

Разказите на светлината

Пенчо Маркишки

Това обаче не означава, че днес не разполагаме с възможности за изследване на други светове. През ясни-те нощи в небето се вират огромни телескопи, които събират слабата светлина, идваща от далечни косми-

чески обекти. Тази светлина е пътувала дълго до нас – понякога за време, съизмеримо с възрастта на самата Вселена. Получените чрез нея изображения и спектри на тези обекти разкриват тайни както за тяхната природа – химичен състав, движение, температура и др., така и за процеси, развили се в далечната история на Вселената. Удивителният факт, че светлината носи информация за всичко това, буди недоверие у мнозина, но също така може да подтикне много любознателни млади хора да изберат физиката или астрономията като свое поприще. Спектроскопията е най-мощният съвременен научен метод за дистанционно и безконтактно изучаване на различни по

Възможността за пътуване във Вселената е вълнуваща тема, третирана по всевъзможни начини от писателите фантасти. Тя е също така важна цел пред човечеството, обещаваща бляскави перспективи. До ден-днешен обаче нито един космически апарат, конструиран от човешка ръка, не се е отдалечил твърде от пределите на Слънчевата система, а колкото до идеята за пилотирани полети в междувездното пространство – тя още дълго ще остане в сферата на фантастиката.

природа обекти, поради което стои на почетно място в астрономията. Но как е започнало всичко? Историята на спектроскопията е интересна и твърде дълга, поради което накратко ще отбележим само някои по-

важни моменти от нея.

1666 – 1671 г.: Исаак Нютон (Isaac Newton) прави и описва своя опит с дисперсия на бялата светлина през триъълни призми (*Newton's Experimentum Crucis*).

1802 г.: Уилям Хајг Уоластън (William Hyde Wollaston) наблюдава 7 тъмни линии в слънчевия спектър при опитите си да регистрира ултравиолетовата светлина след разлагане на бяла светлина с призма.

1814 г.: Йозеф фон Фраунхофер (Joseph von Fraunhofer) наблюдава стотици тъмни линии в слънчевия спектър, наречени по-късно „Фраунхоферови линии“.

1842 г.: Кристиан Доплер (Christian Andreas Doppler) предлага обяснение на причината,

водеща до промяна на честотата на вълни, излъчени от движещ се спрямо наблюдателя източник. По-късно този ефект е наречен на неговото име.

1858 г.: Густаф Кирхоф (Gustav Robert Kirchhoff) и Робърт Бунзен (Robert Wilhelm Bunsen) откриват, че химичните елементи и съединения имат уникални спектри, чрез които могат да бъдат разпознати като чрез своеобразни „баркодове“. Двамата учени откриват също аналогията в разположението на тъмните и на светлите линии, съответно в абсорбиционните и в емисионните спектри.

1863 – 1868 г.: Уилям Хъгинс (William Huggins) заснема спектъра на звездите Сириус и Капела, макар и с лошо качество. По-късно открива отмествания на спектралните линии в спектъра на Капела и правилно ги тълкува като Доплеров ефект.

1864 г.: Анджело Секи (Father Pietro Angelo Secchi) използва обективна призма за фотографирание на звездни спектри. Той заснема спектрите на звездите от звездния куп Плеяди и от подобие то в тях стига до извода, че тези звезди имат общ произход и са на еднаква възраст. Секи заснема спектрите на общо 4000 звезди и въвежда класификация по спектрални типове.

1913 г.: Нилс Бор (Niels Henrik David Bohr) предлага квантов модел на водородния атом, в който електронът може да обикаля ядрото по точно определени стабилни орбити според своята енергия (енергетични нива). Атомът излъчва фотон, когато електронът прескача от орбита с по-висока енергия към по-ниска орбита. Моделът на Бор обяснява добре разпределението на линиите във водородния спектър, описано от Йохан Балмер (Johann Jakob Balmer) през 1885 г. за видимата част на спектъра, от Теодор Лайман (Theodore Lyman) през 1906 г. за ултравиолетовата област и от Фридрих Пашен (Louis Karl Heinrich Friedrich Paschen) през 1908 г. за инфрачервената област на спектъра.

1910 – 1920 г.: Весто Мелвин Слифър (Vesto Melvin Slipher) наблюдава червено отместване на линиите в спектрите на някои мъ-

гълувини, които по-късно са определени като галактики (след т. нар. Голям диспут през 1920 г.).

Около 1920 г. е анализиран съставът на атмосферата на планетата Венера по спектъра на отразената от нея слънчева светлина.

1919 – 1922 г.: Едуин Хъбъл (Edwin Powell Hubble) и Милтън Хюмасън (Milton Lasell Humason) наблюдават червени отмествания в спектрите на някои галактики и стигат до идеята за разширяващата се вселена.

Едно от най-увлекателните занимания на любителите астрономи е астрофотографията – чрез разнообразните практически задачи, които тя предлага, любителят има реалната възможност да получи множество теоретични знания, да овладее и усъвършенства различни методи от оптиката и фотографията, да придобие опит в провеждането на астрономически наблюдения и не на последно място – да получи вълнуващи резултати от своята работа. След известен натрупан опит любителят астроном може да насочи интересите си и към астроспектроскопията, въпреки разпространеното мнение, че това е сложна област, достъпна само за професионалистите. Истината е, че спокойно може да се практикува любителски вариант на астроспектроскопията, в който методите на астрофотографията са широко приложими. Получените резултати могат да се използват с образователна цел, а при съвместна работа със специалисти любителят може да има по-сериозен принос в някое наистина стойностно научно изследване.

След първите си успешни астроснимки астролобителят може да се запита, дали би могъл да заснеме слънчевия спектър с тъмните Фраунхоферови линии, спектъра на някоя звезда или дори ако може – спектъра на ярка емисионна мъглявина, като например M42 в Орион. Дали би могло с несъвършената любителска техника, често конструирана с погръдни средства, да се получат

възможно по-добри изображения на това, което наричаме „паспорти“ на астрономическите обекти? Разбира се, от самото начало няма да получите спектри с високо качество, но всеки астроном любител с известен опит е в състояние най-малкото да си направи добра галерия от спектрите на по-бляскавите звезди, която подредена по класове, би могла да има сериозна педагогическа стойност. Освен това днес вече много любители в други страни успешно ползват астроспектроскопски методи в техните напълно стойностни изследвания на различни типове променливи звезди, комети и дори свръхнови. Разбира се, това изисква оборудване, каквото един астроном любител у нас трудно може да си позволи, но всяко сериозно начинание започва от няколко прости идеи.

Фотографирането на спектри в началото изглежда доста сложна задача – самата оптична система на спектрографа като че ли е трудна за реализиране. Първите мисли са, че ще са нужни стабилни конструкции, изработени с голяма точност, висококачествена оптика, голяма прецизност при насочването към обектите и при тяхното проследяване по време на дългите експозиции, когато телескопът се движи бавно – синхронно с видимото въртене на небесната сфера. Така в самото начало ни върхлитат куп разколебаващи мисли, поради което можем да започнем с възможно най-простия метод – обективната призма.

За целта трябва да монтираме триъгълна призма пред фотографски телеобектив и да насочим установката към нощните



Спектри на нощни градски светлини, заснети с обективна призма, закриваща част от отвората на фотографския обектив. Указани са дължините в нанометри на по-ярките линии в спектъра на живачен уличен осветител (такива вече рядко са в употреба). Снимка: авторът

светлини на града. Тогава във визъора на огледално-рефлексния фотоапарат ще видим серии от разноцветни изображения на живачно-натриевите и на останалите видове газоразрядни улични осветители. Тези разноцветни изображения съответстват на по-ярките линии в спектрите на живачка или на натрия, а при по-новите типове осветителни тела се наблюдават широки разноцветни ивици, поради характера на излъчването на техните луминофори. Освен тези линейни и ивични спектри ще видим също непрекъснатите плавно преливащи в различни цветове спектри на обикновените лампи с нажежаема жичка, видими през прозорците на домовете. Тази гледка е наистина интересна. Тя е още по-впечатляваща, ако поставим призмата пред единия обектив на бинокъл с неголямо увеличение (от 6 до 10 пъти) и ако го насочим към градските светлини.

При следващия ни експеримент можем да закрепим триъгълната призма неподвижно пред фотоапарат с нормален фотообектив – с фокусно разстояние около 50 mm и с почти напълно отворена диафрагма. Тази установка можем да насочим в безлунна нощ към някое ярко съзвездие – Орион, Голямата мечка или др. Тъй като призмата ще пречупва светлината на известен ъгъл, например на около 25° , трябва да коригираме насочването така, че да видим във визъора преливащите в различни цветове ивици на спектрите на по-бляскавите звезди. Ако сме насочили нашия импровизиран спектрограф към съзвездието Орион, веднага ще забележим, че спектърът на червеникавата звезда Бетелгейзе (горното ляво „рамо“ на Орион) се различава още на пръв поглед от спектърта на синкавата звезда Ригел (десния „крак“ на Орион). При този метод на наблюдение успоредните лъчи, идващи от далечните звезди, преминават през призмата, пречупват се с дисперсия според дължините на вълните си и попадат във фокусирания на безкрайност фо-

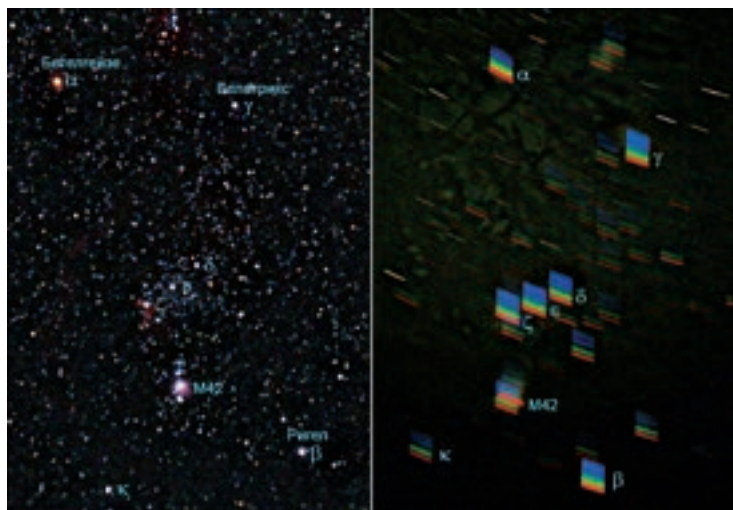


Фотоапарат с монтирана триъгълна призма пред обектива

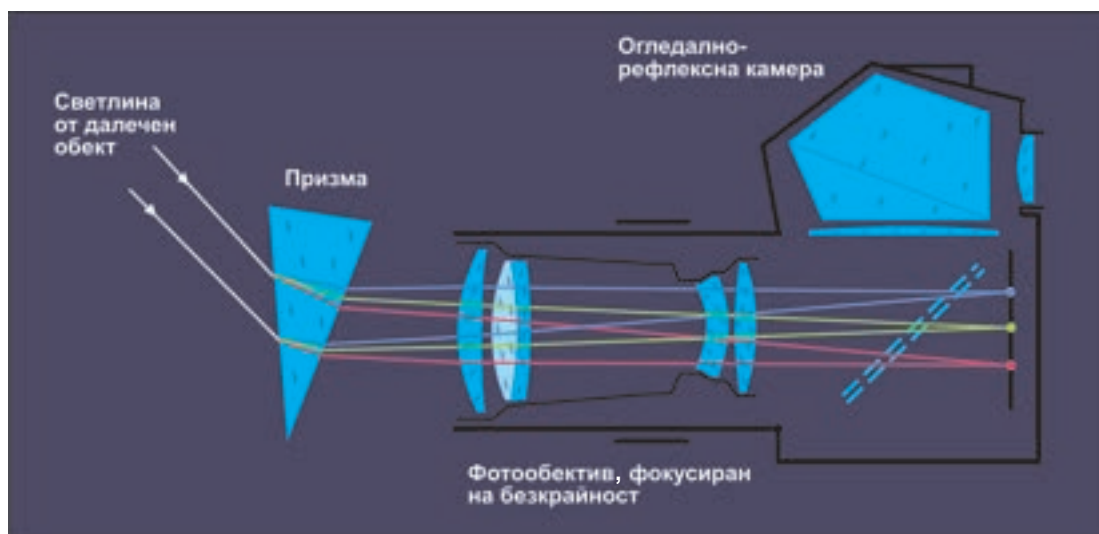
тообектив. Ако установката е закрепена неподвижно на статив, можем да направим експозиция с времетраене около 3 – 4 минути и така ще заснемем общия вид на спектрите на звездите в Орион.

При този метод няма добър начин напълно да се избегне частичното припокриване на спектрите на видимо близки ярки звезди. Това обаче трябва да се избягва поне за обектите, чиито спектри представляват интерес и са цел на снимката. Трябва да се помни, че може да се получи нежелано припокриване на спектралните изображения и при несъобразено време на експозицията, ако се работи с неподвижна установка. Например ако фотографираме спектрите на трите звезди от „пояса“ на Орион, то при експозиция над 4 минути техните спектри ще се окажат частично припокривани (застъпени) в кадъра, въпреки че пречупващият ръб на призмата е бил перпендикулярен на меридианите на тези звезди.

Обективната призма е най-простият способ, чрез който можем да заснемем спектри на отдалечени светеоизточници, но получените чрез него спектрални изображения са с ниска разделителна способност и са доста нелинейни – свити в червената си област и доста по-разтеглени в синьо-виолетовата си част. Затова тези фотографии са



Съвездието Орион и спектри на неговите звезди, заснети с обективна призма с ъгъл на пречупване 25° за зелените лъчи. Призмата е монтирана пред фотообектив Pentacop 50/1.8. Тъй като тя не е закривала напълно обектива, освен спектрите са се изобразили и трекове на звезди от съвездието Колар. Снимка: авторът, 1986 г.

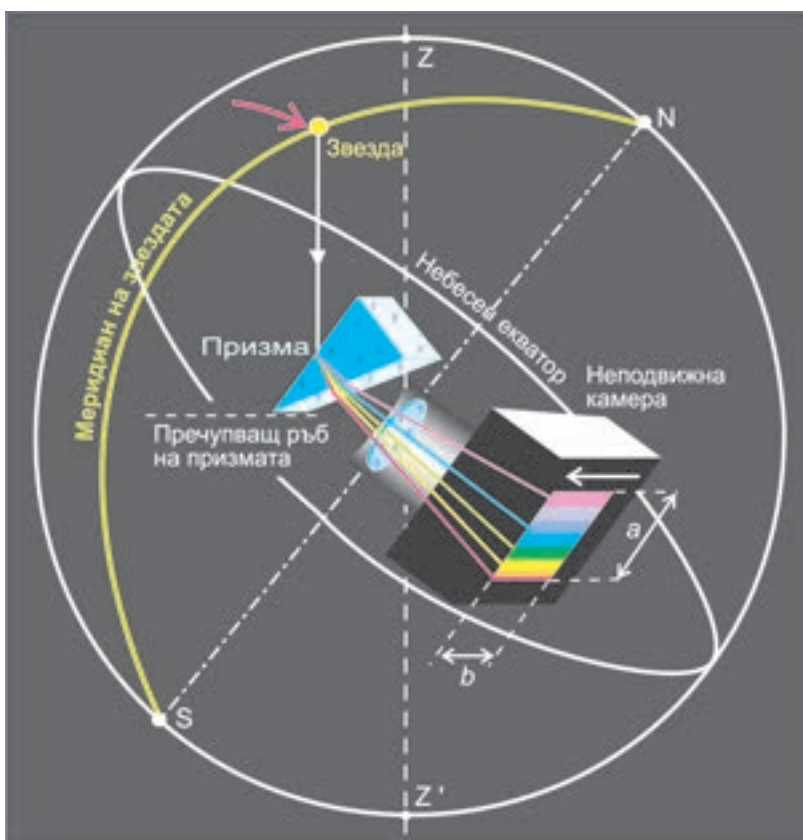


Ход на светлината при метода Обективна призма. Светлинният сноп, идващ от далечния обект, е паралелен. Разноцветните снопове, получени при дисперсията в призмата, са също паралелни, но един спрямо друг те са разходящи и така попадат във фокусиращия на безкрайност фотообектив. Спектралното разрешение ще зависи от ъгъла на пречупващия ръб на призмата, от т.нар. средна дисперсия на стъклото, от което е изработена тя, и от фокусното разстояние на фотообектива. При по-големи стойности на тези три параметъра във фокалната равнина на фотоапарата ще имаме по-дълги и по-детайлни спектрални изображения.

Ако обектът е с пренебрежимо малки ъглови размери, например звезда или далечна газоразрядна лампа, в неговия спектър ще се наблюдават тъмни (абсорбционни) Фраунхоферови линии или ярки емисионни линии от горещите йонизирани газове

подходящи по-скоро само за демонстрации, например по време на лекции, запознаващи аудиторията с първите понятия в спектроскопията. Конструирването на по-слож-

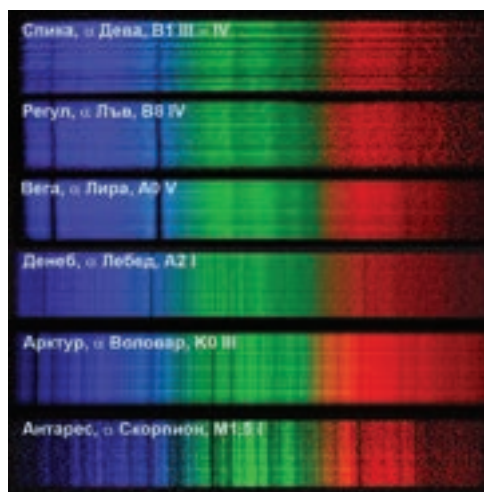
ни спектрографи е задача, с която немало астрономи любители се справят чудесно, но нека оставим тази тема за бъдеща наша статия. ■

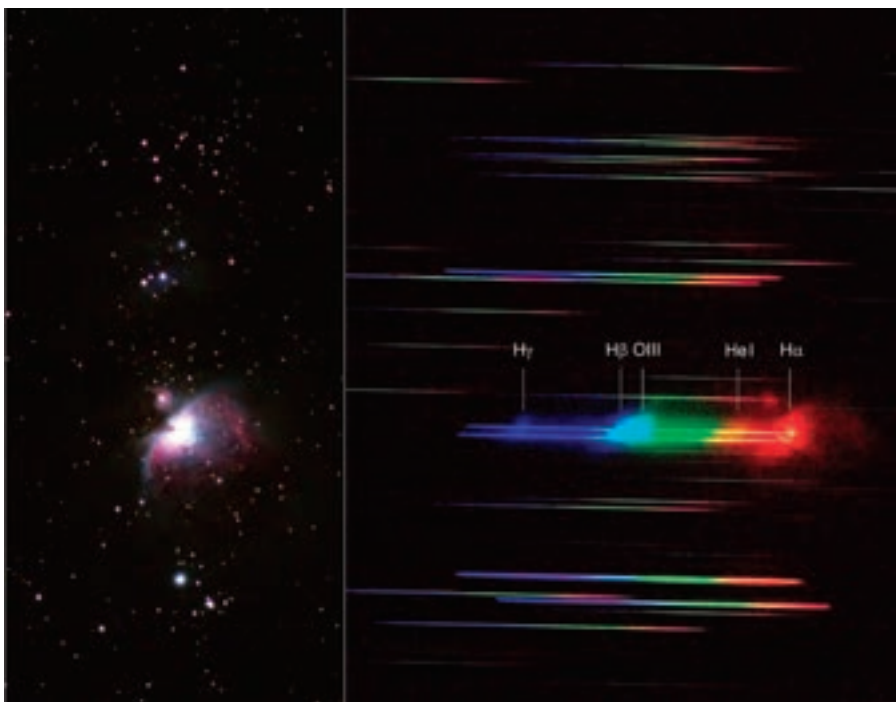


Оптимална ориентация на неподвижна установка с обективна призма: N и S – небесни полюси (северен и южен); Z и Z' – зенит и надир. При преместването на звездата поради видимото денонощно въртене на небесната сфера (червената стрелка) нейният спектър се „разстила“ във фокалната равнина на камерата в посоката, указана с бялата стрелка. Пречупващият ръб на призмата е ориентиран перпендикулярно на меридиана на звездата, представен в зелено. За предпочитане е звездата да кулминира по време на фотографичането.

При фотографичане ще се експонира площ от кадъра $a \times b$, като дължината a на получения спектър зависи от дисперсията на призмата (или на решетката – ако се използва дифракционна решетка) и от фокусното разстояние на фотообектива, а ширината b – от времето на експозиция

Общ вид на спектрите на някои ярки звезди, заснети с обективна призма. В спектрите на звездите от ранния клас В (горе) се забелязват почти само широките тъмни линии H β и H γ на водорода, докато при звездите от късните класове К и М (например в спектъра на червения гигант Антарес) се наблюдават голямо множество тъмни абсорбционни линии на различни химични елементи, синтезирани по време на дългия живот на звездата





Обикновена снимка и спектър на горещата газова мъглявина М42 в съзвездие Орион, заснет с триъгълна призма, монтирана пред телеобектив Таур 3-С 300/4.5. Както при емисионните спектри на газоразрядните лампи, разноцветните изображения на мъглявината съответстват на позициите на указаните спектрални линии на водорода, хелия и кислорода. Снимка: авторът

Дължините λ на по-ярките линии в този спектър са както следва:

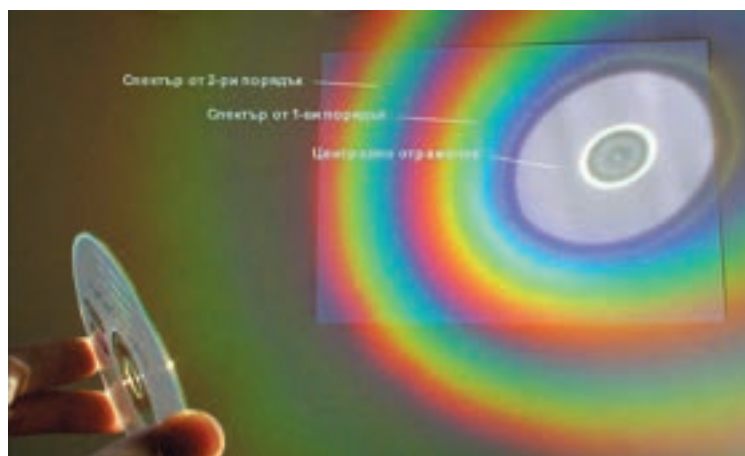
$H\alpha$ – 656.3 нм, на водорода,

$He I$ – 587.6 нм, на хелия,

$OIII$ – близки линии на 495.9 и 500.7 нм, на кислорода,

$H\beta$ – 486.1 нм, на водорода,

$H\gamma$ – 434.0 нм, на водорода



CD диск в ролята на отражателна дифракционна решетка. Пътчетките на диска играят ролята на щрихи на дифракционна решетка и дифракцията по край тях светлина възпроизвежда върху бял екран два спектрални порядъка, концентрично извити около централното отражение. Ако отразим със CD диск светлина от газоразрядна лампа, полученият спектър ще бъде във вид на ярки разноцветни линии или ивици, видими директно – без нужда от допълнителна оптика

Намерени ли са останките на легендарния „Индевър“?

Корабите, с които са извършвали своите пътешествия именитите мореплаватели на героичното и романтично минало, понякога също са придобивали слава и известност, подобно на своите капитани. Съдбата на потъналите кораби понякога хвърля светлина върху важни исторически събития, полезни понякога и за географията, за природните науки и дори за медицината. Такъв е случаят с кораба на прочутия британски мореплавател, откривател и картограф Джеймс Кук (James Cook, 1728 – 1778).

Името на кораба на мореплавателя заслужено става не по-малко популярно от това на самия Джеймс Кук. За неговите съвременници, пък и за поколенията след него корабът носи името „Индевър“ (Endeavour). Впрочем платноходният красавец е бил нееднократно преименуван. Като новопостроен през 1764 г. в крайморското градче Уитби плавателният съд е придобил името „Град Пемброк“ и е бил предназначен за транспорт на въглища. Впоследствие той бива преименуван на „Индевър“, а най-накрая получава името на лорд Сангвич. Точно този, който дава името и на станалата световно популярна комбинация от две филии хляб с подходящ пълнеж, която и до ден-днешен се използва за „бързо хранене“.

„Индевър“ – „Кораб на Негово Величество“ (HMS Endeavour) е имал отлични мореходни качества, с водоизместимост 368 т, дължина 32 м, бил е широк 8 средата 8,92 м и е можел да развива скорост от 7 – 8 възела (13 – 15 км/ч). Бил въоръжен с 22 оръдия и е бил спуснат на вода през 1764 г.

Според неговите биографи Джеймс Кук сам избира „Индевър“, за да тръгне на своето първо околосветско пътешествие (1768 – 1771). За съдбата на кораба са характерни някои любопитни истории. Според една от тях екипажът на „Индевър“ не е боледувал нито веднъж от скорбут по време на дългогодишното околосветско пътешествие. Нека напомним, че по времето на Великите географски открития, когато скорбутът е бил истински бич, от тази болест, за която знаем, че е причинена от липса на витамин С в храната, са загинали хиляди мореплаватели. Красноречив пример е пътешествието на Вашко да Гама през 1497 г., когато за една година от 160 участници



в експедицията за намирането на морски път към Индия от скорбут загиват почти 100 души.

За съдбата на кораба след завръщането на Джеймс Кук в родината му през 1771 г. като капитан на „Индевър“ от неговото последно пътешествие се е знаело много малко. Имало предположения за това, че той е потънал край Нова Зеландия, други са допусkali, че това е станало край бреговете на Франция. Наскоро обаче се стигна до други изводи относно мястото, където биха могли да се намират останките на кораба на Джеймс Кук. Учени историци, включени в специален изследователски проект, обръщат внимание на това, че корабът е бил използван за транспортирането на английски войници по времето на Войната за независимост в Америка. При това корабът вече не се е наричал „Индевър“, а както стана дума, е придобил последното си име – „Лорд Сангвич“. Група леководолази изследователи откриват край бреговете на Род Айлънд, близо до пристанището на Нюпорт, останки от няколко потънали морски съда. Бившият „Индевър“ (вече като „Лорд Сангвич“) е потънал там през 1778 г., заедно с няколко други транспортни кораба. Подводните изследователи предполагат, че вероятността намерените корабни останки да са на „Индевър“ е между 80 и 100 %. Те смятат, че окончателните резултати от изследването ще се получат в недалечно бъдеще.

По scinexx.de и Наука и живот