

Шиманська Л.А., Калугін В.В., Белошанка О.Я.

¹ старший учитель, учитель фізики та астрономії КЗ «Маріупольський технічний ліцей» Маріупольської міської ради Донецької області

² учень 10 класу КЗ «Маріупольський технічний ліцей» Маріупольської міської ради Донецької області

³ старший викладач кафедри фізики ДВНЗ «ДДПУ»

e-mail: poshtaukr71@ukr.net

УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ГІДУВАННЯ ТЕЛЕСКОПА

Стаття присвячена дослідженню властивостей моделей павутинного та графічного прицілу гіда телескопа на прозорій основі. Розглянуто недоліки існуючих моделей. Наведено конструкцію проєктора оптичного прицілу, що усуває існуючі недоліки графічного та павутинного перехрестя. Обґрунтовано доцільність використання оптичного прицілу гіда телескопа, його переваги над існуючими моделями.

Ключові слова: *телескоп, гід, гідкування, оптичний приціл, графічне перехрестя, павутинне перехрестя.*

Вступ

Астрономічні спостереження завжди відігравали велику роль в житті людства. Орієнтуючись за положенням і рухом небесних світил наші пращури знаходили шлях, складали календарі та вимірювали час, визначали найбільш сприятливі терміни сільськогосподарських робіт.

Телескоп дає велике збільшення, тому його незручно наводити на небесне тіло. Чим більше збільшення телескопу, тим вужче поле зору, тобто меншу ділянку нічного неба можна спостерігати. На відміну від телескопів, видошукачі (або гіди) для телескопа мають невелике збільшення, тому, більш широке поле зору. Тому їх використання спрощує процес наведення телескопа на небесні тіла.

Гіди в астрономічній оптиці забезпечені оптичним прицілом (перехрестям) для прив'язки оптичної системи до зображення шляхом їх поєднання. Необхідність підсвічування прицілу обумовлена тим, що на темному небі воно непомітне. Існуючі моделі прицілу, наприклад, павутинне та графічне перехрестя на прозорій основі мають деякі недоліки: на їх поверхні може осаджуватись пил та роса які суттєво впливають на якість зображення об'єктів. Тому використання світлової моделі прицілу може усунути існуючі недоліки та покращити якість астрономічних спостережень.

Тому за **мету** ставимо розгляд виготовленої та випробуваної моделі оптичного прицілу гіда телескопа, виявлення його переваг над існуючими моделями.

Основна частина

Астрономічні спостереження, в більшості випадків, пасивні по відношенню до досліджуваних об'єктів, тобто якось активно впливати на небесні тіла, ставити досліди (за винятком рідкісних випадків) не має можливості. Ще одна особливість астрономічних спостережень пов'язана з тим, що всі небесні світила знаходяться від нас дуже далеко і майже усі вони здаються нам однаково далекими. Також дуже важливою особливістю є те, що спостереження за небесними тілами відбуваються з поверхні Землі, яка сама рухається: обертається навколо власної вісі та навколо Сонця. Тому вигляд небесної сфери для земного спостерігача залежить не тільки від того, в якому місці Землі він знаходиться, але і від того, в яку пору року і час доби він спостерігає.

За час обертання небесної сфери видиме положення небесних об'єктів істотно змінюється, через що їх зображення, наприклад, на фотографії виходять дугоподібними або, взагалі, вони можуть вийти з поля зору. Для отримання ж якісної астрофотографії необхідно утримувати зображення в нерухомому положенні під час всього часу експозиції. Для цього використовують спеціальні годинникові механізми, що повертають телескоп в екваторіальній площині в напрямі добового обертання Землі зі швидкістю, що дорівнює швидкості її обертання.

Астрономічні спостереження та процес отримання астрофотографій тривають інколи багато годин, тому доводиться стежити за правильністю наведення телескопа і час від часу його підправляти. Цей процес називається гідуння. Гідуння здійснюється за допомогою гіда – невеликого допоміжного телескопа, встановленого на спільному монтуванні з головним телескопом.

Існує три механізми ведення телескопа:

- годинниковий: дозволяє вести телескоп тільки по паралелях небесної сфери, при цьому сам механізм має бути досить точним та при великих експозиціях та фокусних відстанях потребує корекції ходу за допомогою ручного гідуння;

- автоматичний: самостійно наводить телескоп на необхідний об'єкт та утримує його в полі зору незалежно від характеру руху цього об'єкту;

- ручний: дозволяє утримувати об'єкт в полі зору під час спостережень або фотографуванні при різних обставинах (різний час експозиції, різна фокусна відстань, складний характер руху, тощо).

В таблиці представлена порівняльна характеристика різних варіантів гідуювання.

Порівняльна характеристика різних механізмів гідуювання

Годинниковий	Автоматичний	Ручний
Гарна точність, але неможливо спостерігати за кометами, Місяцем, ШСЗ та об'єктами, що рухаються зі швидкістю більшою за швидкість обертання Землі	Гарна точність, можна налаштувати для спостережень за усіма тілами	Гарна точність, можна налаштувати для спостережень за усіма тілами
Потребує втручань під час роботи тільки за необхідністю	Не потребує втручань під час роботи	Потребує безпосереднього постійного контролю
Необхідне джерело живлення для електричного механізму або періодичного заводу механічного механізму	Необхідне джерело живлення, потужний мотор, комп'ютер та ПЗ для нього	Не потребує додаткових пристроїв (тільки присутність людини)

Приціл з підсвічуванням в астрономії відіграє важливу роль. Гіди в астрономічній оптиці забезпечені перехрестям для прив'язки оптичної системи до зображення шляхом їх поєднання. Необхідність підсвічування прицілу обумовлена тим, що на темному небі воно непомітне.

Існує декілька моделей прицілу, наприклад, павутинне перехрестя та графічне на прозорій основі. Павутинне перехрестя – це хрест з тонких дротів, який кріпиться в фокальній площині окуляра (рис. 1). Графічне перехрестя уявляє собою зображення прицільної сітки на прозорій основі (рис. 2).

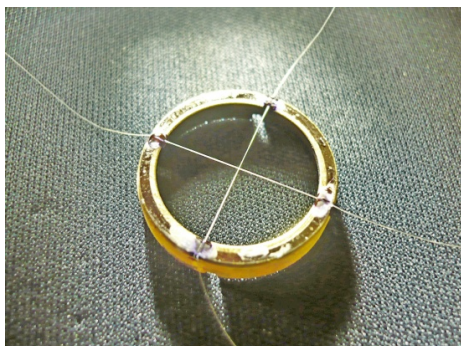


Рис. 1: Павутинне перехрестя

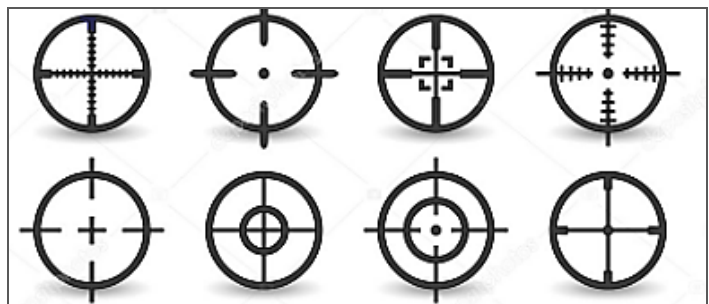


Рис. 2: Приклади графічного перехрестя

Ці види перехрестя мають ряд недоліків, а саме: необхідно розміщувати перехрестя у фокальній площині окуляра, а це незручно, тому що в цій зоні мало місця та досить складно забезпечити його підсвічування; неможливо замінити окуляр окремо від перехрестя; екранування дрібних зірок, і як наслідок – зниження точності при гідунні та фотозйомці; осадження пилу та роси на поверхні перехрестя; графічне перехрестя на прозорій основі – це додаткова скляна пластина на оптичному шляху світла, яка неминуче приводить до втрат світла (близько 4% для однієї непросвітленої поверхні), і, як наслідок, до зниження яскравості та контрастності зображення; неможливо швидко видалити перехрестя не розбираючи окуляр.

Пропонується конструкція проєктора світлового оптичного прицілу яка не потребує прозорої основи, тому усувається проблема екранування дрібних об'єктів, і як наслідок, підвищується точність гідуння. Таку конструкцію проєктора можна монтувати на гід або телескоп, причому різного типу, без зміни конструкції та налаштування телескопа чи гіда. Для утворення зображення перехрестя застосовуються діоди різного кольору, що дає можливість відрізнити його від зображень об'єктів спостереження різних типів та кольорів. На відміну від існуючих моделей оптичних прицілів запропонована модель не монтується всередині оптичної системи телескопа, тобто її можна знімати або змінювати в будь який час, не змінюючи конструкцію та налаштування телескопа.

Складові частини сконструйованого проєктора оптичного прицілу: корпус, об'єктив, оптичний приціл, електричне коло живлення світлодіода для підсвічування прицілу. Схема проєктора оптичного прицілу представлена на рис. 3, електричного кола живлення світлодіода – на рис. 4.



Рис. 3: Схема проєктора світлодіода оптичного прицілу

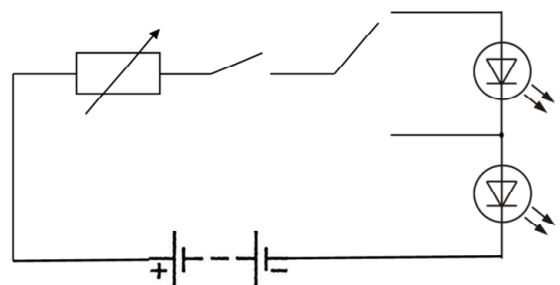


Рис. 4: Схема електричного кола живлення

Корпус проєктора складається з двох труб довжиною по 100 мм кожна та діаметрами 13 мм та 15 мм, які знаходяться одна в середині іншої та мають можливість ковзати одна вздовж іншої для фокусування (рис. 5.).

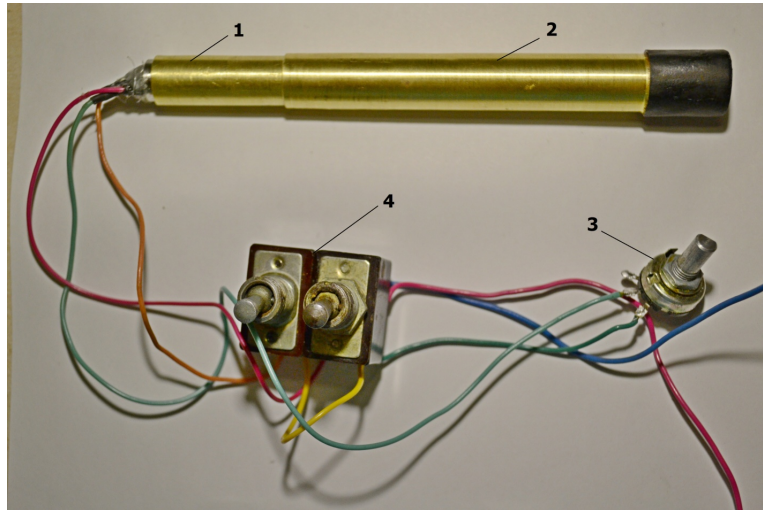


Рис. 5: Проектор оптичного прицілу
1 – металева трубка діаметром 13 мм, 2 – металева трубка діаметром 15 мм, 3 – резистор змінного опору, 4 – перемикачі

Об'єктив являє собою комбінацію трьох лінз: дві плоско-опуклі лінзи і одна двовгнута (рис. 6.). Лінзи розміщені і зафіксовані в трубці більшого діаметру. Фокусна відстань отриманої оптичної системи була визначена експериментально і дорівнює 120 мм.

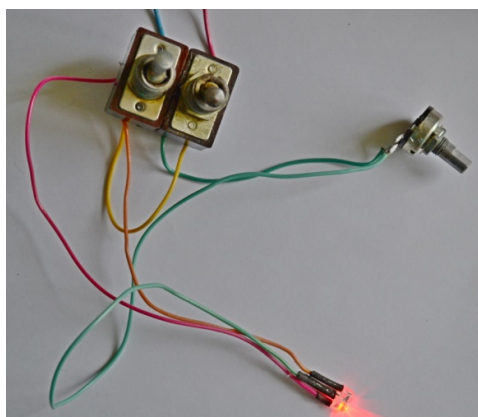


Рис. 6: Лінзи об'єктива (1, 3 – плоско-опуклі, 2 – двовгнута)

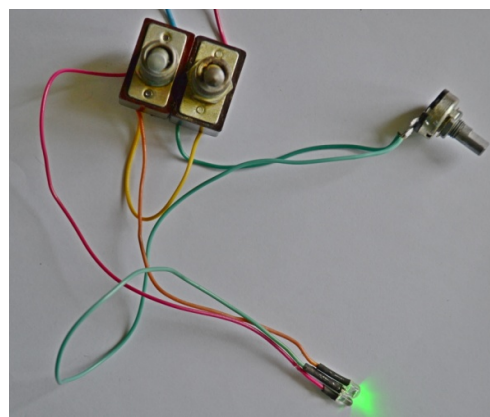
Підсвічування прицілу здійснюється за допомогою світлодіода. Для того, щоб мати можливість гідувати об'єкти різного кольору в конструкції використовуються два світлодіода різних кольорів – червоного та зеленого, розраховані на 3 В та 40 мА (рис. 7.). Світлодіоди розміщені в трубці меншого діаметру.

В залежності від яскравості небесного об'єкту виникає необхідність змінювати яскравість зображення проекції прицілу. Для цього в конструкції використовується резистор змінного опору, $R = 0 \div 100$ кОм (рис. 5.).

Для живлення електричного кола проектору використовується батарея, що складається з двох гальванічних елементів типу ААА.



а)



б)

Рис. 7: Світлодіоди червоний (а), зелений (б)

Зображення прицілу формується за допомогою шайби з оргскла: поверхня шайби спочатку фарбується чорною фарбою, а потім на ній робиться гравірування зображення перехрестя (рис. 8). Можна використовувати кілька варіантів зображення – перехрестя, крапка, кільце, тощо. Для цього виготовлено декілька шайб з різними варіантами зображень.

Під'єднання електричного кола до джерела живлення та вибір світлодіоду певного кольору здійснюється за допомогою відповідних перемикачів (рис. 5).

Конструкція проектору монтується на кріпленні вторинного дзеркала телескопа (рис. 9).



Рис. 8: Шайба з перехрестям

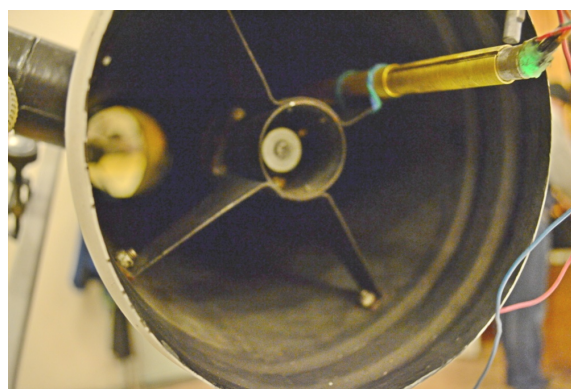


Рис. 9: Монтування проектора

Світлові промені від світлодіоду проходять крізь гравіювання перехрестя на шайбі і потрапляють в об'єктив проектора. Після проходження системи лінз об'єктива утворюється стійке зображення оптичного прицілу (перехрестя) яке можна спостерігати в окулярі гідра телескопа на тлі зоряного неба (рис. 10).

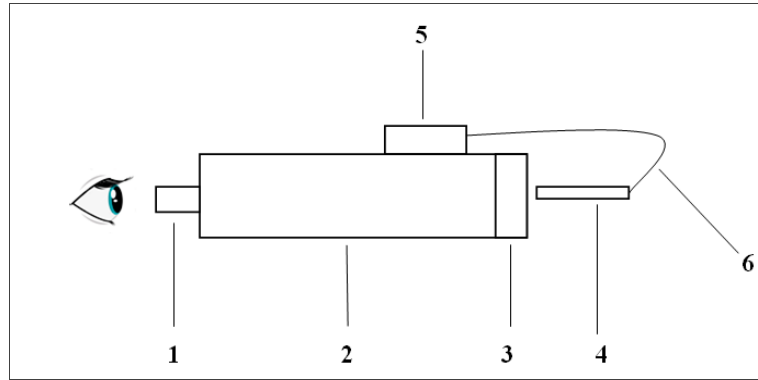


Рис. 10: Схема монтування проектора
 1 – окуляр, 2 – корпус, 3 – місце кріплення проектора, 4 – проектор оптичного прицілу, 5 – електрична складова проектора, 6 – з'єднувальні дроти

При необхідності можна змінити колір і форму зображення перехрестя, не втручаючись при цьому в роботу телескопа (не розбираючи окуляр і гід і не змінюючи налаштування оптичної системи гіда і телескопа). Колір змінюється шляхом зміни під'єднання відповідного світлодіода, а вид перехрестя – шляхом заміни шайби. Вони мають різьбу з двох боків, що дозволяє встановлювати різні шайби для зміни зображення проекції.

Оптичний приціл з підсвічуванням в астрономії грає велику роль. Необхідність підсвічування перехрестя викликана тим, що на тлі темного неба воно погано помітне.

Павутинне та графічне перехрестя на прозорій основі має ряд недоліків. Описана конструкція проектора оптичного прицілу усуває недоліки графічного та павутинного перехрестя.

Висновки

1. Оптичний приціл з підсвічуванням в астрономії грає велику роль. Астрономічні гіди забезпечені перехрестям для прив'язки оптичної системи до зображення. Необхідність підсвічування перехрестя викликана тим, що на тлі темного неба воно погано помітне.
2. Павутинне та графічне перехрестя на прозорій основі має ряд недоліків.
По-перше, його необхідно розміщувати у фокальній площині окуляра, а це не досить зручно, тому що там не так багато місця та й досить складно змонтувати підсвічування в цьому місці.

По-друге, неможливо при необхідності зробити заміну окуляра без зміни налаштування оптичної системи гіда та телескопа.

По-третє, спостерігається екранування дрібних об'єктів і, як наслідок, знижується точність гідуння при фотографуванні.

По-четверте, з часом на поверхні перехрестя осідає пил, а при зміні температури – роса.

По-п'яте, неможливо швидко демонтувати приціл, не розбираючи окуляр.

3. Запропонована в роботі конструкція проектора оптичного прицілу усуває перелічені недоліки графічного та павутинного перехрестя. Таку конструкцію проектора можна монтувати як на гід, так і при необхідності безпосередньо на телескоп, причому різного типу. При цьому змінювати конструкцію і налаштування телескопа чи гіда не потрібно, оскільки, на відміну від існуючих моделей оптичних прицілів, запропонована модель не монтується всередині оптичної системи телескопа тобто її можна знімати або змінювати в будь-який час.
4. Оскільки зображення перехрестя оптичне, для його утворення не потрібна прозора основа, як для графічного, тому відсутнє екранування дрібних об'єктів, що приводить до підвищення точності гідуння.
5. Використання діодів різного кольору для утворення зображення перехрестя дозволяє відрізнити його від зображень різних типів об'єктів спостереження.

Література

1. *Засекина Т. Н.* Физика, [Текст] : учебник для 11 кл. / Т. Н. Засекина, Д. А. Засекин. – Харьков : Сиция, 2011. – 284 с.
2. *Климишин І. А.* Шкільний астрономічний довідник [Текст] : кн. для вчителя / І. А. Климишин, В. В. Тельнюк-Адамчук. – Київ : Радян. шк., 1990. – 287 с.
3. Небо и телескоп [Текст] / ред.-сост. В. Г. Сурдин. – М. : Физматлит, 2008. – 424 с.
4. *Сикорук Л. Л.* Телескопы для любителей астрономии [Текст] / Л. Л. Сикорук. – М. : Наука, 1989.
5. *Наумов Д. А.* Изготовление и исследование оптики для любительских телескопов-рефлекторов и ее контроль [Текст] / Д. А. Наумов. – М. : Наука, 1988. – 264 с.
6. *Михельсон Н. Н.* Оптика астрономических телескопов и методы ее расчета [Текст] / Н. Н. Михельсон. – М. : ФМЛ, 1995. – 345 с.
7. *Навашин М. С.* Телескоп астронома-любителя [Текст] / М. С. Навашин. – М. : Наука, 1979. – 440 с.

ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

<http://shkolyar.in.ua>

<http://space.vn.ua/inshe/telescope.html>

<http://vseslova.com.ua/word>

<https://mozok.click>

<http://moyaosvita.com.ua>

<http://tepka.ru/astronomiya/2.html>

https://knowledge.allbest.ru/air/2c0b65635b2bc68b4c53b89521206d27_0.html

Shymanska Liudmila, Kalyhin Vitalii, Beloshapka Alexander

Municipal Institution «Mariupol technical lyceum» of Mariupol City Council, Donetsk region, Ukraine;

Donbas State Pedagogical University, Slovians'k, Ukraine.

The improvement of the telescope's guide system

The article is devoted to the study of the properties of the web and graphic sights models of the telescope guide on a transparent basis. The disadvantages of existing models are considered. The design of optical sight, which eliminates the existing disadvantages of graphic and web cross-section is substantiated. The feasibility of using an optical sight of a telescope guide, its pros over existing models are presented.

Keywords: *telescope, guide, guide system, optical sight, graphical intersection, web cross-section.*