

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА АСТРОНОМИЯ ЗА УЧЕНИЦИ ОТ ВИРТУАЛНИЯ СВЯТ

Ева Божурова

Физически факултет, Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Народна астрономическа обсерватория и планетариум „Николай Коперник“ – Варна

Съвременните ученици, компютрите и звездното небе.

Древноримският философ Луций Аней Сенека е казал: „Ако на Земята имаше само едно място, откъдето да се вижда звездното небе, то към него от всички крайща щяха да се стичат тълпи от хора, жадуващи да видят това чудо.“ В наше време според личния опит на автора, ако човек влезе в която и да е класна стая, пълна с ученици, и ги попита дали са виждали Млечния път, по-голямата част от тях ще отговорят отрицателно. Случва се даже някой да зададе въпроса дали за тази цел не е нужен телескоп. Основната причина е мощното електрическо осветление на градовете нощем, което ни отнема гледката на звездното небе. Но не само. Съвременните млади хора са вторачили поглед в други чудеса – в екраните на своите таблети, смартфони и лаптопи. Повечето то тях не очакват нещо особено интересно от небето. Отминали са времената на първите полети на хора в космоса. Пилотираната космонавтика е в застой и значителен брой от космонавтите, стъпили някога на Луната, си отиват от този свят, без да доживеят следващата стъпка – изпращане на хора към Марс. Космосът се оказва жестока среда за човешките същества. Проблемите са неимоверни и за решаването им се изисква продължително развитие на технологиите, влагане на много средства и висококвалифициран изследователски труд. Въпросът, обаче е кой ще се посвети на този труд. Защото успоредно с това за немалка част от населението на света животът става все по-удобен и безпроблемен. Но вместо освобождаването от житейските трудности да доведе до по-високи стремежи на хората, то принизява много от тях до примитивна потребителска нагласа. Те не поглеждат към звездите, понеже звездите не ги интересуват. Не виждат смисъл да се подлагат на трудностите, свързани с усвояването на науките и се отдръпват от техническите и изследователските професии.

За съжаление вече е заблуда да си мислим, че за днешните ученици е характерно да използват информационните технологии по-добре, отколкото предишните поколения. Съгласно придобилата вече популярност идея, децата от поколението Z, родени в XXI век, не се интересуват изобщо от устройството на компютрите, и все по-малко от програмирането. Те се забавляват, използвайки вече готови компютърни програми. Наистина преди 10-15 години при работата ни в народните астрономически обсерватории ние се учехме от учениците как да използваме различни компютърни програми. Сега с изненада забелязваме, че новите ученици се допитват до нас за работата с Excel или PowerPoint. Наблюдава се изненадващо масово неумение на децата да работят с калкулатори. Някои от тях дори не знаят, че калкулаторите имат памет и не им идва на ум да я използват.

В допълнение към казаното дотук, учебните програми по природните науки се орязват непрекъснато и изискванията към учениците се снижават. Вследствие на слабата подготовка в тези области младите хора са все по-неспособни да разбират и усвояват научна информация, което води до настройването на немалки части от обществото против науката въобще. Като резултат започват да се ширят на пръв поглед парадоксални за нашето време нагласи на мислене, чието разпространение се улеснява от съществуването на интернет. Потресаващо множество от хора разпалено

отрича стъпването на космонавти на Луната. Не по-малко други, а най-често и същите хора се обединяват в общества, отстояващи идеята, че Земята е плоска. Аргументите им са достойни примери на глупост, но те ги защитават войнствено, отричайки дейността на космически агенции като НАСА и обявявайки всички космически полети за фалшиви. Това може да стигне до размери, застрашаващи държавните политики по отношение на науката и бъдещето на науката въобще.

За разлика от едно доста по-старо поколение, за което научната фантастика беше свързана с най-въодушевени и романтични мечти, съвременните деца не обичат научната фантастика. Съвременната научна фантастика е изпълнена предимно с ужаси заради самите ужаси.

Според личните наблюдения на автора днешните ученици изпитват увеличаващи се трудности в способността за съсредоточаване и самостоятелно мислене, а също и с паметта. По време на занятие във варненската астрономическа обсерватория, в което чрез компютър, свързан с голям телевизионен екран, преподавателят показва снимки на космически обекти, кръжочник от IX клас се забавлява като започва да управлява сам телевизионния екран чрез своя смартфон. Но същият ученик, решавайки задача от астрономическата олимпиада, стои безпомощен пред проста система от две уравнения и не може да се справи с нея. От няколко години насам учениците от кръжоците по астрономия показват стряскаща неспособност да запомнят нещата, които са били изучавани само преди седмица при занятията, и да установяват логически връзки. В ситуация, в която преподавателят предлага да се пресметнат определени параметри на даден тип променливи звезди, ученик пита защо трябва да смятаме това, след като можем да го намерим в интернет. Децата възприемат научната информация в интернет като даденост и изобщо не си дават сметка как тя е попаднала там – как множество учени са правили изследвания, наблюдения, измервания, влагали са ум и талант, за да стигнат до идеите и откритията. Те не се замислят какво ще стане, ако всички хора се надяват на същото и вече няма кой да публикува тази информация. Ето защо ние трябва да им обясним всичко това.

Когато планетата Венера се вижда с ярък блясък вечер на запад, във варненската обсерватория звънят по телефона хора, които твърдят, че се е появило НЛО. Преди 100 години, ако едно малко овчарче от бедно село, незнаещо да чете и да пише, би видяло вечер това небесно светило, веднага би се сетило, че е Вечерницата. За да могат родените в XXI век също да познават и да се възхищават от съкровищата на звездното небе, ние трябва да им ги покажем. Докато очите им се взират в звездите, ще си почиват от гледането на компютърни екрани, а умовете им ще заработят по-добре, търсейки отговори на въпросите, които буди тайнствената тъмнина на космоса.

Астрономически наблюдения за ученици от различни възрасти.

Бихме могли да разделим наблюденията на три вида в зависимост от целите и сложността.

Демонстрационни наблюдения.

Те имат за цел да се покажат на учениците различни астрономически обекти и явления с помощта или без помощта на наблюдателни уреди. При наблюдения с невъоръжено око могат да се изучават съзвездията. Важно е също да покажем на учениците, че пет от планетите могат да се виждат също с невъоръжено око – Меркурий (тази планета се наблюдава доста трудно), Венера, Марс, Юпитер и Сатурн, когато са над хоризонта и в подходяща благоприятна конфигурация. С малък телескоп

могат да се видят Луната с нейните релефни форми, Венера с нейните различни фази, Юпитер с четирите Галилееви спътници, Сатурн с пръстените и спътника Титан, слънчевите петна. С малко по-голям телескоп могат да се видят полярните шапки на Марс и Голямото червено петно на Юпитер. С бинокъл или малък телескоп могат да се видят звездни купове, мъглявини и галактики, някои двойни звезди. После на учениците може да се разкаже за разстоянията до тези обекти и за техните размери.

Учебни наблюдения.

При тези наблюдения се цели да се направят прости оценки и измервания, чрез които впоследствие да се покажат определени зависимости и явления. С по-малките ученици може да се направи слънчев часовник или просто по време на едно занятие да се проследи как се изменя направлението и дължината на сянката на пръчица, забита вертикално в пясък. С по-големите, като се използва дължината на пръчицата и на нейната сянка, може да се определи височината на Слънцето над хоризонта. Във варненската обсерватория учениците правят измервания на височината на Слънцето над морския хоризонт със секстант и проследяват нейното изменение с времето през различни годишни времена. При тези наблюдения учениците пряко наблюдават космическите обекти, което носи емоции и въодушевление, а също и много по-добро разбиране на същността на наблюдаваните явления. Освен това те се научават да работят с наблюдателните уреди, което предполага практическо преодоляване на още ред допълнителни трудности.

С помощта на фотоапарат, монтиран към телескоп, може да се фотографират всички гореспоменати обекти, при което учениците се обучават да работят с фотографската техника. Получаването на снимки на небесните светила носи особена радост и удовлетворение, но чрез използване на снимките могат да се решат и редица практически задачи. Най-просто е едно упражнение в прилагане на мащаби. Използва се снимка на Луната. Измерва се по нея диаметърът на Луната в милиметри. Намира се информация за действителния диаметър на Луната в километри. Пресмята се мащабът на изображението и чрез него се определят диаметрите на избрани лунни кратери. Така учениците придобиват представа за размерите на кратерите по информация, която те сами са добили. Задачата може да се решава от ученици в прогимназиалния курс на обучение. По аналогичен начин чрез използване на снимки на Слънцето могат да се определят размерите на слънчеви петна. Тогава се получават наистина внушителни резултати, като се има предвид, че Слънцето е 109 пъти по-голямо от Земята по диаметър. Тези резултати впечатляват децата и предизвикват още повече техния интерес. Учениците, които вече са изучавали тригонометрични функции, могат да пресмятат височини на лунни планини, като измерват по заснетите от тях изображения дължините на сенките на планинските възвишения и определят ъгъла, под който са падали слънчевите лъчи. В продължение на дълго време може да се фотографира Сатурн и неговият спътник Титан. След това, като се използва информация за действителния диаметър на Сатурн в километри, може да се определи радиусът на орбитата на Титан и неговият орбитален период. По тези данни от третия закон на Кеплер може да се пресметне масата на планетата Сатурн. Така учениците могат да „претеглят“ цяла планета въз основа на собствени наблюдения, измервания и изчисления. Самото фотографиране на Сатурн с неговия спътник представлява също нелесна практическа задача, чрез решаването на която се усвояват тънкостите на астрофотографията.

Могат да се провеждат наблюдения, повтарящи исторически опити на знаменити учени. С малка стъклена призма се получава спектър на Слънцето. Той се проектира върху няколко термометри, закрепени на дъното на кутия. Термометрите показват до каква температура са се нагрили под действие на лъчението в различни части от слънчевия спектър. Един от термометрите се поставя извън видимия спектър, в съседство с червения му край. Оказва се, че той показва най-висока температура. По такъв начин астрономът Уилям Хершел някога е открил инфрачервените лъчи. Повтаряйки опита, учениците могат се поставят в неговата роля и да съпреживеят откритието, което оставя много по-дълбоки следи в тяхното съзнание, отколкото ако само им се разкаже за този опит.

Изследователски наблюдения.

Тези наблюдения са за по-високо мотивирани и подготвени ученици. Работата не се изчерпва само с наблюденията, а те се обработват и от тях се получават данни за наблюдаваните обекти, които могат да представляват интерес за любителската, а понякога дори и за професионалната астрономия. В народните астрономически обсерватории има дългогодишна традиция в провеждането на такива наблюдения.

Наблюденията на метеори се извършват с невъоръжено око. Метеорите се нанасят на звездни карти, правят се визуални оценки на техните параметри като звездна величина, видима ъглова скорост и др. Оценка се записват в специална бланка. След наблюдателната нощ върху картите се измерват координатите на нанесените метеори и се въвеждат в компютърна програма заедно с оценените параметри. Чрез програмата се определя към кой метеорен поток принадлежи всеки от регистрираните метеори, каква е активността на метеорните потоци и какви са координатите на техните радианти. Данните могат да се изпратят в Международната метеорна организация, където се използват за изучаването на поведението на метеорните роеве. Това е раздел от астрономията, в който приносът на любителите астрономи е решаващ за получаването на сериозни научни резултати.

За визуални наблюдения на променливи звезди се избират достатъчно ярки звезди с голяма амплитуда на изменение на блясъка, така че по-лесно да се правят оценките, и кратък период, за да може да се проследи от учениците, без да се отгчат и да загубят интерес. Учениците се запознават с различните видове променливи звезди и причините, поради които те изменят блясъка си. Най-вече се наблюдават затъмнително двойни звезди от тип Алгол или W UMa, а също пулсиращи звезди цефеиди и RR Lyr. За всяка от променливите звезди се определят звезди – стандарти, с които ще се сравнява блясъкът им. После учениците се научават да намират и идентифицират променливата звезда и звездите – стандарти с помощта на наблюдателния уред – бинокъл или телескоп. През определено време блясъкът на променливата звезда се оценява по специални методи чрез сравнение със звездите – стандарти. После данните се обработват, като по оценките на блясъка се пресмятат съответните звездни величини. Построява се крива на изменение на блясъка на звездата. Ако е бил наблюдаван главен минимум на затъмнително двойна звезда, по кривата на блясъка се определя моментът на минимума. Резултатите могат да се изпратят в Американската асоциация на наблюдателите на променливи звезди (AAVSO).

Фотографските наблюдения на променливи звезди дават възможност за получаване на по-точни криви на блясъка. Изборът на звезда се съобразява с възможностите на наблюдателната техника. Правят се снимки през подходящ интервал от време. Снимките се обработват със специална програма (например програмата IRIS),

при всяко изображение се внасят корекции за ток на тъмно и плоско поле, измерва се блясъкът на променливата звезда и на звездите за сравнение. Накрая се пресмята звездната величина на променливата звезда за всеки момент от време, когато е била заснета, и се построява кривата на блясъка. Графиката може да се анализира подобно на графиките, получени при визуално наблюдение на променливи звезди.

При наблюдение на слънчевите петна може да се определя числото на Волф и данните да се изпращат в Белгийската кралска астрономическа обсерватория. Там въз основа на данни от наблюдатели по целия свят се прави статистическа обработка и се проследява слънчевата активност. Неотдавна ученици от варненската астрономическа обсерватория под ръководство на И. Гецова, проследиха изменението на броя слънчеви петна, които се появяват отделно в северното и в южното полукълбо на Слънцето, а също и начина, по който те се движат в слънчевата фотосфера.

Практически задачи по астрономия.

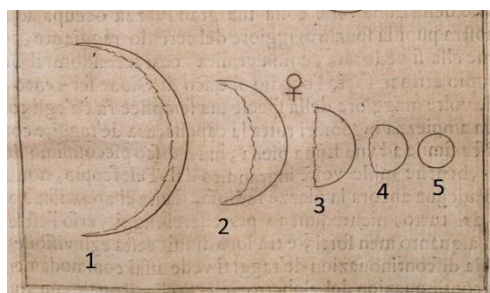
Практическите задачи се състоят в обработка на данни от наблюдения, които не са направени от самите ученици, а от астрономи, понякога в големите обсерватории по света. Те включват работа с изображения и таблици, измервания, усреднявания, построяване на графики и извличане на резултати от тях.

Решаването на практически задачи кара учениците да преодолеят психологическата бариера, която те чувстват, когато трябва да работят с неточни числа и когато методът на решаване не е описан стъпка по стъпка в условието, а трябва да се състави от решаващия задачата. От една страна те получават представа колко труд трябва да се вложи, за да се стигне до съществен научен резултат, а от друга – изпитват удовлетворение от това, което са постигнали сами, придобиват увереност в собствените си способности. Чрез решаване на практически задачи учениците усвояват начините за минимизиране на грешките, а също и за оценяване на грешките.

Като пример ще дадем една историческа задача, предложена на областния кръг на олимпиадата по астрономия тази година:

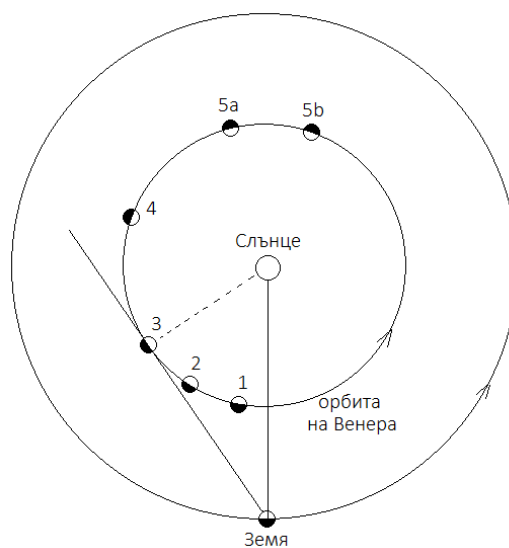
Венера в XVII век. В 1610 г. Галилео Галилей за първи път наблюдава планетата Венера със своя новоизобретен телескоп и проследява изменението на нейните фази и видими ъглови размери. Пред вас са зарисовките на Венера, направени от Галилей с много добра точност.

- А) Направете необходимите измервания и определете приблизително радиуса на орбитата на Венера около Слънцето в астрономически единици (една астрономическа единица е радиусът на земната орбита).
- Б) Нарисувайте схема със Слънцето и орбитите на Венера и Земята. Изберете едно положение на Земята по нейната орбита. Отбележете върху схемата положенията на Венера спрямо Земята в представените от Галилей фази. Не се изискват пресмятания – нарисуйте положенията приблизително.



Фиг. 1. Зарисовки на фазите на Венера, направени от Галилео Галилей [1].

За да решим задачата, трябва да си обясним защо Венера се вижда с различни ъглови размери и показва фази, подобно на Луната. Това става ясно от чертежа, на който трябва да се нанесат примерно нейните положения спрямо Слънцето и Земята, съответстващи на изображенията с номера от 1 до 5:



Фиг.2. Положения на Венера, съответстващи на зарисовките с номера от 1 до 5.

За да определим радиуса на орбитата на Венера в астрономически единици, нека вземем две нейни положения – 1 и 5. Да означим радиусите на орбитите на Земята и Венера около Слънцето съответно с r' и r'' . Понеже от нас се иска приблизително решение, ще считаме, че в положение 1 Венера е била на разстояние от Земята $r_1 = r' - r''$, а в положение 5 – на разстояние $r_5 = r' + r''$. Измерваме диаметрите d_1 и d_5 на Венера върху зарисовката в положенията 1 и 5. Тези диаметри са пропорционални на видимите ъглови диаметри на планетата, както е била наблюдавана от Галилей. Следователно те трябва да са обратно пропорционални на разстоянията между Земята и Венера в двата случая. Така получаваме:

$$\frac{d_1}{d_5} = \frac{r_5}{r_1} = \frac{r' + r''}{r' - r''}$$

$$\frac{r''}{r'} \approx 0.7$$

Следователно радиусът на венерианската орбита е около 0.7 астрономически единици, което е резултат със забележителна точност.

Това е пример за задача, която поставя ученика в на пръв поглед безизходна ситуация – няма изходни данни, не се казва какво трябва да се направи. Ето и емоционалната реакция на един от участниците, отразена в писмената му работа: „Как искате да реша тази задача, като не сте дали никакви числени данни?!“ Тя показва още веднъж, че децата са склонни да прехвърлят проблема извън себе си, но не и да се опитат да приложат съобразителност и мисъл, за да намерят сами някакво решение. За съжаление те все повече не смеят да мислят сами. Задачи от подобен вид могат да ги провокират и да събудят у тях самостоятелното мислене.

Уточняване на представите и опровергаване на заблужденията.

Практическите и наблюдателните занимания с астрономия допринасят съществено за създаване у учениците на правилни научни представи за космическите обекти и явления. Можем да изброим списък от най-често срещани примери за широко разпространени заблуждения, които много трудно се преодоляват без учениците сами да видят и да се убедят, когато отправят собствения си поглед към небето.

Най-ярката звезда в нощното небе е Сириус. Противно на често срещаното убеждение, Полярната звезда изобщо не е най-ярката звезда.

Периодът на смяна на лунните фази не е 28 дни, а 29.5 дни. Може лесно да се уверим в това, ако сами проследим изменението им.

Слънцето изгрява от изток, но Луната не изгрява от запад, както обясняват много от учениците, особено от 5-6 клас. Луната също изгрява от изток и залязва на запад.

Слънцето се вижда през деня, а Луната през нощта. Истината е, че можем да виждаме доста често Луната и на дневното небе. Стига само да я забележим и това е полезно наблюдение.

Ако трябва да сме точни, Слънцето изгрява близо до точката изток на хоризонта само в дните на пролетното и есенното равноденствие. През лятното полугодие Слънцето изгрява от положение на хоризонта, което е съществено отклонено на север от точката изток, а през зимното полугодие – от положение, отклонено на юг. Това също може лесно да се наблюдава.

Често срещан въпрос: „Какво увеличение има този телескоп?“ Въпросът не е много смислен, защото един и същ телескоп може да има различно увеличение, в зависимост от окуляра, който използваме. При пряко наблюдение учениците сами се убеждават в това. Също така те могат буквално да усетят околоосното въртене на Земята, като проследяват постепенното изместване на наблюдаваните в телескоп звезди. Те прекосяват неговото зрително поле, което при по-голямо увеличение може да стане за няколко десетки секунди.

Заклучение.

Сред професионалните астрономи понякога се срещат хора, които макар и да са прекрасни специалисти, не познават звездното небе. Днешните роботизирани телескопи им позволяват да провеждат наблюденията си дистанционно и както самите те признават със съжаление, без да усетят романтиката от цяла нощ на дежурство, прекарано под звездите. Да не говорим за виртуалните обсерватории, които позволяват на учения да прави изследвания, като използва публикувани в съответните сайтове изображения и данни, които са получени от други хора. Така или иначе, особеното очарование на астрономията се състои в това, че с прилагане на сложни методи и нестандартни идеи, ние можем от минимално количество данни да извличаме такава информация, че да съставяме цели модели на космически обекти, които виждаме само като малки светещи точки върху изображенията, получени с цифровите камери.

И все пак, има нещо друго. По време на националната лагер-школа по астрономия на Белите брези преди две години в работата ни се включи колегата от Института по астрономия Янко Николов. Той разработваше дипломна работа за получаване на педагогическа правоспособност и една вечер опита да наблюдава визуално затъмнително двойна променлива звезда. След това получи кривата на блясъка по своите оценки, също като учениците. Накрая сподели, че години наред е

снимал и изследвал такива обекти с телескопите на Националната астрономическа обсерватория – Рожен, но никога не е изпитал емоцията сам със собствените си очи да види и проследи как се променя блясъкът на една звезда.

Подготвянето на астрономически наблюдения може да се подпомогне чрез използване на някоя от компютърните програми за демонстриране на звездното небе. Една такава програма е Stellarium. Тя може лесно да се намери в Интернет, изтегля се и се инсталира също лесно, при това е безплатна и може напълно законно да се използва от всеки. Програмата показва вида на звездното небе във всеки избран момент от време при наблюдение от всяка точка на земното кълбо, а също и от повърхността на други тела в Слънчевата система. Може да се показват фигурите на съзвездията и данни за всяка от звездите, планетите, мъглявините и други космически обекти. Това е един от многото начини, по които можем да включим компютърните програми в наблюдателното занятие.

Може планетите, погледнати през малък телескоп, да не изглеждат така, както на снимките, получени от космическите станции. Но снимките не могат да заменят удоволствието да поработим с телескопа, да открием планетата и да я видим със собствените си очи, да съпреживеем всичко това заедно с нашите приятели, проявяващи същия интерес към космоса.

Организирането на извънкласни и извънучилищни форми на обучение по астрономия трябва всячески да се поощрява, особено в градовете, където няма народни астрономически обсерватории. Астрономическите знания, включени в стандартните учебни програми за нашето училище, са недостатъчни за общата култура на хора, живеещи в съвременната високотехнологична епоха. Предвид мощната привлекателна сила на астрономията, наблюдателните занимания и решаването практически задачи дават изключителни възможности за преодоляване на отрицателните тенденции в развитието на образованието по природни науки, на способностите за мислене и на въображението на новите поколения ученици.

Използвани източници:

[1] University of Arizona,

<http://ircamera.as.arizona.edu/NatSci102/NatSci102/lectures/galileo.htm>