



# Содержание

<b>К читателю</b> .....	5	Управляющий компьютер.....	91
<b>Виды любительской астрофотографии</b> .....	8	Обсерватория любителя астрономии.....	93
Ночной пейзаж.....	10	<b>Как получить фотографии</b> ....	94
Планетная и лунная астрофотография.....	12	Съемка ночных пейзажей.....	96
Объекты глубокого космоса (дипскай).....	16	Съемка планет и Луны.....	97
Научные и околонаучные съемки.....	19	Съемка объектов глубокого космоса.....	98
<b>Небольшой астрономический ликбез</b> .....	20	<b>Принципы обработки астроснимков</b> .....	118
Немного о космосе.....	21	Объекты глубокого космоса (дипскай).....	120
Классификация небесных объектов.....	22	Искусство постобработки.....	133
Сферическая астрономия.....	34	<b>Практическая астрофотография</b> .....	136
Что видно в телескоп.....	37	Засветка глобальная и локальная.....	150
<b>Оборудование для съемки</b> .....	42	Обычные телескопы как астрографы.....	156
Монтировка.....	47	Чистка оптики.....	174
Телескоп-астрограф.....	56	Планирование экспедиции.....	176
Фокусирующее устройство.....	69	<b>Эстетическая астрофотография, или Немного занудства</b> .....	184
Фотообъектив как астрограф.....	72	Как оценить то, что видишь.....	186
Фотоприемник.....	76		
Гидирующее устройство.....	85		



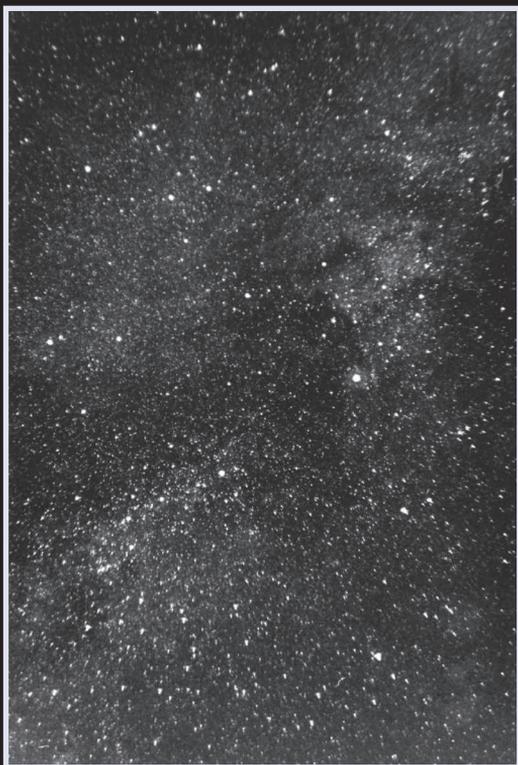
# К читателю

Впервые я попытался сфотографировать ночное небо 35 лет назад. У меня был отцовский пленочный фотоаппарат и большое желание присвоить звездное небо. Хотя бы в виде фотографии. Для этого были приобретены некоторые необходимые для съемки предметы: во-первых, черно-белая фотопленка высокой чувствительности; во-вторых, тросик для длительных экспозиций; в-третьих, фотострубцина — ее можно было прикрепить к чему-либо или даже вкрутить в подходящее дерево. К моему изумлению, за несколько минут экспозиции мне удалось получить фото ночного московского неба со штрихами-звездами. Такого результата не было ни у одного из моих тринадцатилетних астрономических друзей.

Потом я придумал приставить объектив «Смены» к небольшому, но очень ценному телескопу «Алькор» с главным зеркалом 65 мм и увеличением от 33× до 133×. Я навел телескоп на Луну и получил несколько совершенно потрясающих лунных пейзажей с морями и кратерами.

Однажды летней ночью в обсерватории Московского планетария мы повесили на

рефрактор Цейса с часовым механизмом зеркальную камеру «Зенит» с телеобъективом «Таир-3» и получили цветной снимок туманности Андромеды, конечно очень несовершенный. Как-то летом поехали мы вместе с моим товарищем по астрономическому кружку Московского планетария на дачу в Калужскую область. Конечно, мы взяли с собой телескоп: это был экваториальный



Пленочная эпоха.  
Юношеские  
астрофотографии.



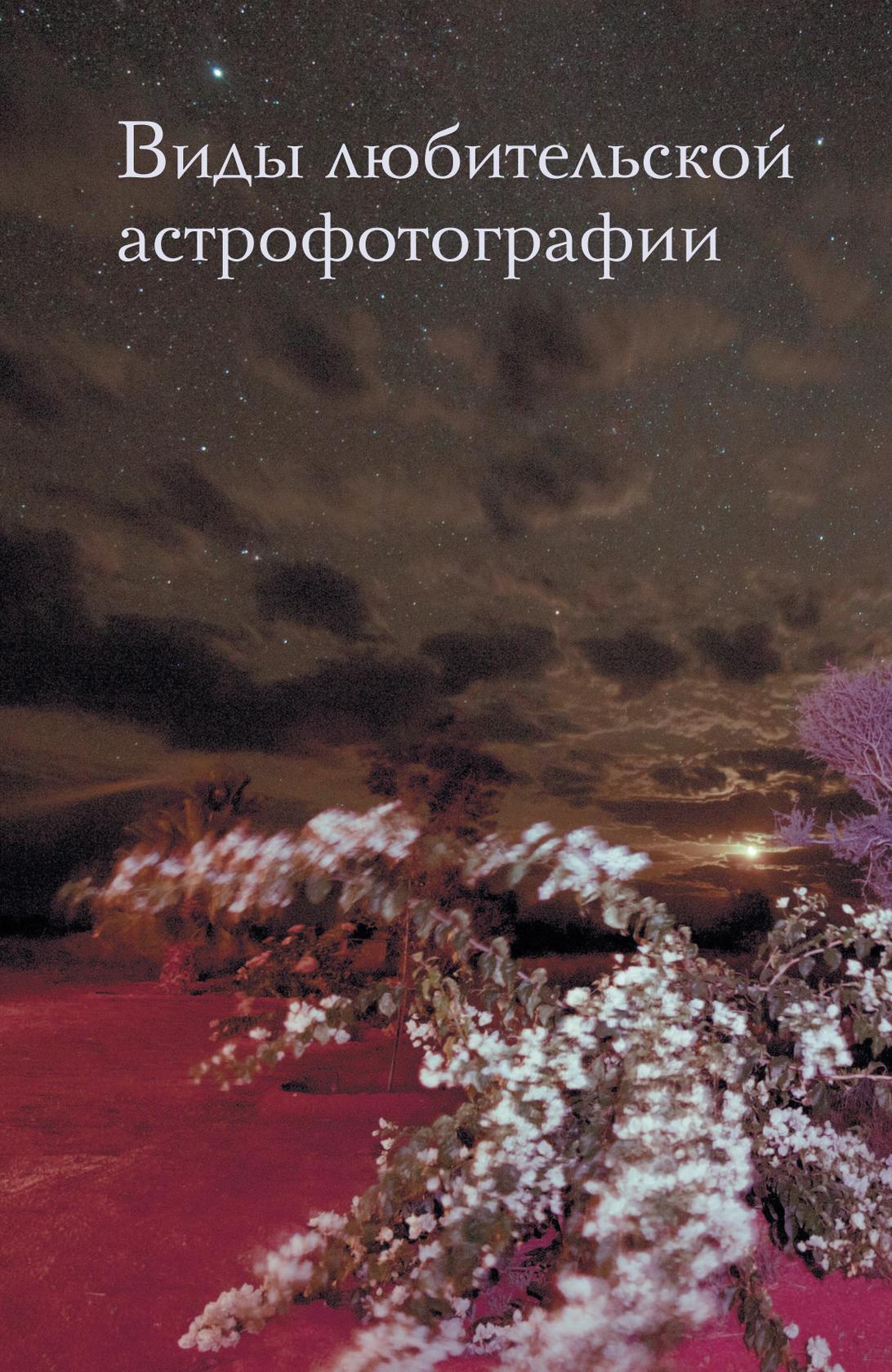
«Мицар» системы Ньютона производства новосибирского завода с главным зеркалом в 110 мм и зеркальную фотокамеру «Зенит». После часа гидрирования вручную мы опушли от укусов комаров, но зато у нас получилось сфотографировать туманность Северная Америка в созвездии Лебедь. Именно так начиналось мое увлечение любительской астрономической фотографией.

Развитие технологий в астрофотографии за последние годы ушло далеко. Результаты, которые сегодня может продемонстрировать любитель со средним материально-техническим обеспечением, 20–30 лет назад были недоступны большинству профессионалов. По этой причине я не буду рекомендовать конкретные вер-

сии программного обеспечения, инструментов, фотоприемников, моделей телескопов и всего прочего, что устареет уже через несколько лет. Моя цель — рассказать об известных мне принципах астрофотографии, проиллюстрировав их своими снимками и не приводя формул и сложных математических объяснений.



# Виды любительской астрофотографии





# Ночной пейзаж

Краски южного  
неба

Ночной пейзаж показывает полную палитру красоты мира — земные объекты, чаще всего прекрасные сами по себе, дополнены ночным звездным небом. Ночной пейзаж доступен практически любому фотографу, имеющему камеру и штатив. Бытовые фотокамеры не очень приспособлены для фотографирования ночного неба.

Наиболее продвинутые фотографы специально заменяют штатный фильтр фотокамеры на специализированный, что позволяет фиксировать больше красного света, а это актуально при съемке эмиссионных водородных туманностей. Ночной пейзаж получается намного более красочным, чем при съемке на обычную камеру.

Небесные объекты непрерывно перемещаются вследствие вращения Земли, и происходит это немалодовольно быстро. При съемке ночного пейзажа важно запечатлеть на одном снимке земные и небесные объекты без искажений. Для этого подбирают по возможности наиболее чувствительную фотокамеру и максимально светосильный короткофокусный объектив, дающий изображения

звезд без критичных aberrаций по всему полю камеры. Для съемки используют штатив или выключают суточное ведение монтировки.

Съемка ночного пейзажа зачастую ведется так же, как обычная дневная фотосъемка, с одним исходным кадром для последующей обработки. Экспозиция максимально допустимая по длительности (не более 15–30 секунд в зависимости от фокусного рассто-

яния объектива) для фиксации как можно большего количества деталей, но при этом важно следить за тем, чтобы не было заметно суточного движения небесной сферы.

Иногда при желании получить звездные треки снимают большое количество экспозиций, зачастую более длительных, чем при стандартном подходе, и в последующую обработку идет серия кадров.

Вечер в Тиволи. Намибия.



# Планетная и лунная астрофотография



Луна в возрасте  
восьми дней.

Наиболее простой случай планетной или лунной астрофотографии — это съемка любым фотоаппаратом со штатным объективом через окуляр телескопа. Этот способ называется окулярной съемкой. Не ошибусь, если скажу, что большинство любителей астрономии хоть раз в жизни снимали Луну подобным образом или на фотоаппарат, или на смартфон, или на любое другое устройство, оснащенное фотоприемником.

Более продвинутые астрофотографы для съемок Луны и планет Солнечной системы применяют специализированные камеры, длиннофокусные

телескопы с малым центральным экранированием, а зачастую увеличивают фокусное расстояние основного инструмента при помощи линзы Барлоу (эффективное фокусное расстояние в этих случаях может достигать 6–10 метров).

**ЛИНЗА БАРЛОУ** — рассеивающая линза или система линз, увеличивающая эффективное фокусное расстояние телескопа.

В отличие от съемки объектов глубокого космоса, где главная задача — собрать как можно больше фотонов, лунно-планетная астрофотография нацелена на получение как можно более мелких деталей на поверхности Луны, Солнца, планет Солнечной системы и некоторых их спутников.

Основное препятствие — атмосфера Земли: она размывает и искажает эти мелкие детали, и в результате одиночный снимок, сделанный даже самой совершенной камерой, в подавляющем большинстве случаев показывает меньше деталей, чем может увидеть опытный наблюдатель.

Выход прост — надо сделать как можно больше кадров и с помощью специальной компьютерной программы отобрать самые резкие из них. Но наилучший результат получится, если сложить эти самые резкие кадры и применить к полученной сумме специальные алгоритмы, повышающие видимость и резкость мелких деталей. Для наилучшей работы таких алгоритмов необходимо иметь достаточное отношение сигнал/шум суммы кадров, а значит, и выбирать их надо из большого массива кадров.

Высокая скорость съемки нужна еще и потому, что большинство снимаемых объектов весьма динамичны: многие планеты довольно быстро вращаются вокруг своей оси, а Солнце — это вообще вечно и бурно кипящий «котел». Если складывать кадры, между которыми прошло достаточно много времени, при совмещении крупных деталей мел-

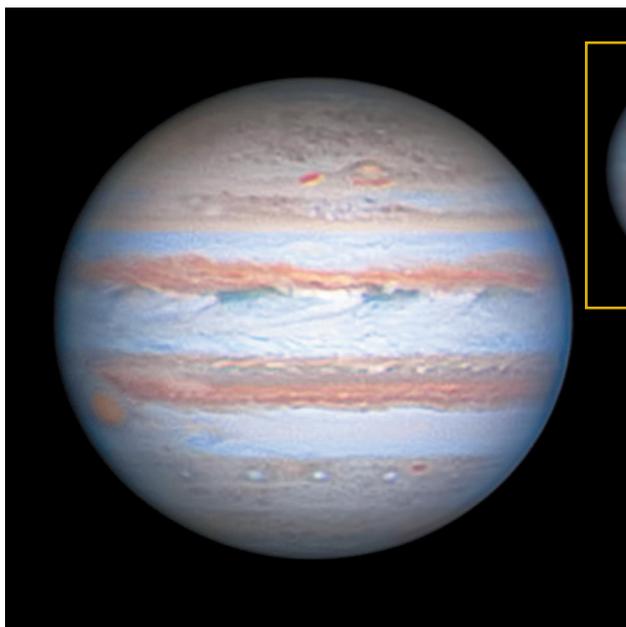
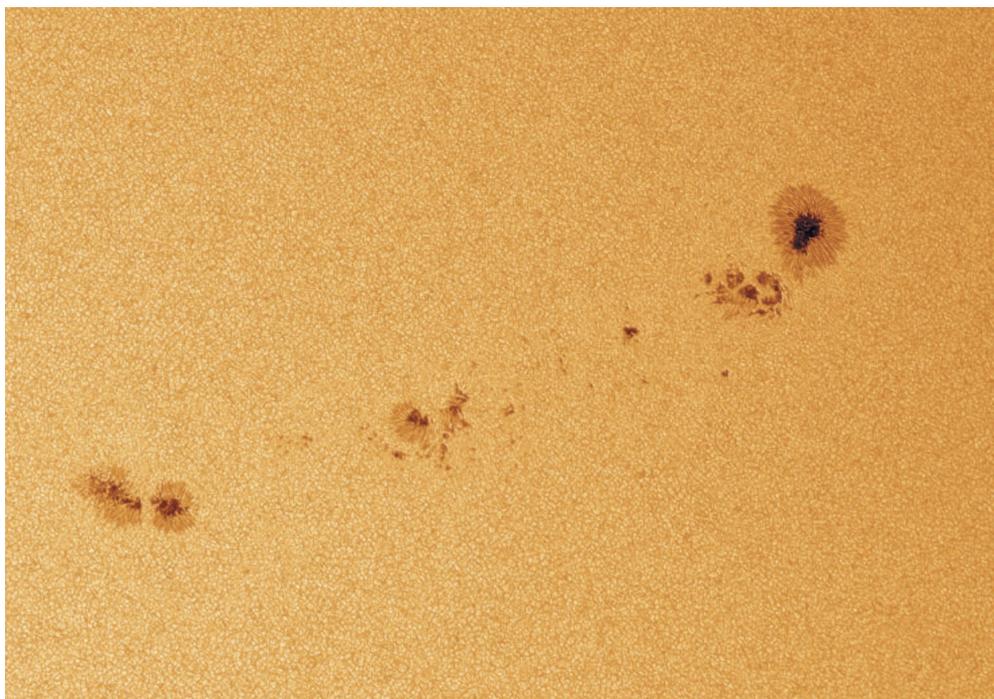
*Фотон — в узком смысле — элементарная частица света.*



Солнечная поверхность,  
солнечные пятна,  
факелы и грануляция.  
Работа Дмитрия  
Маколкина.

кие не совпадут, и в результате вместо желаемой бóльшей четкости произойдет еще бóльшее размытие.

Удачная фотосессия съемки планет — в значительной степени дело случая, состояние атмосферы сильно меняется даже на протяжении нескольких часов. Бывает так, что только 5–10 минут работы дают хорошее качество, а значит, хороший результат требует известного упорства и регулярности съемок. Результаты, получаемые современными любителями съемки объектов Солнечной системы, уже существенно превосходят результаты, полученные профессиональными астрономами в пленочную эру, а дальнейший прогресс в электронике сделает заметное улучшение качества более доступным рядовым любителям астрономии.



Юпитер. Работа  
Дмитрия Маколкина.