

ПРЕВРЪЩАНЕ НА ОБУЧЕНИЕТО ПО АСТРОНОМИЯ В РЕАЛЕН НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИ ПРОЦЕС – ИНОВАЦИЯ В ОБУЧЕНИЕТО

^{1,2}В. Радева, ¹Д. Кюркчиева, ^{1,3}Д. Димитров, ^{3,4}Г. Борисов

¹Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“

²Народна астрономическа обсерватория и планетариум – Варна

³Институт по астрономия с НАО – Българска академия на науките

⁴Обсерватория Арма – Северна Ирландия, Великобритания

Резюме. Статията представя принципите на нова европейска образователна практика: прилагане на научноизследователски метод в обучението по астрономия. Описани са резултатите от такова обучение в извънкласни форми, проведено с ученици от кръжоци по астрономия към Народната обсерватория във Варна. Направените астрономически открития на нови астероиди и изучаването на свръхнови и нови звезди в рамките на реален научноизследователски процес провокират интереса на учениците за усвояване на задълбочени и трайни знания и ги мотивират за бъдеща реализация в областта на природните науки.

Keywords: inquiry-based learning, interactive educational methods, astronomical observations, asteroids, Novae, Supernovae

Въведение

Астрономията е една от най-древните природни науки. Тя е основана на първите наблюдения на движението на Слънцето, Луната, планетите и звездите и откритата цикличност в тях. Основен изследователски метод в астрономията е наблюдението на астрономическите обекти и явления.

В процеса на обучение по астрономия в средното и висшето училище е необходимо астрономическото наблюдение да бъде в основата на усвояването на всяко астрономическо знание. Това позволява прилагането на метода на изследване в обучението по астрономия, който води до по-висока ефективност, постигане на задълбочени и трайни знания по астрономия и дълготраен мотивиран интерес към астрономията като наука.

Напоследък в международен план се отделя все по-голямо внимание на обучението чрез изследване (Inquiry-Based Learning), т.е. прилагането на на-

учноизследователски методи в процеса на обучение (Grandy & Duschl, 2007). Обучението чрез изследване по своята същност е **активен подход** към ученето и преподаването, който води до прилагане на научни концепции и методи, до разбиране на процеса на научните изследвания. Подобно на учените изследователи учениците проучват, правят свои собствени наблюдения, събират и анализират получени от тях данни, предлагат обяснения, основани на доказателства (Spronken-Smith & Walker 2010).

Националната асоциация на учителите по природни науки на САЩ¹⁾ определя научното изследване като много ефективен начин за разбиране на същността на науката (Anderson, 2002), при който учениците се научават да задават въпроси, да провеждат изследване, да събират доказателства от различни източници, да обясняват събраните данни, да представят и защитават своите заключения. Учениците, аналогично на учените, наблюдават внимателно, класифицират и анализират фактите, правят обобщения и се опитват да разработят и проверят хипотези, за да обяснят своите заключения.

Обучението чрез изследване се провежда на няколко етапа: дефиниране на проблем (задача); събиране на информация и ресурси (данни); формулиране на хипотеза; тестване на хипотезата чрез извършване на експеримент или наблюдение и събиране на данни по повторяем начин; анализиране и интерпретиране на данните; формулиране на заключения, които да послужат като отправна точка за нова хипотеза; представяне на резултатите.

Изследователското обучение има няколко основни характеристики, представени в таблица 1.

Таблица 1. Основни характеристики на изследователското обучение

Характеристика	Обяснение
Поставяне на проблеми и формулиране на хипотези	Учениците биват въввлечени в изследваната тематика чрез научно ориентирани въпроси. Те, от своя страна, задават въпроси по поставения проблем, събират експериментални данни, формулират хипотези и предвиждания за природни процеси и явления и ги тестват.
Възприемане на основан на доказателства подход	Събирането на доказателства е зададено като приоритет и дава възможност на учениците да развиват и оценяват обяснения на научно ориентирани въпроси.
Синтез и метапознание	Учениците синтезират информацията, формулират обяснения на задачата. Това води до разбиране на научни концепции, научни средства и изследователски умения.
Разбиране на естеството на науката	Учениците оценяват своите обяснения в светлината на алтернативни научни обяснения.

Според нивото на самостоятелност на работата на учениците се разграничават четири нива на изследователско обучение.

Потвърждаващо изследване

При него учителят направлява процеса на изследване чрез предоставяне на цялата необходима информация и средства (методи), насочва учениците към правилните решения и действия, а учениците изпълняват инструкциите.

Структурирано изследване

При това ниво учителят осигурява необходимата информация по изследвания проблем и подходящия метод, а обучаемите работят върху решението чрез събиране и анализ на съответните данни. Целта е да се въведат учениците в провеждането на изследвания и изграждане на изследователски умения.

Ръководено изследване

При това ниво учителят поставя пред учениците само изследователския въпрос или хипотеза, а обучаемите създават процедура, за да тестват модела, и дават свое обяснение, подкрепено от доказателствата, които събират.

Отворено изследване

При това ниво учениците действат като учени: поставят, проектират и извършват изследвания, представят получените резултати. Учителят може да предостави насоки, но самите обучаеми трябва да дефинират хипотезата, метода, решението и неговото издържано и убедително представяне. Това изисква от обучаемите висока компетентност в съответната област.

Изследователското обучение е по-ефективно, ако се провежда чрез използване на информационни, експериментални и наблюдателни технологии. Информационните и комуникационните технологии създават нови възможности на обучаемите за събиране на данни (чрез мобилни телефони и преносими устройства), за симулиране на експерименти и създаване на модели. По този начин кабинетите по физика могат да се трансформират от пасивни места за преподаване на науката в динамични виртуални лаборатории за изследване и откривателство.

Обучението по астрономия в Народните астрономически обсерватории

В системата на обучение по природни науки в България астрономията се изучава в курса по физика в средното училище и в извънкласни форми на обучение. За съжаление, в новите учебни програми часовете по физика и астрономия са сериозно намалени, което означава драстично намаляване на изучаваните теми по физика и астрономия. Това води до сериозно понижаване на интереса към природните науки и до израстване на научно и технически неграмотно поколение.

Този проблем частично се компенсира поради това, че у нас от повече от 50 години успешно функционира системата на Народните астрономически обсерватории и планетариуми, които осъществяват образователна, популяризаторска и научна дейност. В тези образователни институции учениците получават задълбочени астрономични знания, провеждат ас-

тронимически наблюдения и изследвания. Новата ситуация в образователната система изисква още по-големи усилия и ангажираност на Народните астрономически обсерватории към младите хора в България за изграждането на пълна и правилна картина за обектите и процесите в близкия и далечния Космос.

В обучението по астрономия в извънкласните форми в Народните астрономически обсерватории в голяма степен се прилагат научноизследователски методи. Това е причината обучението по астрономия в тези институции да е толкова привлекателно за младежите, мотивиращо и резултатно.



Фигура 1. Обучение по астрономия в Астрономическата обсерватория – Варна

В частност, във всяка тема от учебната програма на Варненската астрономическа обсерватория и планетариум „Николай Коперник“ се прилага обучение чрез изследване. Сътрудничеството между професионални астрономи от Националната астрономическа обсерватория (НАО) – Рожен, Шуменския университет „Епископ Константин Преславски“ и астрономите от Варненската обсерватория допринася за високото ниво на обучението по астрономия. То се реализира в следните форми: теоретичен курс (фиг. 1), учебни наблюдения, наблюдателни експедиции и школи (фиг. 2), временни групи (работещи по определени теми и проекти).



Фигура 2. Практическо обучение: наблюдения и обработка и анализ на резултатите в НАО – Рожен

Обучението в тези форми се осъществява чрез прилагане на голям пакет интерактивни методи, използване на съвременни наблюдателни и компютърни технологии, като водещи са екипната работа и проектното обучение. Обучението е организирано така, че учениците да имат възможност да участват в реален научноизследователски процес, да бъдат обучавани от професионалисти, да натрупват знания и развиват умения, да осъзнаят отговорността и значимостта на процеса на получаване, интерпретиране и представяне на научните резултати. Важен резултат от този модел на обучение е създаването на задълбочени и трайни знания и добро познаване на научноизследователските методи в астрономията. Така учениците получават много добра теоретична и практическа подготовка за последващо университетско обучение и научна реализация в областта на астрономията и природните науки.

В процеса на това обучение, базирано на научни изследвания, се правят и реални научни открития. Участието на учениците в този процес е важен мотивиращ фактор, който поддържа и развива траен интерес към астрономията като наука. Получаването на удовлетворение и чувство за добре свършена работа прави астрономическото обучение желано и привлекателно.

В следващите две секции представяме резултатите от прилагането на метода на научно изследване в извънкласното обучение по две астрономически теми, реализирано в НАОП – Варна.

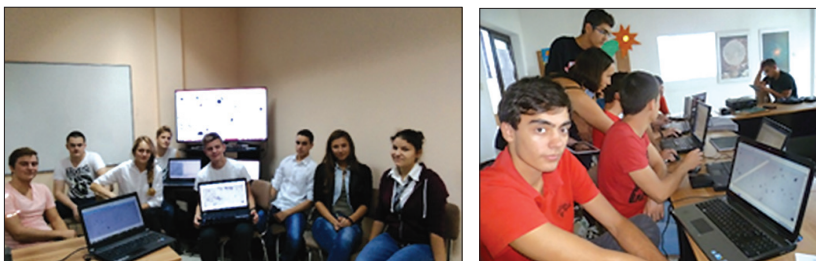
Обучение чрез научно изследване по темата „Малки тела в Слънчевата система – откриване и проследяване на астероиди“

Темата „Малки тела в Слънчевата система“ обхваща знания за комети, астероидите и метеорните тела. Теоретичните знания за тях се развиват и затвърждават чрез провеждане на астрономически наблюдения по време на ежемесечните наблюдателни експедиции и лятната десетдневна школа в Националната астрономическа обсерватория – Рожен (НАО). През това време учениците усвояват методите за получаване и първична обработка на астрономическите изображения (фиг. 2), както и професионален астрономически софтуер за откриване на астероиди и определяне на екуatorialните им координати. Изпълнението на тези задачи изисква голямо внимание и отговорност.

В процеса на обучението се формират екипи, които работят в продължение на учебната година по Международния проект за търсене и проследяване на астероиди *International Astronomical Search Collaboration* (фиг. 3 – 4). Учениците преминават през всички етапи на работа на професионалните астрономи, които изследват астероиди.



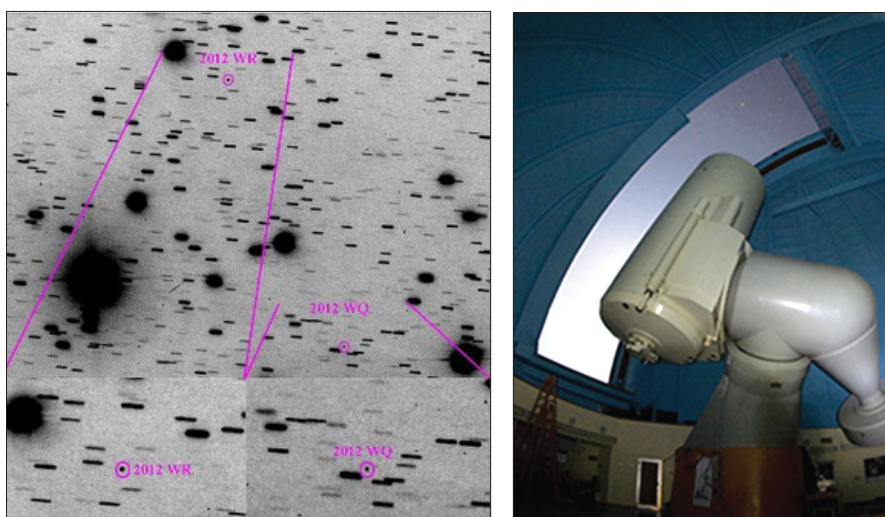
Фигура 3. Обработка на изображения от международната програма за търсене на астероиди



Фигура 4. Практическо упражнение за откриване на нови астероиди

В обучението по темата „Малки тела в Слънчевата система – откриване и проследяване на астероиди“ се прилагаше нивото **„Отворено научно изследване“**. Учениците поставяха въпроси, свързани с динамиката на изследваните астероиди, с параметрите на техните орбити, положението им в Слънчевата система, възможните промени в движението. Те сами достигаха до основните идеи на метода за търсене на астероиди и разработваха свои компютърни програми. Учениците обмисляха и извършваха изследвания на астероидите, които са наблюдавали, като обработваха астрономическите изображения с програми, използвани от професионалните астрономи. След това оформяха отчетни доклади, които изпращаха в Международното бюро за изследване на астероиди, и представяха получените резултати пред съучениците си на младежки астрономически конференции и ученически форуми по природни науки. В разглежданата тема най-често хипотезите, които формулираха учениците, бяха: „Откритият астрономически обект е астероид от Основния астероиден пояс, който се намира между Марс и Юпитер“; „Откритият астрономически обект е астероид от групата на близките и опасни за Земята астероиди“; „Откритият астрономически обект е тяло от групата на Транснептуновите обекти – планетите-джуджета“. Следваше дискусия за различните орбитни елементи, движение и природа на изследвания обект.

През последните 10 години ученически екипи от Варненската обсерватория са участвали в над 70 наблюдателни кампании. Определени са екваториалните координати на над 50 000 астероида, но най-големият успех на учениците са откритите над 40 астероида от Основния пояс – реални научни открития на обекти в Слънчевата система (фиг. 5). Някои от тези обекти са проследени и потвърдени с 2м телескоп на НАО – Рожен, от професионални астрономи. Предстои уточняването на орбитите на други астероиди, открити от ученици, което е огромен стимул за бъдещата им реализация в областта на природните науки. Това е резултат от плодотворното сътрудничество между професионалните астрономи и ученическите екипи в областта на научните изследвания.



Фигура 5. Потвърдени открития на учениците на новите астероиди 2012 WR и 2012WQ с 2м телескоп на НАО – Рожен

Знанията и уменията на ученическите екипи получиха високата оценка на научния състав на Международната програма за търсене на астероиди. Поради прецизната и точна обработка на наблюденията в последните години, ученическите екипи от Варна са включвани във всички наблюдателни кампании, включително в пилотната научноизследователска програма за търсене на обекти от Транснептуновия пояс – планетите-джуджета.

Обучение чрез научно изследване по темата „Крайни стадии в еволюцията на масивните звезди“ – откриване на свръхнови и нови звезди

Темата „Крайни стадии в еволюцията на масивните звезди“ позволява поставянето на изследователски проблеми, свързани с откриването на нови и

свръхнови звезди. В процеса на обучение по тази тема е приложено нивото „Отворено научно изследване“. Изследователски проблеми, които поставяха и разрешаваха учениците, бяха: определяне типа на откритите свръхнови звезди, проследяване промените в блясъка на новите звезди и др. В процеса на усвояването на тези знания учениците провеждаха астрономически наблюдения и прецизна обработка на изображения, в резултат на което имаха възможност да открият нови и свръхнови звезди. Нови звезди се търсеха предимно в най-близката галактика Андромеда, а свръхнови звезди – в съседни ярки галактики. По време на всяка наблюдателна школа учениците получаваха изображения на група ярки галактики с цел откриване на свръхнови звезди. Едновременно с получаването на задълбочени знания по темата учениците развиваха важни качества и сериозно отговорно отношение към научноизследователския процес.

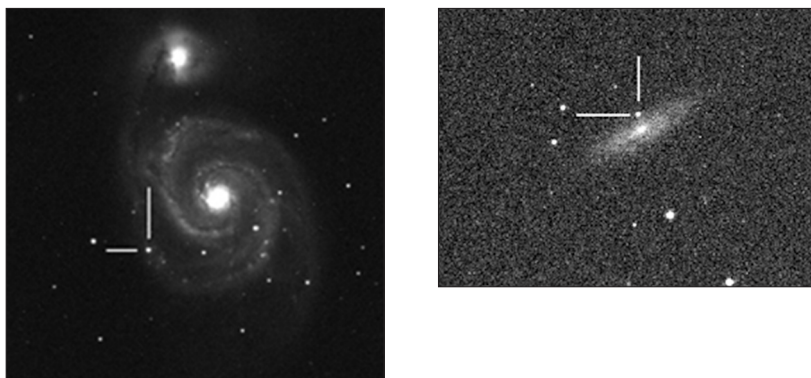
По време на наблюдателната школа през 2011 г. учениците наблюдаваха свръхновите звезди SN2011dh и SN2011by, след което направиха първична обработка на изображенията и фотометрия под ръководството на професионални астрономи от НАО – Рожен, и от Шуменския университет (фиг. 6 – 7). По този начин учениците имаха възможност да усвоят по-задълбочено процесите, които протичат в крайните стадии на еволюция на масивните звезди и да преминат етапите на научно изследване под ръководството на професионален астроном.

Голям интерес предизвиква у учениците търсенето на нови звезди, в галактиката М31. Астрономическите изображения, получени в процеса на обучение по време на астрономическите наблюдателни школи, бяха използвани в работата на професионалните астрономи.

В процеса на обучение се създаваха стабилни и дълготрайни астрономически знания за природата и еволюцията на масивните звезди. Усвоени са знания и умения за работа с наблюдателна апаратура и професионален астрономически софтуер за обработка. По този начин се провеждаше високоефективен процес на усвояване на знания, съпроводен с провеждането на реален научноизследователски процес. Работата по тези задачи учениците представиха на младежки научни конференции и в проекти в национални и международни конкурси.



Фигура 6. Моменти от обучението по темата „Крайни стадии в еволюцията на масивните звезди“



Фигура 7. Изображения на свръхновите SN2011dh и SN2011by, получени с 50/70 см Шмид телескоп от екип ученици

Заклучение

От педагогична гледна точка, методът на обучение чрез изследване често се противопоставя на традиционните обяснително-описателни методи, които се прилагат в обучението по природни науки в България. Този не особено лесен за практикуване нов модел на обучение принадлежи към т.нар. конструктивистки модел на учене, често наричан активно учене.

При провеждането на обучение по астрономия чрез изследване учениците получават знания за астрономическите понятия и връзките между тях, разбират природата на астрономическите обекти. Те имат готовност и нагласа сами да извършват процедури и действия за получаването на резултатите, доказващи поставената научна хипотеза или проблем. В процеса на обучение учениците развиват умения да проектират и провеждат научни наблюдения, да формулират и ревизират научни обяснения и модели, използвайки знания, факти, логика и резултати от изследванията, да приемат и анализират алтернативни обяснения и модели, да комуникират и защитават научен аргумент. Така те осъзнават какво е научно изследване и развиват способност да го планират и провеждат.

Високата ефективност от обучението по астрономия с прилагането на метода на изследване се дължи и на голямата самостоятелност, която имат учениците. Водени от любопитство и желание да научат нещо ново и интересно, да извършат самостоятелно изследователски дейности и да стигнат сами до научно знание, те развиват стабилна мотивация за учене. Друг стимул за учениците е да повторят пътя на изследване на професионалните астрономи, които разкриват тайните на Вселената.

В процеса на обучението чрез изследване учениците и учителят влизат в нова роля: учениците са равностойни колеги от един екип, който има да решава научен проблем. Учителят е част от екипа, едновременно колега и ръководител на екипа. Тези нови роли засилват чувството на отговорност и стремежа на учениците да дадат всичко от себе си – да научат повече, да си обяснят и разберат колкото се може повече, качествено да извършат дейностите за получаване на резултатите, да ги интерпретират правилно и да ги представят възможно най-коректно от научна гледна точка и едновременно с това атрактивно и интересно. Така се постига основната цел на обучението по астрономия: изграждането на правилна научна картина на астрономическите обекти и явления във Вселената.

Благодарност.

Статията се базира на полученото наблюдателно време в НАО – Рожен. В. Радева и Д. Кюркчиева благодарят за частичното финансиране от страна на Шуменски университет „Епископ Константин Преславски“.

БЕЛЕЖКИ

1. <http://www.project2061.org/publications/bsl/online/index.php?chapter=1>

REFERENCES / ЛИТЕРАТУРА

- Anderson, R.D. (2002). Reforming science teaching: what research says about inquiry. *J. Sci Teacher Educ.*, 13, 1 – 12.
- Grandy, R.A. & Duschl, R.A. (2007). Reconsidering the character and role of inquiry in school science: analysis of a conference. *Science & Education*, 16, 141 – 166.
- Spornken-Smith, R. & Walker, R. (2010). Can inquiry-based learning strengthen the links between teaching and disciplinary research. *Studies Higher Education*, 35, 723 – 740.

CONVERSION OF THE TRAINING IN ASTRONOMY INTO A REAL RESEARCH PROCESS – AN INNOVATION IN THE TEACHING PRACTICE

Abstract. This article describes the principles of a new European educational practice: Inquiry-Based Learning in the astronomy education. We present the results from such education of pupils from the study circle in astronomy of the Public Observatory, Varna. The discoveries of new asteroids as well as the study of Supernovae and Novae in the framework of real scientific process provoked their interest for acquisition of deep and sustain knowledge as well as motivated them to future realization in the field of natural sciences.

✉ **Dr. V. Radeva**

Department of Experimental Physics and
Methods of Teaching of Physics and Astronomy
University of Shumen
115, Universitetska St.
9700 Shumen, Bulgaria

Astronomical Observatory
P.O. Box 120, Varna, Bulgaria
E-mail: veselka.radeva@gmail.com

✉ **Prof. D. Kyurkchieva, DSc.**

Department of Theoretical and Applied Physics
University of Shumen
115, Universitetska St.
9700 Shumen, Bulgaria
E-mail: d.kyurkchieva@shu-bg.net

✉ **Dr. D. Dimitrov**

Institute of Astronomy
Bulgarian Academy of Sciences
72, Tsarigradsko Chaussee Blvd.
1784 Sofia, Bulgaria
E-mail: dinko@astro.bas.bg

✉ **Dr. G. Borisov**

Institute of Astronomy
Bulgarian Academy of Sciences
72, Tsarigradsko Chaussee Blvd.
1784 Sofia, Bulgaria

Armagh Observatory, College Hill
Armagh BT61 9DG, Northern Ireland, UK
E-mail: gborisov@astro.bas.bg; gbb@arm.ac.uk