.

Методы исследования:

1) теоретические:

- теоретическое изучение материала
- систематизация материала на основе источников информации
- обобщение
- анализ

2) эмпирический:

- наблюдение и фотографирование космических объектов
- обработка астро-фото с помощью компьютерной программы (DeepSkyStacker)
- создание календаря на 2023 год с астрономическими фотографиями

Объект исследования - космические объекты

Предмет исследования - программа для обработки фотографий

Глава 1.

1.1 Способы изучения небесных объектов (внеатмосферное наблюдение)

В 21 веке астрономия неожиданно стала одной из самых зрелищных естественных наук и в каком-то смысле даже вошла в моду. Произошло это во многом благодаря космическому телескопу «Хаббл». Визуальное качество его снимков превосходило всё, что удавалось получить на земных обсерваториях. А дополнительная обработка, выполняемая сотрудниками Института космического телескопа, породила тренд на новый жанр фотоискусства, основанного на профессиональных астрономических снимках. Телескоп «Хаббл» отработал на орбите вдвое больше первоначально запланированных 15 лет. Космический телескоп нового поколения должен был прийти ему на смену в 2007-м. Однако разработка

затягивалась, и лишь в декабре 2021 года инструмент, получивший имя «Джеймс Уэбб», был успешно запущен в космос.

Космический телескоп, предназначенный для получения изображений с разрешением лучше одной угловой секунды, требует точного управления наведением. Система контроля должна следить, чтобы в поле зрения телескопа не попали Солнце или Луна, которые могут оказаться слишком яркими для бортовых чувствительных приборов. В то же время панели солнечных батарей должны быть постоянно ориентированы на Солнце. В поле зрения оптических датчиков должно попадать достаточно известных звезд, чтобы можно было убедиться в правильности наведения на цель главного телескопа. Выполнение всех этих требований заметно ограничивает периоды времени, когда можно наблюдать тот или иной объект.

Сравнение характеристик «Хаббла» и «Джеймс Уэбба» приведены в (приложении 1)

Любители астрофотографии имеют возможность наблюдать объекты глубокого космоса с использованием вне атмосферных телескопов.

1.2 Способы изучения небесных объектов (наблюдение с Земли)

Фотографировать небесные объекты начали ещё со времён появления фотографии и во всех профессиональных обсерваториях, того времени, стояли приборы под названием астрограф – это тот же самый телескоп только место окуляра у него была фотопластинка. Пластинки были габаритами порядка 300 на 300 миллиметров и на них получали изображения небесных объектов. Технология регистрации движения на плёнку была довольно утомительной, то есть нужно сначала длительное время отслеживать положение объекта в поле зрения фотоаппарата, затем проявлять и обрабатывать плёнку, из-за чего от момента фотографирования до момента получения картинки проходит очень много времени. Но благодаря развитию технологий на смену плёночной фотографии пришла цифровая регистрации сигнала, то есть теперь изображения объектов получают с помощью цифровых фотокамер. Технология цифровой обработки

очень сильно отличается от плёночной, если плёночной технологии нужно ставить длительную выдержку примерно до получаса, чтобы накопить сигнал в одном кадре, то цифровые технологии позволяют разбить этот интервал на много участков. То есть можно сделать много кадров с относительно короткими экспозициями, а затем с помощью программы обработки сложить эти кадры и тем самым накапливать фотоны на изображении, из-за чего его качество улучшается.

1.3 Способы фотографирования с Земли

Первый способ – фотоаппарат, закреплённый на неподвижном штативе (азимутальной монтировке). С неподвижного штатива можно получить изображения созвездий, млечный путь, яркие кометы, метеоры на фоне звёзд. Имея длиннофокусный объектив, можно получить детали крупных небесных тел. Но у этого способа есть своя особенность, которую нужно учитывать, так как наша планета вращается вокруг своей оси, то и полученные изображения звёзд не будут выглядеть, как точки. Чтобы звёзды получались в виде точек нужно воспользоваться правилом 600. Нужно фокусное расстояние объектива разделить на 600, и тогда получится выдержка, которую нужно поставить, чтобы изображения звёзд были в виде точек. Например, если фокусное расстояние на объективе фотоаппарата выставлено на 100 миллиметров, то нужно 600 разделить на 100, и мы получим выдержку, которая будет ровна 6 секундам. При этой выдержке и фокусном расстоянии объектива равным 100 миллиметрам получим изображение звёзд в виде точек. Ещё один момент для определения выдержки – это удаление звёзд от полюса мира, чем больше склонение звезды, тем меньше заметны треки на фотографиях. Для этого нужна специальная таблица, которая определяет выдержку от склонения звезды и фокусным расстоянием объектива (Приложение 3). Следующая особенность при фотографировании с не подвижного штатива – это общее время накопления сигнала. Если мы будем делать большое количество фотографий участка неба, то при сложении всех этих фотографий в специальных программах получим

изображение качество, которого лучше качества одного такого снимка на √N раз, N – количество снимков.

Второй способ – фотоаппарат, закреплённый на экваториальной монтировке. Суть этого способа состоит в том, что полярная ось смещается параллельно оси мира, а другая ось идёт по оси склонения. Для того чтобы воспользоваться этим устройством нужно, настроить полярную ось на полюс мира, объектив навести на интересующий нас объект, и дальше мотор вращает всю эту установку вокруг полярной оси. В чём разница между экваториальной монтировкой и азимутальной? У азимутальной монтировки две оси вращения: вертикальная и горизонтальная, а в экваториальной одна ось направлена параллельно оси мира, а другая по оси склонения. Для фотографий это проявляется в том, что объект на азимутальной установке можно отслеживать при определённой выдержке, но из-за того что полярная ось направлена под углом, объекты, которые находятся по краям поля зрения объектива, будут изменять своё местоположение, а фотографии с экваториальной монтировки таких минус не имеют, так как ось установки параллельна ост мира и скорость вращения совпадает со скоростью вращения Земли.

1.4 Последовательность действий при фотографировании небесных объектов

1) Сборка устройства.

2) Настройка полярной оси (для экваториальной монтировки).

3) Настройка фотоаппарата.

4) Настройка скорости работы двигателя часового механизма (для экваториальной монтировки).

5) Фокусировка фотоаппарата на интересующем нас объекте.

6) Наведение на область съёмки.

7) Съёмка «Лайтов».

8) Съёмка «Дарков».

9) Съёмка «Флетов».

10) Загрузка снимков на компьютер.

11) Калибровка и сложение в программе DeepSkyStacker.

1.5 Особенности наблюдения и фотографирования с Земли естественного спутника Земли, Луны

При съёмке планет нашей системы, Луны или её деталей идёт, совершено другой подход, так как эти объекты обладают высоким блеском. Поэтому достаточно коротких экспозиций для фиксации их изображения. Когда фотографируются звёзды, то время их экспозиции сопоставимо со временем флуктуации атмосферы, но при фотографировании Луны или других объектов солнечной системы, то флуктуации атмосферы влияют на изображение и искажают качество изображения. Чтобы этого не происходило, нужно иметь объектив с большим фокусным расстоянием (не меньше 500 мм), и съёмки нужно проводить на экваториальной монтировке. Для регистрации изображения Луны, планет, Солнца желательно применять технологию видеосъёмки для того, чтобы убрать влияние флуктуаций атмосферы. Дальше при сложении всех кадров видеоролика шумы и флуктуации атмосферы усредняться, а сигнал от изображения планеты или Луны будет суммироваться между собой, из-за чего качество будет лучше, но есть не приятность в таком подходе, Например, период вращения Юпитера вокруг своей оси составляет 10 часов, если видеоролик делается в течение 2 минут, то здесь уже суточное вращение Юпитера будет сказываться на качестве видеоролика.

Глава 2. Использование специальных компьютерных программ для обработки астрономических фотографий

DeepSkyStacker – это программа предназначенная для обработки изображений небесных тел. Ей чаще пользуются начинающие астра фотографы. Преимущества этой программы заключены в простате и понятности интерфейса, она позволяет автоматически осуществлять все операции необходимые для сложения большого количества кадров. Также

программа может учитывать параметры всех служебных файлов (лайты, дарки, флеты).

Для обработки в DeepSkyStacker, смотреть (приложение 2), требуется загрузить файлы изображений и служебные файлы, смотреть (изображение 2 и 3 соответственно). После загрузки их нужно зарегистрировать, смотреть (изображение 4). Во всплывшем окошке цветом будет показано, на сколько обработка будет качественной, от красного – самого не качественного, до зелёного – самого лучшего сложения. Также в этом окне будут предложены рекомендованные параметры, которые автоматически улучшат наложение кадров. Теперь мы можем нажать на кнопку «ок». В следующем всплывшем окне нам покажут, какие у нас могут быть проблемы при сложении кадров. Если таковых нет, то нужно снова нажать на кнопку «ок» и тогда начнёт, выполнятся алгоритм обработки, который складывает все дарки и формирует мастер дарк, просматривает все флеты и формирует мастер флет, затем суммирует все световые кадры и обрабатывает результат сложения с учётом служебных файлов. На выходе мы получаем суммированное изображение всех полученных нами картинок и имеем дальнейшую возможность постобработки, которая включает в себя следующие функции:

1) Можно выбрать масштаб шкалы яркости (линейный, логарифмический, арксинус, корень квадратный, корень кубический и так далее), смотреть (изображение 5);

2)Можем сформировать баланс белого;

3) Есть калибровочная шкала яркости, смотреть (изображение 6);

4)В подразделе освещённость можем формировать отдельные характеристики изображения, смотреть (изображение 7);

5)В подразделе цветность можем формировать насыщенность полученной картинки, смотреть (изображение 8).

Важно понять, что единственный критерием оценки будет цвет звёзд. Звёзды обладают цветом, который мы можем достаточно уверенно определить. В первую очередь следует знать, что подавляющие большинство звёзд –

красные и оранжевые (96%). Остальные – жёлто-белые (3%), а белые и голубые – всего 0,9%.

Заключение

В работе рассмотрены основные способы получения астрономической фотографии, а также детально рассказано, как нужно обрабатывать изображения сделанные с поверхности Земли.

Используя программу DeepSkyStacker, мы подтвердили гипотезу. В результате у нас получилось обработать фотографии следующих астрономических объектов: Луна, созвездие Пояс Ориона.

Результатом проекта является календарь на 2023 год, который содержит в себе астрономические фотографии, полученные спутниками вне земной атмосферы, и фотографии, сделанные с помощью фотоаппарата. Таким образом, поставленные задачи решены, цель работы достигнута.

Информационные источники:

1) Александр Сергеев журнал русского географического общества «Вокруг Земли». Глава – «Глаза Земли».

2) сайт YouTube, Мастер класс по Астрофотографии Занятие 1 – https://www.youtube.com/watch?v=pAhxka6k49k (19.02.2023)

3) сайт YouTube, Мастер класс по Астрофотографии Занятие 2 – https://www.youtube.com/watch?v=WBNt2PewqLE&t=2s (19.02.2023)

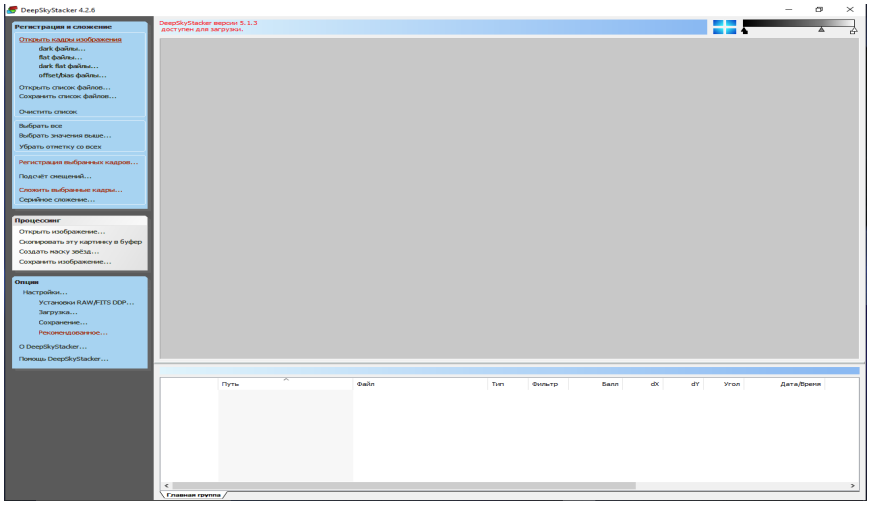
4) сайт Энциклопедия Круглосвет – https://www.krugosvet.ru/enc/nauka_i_tehnika/tehnologiya_i_promyshlennost/VNEATMOSFERNAYA_ASTRONOMIYA.html#part-3 (26.03.2023)

Приложение 1

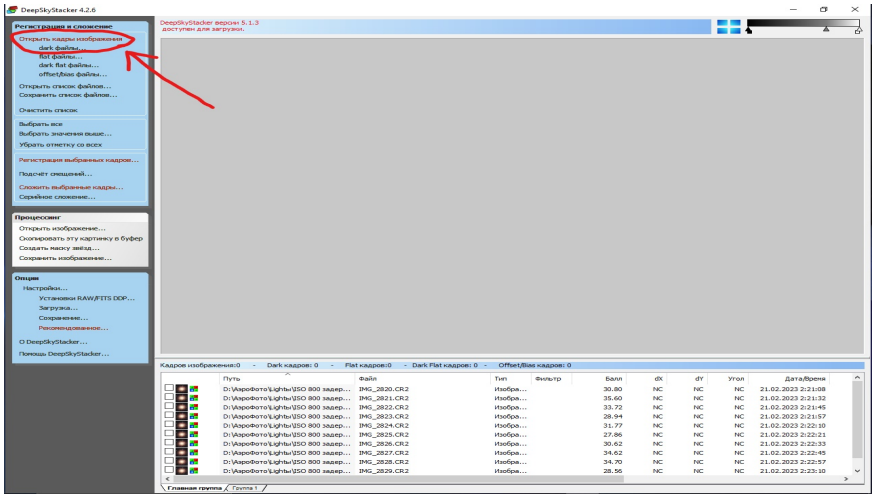
Название телескопа	Диаметр главного зеркала, м	Особенность конструкции главного зеркала	Спектральный диапазон, микроны	Система охлаждения	Орбитальное расположение	Срок службы
Хаббл	2,4	монолит из кремниевого стекла с алюминиевым покрытием	0,1-2,4	жидкий азот	низкая околоземная орбита	план – 15 лет, факт – более 30 лет
Джейм с Уэбб	6,6	сегментированное из бериллия с золотым покрытием	0,6-28	жидкий гелий	гало-орбита вокруг точки Лагранжа	план 10 лет

Приложение 2

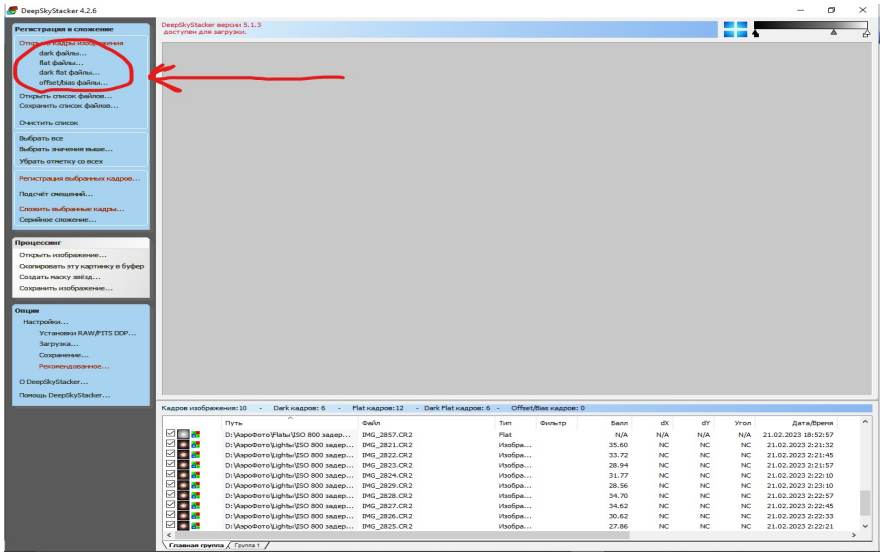
1) Запуск программы DeepSkyStacker



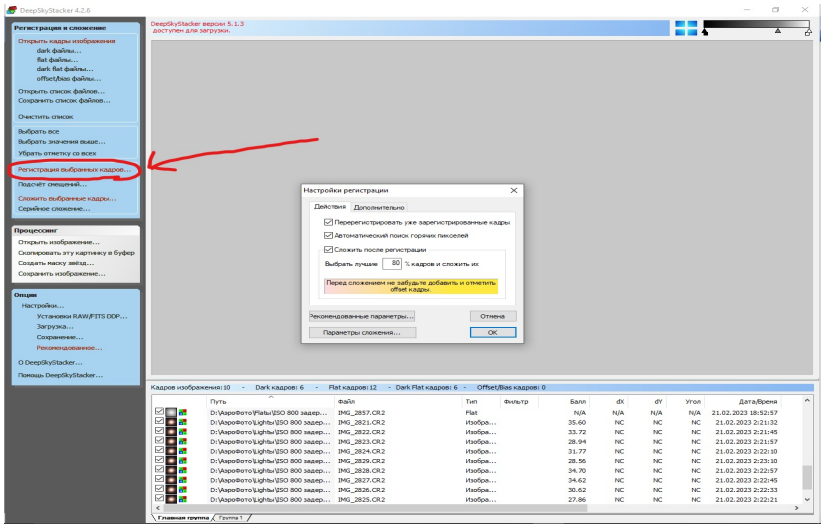
2）Загрузка изображений



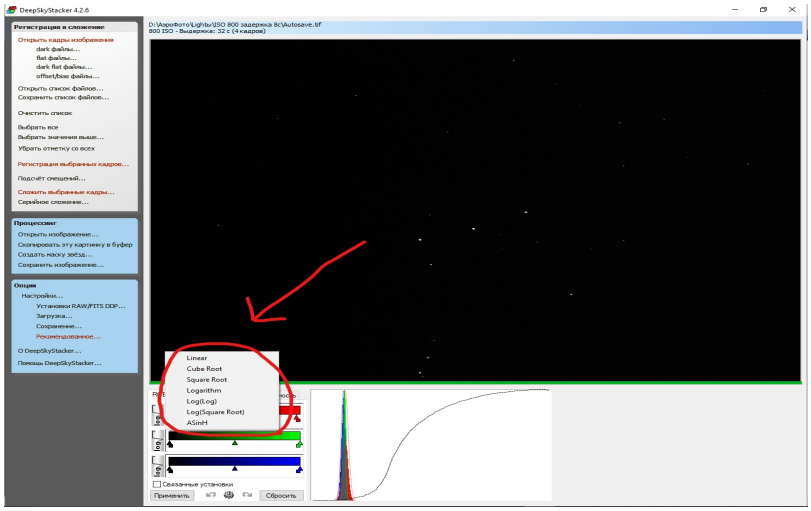
3) Загрузка служебных файлов



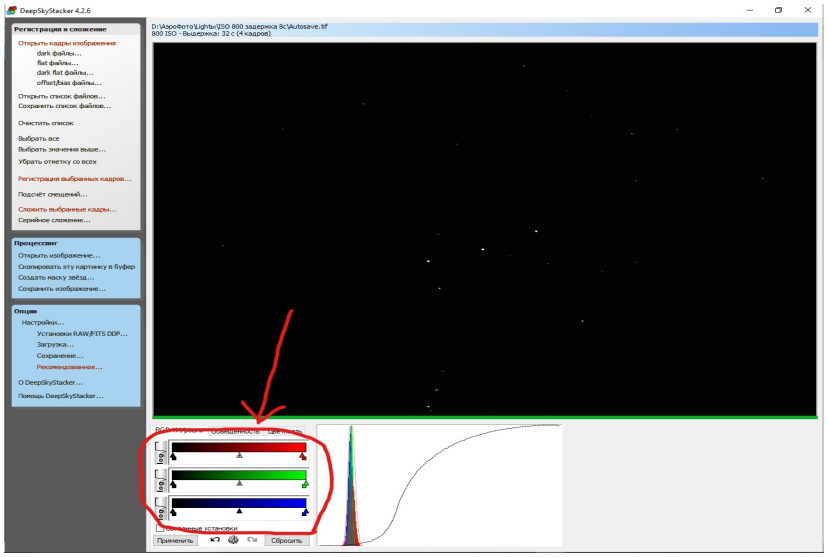
4) Регистрация файлов



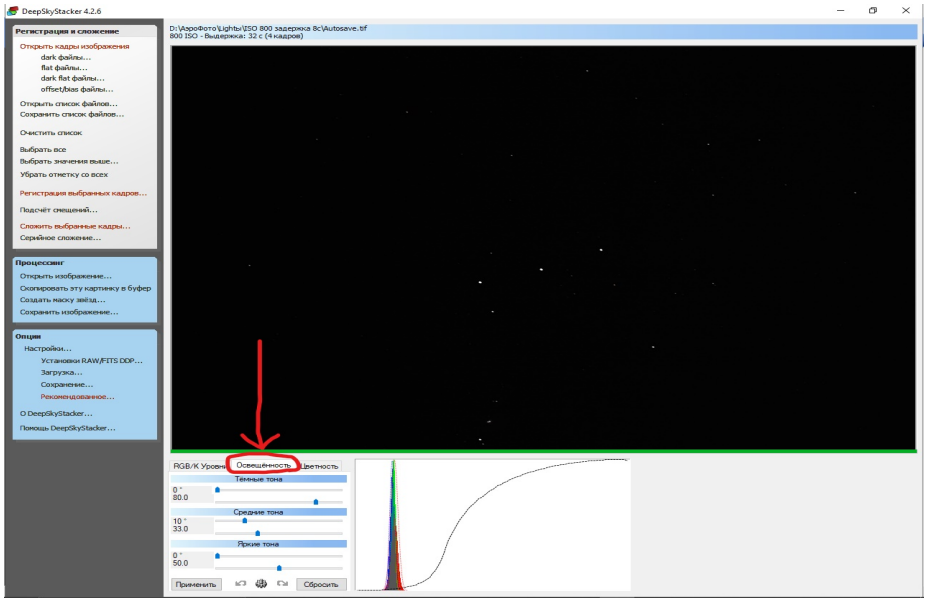
5) Выбор масштаба шкалы яркости



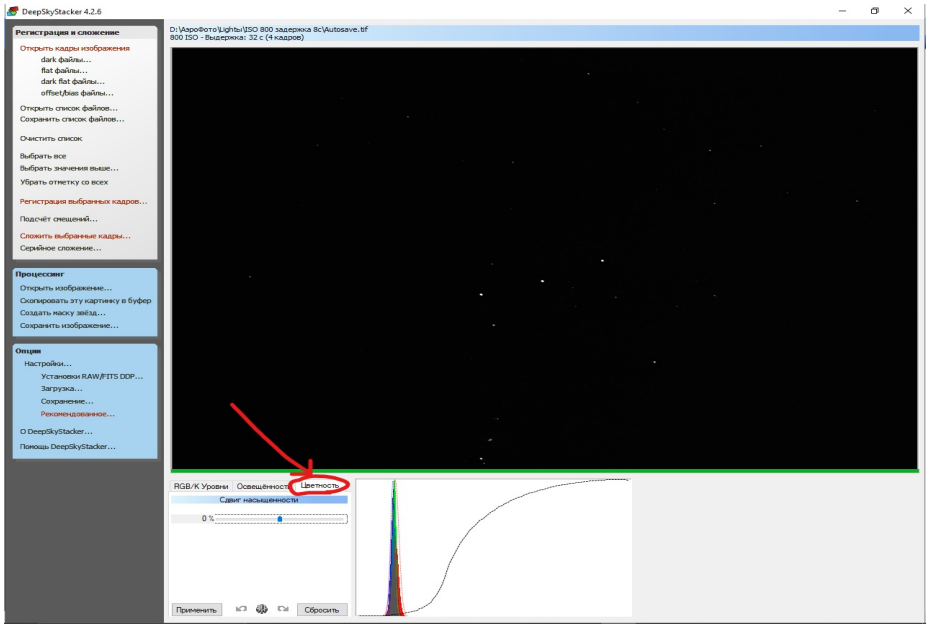
6) Калибровочная шкала яркости



7) Подраздел освещённость



8) Подраздел цветность



Приложение 3

Предельные выдержки (в секундах)				
Склонение	0°	40°	60°	75°
F объектива, мм 28	24.6	32.1	49.1	94.9
35	19.6	25.6	39.3	75.9
50	13.8	17.9	27.5	53.1
85	8.1	10.6	16.2	31.3
135	5.1	6.6	10.2	19.7
200	3.4	4.5	6.9	13.3

Приложение 4

1) Туманность Столпы творения. Телескоп Хаббл. 01.04.1995



2) Туманность Конская голова. Телескоп Хаббл. 24.04.1990



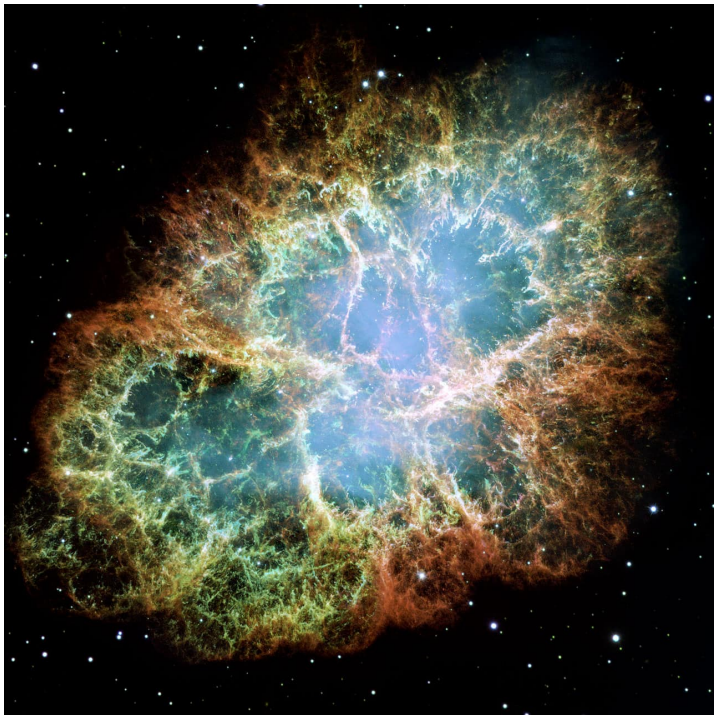
3) Галактика Андромеда. Телескоп Хаббл. 05.01.2015



4) Туманность Лагуна. Телескоп Хаббл. 03.08.2015



5) Крабовидная туманность. Телескоп Хаббл. 01.12.2005



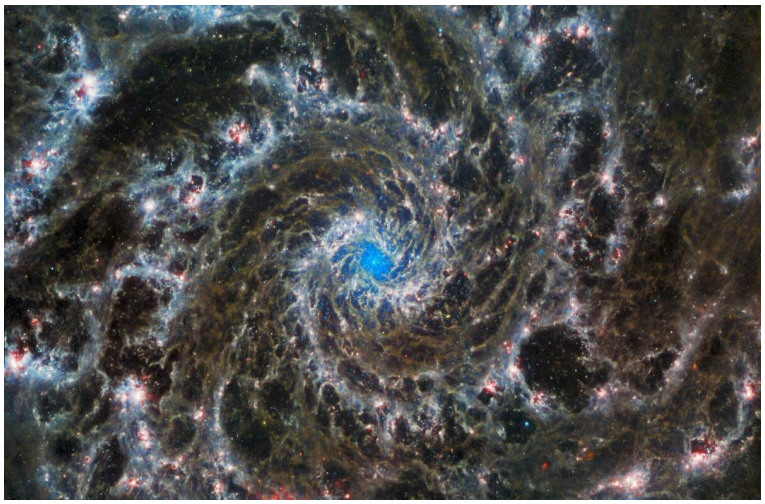
6) Звездное скопление R136. Телескоп Хаббл. 13.08.1990



7) Туманность Тарантул. Телескоп Джеймс Уэбб. 06.09.2022



8) Призрачная галактика. Телескоп Джеймс Уэбб. 29.08.2022



9) Галактика Колесо Телеги. Телескоп Джеймс Уэбб. 02.08.2022



10) Туманность Киль. Телескоп Джеймс Уэбб. 12.07.2022



11) Пояс Ориона. Сделал Чугунов Владислав. 21.02.2023



12) Первая четверть Луны. Сделал Чугунов Владислав. 1.03.2023

