

ASTROFOTOGRAFIJA

Uvod

Astrofotografija je verovatno grana astronomije koja najviše privlači astronome amatere – divno je posmatrati objekte udaljene od nas po više hiljada kilometara ili svetlosnih godina, ali je još lepše taj prizor ovekovečiti na fotografiji. Ipak, pre nego što se iko počne (amaterski) baviti astrofotografijom, mora biti svestan dve stvari: prvo je to što će morati da prođe kroz niz razočarenja i neuspeha pre nego stekne dovoljno iskustva da bi njegov rad počeo donositi plodove; kao drugo mora da zna da taj isti rad neće doneti ništa novo, osim ličnog zadovoljstva – amaterske fotografije Jupitera sigurno ne mogu biti bolje od onih koje je napravila letilica poslata da baš njega iz blizine snimi. Ako prihvatate ove dve činjenice onda možemo da nastavimo dalje.

Prvo i osnovno – opremu za astrofotografiju čine foto-aparat (dovoljno je samo telo), foto ploča (film) i teleskop (ili jači teleobjektiv). Mogu se uraditi i lepe fotografije i sa samim foto-aparatom, ali na tome se neću zadržavati jer se prava lepota nebeskih objekata pojavljuje tek uz pomoć teleskopa.

Kako biste mogli da snimate objekat na nebu neophodno je usmeriti teleskom na deo neba gde se on nalazi. Sve bi bilo mnogo jednostavnije da Zemlja miruje, odnosno da ne rotira. Ali, kako to nije slučaj, svi objekti na nebu naprave pun krug za tačno 24 časa (u stvari nešto malo manje, ali to ćemo zanemariti). Za određivanje položaja takvih "pokretnih" objekata koriste se koordinatni sistemi, najčešće ekvatorski (za više informacija o koordinatnim sistemima treba pogledati neki udžbenik astronomije).

Dakle, zadržaćemo se na ekvatorijalnom koordinatnom sistemu. Ekvatorijalna montaža teleskopa je zgodna jer omogućava praćenje prividnog kretanja nebeskih tela po samo jednoj osi: rektascenziji. No, i ovde je potrebno usmeriti osu na koju je upravan deklinacioni krug što bliže severnom nebeskom polu, tj. Severnjači, i na taj način poklopiti rektascenzioni krug teleskopa sa nebeskim meridijanom. Kraće, ovaj proces se zove useveravanje. U protivnom, objekat će se pomerati i po deklinaciji.

Najprostiji način useveravanja teleskopa je sledeći: prvo otprilike usmerimo rektascenzioni krug ka Severnjači. Potom nađemo neku zvezdu što bliže nebeskom meridijanu. Pratimo prividno pomeranje te zvezde i svako odstupanje od rektascenzione ose korigujemo finim rotiranjem celog teleskopa. Veliku olakšicu ovde (i u mnogim drugim slučajevima) predstavlja korišćenje nitnog krsta. Kada procenite da je dotičnu zvezdu moguće pratiti samo po jednoj osi, useveravanje je gotovo. Preporučljivo je da se teleskop posle ovakvog zahvata ne pomera da se isti ne bi morao ponavljati.

Ovo je naročito važno pri ekspozicijama većim od dve – tri sekunde. Zašto? Kada se snima statičnim aparatom (ili sistemom aparat – teleskop), umesto jedne tačke (zvezde) pojavljuje se linija koju je ista opisala tokom ekspozicije. Kako u nekim slučajevima ekspozicije traju nekoliko minuta do nekoliko sati, ovo već postaje veći problem. Potrebno je vršiti praćenje.

Rektascenzioni krug je podeljen na 24 časa, a svaki od njih na još (najčešće) 10 delova. To znači da tokom ekspozicije od šest minuta treba ravnomerno pomerati teleskop između ove dve crtice, ali, naglašavam, veoma ravnomerno! Čak i uz pomoć vrlo finih zavrtanja ovo je jako težak posao. Zato se ručno praćenje svodi na niz improvizacija, npr. održavanje objekta u centru nitnog krsta ili praćenje pomoću tražioca. Elegantniji i lakši način praćenja objekta je pomoću časovnog mehanizma. Međutim, i tada je potrebno vršiti korekcije po deklinaciji, jer prosto ne možete usmeriti teleskop prema Severnjači savršeno tačno.

Ugaoni prečnik i okularna projekcija

Pri snimanju većih objekata (kao što su Sunce i Mesec) žižna daljina prosečnog amaterskog teleskopa je taman dovoljna da bi ceo lik stao na jednu fotografiju. Tada se vrši fotografisanje u primarnom fokusu. Sama montaža je u ovom slučaju jednostavna: odstrani se okularni deo i na njegovo mesto se, pomoću prikladnog adaptera, postavi telo aparata (bez objektiva). Prečnik lika na filmu se računa kao:

$$d = F \cdot \operatorname{tg} \Delta$$

gde je Δ ugaoni prečnik objekta na nebu.

Ako je taj ugaoni prečnik mali, može se pisati:

$$d(\text{mm}) = \frac{F(\text{mm})}{K} \text{ gde je } K = \frac{206265}{\Delta''}.$$

Međutim, prava lepota većine objekata (naročito Meseca) će se pokazati tek pri krupnijem uveličanju, odnosno većim žižnim daljinama. Zbog toga se radi okularna projekcija koja sistemom sočiva prividno povećava osnovnu žižnu daljinu. Tako dobijena žižna daljina naziva se efektivna žižna daljina i označava se sa F_e . Ako žižnu daljinu okulara označimo sa f , a sa q rastojanje filma od okulara (standardno: lajka format – 35 mm), nju ćemo računati po formuli:

$$F_e = M \cdot F \text{ gde je } M = \frac{q}{f} - 1$$

Ipak, za fotografisanje Sunca i Meseca, iako se može koristiti, zbog njihovog velikog ugaonog prečnika često nije neophodno koristiti okularnu projekciju, jer je primarni fokus teleskopa u većini slučajeva sasvim dovoljan. Međutim, pri fotografisanju planeta i tzv. “deep sky” objekata mnogo manjih ugaonih prečnika, fotografija napravljena bez povećavanja žižne daljine će u najboljem slučaju dati lepu belo-žučkastu mrlju koja u slučaju idealog izoštravanja prelazi u isti takav disk.

Ako želimo lik objekta (npr. planete) da bude veličine d [mm] na filmu (negativu), treba da imamo efektivnu žižnu daljinu:

$$F_e = d \cdot \frac{206265''}{2R''}$$

Pored samog okulara, efektivna žižna daljina se može povećati i dodavanjem tzv. Barlov sočiva, koje se montira na okular i smanjuje njegovu žižnu daljinu (što povećava efektivnu). Faktor smanjenja žiže okulara je najčešće dva ili tri puta – preko toga ne treba ni ići. Naravno, dodavanje svakog dodatnog sočiva, pa i Barlova, apsorbuje deo upadne svetlosti i dobija se lošija fotografija.

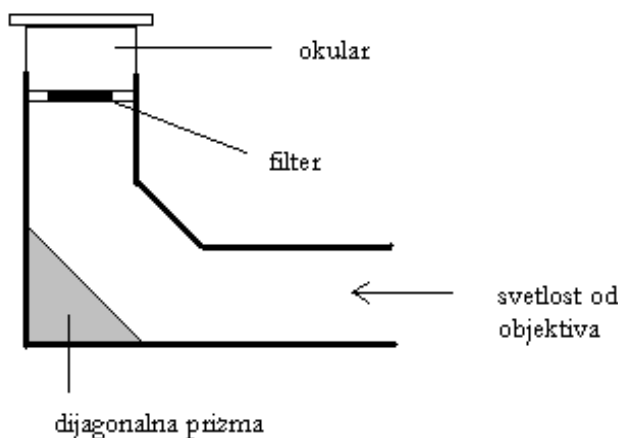
Povećavanje žižne daljine ne može ići u nedogled. Najveće uvećanje koje se izvlači iz teleskopa ne bi trebalo da bude veće od dvostrukog prečnika njegovog objektiva u milimetrima (npr. za prečnik objektiva 11cm ne bi trebalo praviti veća uveličanja od 220 puta). Uveličanje se vrlo lako računa jednostavnim deljenjem primarne žižne daljine teleskopa sa žižnom daljinom okulara. Naravno, svako uveličanje veće od jedan pomućuje sliku, ali to pomućenje postaje suviše veliko kada se pređe navedena granica.

Na kraju, sasvim je novo pitanje kako praktično ostvariti okularnu projekciju. U suštini ona predstavlja korišćenje sistema glavno sočivo (ili ogledalo) + okular (koji se dobija uz svaki teleskop) umesto objektiva fotoaparata. Na taj način dobijamo jedan veoma moćan teleobjektiv. Za spajanje okulara sa telom fotoaparata postoje baš za to pravljeni adapteri, međutim ako koristite kombinaciju tipa ruski teleskop – zapadnjački fotoaparata može doći do problema usled različitih standarda. Spajanje okulara i aparata se tada svodi na niz improvizacija ili, eventualno, naručivanje odgovarajućeg adaptera kod metalostrugara, koji će to debelo naplatiti ako mu kažete za šta vam je potreban.

Snimanje Sunca

Sunce i Mesec su dva najveća i najsvetlija objekta na nebu, pa i najlakša za, naravno, prvo pronalaženje pa onda snimanje.

Sunce, za razliku od ostalih nebeskih objekata koji se mogu snimati, ima taj problem što je veoma svetlo (kao što nam je i svima dobro poznato). Zbog toga je direktno posmatranje Sunca opasno čak i golim okom. Zato naglašavam da se ono **NIKADA** ne sme posmatrati direktno, jer već posle dve – tri sekunde donosi privremena oštećenja oka. Posle više od deset ona su trajna, a može doći i do slepila. Ta oštećenja su momentalna pri korišćenju nekog optičkog instrumenta. Zato je za posmatranje Sunca potrebna dodatna oprema: filter(i) i dijagonalna prizma (slika).



Dijagonalna prizma je tu da smanji intenzitet upadnog zračenja, odnosno da smanji toplotnu energiju upadnog zračenja koje u izvesnim slučajevima može dovesti do pucanja sočiva okulara (objektiv teleskopa se ponaša kao sabirno sočivo, pa je gustina energije veoma velika u žiži – dobro poznato svima koji su koristili lupu da pale vatru). Ako nemate prizmu ili nešto što može da posluži u tu svrhu, možete raditi i bez nje, samo pazite da Sunce ne bude u vidnom polju teleskopa duže od pet – šest minuta da ne bi došlo do pregrevanja. Filter služi da smanji intenzitet svetlosti dovoljno da bi se Sunce moglo posmatrati golim okom. Ipak, preporuka je da se ne koristi ovakav okularni filter jer je dovoljna mala pukotina na njemu (koju mogu stvoriti i upadni zraci) i da dođe do oštećenja oka. Mnogo su sigurniji filteri koji se stavljaju ispred samog objektiva teleskopa, naravno dimenzija koje se kreću oko njegovog prečnika.

Pošto je Sunce objekat velikog ugaonog prečnika (oko 30 minuta) nije potrebno vršiti povećavanje žižne daljine teleskopa. Ono se snima u primarnom fokusu, tj. bez okulara.

Sledeći korak je određivanje dužine ekspozicije. Ona se izračunava iz sledeće formule:

$$t^p(s) = \frac{\left(\frac{F_e}{D}\right)^2}{7,4 \cdot 10^7 \cdot S \cdot \tau_a \cdot \tau_o} \cdot k(f)$$

Ovde se neke veličine moraju razjasniti: F_e je efektivna žižna daljina, D je prečnik objektiva teleskopa, S je osetljivost filma u GOST-ima (ekvivalentne vrednosti za ASA i DIN su u tabeli), τ_a je propusnost atmosfere, τ_o je propusnost optike, $k(f)$ je propusnost filtera, a faktor $p = 1,15$. Osetljivost filma i propusnost filtera daje proizvođač, za propusnost atmosfere može se uzeti 0,835 ili 0,7 za vreme izuzetno vedrog dana, a propusnost optike zavisi od kvaliteta iste i uvek je manja od jedan (ako nemate ovaj podatak uzmite da je $\tau_o \approx 1$). Kako će se iz ove formule dobiti optimalna ekspozicija, te vrednosti verovatno neće biti na foto-aparatu. Zato se uvek pravi serija snimaka pa se odabira najbolji (npr. ako se dobije da je optimalna ekspozicija 1/378 sekundi napravićemo po jednu fotografiju od 1/250 i 1/500 sekundi). Ovde se može eksperimentisati i sa otvorom blende (ako ista uopšte postoji), ali, u osnovi, formula važi za maksimalni otvor.

| ASA | GOST | DIN |
|-----|------|-----|
| 16 | 10 | 12 |
| 20 | 16 | 14 |
| 25 | 20 | 15 |
| 32 | 25 | 16 |
| 40 | 32 | 17 |
| 50 | 40 | 18 |
| 64 | 50 | 19 |
| 80 | 64 | 20 |
| 100 | 80 | 21 |
| 125 | 100 | 22 |
| 160 | 130 | 23 |
| 200 | 165 | 24 |
| 250 | 200 | 25 |
| 320 | 250 | 26 |
| 400 | 320 | 27 |
| 500 | 400 | 28 |
| 650 | 500 | 29 |
| 800 | 650 | 30 |

Po pravilu, zbog velikog sjaja, za snimanje Sunca treba koristiti film što manje osetljivosti da bi ekspozicije kretale u manjim, odnosno lakše ostvarljivim granicama. Osim toga, film manje osetljivosti ima i tu osobinu da može dati i uvećanu fotografiju bez većih (vidljivih) gubitaka u kvalitetu slike.

Za snimanje detalja na Suncu, kao što su protuberance ili korona, je potrebna posebna oprema koja najčešće nije dostupna amaterima. Međutim, za vreme potpunog pomračenja Sunca mogu se dobiti lepe fotografije korone bez koronografa. Tada se ekspozicija računa po sledećoj formuli:

$$t^p(s) = \frac{\left(\frac{F}{D}\right)^2}{75 \cdot S \cdot \tau_a \cdot \tau_o}$$

Ovde se mogu koristiti i standardni filmovi osetljivosti 80 GOST-a (100 ASA).

Fotografisanje (ne)pokretnim aparatom

Vrlo zanimljive astrofotografije se mogu dobiti i upotrebom samog fotoaparata, bez teleskopa ili drugih jakih optičkih instrumenata. Sve što je u tom slučaju potrebno je fotoaparat (sa objektivom) i njegov stativ. Naime, žižna daljina objektiva standardnih tipova fotoaparata se najčešće kreće oko 50 mm. To omogućava hvatanje veoma širokog dela neba sa jednim ili više sazvežđa. Retki srećnici koji poseduju objektivne ultra male žižne daljine (manje od 10 mm), poznatije pod imenom “riblje oko”, mogu dobiti čak i fotografije celog neba. Kako to izvesti?

Film treba odabrati tako da ne bude suviše male osetljivosti (ne ispod 100 ASA), a opet ne i suviše velike da se ne bi pojavila granulacija – 400 ili 800 ASA je sasvim dovoljno. Mesto i vreme za fotografisanje takođe treba dobro odabrati, jer svetlost obližnjeg grada, na primer, može sasvim da upropasti fotografiju. Isto to može učiniti i Mesec, čak i ako je nisko ispod horizonta. Ako su svi ti uslovi ispunjeni može se bez bojazni pristupiti fotografisanju. Fotoaparat treba postaviti na stativ, blenda se stavlja na najveći otvor (najmanji broj), a ekspozicija na beskonačno. Pri tom je preporuka koristiti žičani okidač jer on (najčešće) poseduje sistem za kočenje – ne moramo držati stalno prst na dugmetu i drmati fotoaparat.

Već posle 15-20 minuta ekspozicije mogu se javiti vrlo lepi tragovi zvezda koje prolaze kroz vidno polje. Naročito su lepi snimci na kojima se Severnjača nalazi u centru, jer ostale zvezde opisuju koncentrične krugove oko nje.

Ko je u mogućnosti da radi praćenje rotacije Zemlje (odnosno nebeske sfere), na ovaj način može snimati i sazvežđa (2 – 10 min), sjajnije galaksije ili zvezdana jata (5 – 20 min), sjaj neba (2 – 60 min), meteora (1 – 2 sata), itd.

Računanje faznog ugla

Kao što je dobro poznato, planete Sunčevog sistema se obrću oko Sunca, a Mesec oko Zemlje. To i ne bi bio neki naročiti problem za astrofotografiju da planete i Mesec ne menjaju svoj položaj u odnosu na Zemlju. Ipak, kako to nije slučaj, moramo obratiti pažnju baš na taj položaj, koji se naziva fazni ugao i označava sa ψ . On se za Mesec i planete računa na potpuno isto i to na sledeći način:

$$\cos \psi = \frac{r_z^2 + r^2 - r_0^2}{2 \cdot r \cdot r_z}$$

gde je r rastojanje planeta – Sunce (u astronomskim jedinicama), r_z rastojanje planeta – Zemlja, a r_0 Zemlja – Sunce. Sve ove vrednosti se mogu naći u astronomskim časopisima (efemeride).

Snimanje Meseca

Mesec je verovatno i najinteresantniji i najlakši objekat za snimanje zbog velikog sjaja i prividne veličine. Opšta formula za računjanje dužine ekspozicije za snimanje Meseca je:

$$t^p = \frac{\left(\frac{F_e}{D}\right)^2}{1618 \cdot \tau_a \cdot \tau_o \cdot S \cdot A \cdot q(\psi)}$$

Sa svim navedenim veličinama se operiše kao kod snimanja Sunca, samo što je u ovom slučaju faktor $p = 0,86$, a $q(\psi)$ je funkcija faznog ugla Meseca i njene vrednosti su date u tabeli (za pun Mesec $q(\psi) = 1$), kao i vrednosti samog faznog ugla u funkciji od starosti Meseca. Veličina A se naziva geometrijski albedo i predstavlja odnos srednjeg sjaja diska planete (Meseca) i sjaja apsolutno bele površine postavljene na istom mestu. Geometrijski albedo, kada učestvuje u formulama za računanje ekspozicija, zavisi i od vrste emulzije koja je nanosena na film. Ona može biti nesenzibilirana ili panhromatska. Komercijalne emulzije su obično panhromatske i taj podatak daje proizvođač. Iznos geometrijskog albeda meseca i planeta dat je u tabeli.

| Starost (d) | $q(\psi)$ | fazni ugao (ψ) | Starost (d) | $q(\psi)$ |
|-------------|-----------|-----------------------|-------------|-----------|
| 0,0 | 0,001 | 170 | 29,5 | 0,001 |
| 0,8 | 0,002 | 160 | 28,7 | 0,002 |
| 1,6 | 0,004 | 150 | 27,9 | 0,004 |
| 2,5 | 0,007 | 140 | 27,1 | 0,009 |
| 3,3 | 0,015 | 130 | 26,2 | 0,016 |
| 4,1 | 0,025 | 120 | 25,4 | 0,026 |
| 4,9 | 0,038 | 110 | 24,6 | 0,041 |
| 5,7 | 0,056 | 100 | 23,8 | 0,058 |
| 6,6 | 0,082 | 90 | 23,0 | 0,078 |
| 7,4 | 0,12 | 80 | 22,1 | 0,11 |
| 8,2 | 0,16 | 70 | 21,3 | 0,16 |
| 9,0 | 0,21 | 60 | 20,5 | 0,21 |
| 9,8 | 0,28 | 50 | 19,7 | 0,27 |
| 10,7 | 0,36 | 40 | 18,9 | 0,35 |
| 11,5 | 0,47 | 30 | 18,0 | 0,45 |
| 12,3 | 0,60 | 20 | 17,2 | 0,59 |
| 13,1 | 0,78 | 10 | 16,4 | 0,76 |
| 13,9 | 1,000 | 0 | 15,6 | 1,000 |

| Objekat | Albedo | |
|---------|---------------------|--------------|
| | Nesenzibiliran a | panhromatska |
| Mesec | 0,9 | 0,12 |
| Merkur | 0,8 | 0,10 |
| Venera | 0,49 | 0,59 |
| Mars | 0,08 | 0,15 |
| Jupiter | 0,37 | 0,44 |
| Saturn | 0,32 | 0,46 |
| Uran | 0,60 | 0,56 |
| Neptun | 0,62 | 0,51 |

Sa veoma velikim žižnim daljinama, odnosno veoma velikim uveličanjem, mogu se dobiti čak i fotografije određenih detalja na Mesečevoj površini (krateri, planine, itd). Međutim, ovde se javlja dodatni problem: albedo se razlikuje od mesta do mesta (ali ako ga ne znamo ipak uzimamo srednju vrednost iz gornje tabele), a $q(\psi)$ postaje i funkcija longitude izabranog detalja. Sve ukupno, to daje nešto duže ekspozicije, računate po istoj formuli, ali sa $q(\psi)$ faktorom iz donje tabele.

| Starost | $\lambda=-80$ | $\lambda=-60$ | $\lambda=-40$ | $\lambda=-20$ | $\lambda=0$ | $\lambda=20$ | $\lambda=40$ | $\lambda=60$ | $\lambda=80$ | Starost |
|---------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------|
| 1 | | | | | | | | | 0,079 | 1 |
| 2 | | | | | | | | 0,061 | 0,17 | 2 |
| 3 | | | | | | | | 0,11 | 0,28 | 3 |
| 4 | | | | | | | 0,048 | 0,23 | 0,38 | 4 |
| 5 | | | | | | | 0,16 | 0,33 | 0,48 | 5 |
| 6 | | | | | | 0,096 | 0,28 | 0,43 | 0,57 | 6 |
| 7 | | | | | 0,012 | 0,22 | 0,37 | 0,52 | 0,65 | 7 |
| 8 | | | | | 0,16 | 0,35 | 0,49 | 0,62 | 0,73 | 8 |
| 9 | | | | 0,008 | 0,31 | 0,47 | 0,59 | 0,70 | 0,80 | 9 |
| 10 | | | | 0,27 | 0,47 | 0,59 | 0,69 | 0,78 | 0,86 | 10 |
| 11 | | | 0,21 | 0,45 | 0,60 | 0,70 | 0,78 | 0,85 | 0,91 | 11 |
| 12 | | 0,067 | 0,45 | 0,62 | 0,73 | 0,80 | 0,86 | 0,91 | 0,95 | 12 |
| 13 | | 0,47 | 0,69 | 0,73 | 0,85 | 0,89 | 0,92 | 0,95 | 0,98 | 13 |
| 14 | 0,60 | 0,87 | 0,92 | 0,95 | 0,96 | 0,97 | 0,98 | 0,99 | 0,99 | 14 |
| 15 | 0,99 | 0,98 | 0,96 | 0,95 | 0,93 | 0,90 | 0,87 | 0,74 | 0,20 | 15 |
| 16 | 0,97 | 0,9 | 0,90 | 0,86 | 0,81 | 0,74 | 0,61 | 0,34 | | 16 |
| 17 | 0,93 | 0,88 | 0,83 | 0,76 | 0,68 | 0,55 | 0,35 | | | 17 |
| 18 | 0,89 | 0,82 | 0,74 | 0,66 | 0,54 | 0,38 | 0,10 | | | 18 |
| 19 | 0,84 | 0,75 | 0,66 | 0,54 | 0,40 | 0,20 | | | | 19 |
| 20 | 0,77 | 0,66 | 0,55 | 0,42 | 0,25 | | | | | 20 |
| 21 | 0,70 | 0,58 | 0,45 | 0,30 | 0,010 | | | | | 21 |
| 22 | 0,62 | 0,49 | 0,34 | 0,17 | | | | | | 22 |
| 23 | 0,53 | 0,39 | 0,23 | 0,14 | | | | | | 23 |
| 24 | 0,44 | 0,29 | 0,16 | | | | | | | 24 |
| 25 | 0,34 | 0,12 | | | | | | | | 25 |
| 26 | 0,23 | 0,063 | | | | | | | | 26 |
| 27 | 0,13 | | | | | | | | | 27 |
| 28 | 0,026 | | | | | | | | | 28 |

Fotografisanje planeta

Jedini objekat u Sunčevom sistemu koji u vidljivom delu spektra ima sopstveno zračenje je samo Sunce. Sve ostale objekte vidimo jedino zahvaljujući refleksiji sunčeve svetlosti od njih. Pri tom je njihov ugaoni prečnik veoma mali, tako da se posmatranjem i fotografisanjem već mala količina svetlosti mora razvući na dovoljno veliku površinu da bismo mogli uopšte nešto korisno videti. Ekspozicije su zbog toga nešto duže nego u slučaju Meseca, i mogu se računati po formuli:

$$t^p = \frac{\left(\frac{F_e}{D}\right)^2 \cdot r^2(AJ)}{1618 \cdot \tau_a \cdot \tau_o \cdot A \cdot q(\Psi) \cdot S}$$

Faktor p ovde iznosi 0,86, tabela sa vrednostima funkcije $q(\Psi)$ sledi, dok svi ostali parametri imaju isti smisao kao kod fotografisanja Meseca i mogu se pročitati iz prethodnih tabela.

| fazni ugao (ψ) | Funkcija faze $q(\psi)$ | | | |
|-----------------------|-------------------------|--------|------|---------|
| | Merkur | Venera | Mars | Jupiter |
| 0 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 10 | 0,77 | 0,88 | 0,78 | 0,86 |
| 20 | 0,60 | 0,77 | 0,59 | 0,75 |
| 30 | 0,46 | 0,66 | 0,46 | |
| 40 | 0,53 | 0,58 | | |
| 50 | 0,27 | 0,47 | | |
| 60 | 0,21 | 0,43 | | |
| 70 | 0,16 | 0,35 | | |
| 80 | 0,11 | 0,30 | | |
| 90 | 0,08 | 0,25 | | |
| 100 | 0,06 | 0,21 | | |
| 110 | 0,04 | 0,18 | | |
| 120 | 0,03 | 0,14 | | |
| 130 | 0,02 | 0,11 | | |
| 140 | 0,01 | 0,08 | | |
| 150 | 0,01 | 0,07 | | |
| 160 | 0,01 | 0,04 | | |
| 170 | 0,01 | 0,03 | | |

Faze planeta imaju isti smisao kao faze Meseca – predstavljaju osvetljeni deo površine planete vidljiv sa Zemlje. Podaci o fazama, kao i funkcije faza su date samo za planete do Saturna, jer je njegova, i faza i daljih planeta uvek 0°. Najveće varijacije imaju, naravno, unutrašnje planete, dok Mars i Jupiter mogu imati samo vrlo male faze.

Treba napomenuti da se, kao i Mesec, i planete mogu snimati kroz razne vrste filtera, pri čemu treba gornji izraz pomnožiti koeficijentom propustljivosti filtera $k(f)$.

Za dobijanje ne-tačkastih fotografija planeta, odnosno snimanje njihovih diskova, potrebna su relativno velika uveličanja – 60 puta i više. Marsove polarne kape ili Jupiterovi pojasevi će se teško videti i na uveličanjima manjim od 80 puta. Zbog toga snimanje u primarnom fokusu teleskopa manjih žižnih daljina (manjih od 1,5 metara) teško da može dati zadovoljavajuće rezultate. Okularna projekcija je prosto neophodna. Posao je dodatno otežan time što krupnije uveličanje ne povećava samo lik planete, već i sve ostalo, uključujući i smetnje u atmosferi. Zbog toga faktori kao što su vlažnost, temperatura, zagađenje i svetlost od obližnjeg grada, turbulencija, itd. bitno utiču na kvalitet dobijene fotografije. Potrebno je pažljivo odabrati mesto rada: noć sa što manje mesečine, kao i lokaciju na kojoj će navedene smetnje biti što manje, i to najbolje negde izvan grada, daleko od svetla, po mogućstvu na većoj nadmorskoj visini. U takvim uslovima, uz pravilan rad, uspeh je zagarantovan.

Literatura:

Nažalost, literatura o astrofotografiji u našoj zemlji veoma je oskudna. Jedina knjiga koja se kompletno bavi tom problematikom je jedno dosta staro i retko izdanje po imenu:

- “*Astrofotografija – fotografisanje nebeskih tela i pojava*”, A. Tomić; Sarajevo, 1983.

Opšti kurs astronomije se može naći u knjizi:

- “*Astronomija za IV razred gimnazije*”, M. Dimitrijević i A. Tomić; Beograd, 1998.

Dok se oni koji žele malo dublje, pre svega matematički, upustiti u astronomiju mogu poslužiti npr. knjigom:

- “*Astronomija – klasika u novom ruhu*”, Robin M. Grin; Beograd, 1998.

kao, uostalom, i nekim drugim udžbenikom po svom izboru.