

**Управління освіти виконавчого комітету
Старокостянтинівської міської ради
Старокостянтинівська міська станція юних техніків**



**МЕТОДИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ НАВЧАННЯ ЛЮБИТЕЛЬСЬКОЇ
АСТРОФОТОГРАФІЇ НА ЗАНЯТТЯХ ГУРТКА «ФОТОЛЮБИТЕЛІВ»**

**Автор: Наконечний Сергій Олегович
керівник гуртка «Фотолюбителів»
Старокостянтинівської
міської станції юних техніків**

м. Старокостянтинів – 2018 рік

ЗМІСТ

Вступ	3
1. Основи астрофотографії	6
2. Технічна складова любительської астрофотографії	8
3. Теорія зйомки небесних тіл	13
4. Практика зйомки небесних тіл	24
5. Список використаних джерел	34

ВСТУП

Дивлячись на нічне небо, розцвічене безліччю далеких світил, не перестаєш захоплюватися величиною Всесвіту. Тут панує спокій, безмовність, в повному розумінні неземна краса.

Людство з давніх часів здолало величезний шлях пізнання Всесвіту. Зараз ми непогано знаємо, що собою представляють космічні тіла, яка їхня будова. Нічне небо перетворилося з пласкої сяючої картинки в безмежний простір, заповнений зірками і туманностями, об'єднаними в самі незвичайні галактики.

Розвиток астрономії та астрофізики в кінці XIX і початку XX століття стимулювався широким застосуванням фотографічного процесу для отримання об'єктивних і документальних даних про стан і зміни небесних тіл. Фотографія дозволила зробити істотний стрибок в точності визначення координат небесних об'єктів. Важко назвати якусь галузь сучасної астрономії, яка в тій чи іншій мірі не використовує фотографію.

Діапазон застосування техніки астрофотографії надзвичайно широкий: від найслабших об'єктів, що фіксуються за допомогою найбільших телескопів, до яскравої поверхні Сонця. Для отримання зображень небесних тіл застосовуються не тільки телескопи з діаметром об'єктива кілька метрів і фокусною відстанню більше сотень метрів, але і невеликі фотокамери.

Час експонування світлочутливого шару коливається від тисячних часток секунди до декількох діб. На зображенні може бути незначна частина об'єкта (кратер на Місяці) або десятки тисяч об'єктів (знімок частини Чумацького шляху). Знімки одного і того ж астрономічного об'єкта, отримані через деякі проміжки часу, дозволяють стежити за його змінами. Багато обсерваторій володіють унікальними колекціями астронегативів, що складаються з сотень тисяч примірників, які ілюструють більш ніж столітній період спостережень за різними об'єктами неба.

Підвищення якості фотографічних матеріалів і застосування цифрових технологій дозволяють астрофотографії займати провідне місце при вирішенні завдань сучасної астрономії.

Якими ж особливими якостями володіє фотографія, що знаходить таке широке застосування в астрономії? Досить перерахувати її основні якості, щоб стало ясно, чому фотографія є одним з найбільш потужних засобів наукового дослідження.

Інтегральність. Світлочутливий матеріал здатний накопичувати дію світлового потоку в будь-якій точці в часі, що дозволяє отримати на астронегативів зображення світил, не видимих оком навіть в найбільший телескоп.

Панорамність. Можливість фіксування на знімку великого числа небесних світил. Величина поля зображення визначається фізико-геометричними властивостями об'єктива і розмірами чутливого шару. Всі об'єкти фіксуються одночасно, але подібність і якість зображення залежить від застосовуваного об'єктива.

Документальність. Фотознімок є документом, оскільки сформований незалежно від суб'єктивних особливостей спостерігача і фіксує для майбутніх поколінь вид неба або об'єкта в певний проміжок часу. Знімок може зберігатися невизначено довго, що з кожним роком збільшує його цінність для науки.

Детальність. Особлива властивість фотографічного шару полягає в тому, що в поле зображення фіксуються всі елементи об'єкта, детальність якого визначається властивостями оптичної системи і залежить від яскравості об'єкта і його елементів і властивостей фотографічного шару.

Моментальність. Можливість фіксувати при відповідних умовах надзвичайно короткочасні явища і процеси, тривалість яких може становити малі частки секунди (наприклад, політ метеора).

Перераховані вище п'ять основних властивостей фотографії визначили їй одне з перших місць серед сучасних методів наукових досліджень. Сучасні

астрономічні обсерваторії з особливою ретельністю бережуть і охороняють свої фотографічні архіви - збори астронегативів, отриманих за допомогою телескопів, забезпечених фотографічними пристроями. Цифрова фотографія тільки розширила наші можливості в пізнанні Всесвіту і зробила більш зручним дослідження нічного неба.

1. ОСНОВИ АСТРОФОТОГРАФІЇ

Глибоке зоряне небо з зоряними розсипами і різними туманностями буквально заворожує погляд. У будь-якої людини, що дивиться на цю красу, виникає природне бажання відобразити на пам'ять небесні чудеса, помістивши барвисті фотографії у себе в альбомі. Це величезний світ, який надає фотографу безліч можливостей. Виявляється, що в наше століття цифрових технологій отримання зображень космічних об'єктів стало можливо не тільки за допомогою телескопа, але і за допомогою сучасних цифрових фотоапаратів. Астрофотографія - фотозйомка небесних тіл, яка може здійснюватися не тільки для вирішення суто дослідницьких завдань, а й з метою отримання красивих, художніх знімків.



Багато дивовижних знімків зоряного неба, які Ви можете сьогодні побачити на просторах Інтернету або в періодичних виданнях, зроблені з використанням досить скромного фотографічного устаткування. У наші дні астрофотографія отримала вже не тільки науковий характер, що передбачає вивчення астрономічних об'єктів за допомогою їх фотографування та подальшого аналізу, але і художній. Дійсно, велике темне небо над нами надає фотографам величезні можливості для створення неймовірно красивих і цікавих знімків.

Фотографування зоряного неба може здійснюватися за допомогою спеціального фотографічного устаткування (астрокамери), фотоапарата в поєднанні з різними оптичними системами (телескопами) або просто за допомогою звичайної цифрової камери без будь-яких переробок. Однак спеціальне обладнання для астрофотографії відрізняється більшою вартістю. До того ж його придбання для простого любителя фотографії не дуже виправдано, оскільки в інших видах зйомки застосування такого обладнання недоцільно, а можливості по-справжньому заробляти на своє захоплення у людей, що займаються астрофотографією, поки що невеликі.



2. ТЕХНІЧНА СКЛАДОВА ЛЮБИТЕЛЬСЬКОЇ АСТРОФОТОГРАФІЇ.

Що ж потрібно фотографу для того, щоб знімати безкраї зоряні простори, комети, планети Сонячної системи, Місяць і інші космічні об'єкти? Для астрофотографії, звичайно, краще використовувати цифровий фотоапарат ніж плівковий, оскільки з плівковою камерою виникнуть певні складності, пов'язані з обробкою отриманих результатів після проявлення. Це не обов'язково повинен бути дорогий цифровий дзеркальний фотоапарат. Головне, щоб камера дозволяла вручну управляти настройками і давала можливість спокійно працювати з довгими витримками.

Якщо є можливість використовувати дзеркальний фотоапарат - це буде ще краще, оскільки «дзеркалки» можуть похвалитися великими матрицями при малій кількості шумів, що має особливу важливість в астрофотографії. Крім того, дзеркальні фотоапарати дозволяють працювати зі змінною оптикою і використовують формат RAW. Говорячи про вибір відповідної фотокамери для фотографування зоряного неба, необхідно підкреслити, що визначальну роль грає не кількість мегапікселів, а фізичні розміри матриці апарату, адже чим менше піксель, тим більше шумів буде проявлятися на фотографії.

Для отримання високоякісних зображень фотографи, які професійно займаються астрофотографією, використовують дзеркальні апарати зі змінною оптикою, адже для детальної зйомки великих зоряних скупчень і туманностей необхідні об'єктиви з чималим фокусною відстанню. Також в якості об'єктивів часто застосовуються ті самі телескопи, в які любителі астрономії дивляться на зоряне небо. В цьому випадку можна знімати навіть компактною камерою через телескоп. Правда, виникнуть суттєві труднощі з з'єднанням Вашого фотоапарата і телескопа, а також будуть очевидні деякі проблеми в якості одержуваних фотозображень.

При використанні дзеркальної камери фотограф отримує можливість використовувати як довгофокусні об'єктиви і телескопи, так і оптику з коротким фокусом, що, безумовно, розширює його творчий арсенал. Але новачкові, можливо, краще почати з фотографування звичайним цифровим фотоапаратом з короткофокусним об'єктивом, щоб спочатку навчитися знімати найяскравіші туманності і безкраї зоряні поля, перш ніж переходити до більш детальної зйомки. Маючи під рукою лише цифрову фотокамеру і штатив, можна робити цілком якісні знімки, які прикрасять Ваш фотоальбом.

Для того, щоб отримувати яскраві і зачаровують космічні знімки, зовсім не потрібно вирушати на міжнародну космічну станцію чи користуватися найпотужнішими земними телескопами. Хоча астрофотографія доступна кожному, проте, щоб отримати якісний знімок зоряного неба, необхідно, щоб використовувана Вами фотокамера відповідала ряду вимог:

Можливість використання тривалої експозиції. Світло від космічних об'єктів, якщо це не Сонце або Місяць, досить тьмяне, тому для того, щоб відобразити на знімках небесні тіла, буде потрібно якомога ширше відкривати затвор своєї фотокамери і якомога більше часу чекати, поки світлочутлива матриця апарата не накопичить певну кількість фотонів . Відповідно, перша вимога до фотокамери - це можливість роботи з тривалими витримками. Бажано від тридцяти секунд і більше.

У деяких камерах присутній спеціальний режим Bulb, коли затвор апарату залишається відкритим до тих пір, поки натиснута кнопка спуску. Тут експозиція може обчислюватися вже хвилинами, проте потрібно розуміти, що можливості самої матриці повинні дозволяти використовувати подібні тривалі витримки без ризику прояви шумів на фотографії.

До речі, підчас того, як камера намагається захопити небесні тіла, ці об'єкти ще й рухаються, адже наша планета за добу обертається навколо своєї осі. Це означає, що фотограф ніколи не зможе відобразити в кадрі «нерухомий» космічний об'єкт. Втім, про це ми поговоримо трохи пізніше.

Великі фізичні розміри матриці. Наступна по важливості вимога до камери - це відсутність шумів на кінцевих знімках, що забезпечується, в першу чергу, великими фізичними розмірами матриці фотоапарата. Взаємозв'язок тут наступний: чим менше розмір пікселя, тим він буде швидше нагріватися під час експозиції знімка, сприяючи появі цифрового шуму. До того ж, чим більше фізичні розміри матриці, тим вона більш чутливими і більше світла здатна збирати, що, з огляду на зйомку досить темних по яскравості небесних тіл, є важливим фактором.

Тому за інших рівних вибір за тією фотокамерою, яка володіє більшою матрицею. У деяких цифрових фотоапаратах сьогодні існує режим шумозаглушення (NoiseReduction), який при зйомці одиночних кадрів нерідко можна використовувати і в астрофотографії.

Ручні настройки. Фотоапарат повинен надавати можливості для ручного управління експозицією. Крім того, він повинен підтримувати ручне фокусування, оскільки автофокусування підходить тільки для зйомки яскравих і контрастних небесних тіл на кшталт Місяця або Сонця. Фотокамера має дозволяти вести зйомку в ручному режимі, коли є можливість встановлювати значення чутливості, експозиції і діафрагми на власний розсуд.

Зйомка в RAW форматі. Бажано, щоб фотоапарат міг вести зйомку в форматі RAW, який дозволяє зберігати більше деталей. Це забезпечує в подальшому більш широкі можливості для обробки зроблених знімків на комп'ютері.

З огляду на перераховані вище вимоги, можна сказати, що для астрофотографії найкраще підійде, звичайно, дзеркальна цифрова камера (якщо не брати до уваги спеціальні астрокамери). Вона володіє великою матрицею, що гарантує малу кількість шумів на високих значеннях ISO, забезпечує можливість використання змінної оптики, дозволяє знімати на довгих витримках в форматі RAW.

Що стосується зйомки компактною цифровою камерою, то тут справа дещо складніша. У випадку з компакт-камерами якісним знімкам заважає досить велика кількість шумів на великих витримках, та й максимальні експозиції у таких камер зазвичай порівняно невеликі. Проте, сьогодні випускаються просунуті компакт-камери з наявністю ручних налаштувань, досить великої матрицею і можливістю знімати на довгих витримках. Тому отримувати якісні знімки зоряного неба компактною камерою, в принципі, можна.

До речі, багато ще залежить не тільки від характеристик самого фотоапарата, але і від того, що власне знімає фотограф. Якщо Ви знімаєте Місяць або Сонце, то фотографувати такі контрастні об'єкти можна взагалі будь-яким цифровим фотоапаратом, причому навіть в автоматичному режимі. Також цифрові компакт-камеримаяють певну перевагу при зйомці планет, які характеризуються малою контрастністю.

Хороші результати тут виходять при зйомці відеороликів з подальшою обробкою. Цифрові компакт-камери часто мають більш кращий режим відеозйомки, ніж багато дзеркальних камер. А ось при зйомці зіркових полів і різного роду туманностей без серйозної цифрової дзеркальної камери вже не обійтися.

Окремо потрібно сказати про оптику. Насправді при зйомці зоряного неба можна отримувати цікаві результати як з використанням короткофокусної, так і довгофокусної оптики. Короткий фокус дозволяє відобразити на світлинах велике зіркове поле з галактиками, найяскравішими зоряними скупченнями і туманностями. У свою чергу, довгофокусні об'єктиви дають можливість зосередитися на зйомці будь-якого далекого космічного об'єкта - від невеликих зоряних скупчень до конкретної, видимої з Землі планети.

Звичайно, для отримання детальних знімків найкраще використовувати саме оптику з дуже серйозним фокусною відстанню, однак такі об'єктиви коштують недешево. Для фотографування красивих зіркових слідів на

нічному небі Вам буде досить і ширококутний об'єктив з фокусною відстанню 28 - 50 мм (в еквіваленті 35 мм плівки).

Крім підходящої фотокамери і оптики, Вам потрібно штатив або тринога, а також пульт дистанційного керування, щоб не зіпсувати знімок тремтінням апарату під час відкривання і закривання затвора.

3. ТЕОРІЯ ЗЙОМКИ НЕБЕСНИХ ТІЛ.

При здійсненні зйомки небесних об'єктів, в першу чергу, необхідно визначитися - де Ви будете знімати? Фотографувати зоряне небо можна як в міських умовах, так і на природі. Другий варіант здається краще, оскільки в умовах великого мегаполісу в кадр буде постійно потрапляти засвічення, від якої потім доведеться посилено позбавлятися в фоторедакторі. Втім, якщо мова йде про зйомку у спокійному спальному районі або невеликому місті, то тут з цим може і не виникнути ніяких проблем. Зйомка зоряного неба передбачає використання максимально можливого для конкретної камери часу витримки і затиснутою діафрагми, адже матриця фотоапарата повинна зібрати якомога більше світлових частинок.

Як ми вже відзначили, при зйомці нічного неба необхідно виставляти максимально можливу витримку, звісно з огляду на особливості Вашої камери, щоб шуми не зіпсували картинку. Діафрагма встановлюється на мінімум, адже наше завдання полягає в тому, щоб зловити якомога більше світла. Значення світлочутливості ISO краще вибирати досить середнє - приблизно 400 - 800 ISO, щоб можна було знімати тьмяні зірки, але при цьому рівень шумів був би в межах розумного. Встановіть ручне фокусування на нескінченність.

Знімати рекомендується в найбільш високій якості, яке підтримує Ваша фотокамера. Бажано, щоб це був формат RAW, адже чим менше стиснення знімка, тим більше деталей і вихідної інформації несе в собі цифровий файл, а значить, набагато більше з нього можна буде «витягнути» в процесі обробки поста. Камеру необхідно закріпити на штативі, навести її на необхідну область зоряного неба. Для спуску затвора використовуйте спусковий тросик або пульт дистанційного керування. Під час експозиції необхідно виключити попадання в об'єктив камери стороннього світла (від найближчих ліхтарів, міської засвітки і т.д.). У зв'язку з цим для зйомки краще вибрати місце подалі від міських вогнів.

Мабуть, головною особливістю зйомки небесного неба є той простий факт, що наша планета постійно обертається навколо своєї осі. Це, в свою чергу, означає, що фотограф просто не може захопити в кадрі нерухомий об'єкт на небі. Протягом всієї ночі по темному небі будуть переміщатися планети, зірки, туманності та інші об'єкти. При цьому світло від небесних об'єктів досить тьмянний, що зумовлює використання фотографом тривалої експозиції. Матриці фотоапарата потрібен час для того, щоб зібрати достатню кількість світла, але ж протягом цього проміжку часу космічні об'єкти будуть продовжувати переміщатися по небу. У зв'язку з цим розділяють два типи зйомки в астрофотографії:

Зйомка з фіксованого положення. Для такої зйомки потрібна цифрова камера, здатна до тривалих експозицій. Вона встановлюється на міцний і стійкий штатив. Вибирається будь-яке темне місце, подалі від яскравих міських вогнів. При зйомці з фіксованого положення або зйомці нерухомою камерою фотограф просто ігнорує обертання Землі. Така техніка зйомки мало чим відрізняється від пейзажної. Але через те, що фотограф виставляє тривалу експозицію, зірки на фотографіях будуть мати вигляд яскравих смуг. Причому чим довше затвор фотоапарата залишається відкритим, тим довші смуги можна буде побачити на знімках, адже зірки переміщаються по небу зі швидкістю приблизно півградуса в хвилину. При такій зйомці зірки і інші космічні об'єкти набувають на знімках дещо абстрактний характер.

Щоб зменшити «сліди» від руху зірок на фотографіях, варто використовувати ширококутний об'єктив. Тоді на повноформатному зображенні «сліди» будуть не так помітні. Втім, «сліди» від руху зірок можна використовувати для створення неймовірно красивих, зачаровують знімків. Для цього можна направити камеру таким чином, щоб на передньому плані виявилися нерухомі дерева, гори або архітектурні об'єкти, а на задньому - зоряне небо. В результаті можуть вийти дивовижні художні знімки, що поєднують в собі як рухомі небесні об'єкти, представлені у вигляді

різнокольорових смуг, так і нерухомі об'єкти, що відносяться до нашої планети.

Зйомка нерухомою камерою зазвичай не викликає особливих складнощів, якщо керуватися вищезазначеними рекомендаціями по налаштуванню фотоапарата. Для того, щоб зробити кадри ще більш цікавими і ефектними, а також надати їм масштабності, можна включити на передній план будь-які природні або архітектурні об'єкти, наприклад, окремі дерева, церква або гірські вершини. Тим самим, в одному знімку можна поєднати велич і непохитність Всесвіту із земним життям. І ще одна порада - запасайтесь батареями, оскільки зйомка з тривалою експозицією дуже швидко розряджає акумулятор фотоапарата.



Зйомка з компенсацією обертання Землі. Другий тип зйомки виглядає більш складним, але забезпечує одержання набагато більше якісних і детальних фотозображень. Суть зйомки полягає в тому, що фотограф при використанні тривалої експозиції якимось чином компенсує обертання нашої планети. Тобто потрібно пристосування, яке буде обертатися навколо осі, подібно до того як це робить наша Земля, з тією ж самою швидкістю, але в протилежному напрямку. Камера кріпиться до такого пристосування і під час тривалої експозиції залишається спрямованою в конкретну область на небі. Любителі астрофотографії виготовляють такі установки власними силами, що називається з підручних засобів - шматків деревини, болтів і стрижнів. Подібне нехитре кріплення, зроблене своїми руками, отримало назву «амбарні дверцята». При її створенні головне лише правильно визначити, скільки поворотів гвинта потрібно зробити для того, щоб відповідати швидкості обертання нашої планети. Для її створення беруться дві дошки, які встановлюються навколо простого стрижня. В кінці цих шматків деревини, навпаки цього самого стрижня монтується болт через нижню дошку в гайку таким чином, щоб вона при повороті штовхала верхню. З дуже простої формули Ви можете визначити, скільки поворотів гвинта потрібно для того, щоб відповідати швидкості обертання нашої планети. З кріпленням типу «амбарні дверцята» можна протидіяти руху зірок по небу досить пристойний проміжок часу і, тим самим, отримувати фотографії, в яких би були відсутні будь-які смуги або «сліди» від руху космічних об'єктів.



Професійні фотографи, звичайно, використовують не такі, досить примітивні кріплення, а так зване екваторіальна кріплення, яке в самому просто вигляді виглядає як штативна головка з двома осями, що обертаються під кутом в 90 градусів один до одного. Головна вісь просто вирівнюється за астрономічним полюсу Землі, що забезпечує компенсацію руху планети на знімках. Екваторіальні кріплення можуть мати найрізноманітнішу конструкцію і настройки управління, їх ціна варіюється в досить широких межах.



Перевага подібних механічних виробів полягає в тому, що фотограф може використовувати більш довгі фокусні відстані при наявності відповідної оптики для наближення скупчень зірок, туманностей та галактик. Можливість застосування більш довгих фокусних відстаней розширює можливості в астрофотографії. Тепер перед Вами відкривається практично весь Всесвіт, можна сміливо знімати найрізноманітніші космічні об'єкти з високою деталізацією.



При зйомці небесного тіла краще використовувати формат RAW, якщо він підтримується Вашої камерою. В іншому випадку варто встановити мінімальну компресію результуючого файлу JPEG або TIFF, адже чим меншим буде стиснення знімка, тим більше деталей Ви зможете «вивудити» з нього згодом за допомогою різних комп'ютерних програм. Треба відзначити, що обробка одержані зображень після зйомки є невід'ємною частиною створення якісних знімків в астрофотографії.

В першу чергу, комп'ютерна обробка допомагає отримати з серії знімків, отриманих на досить коротких витягах (щоб уникнути розмивання), одне повнорозмірне зображення з хорошою яскравістю зірок і інших об'єктів. Для цього використовуються спеціальні комп'ютерні програми (наприклад, DeepSkyStacker), здатні з урахуванням аналізу розташування зірок скласти в один результуючий кадр вихідні знімки. На отриманій фотографії зоряне небо буде виглядати рівно таким, яким Ви бачили його на власні очі. Також обробка фотографій в комп'ютерних редакторах дозволяє зменшити шуми, витягнути додаткові деталі зі знімків і усунути на фотографіях різні ефекти, пов'язані з міськими вогнями або ілюмінацією.



Якщо говорити про оптику, то, звичайно ж, використання дзеркальної камери дає більше переваг. Якщо для зйомки великих зіркових полів Чумацького шляху і найяскравіших зоряних скупчень, туманностей, галактик можна використовувати об'єктиви з невеликою фокусною відстанню (тобто такі, які встановлюються на звичайні компакт-камери), то для отримання більш детальних фотографій небесних об'єктів фокусна відстань має бути чималою. Досить часто астрономи-любители використовують в якості об'єктива телескопи на тих самих екваторіальному монтуванні.

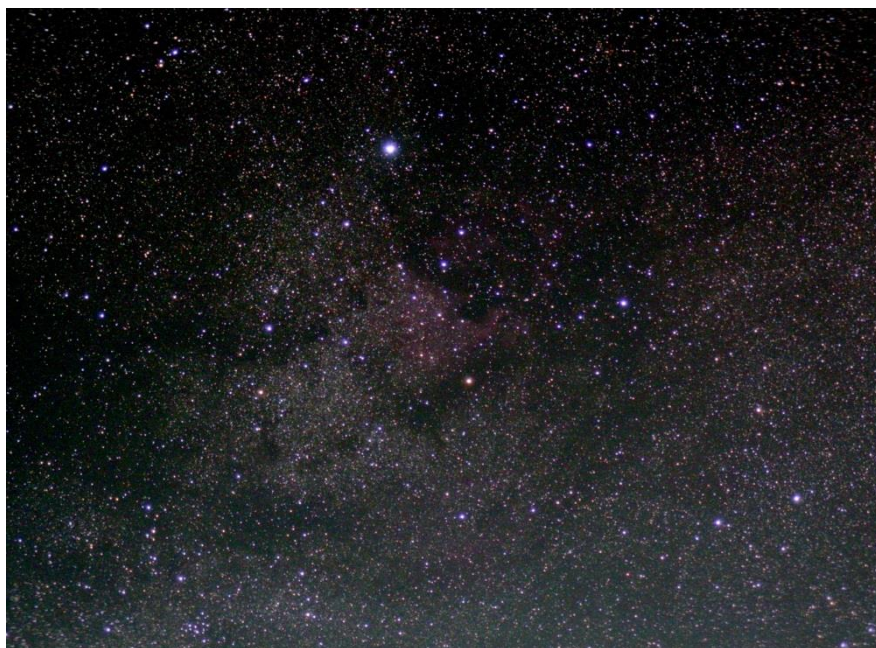
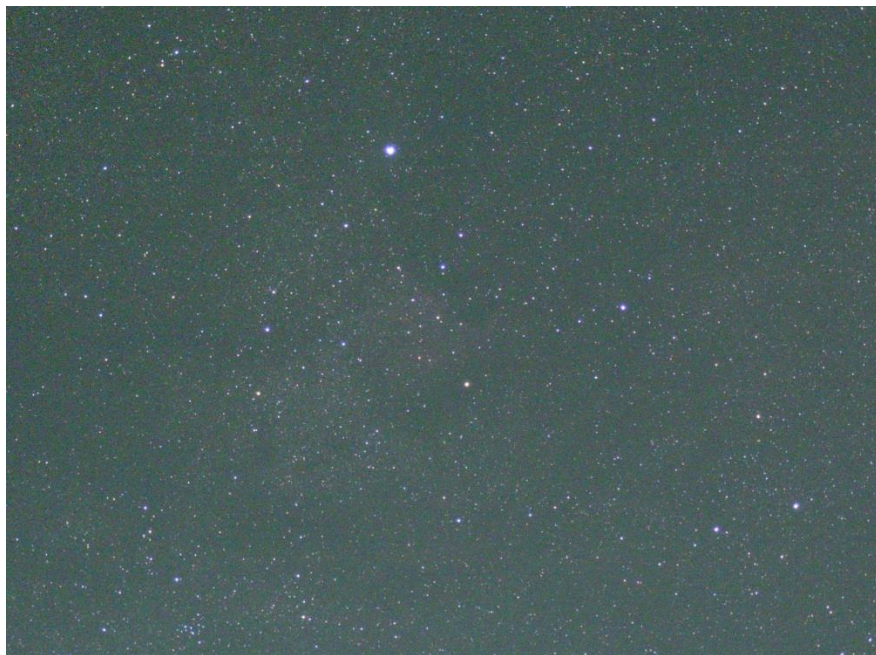
Компактною камерою через телескоп теж можна знімати, але це не тільки додаткові складності з з'єднанням камери і телескопа, в цьому випадку очевидна втрата якості. Але тут слід розуміти одну важливу річ: зйомка нічного неба однаково цікава і красива і з коротким, і з довгим фокусом, просто в тому чи іншому випадку вирішуються різні завдання. При зйомці на короткий фокус фотограф має можливість відобразити у всій пишноті безкраї зоряні поля Чумацького шляху, найяскравіші туманності (наприклад, Туманність Оріона, Північну Америку) і галактики (Туманність Андромеди в Північній півкулі і Магелланові Хмари при зйомці з Південної півкулі). Якщо ж зйомка ведеться з використанням довгофокусних об'єктивів і телескопів, відкривається найбільший вибір об'єктів, які можна відобразити: невеликі зоряні скупчення, туманності і галактики від малого до великого, планети, Місяць... втім, зйомка Місяця і планет, як це не дивно, може вестися навіть з використанням веб-камер або відеокамер з подальшим «складанням» кадрів для отримання одного якісного зображення.



Звичайно ж, говорячи про астрофотографії, не можна залишити поза увагою питання про спеціалізоване програмне забезпечення для обробки отриманих знімків, а також поговорити про необхідність (чи відсутність цієї необхідності) виїздів за місто для заняття астрофото.

Зрозуміло, в післяобробку отриманих знімків зовсім не входить домальовування нових деталей або об'єктів. Перше завдання обробки - витягнути якомога більше деталей з отриманих серій: зняті об'єкти мають досить невелику яскравість, тому інформативність знімків невисока. Щоб хоч трохи виправити ситуацію, створюються цілі серії, зроблені при статично зафіксованій камері на коротких витримках (щоб уникнути розмивання) або

при довшій і веденням, які потім і збираються в один кадр на комп'ютері. Все абсолютно чесно: що було представлено на вихідних знімках, то і існує в результуючому кадрі.



Друга поширена проблема, з якою стикаються астрофотографія і яка вирішується саме на етапі редагування знімків на комп'ютері, - усунення шумів і боротьба з результатами міської ілюмінації в кадрі.

Якщо говорити про астрофото початкового і середнього рівня, то обробка фотографій полягає в додаванні вихідних кадрів однієї області неба (чим більше вихідних знімків - тим краще) і подальшому витягуванні деталей

з результату. При додаванні кадрів відбувається їх так зване усереднення, в результаті чого перешкоди, викликані шумами матриці, зменшуються пропорційно кількості вихідних кадрів. Усереднення відбувається за схемою, схожою до тієї, що застосовується при складанні кадрів для отримання художніх HDR-фотографій. Крім досить складних програм для обробки астрофото, таких як IRIS і MaksimDL, в середовищі любителів астрономії величезну популярність придбала безкоштовна, але дуже потужна програма DeepSkyStacker. Крім безкоштовності, DeepSkyStacker підкуповує і своєю простотою - досить завантажити в програму вихідні знімки і натиснути на кнопку, і програма сама проаналізує розташування зірок на знімках, поверне і смасштабірує кадри належним чином і зробить їх складання. Шуми на знімку значно зменшаться, і вже після цього можна переходити до додаткової обробки в Photoshop. Тут можна витягнути деталі з кадру за допомогою кривих, рівнів і інших корисних інструментів.

Крім видалення шумів, як уже говорилося, за допомогою обробки можна «погасити» міську засвіченню, присутню в кадрі. Вітчизняні професіональні астрофотографи на вихідних знімках іноді мають практично біле полотно через тривалу витримку в умовах міста, але при додаванні декількох десятків таких кадрів отримують справжні шедеври. Саме тут ми повертаємося до питання, заданому на початку цієї глави: А чи варто їхати за місто ?! Відповідь на нього носить індивідуальний характер: якщо ви живете в тихому спальному районі, то можна спробувати зайнятися астрофотографією і в місті. Але, трохи набратися досвіду і майстерності, можна вибратися і на природу - при відсутності міської засвітки (потрібно від'їхати десь на сотню кілометрів від міста) результат виходить зовсім іншого рівня.

4. ПРАКТИКА ЗЙОМКИ НЕБЕСНИХ ТІЛ.

Перший і найпростіший крок в астрофотографії - створення «пейзажних» знімків зоряного неба. Методика зйомки настільки проста і доступна, що навіть тлумачний п'ятикласник цілком в змозі отримувати з її допомогою цілком красиві і (головне) пізнавальні фотографії. Ось такі, наприклад:



На знімку: Планети Венера і Юпітер, сузір'я Тільця, розсіяні скупчення Плеяди (M45) і Гиади. ISO 400, витримка 15 секунд.

На таких знімках дуже добре видно:

- Рідкісні атмосферні явища (сріблясті хмари);
- Заходи й сходи;
- Загальні контури сузір'їв;
- Рідкісні конфігурації яскравих планет;
- З'єднання планет з яскравими зірками;
- Яскраві розсіяні скупчення (Плеяди, Ясла).

Що потрібно для того, щоб зробити такий знімок? Ви будете довго сміятися, вам будуть потрібні:

- Фотоапарат;
- Штатив.

Вимоги до фотоапарата мінімальні: це може бути най-най дешева цифрова «мільниця» вартістю менше 100 доларів. Головне - щоб у неї був наявності повністю ручний режим зйомки; компромісний варіант - якщо у камери буде фіксована наводка на нескінченність і ручне управління витримкою. Зверніть увагу: повністю автоматичні камери (навіть при наявності у них так званого «нічного» режиму) в 99% випадків не підійдуть.

Технологія зйомки гранично проста:

- Встановлюємо фотоапарат на штатив;
- Діафрагму відкриваємо настільки широко, наскільки це дозволяє фотоапарат;
- Фокус встановлюємо на нескінченність;
- Встановлюємо затримку експозиції 2 або 10 секунд (як для автопортрета);
- Встановлюємо витримку в діапазоні 10 - 30 секунд;
- Встановлюємо ISO в діапазоні 200 - 400 одиниць (інакше небо вийде негарним, з помітними шумами);
- Наводимо апарат на потрібну область неба. Майте на увазі - швидше за все на екрані фотоапарата при цьому не буде видно нічого; це не страшно, наводьтеся сміливо;
- Тиснемо на кнопку спуска і сидимо нерухомо: не дихаємо, не смикаємось, не стрибаємо, поки знімок не буде готовий (інакше замість зірок вийдуть «пташки», «змійки» і інші несподівані фігури).

Дуже важливо запам'ятати: на таких знімках можна використовувати збільшення (зум), в крайньому випадку, їм слід користуватися з великою

обережністю. В іншому випадку замість зірок і планет ви отримаєте рисочки (або, як кажуть більш досвідчені любителі астрономії, «треки») - а при зйомці астропейзажей треки вкрай небажані. Якщо відома фокусна відстань об'єктива, для розрахунку максимального часу витримки, при якому треки НЕ будуть видимі, можна використовувати дуже просту формулу ("закон п'ятисот"): максимальний час витримки дорівнює відношенню 500 до фокусної відстані об'єктиву.

Наприклад, якщо на вашій камері стоїть об'єктив зі змінним фокусом ("зумом") 18-200 мм, то при мінімальному збільшенні (18 мм) можна використати бодай уривки аж до 25 секунд ($500/18 = 27.7$). Однак якщо поставити максимальне збільшення (фокус 200 мм), допустима витримка може бути не більше 2.5 секунд; з такою невеликою витримкою знімати зоряне небо дуже важко (хіба що при наявності дорогої камери з вкрай високим максимальним значенням ISO).

До речі, зверніть увагу - значення параметрів ISO і витримки; в кожному випадку слід підбирати індивідуально. Не бійтеся робити 10 або навіть 20 знімків одного і того ж ділянки неба з різними настройками - навпаки, це як раз правильно! Потім ви завжди зможете вибрати найкращий варіант. Якщо є можливість підключити фотокамеру до ноутбука і знімати дистанційно, з переглядом готових знімків на великому екрані - обов'язково нею скористайтесь!

Другий крок у астрофотографії - зйомка Місяця і планет через окуляр телескопа. Професіонали називають цей спосіб «афокальною зйомкою». Спосіб цей і складніше попереднього, і витратливий з фінансової точки зору - але до цього, на жаль, доведеться звикнути: кожен наступний крок в астрофотографії буде все більш і більш вимогливим як до рівня підготовки самого фотографа, так і до його готовності набувати все більш і більш дороге обладнання. Однак не варто лякатися завчасно - поки що рівень цілком мало бюджетний, та й складність цілком прийнятна навіть для школяра.

Якщо все буде правильно і добре, цей метод дозволить нам отримати ось такі фотографії:



Що потрібно для того, щоб зробити такий знімок?

- Хороша погода;
- Фотоапарат;
- Телескоп на монтуванні;
- Окулярний адаптер.

Якщо при зйомці астропейзажей про погоду ми взагалі не згадували, то тут вже доведеться з неї коротко познайомитися. Телескоп - досить невеличкий прилад, і під вітром труба завжди буде трохи коливатися. Зовні це «трохи» практично непомітно, але спробуйте подивитися в окуляр - ви ахнете. Так що погода повинна бути ясною і безвітряною, в крайньому випадку вітер повинен бути не більше 1-2 м/с.

Вимоги до фотоапарата - див. «Крок перший». Підійде звичайнісінька недорога «мільниця», головне - щоб у неї був наявний ручний режим. Робити з астрофотографії на повністю автоматичних камерах - заняття практично нереальне.

Вимоги до телескопа - будь-який аматорський телескоп на будь-якому монтуванні. Тут, правда, слід запам'ятати два простих правила (вони неодноразово будуть нагадувати про себе і при подальших заняттях астрофото): 1) чим краще і дорожче ваша монтування - тим легше вам буде отримувати знімки і тим якісніше будуть самі знімки; 2) чим більше апертура (діаметр об'єктива) вашого телескопа - тим більше деталей ви зможете отримати на фотографіях.

Тепер з приводу адаптера. В принципі, без нього можна обійтися - але в такому випадку процедура фотографування ризикує перетворитися на справжні тортури. Так, ви можете піднести фотоапарат до окуляра телескопа руками - але спробуйте в цьому випадку уникнути трясіння. Подумайте, наскільки комфортно буде підносити фотоапарат до окуляра, особливо якщо труба телескопа розташована під незручним кутом. Окулярний адаптер - свого роду мікроштатив, який одягається на окулярний вузол телескопа. Ось так:



З його допомогою цифрова фотокамера швидко і головне жорстко кріпиться до телескопа - в результаті а) фокальні площини об'єктива камери і

окуляра телескопа будуть строго паралельні; б) можна спокійно, не поспішаючи, підбирати на камері потрібні параметри для кожного знімка.

Технологія зйомки наступна:

- Підбираємо потрібний окуляр (чим коротше фокус - тим більше збільшення, але і зйомка стає складніше!);
- Встановлюємо фотоапарат на адаптер;
- Встановлюємо адаптер на телескоп;
- Встановлюємо фокус фотоапарата на нескінченність;
- Центруємо об'єктив телескопа щодо окуляра і підбираємо (оптичним зумом) збільшення. Настійно рекомендую спершу багаторазово виконати цю процедуру днем і познімати для тренування будиночки на горизонті і інших наземних «кішок». Тренування - запорука перемоги;
- Наводимо телескоп на потрібний нам об'єкт;
- Фокусуємо об'єкт;
- Встановлюємо затримку експозиції 2 або 10 секунд;
- Встановлюємо витримку в діапазоні 1/200 - 1/10 секунди (залежить від об'єкта зйомки);
- Встановлюємо ISO в діапазоні 200 – 1600;
- Даємо згаснути вібрацій труби телескопа (без цього нікуди);
- Акуратно тиснемо на спуск, що не дихаємо, робимо знімок.

Як і минулого разу, оптимальне співвідношення ISO / витримка пропоную визначати самостійно, керуючись якістю одержуваних знімків. Рекомендую починати свої дослідження з Місяця - цей об'єкт великий і яскравий, легко шукається на екрані фотокамери, а тому ідеально підходить для початківця астрофотографія.

Знімати таким чином планети істотно складніше - оскільки ми маємо знайти і утримувати в полі зору фотоапарата дуже маленький (менше однієї кутової хвилини в поперечнику) об'єкт. У даній ситуації власникам

моторизованих монтувань буде багаторазово легше - після наведення планета «ведеться» вже двигунами, і можна спокійно експериментувати з параметрами зйомки. При ручному ж веденні вам доведеться познайомитися з тим, наскільки швидко насправді обертається наша Земля - не встигнете ви навести на планету і почати відбудовувати фокус, як вона нахабно «втече» з кадру! Будьте ласкаві «наздоганяти» її ручками тонких рухів і чекати, коли припиниться супутня тряска труби.

Зауваження наостанок. Якщо на першому етапі нам було взагалі необов'язково вміти орієнтуватися на зоряному небі - в кінці кінців, зоряний краєвид можна зняти і «на авось», то при зйомці з окуляра такий підхід абсолютно не підходить. Тут потрібен впевнений навик пошуку планети на небі і наведення на неї телескопа, а цей навик можна отримати тільки шляхом систематичних візуальних спостережень. Плюс, звісно ж, ой як не завадить вміння працювати з астрономічним календарем, програмою-планетарієм і рухомий картою зоряного неба.

Для того, щоб зробити третій крок в астрофото, нам буде потрібно моторизоване екваторіальне монтування. Екваторіальне монтування - це альфа і омега мало-мальськи серйозної астрофотографії; це без телескопа в астрофото цілком можна обійтися, а от без моторизованої екваторіального монтування - не можна.

Ціна питання не така вже й велика, простеньку екваторіальне монтування з двигуном за годинниковою осі можна знайти за ціною в межах 150-200 доларів. Складність не в ціні - складність в тому, що екваторіальне монтування потрібно вміти правильно встановлювати. Годинна вісь такого монтування повинна бути спрямована точно на полюс світу, відповідно, її нахил повинен дорівнювати географічній широті місцевості, а площину нахилу - збігатися з площиною місцевого меридіана. Купити екваторіальне монтування - це навіть не пів справи, для того, щоб почати з нею впевнено працювати, необхідно а) оволодіти хоча б азами практичної астрономії та б) навчитися хоч трохи орієнтуватися на зоряному небі.



Для чого призначена екваторіальне монтування? У разі правильного орієнтування воно буде повільно повертати трубу телескопа (або об'єктив фотоапарата) синхронно з обертанням небесної сфери. Таким чином, зірка

або планета буде постійно перебувати в центрі кадру - тобто перед нами відкривається можливість робити знімки на довгих витримках при середньому і великому збільшенні. Послідовність зйомки така:

- Правильно орієнтуємо екваторіальне монтування;
- Якщо це передбачено, встановлюємо для двигуна правильну швидкість ведення;
- Садимо фотоапарат на телескоп «зверху» (використовуючи магазинну або саморобну штативну майданчик) або в фокус (знадобиться Т-адаптер);
- Включаємо годинний привід монтування;
- Наводити на цікавий для нас об'єкт або ділянку неба;
- Фокусуємося. Сфокусуватися "по екрану" не вийде - так що доведеться зробити як мінімум кілька "пристрілювальних" кадрів;
- Встановлюємо потрібне значення ISO і витримку від 15 секунд і вище. При наявності пульта дистанційного керування можна використовувати витримку «В»;
- Робимо знімок.

Якщо все зроблено правильно, у нас вийдуть ось такі ось знімки:



Розсіяне скупчення M45 (Плеяди). Ультразум SONY (15х) + екваторіальна монтування EQ1, ISO 400, витримка 15 секунд.



Велика туманність Оріона (M42). Зеркалка Canon, 200-мм телескоп на моторизованій монтуванні, ISO 12800, витримка 30 секунд.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Матвієнко О. «Фотографія. Жанрова фотосъемка» – Самиздат – 2012.
2. Сикорук Л. Л., Шпольський М. Р. «Любительська астрофотографія» – Мл. Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. – 1986.
3. Александров Ю.В. «Космонавтика вчера, сегодня, завтра» Наука и просвещение. – 2008.
4. Соломон Джим «Рецепты Астрофотографии» Статья – Интернет – 2006.
5. Палей А.Б. «Инструкция по звездной астрофотографии» – 1966.
6. Ковязин Е.И. «Астрофотографические наблюдения во внеклассной работе учителя астрономии» – Киров: КГПИ им. В.И. Ленина – 1985.
7. Куимов К.В. «Современная астрометрия» – Земля и Вселенная – Журнал – 2003.
8. Стивен Маран «Астрономия для «чайников» – Диалектика – 2006.
9. Суханов А. Г. «Панорамная астрофотография» – Наука – 1985.