

<sup>1</sup> Радева Веселка Сидерова, доцент, доктор

<sup>2</sup> Марчев Драгомир Вълчев, профессор, доктор

<sup>3</sup> Павлова Наталия Христова, доцент, доктор

Шуменский Университет „Епископ Константин Преславский“, Шумен, Болгария

**Аннотация.** Цель данной статьи показать в действии исследовательский метод обучения. Эффективность данного метода доказана в области естественных наук и математики, но учителя нуждаются в конкретных примерах. В статье представлен опыт преподавания астрономии в ИКТ-насыщенной образовательной среде. Обсуждаются новые подходы к повышению уровня фундаментальной естественнонаучной подготовки школьников. Представлены новые технологические решения, позволяющие им участвовать в исследовательской работе. В рамках учебного процесса школьники сделали открытия астероидов, которые находятся между Марсом и Юпитером. Когда класс превратится в астрономическую обсерваторию, а школьники в исследователей? Это не мечта, а реальность уже во многих школах мира! Нужно лишь суметь осуществить настоящий научно-исследовательский процесс в рамках школьных занятий. Задача это не из легких, но уже существует множество удачных примеров успешного обучения в духе исследования, а в мире педагоги активно разрабатывают методику и технологию подготовки школьников путем исследования – Inquiry Based Science Education (IBSE). Одними из ведущих европейских образовательных проектов в данном направлении являются Pathway [1] и LD-skills [1]. С другой стороны, уже возможно в условиях современной школы использовать дистанционные астрономические наблюдения и осуществлять их обработку в рамках обучения астрономии. Конкретным примером обучения с помощью исследования можно рассматривать программу Killer asteroid project – это международная программа отслеживания и поиска астероидов. С ее помощью в классе можно работать с реальными объектами. Школьники знают что их вычисления и результаты будут использованы другими исследователями и это придает еще больший мотив сделать задание правильно. С помощью используемого софтвера возможно сделать открытие – например найти астероид в Солнечной системе, что с особой силой притягивает детей к астрономии. В данном учебном процессе дети видят связь школы с окружающим миром, чувствуют свою активную роль, осуществляют все этапы эксперимента, осмысливая его суть и полученный результат. Школьники используют возможности ИКТ в новом направлении, тем самым расширяя свой опыт работы с разнообразным софтвером. Они понимают что наука работает в пользу людям.

**Ключевые слова:** исследование, обучение, астрономия, технологии

## 1. Обучение с помощью ИКТ

В современном обществе работа с ИКТ входит в основной набор умений грамотного человека. Дети с малых лет имеют контакт и необходимость работать с техникой – это далеко не амбиции родителей, а естественный ответ ребенка на окружающий мир. Зачастую такое самообучение ограничивает интерес детей лишь к его практическим интересам – посмотреть фильм, играть в игру и т.д. Школа призвана дать детям первые знания на целенаправленное и последовательное обучение и использование потенциала информационных технологий в разных направлениях науки и жизни в целом.

В 2004 году в Болгарии была принята Национальная стратегия введения ИКТ в болгарскую школу. Основная цель была дать возможность учителям по всем предметам использовать компьютеры и интернет в своих занятиях. Учебные программы были актуализированы в направлении использования возможностей ИКТ. Для обучения по естественным наукам это оказалось особенно важно. Школьники и учителя получили возможность работать с мощными средствами, чтоб моделировать сложные природные процессы, явления и объекты.

## 2. Специфика обучения по естественным наукам

Естественнонаучное образование связано с развитием умений высокого уровня (формирование понятий, моделирование, решение проблем, мета-познавательные умения и научные процедуры). В современном мире значение именно этих умений возрастает с каждым днем. Важны также практические умения (уметь пользоваться оборудованием) и познавательные умения более низкого уровня (воспроизводить дефиниции и законы, приложение формул, решение стандартных задач), но их роль значительно уменьшается с развитием компьютерных систем и систем автоматической обработки данных. Данная ситуация предполагает изменить подход к естественнонаучному обучению, изменяя фокус к умениям высокого уровня. Опыт реального приложения инновационных методов авторов данной статьи можно проследить в [3, 8, 13, 14].

Основные проблемы обучения в области естественных наук можно увидеть с помощью следующих вопросов: Какие подходы преподавания выбрать? Как мотивировать обучаемых? Каковы самые популярные концепции в естественных науках? Какие профессиональные зна-

ния способствуют развитию умений преподавать естественные науки? Как помочь учителям принять инновации, которые им предлагают? Какой конкретный вклад, имеют компьютеры в преподавании и обучении?

### **3. Астрономия – мотив стать исследователем**

Астрономия рассматривает устройство и развитие космических тел и Вселенной в целом, а так же и место человека во Вселенной. Данная наука провоцирует воображение и интерес школьников. В отличие от остальных наук, в астрономии невозможен лабораторный эксперимент, на установление закономерностей Мегамира. Единственная возможность понять природу астрономических объектов и процессов – это их моделирование, с помощью наблюдаемых данных. Это стало возможно с помощью использования компьютерных технологий в научных исследованиях. За последние 50 лет была создана и постоянно растет база данных программ и астрономических изображений, которые могут быть использованы для иллюстрации процессов и объектов в преподавании астрономии. Популярной технологией в обучении за последние 5 лет, являются отдаленные астрономические наблюдения. С ее помощью школьники участвуют в реальных наблюдениях и обрабатывают настоящие изображения. Для осуществления такого обучения разрабатываются специальные образовательные программы международного масштаба, которые мотивируют обучаемых (школьников и студентов) на активную самостоятельную работу. Одна из таких программ, финансируемая НАСА, направлена на усвоения астрономических знаний об астероидах. Школьники узнают как работают профессиональные астрономы, обрабатывая астрономические изображения астероидов, полученных с помощью маленьких телескопов США. Международная программа поиска и отслеживания астероидов организована научно-исследовательской образовательной организацией – The Astronomical Research Institute.

## **4. Учимся исследуя – Killer asteroid project**

### **4.1. Метод обучения с помощью исследования**

Уже много лет педагоги пытаются организовать обучение так, чтоб школьник был активным объектом. Идея об обучении с помощью исследования в области естественных наук не новая, но доклад „*Science Education Now: A renewed Pedagogy for the Future of Europe*” [1] заново поставил акцент на данный подход. Уже во многих странах поощряют учиться исследуя [11, 2]. Европейский проект *Pathway* моделирует метод IBSE с помощью двухступенной структуры:

„Методы“ и „Деятельности“ преподавания естественных наук с помощью исследования.

Исследование в обучении можно рассматривать как сознательный процесс направленный на диагностирование проблемы, поиск возможностей, планирование исследований, исследование предположений, поиск информации, конструирование моделей, обсуждение в кругу одноклассников, формулирование ясных аргументов. Данный подход стимулирует школьников задавать научные вопросы, давать собственные гипотезы и делать эксперименты. Школьники даже могут предлагать теории и концептуальные модели [9, 10].

### **4.2. Реализация IBSE обучения с помощью Killer asteroid project**

IBSE стоит в основе научно-образовательного проекта, направленного на отслеживание и обнаружение астероидов. Проект стартовал еще в 2008 году. Его координируют группа профессоров из разных университетов мира, а так же астрономы, работающие в больших обсерваториях. Кроме образовательных целей, с помощью данного проекта возможно объединение молодежи, которая имеет интерес к астрономии в единое международное сотрудничество. Первая задача данного проекта, это обнаружение и отслеживание близких и опасных для Земли астероидов [5]. Поэтому проект назвали „Астероид убийца” или “Killer asteroid project”. Специально для проекта была построена обсерватория с двумя большими телескопами, которые каждую ясную ночь фотографируют десятки астероидов. Данный проект стал частью научно-исследовательской программы НАСА – Near Earth Object Observation Program. С его помощью создана группа по поиску астероидов, состоящая из разных организаций – International Astronomical Search Collaboration [4]. Туда входят: Hardin-Simmons University (Abilene, TX); Lawrence Hall of Science (University of California, Berkeley); Astronomical Research Institute (Westfield, IL); Global Hands-On Universe Association (Lisbon, Portugal); Sierra Stars Observatory Network (Markleeville, CA); Tarleton State University (Stephenville, TX); Yerkes Observatory (University of Chicago); National Astronomical Observatories of China (Beijing, China); Pan-STARRS (Institute for Astronomy, University of Hawaii); Faulkes Telescopes Project (Wales); Yerkes Observatory (Williams Bay, WI); Western Kentucky University (Bowling Green, KY); Astronomers Without Borders (Calabasas, CA); Target Asteroids! (University of Arizona, Tucson); *Astrometrika* (H. Raab, Austria).

С телескопами Обсерватории проекта делают множество наблюдений опасных близких асте-

роидов. Команды, состоящие из школьников обрабатывают данные этих наблюдений, вычисляют координаты чтоб найти новые астероиды. Тем самым можно быстро и точно уточнить орбиту каждого астероида. Школьники вычисляют экваториальные координаты астероидов, чтоб определить их положение и возможность столк-

новения каждого из них с Землей. После редукции, данные публикуют на странице проекта: <http://iasc.hsutx.edu/> [6]. Там каждая команда имеет собственное пространство – откуда астрономические изображения могут использовать школьники.



Рис. 1. Телескопы Обсерватории(<http://iasc.hsutx.edu/>)

Работа по поиску и отслеживание астероидов организована 45 дневными кампаниями. Длительность наблюдательных кампаний зависит от учебной программы США, команды из других стран подстраиваются в зависимости от своих программ. Есть два типа кампаний: по отслеживанию опасных близких астероидов и международные кампании по поиску новых астероидов. В каждой из них участие могут принять не более 20 школьных или студенческих команд из разных стран. Наблюдение идет в обсерватории в Уестфилд в США каждую благоприятную ночь с помощью с 32-инчового и с 24-инчового телескопов (Рис. 1).

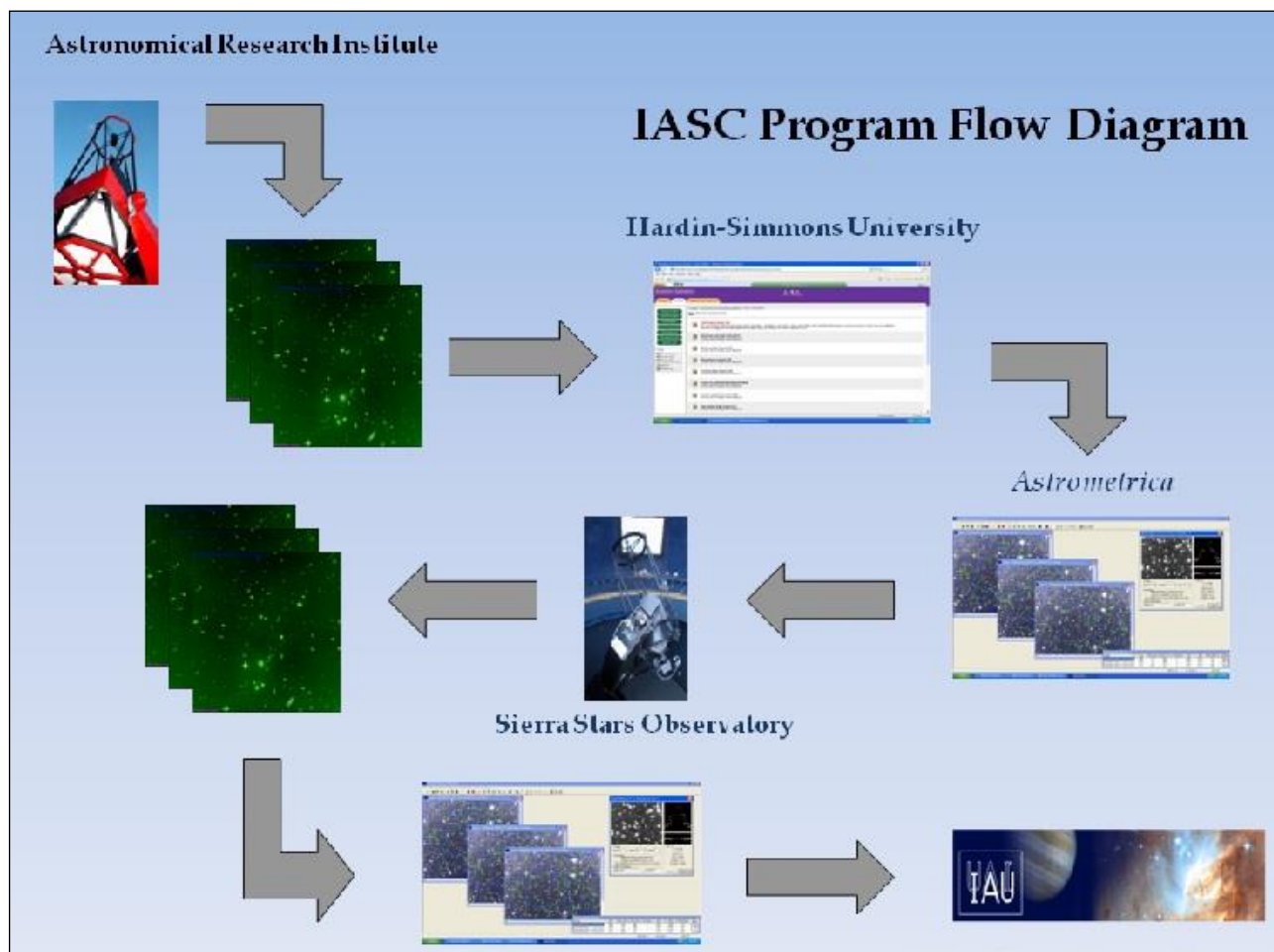
С телескопами работает известный исследователь комет д-р Роберт Холмс. После первичной обработки, сделанной Холмсом, изображения ставят на индивидуальную для каждой команды страницу. Для обработки пользуют специальный софтвер – Астрометрика, с помощью которого

идентифицируют уже известные и находят новые астероиды, измеряют их экваториальные координаты (ректасцензию и деклинацию) с точностью по  $\alpha$  и  $\delta$  до 0.1". Учитель и школьники готовят отчет с результатами, который посылают руководителю наблюдательной кампании. Изображения должны быть обработаны школьниками и результаты должны быть посланы в течении 48 часов [7].

Работа команд организована по проектному методу в сочетании с исследовательским обучением. Команды проходят теоретическую подготовку и практические упражнения по темам: Астероиды – природа и движение; Орбитальные элементы; Работа со звездными картами и каталогами; Астрометрический софтвер для обработки изображений – АСТРОМЕТРИКА. После этого курса, школьники готовы к программе. Организация работы по программе показана на Рис. 2 и имеет следующие этапы:

**Первый этап:** Определение астрономических изображений с помощью звездных каталогов, как USNO-SA 2.0; USNO-A2.0; USNO-B 1.0; UCAC 2; UCAC 3; NOMAD; CMC-14; PPMXL. С помощью софтвера ASTROMETRICA: определяем и описываем все звезды на данных изображениях; сортируем изображения по времени; связываем со звездным каталогом из Интернета сравниваем

звезды с данными из звездного каталога, чтоб создать координатную систему для “лучшего совпадения”; анализируем различия между местом и звездной величиной звезд изображения и каталога; идентифицируем звездные поля изображений с каталожными. После сравнения выбираем более 200 референтных звезд, достигая точность для dRA и dDe менее 0.10 arcsec.



Фиг. 2. Схема этапов работ по поиску и отслеживанию астероидов(<http://iasc.hsutx.edu/>)

**Второй этап:** Поиск движущихся объектов и определения их координат. Работа возможна в двух режимах. **Автоматический режим:** Astrometrica обнаруживает движущиеся объекты и отображает их в окне для проверки. **Ручной режим:** Изображения анимируют чтоб найти движущиеся объекты. После идентификации, измеряют их координаты RA и Declination.

**Третий этап:** Подготовка доклада с полученными результатами по шаблону Minor Planet Center – Гарвард, США. Результаты проверяются, с помощью специально предоставленного по программе софтвера, а потом осуществляют справку с базой данных Центра маленьких планет – Гарвард.

За период с **октября 2008 по апрель 2012 года** обучение по астрономии шло параллельно с работой по Международной программе поиска и

отслеживания астероидов в нескольких школах и астрономических курсах. Результаты превзошли ожидания – школьники работали очень точно и профессионально. Это привело к созданию первой Панболгарской наблюдательной кампании к концу 2011 года. В ней участвовали только болгарские школьники и студенты, организованные в 10 команды. Школьники обработали за этот период более 400 пакетов с астрономическими изображениями астероидов, в основном находящихся на главном поясе между Марсом и Юпитером, для которых надо было уточнить орбитальные элементы. Значимый успех школьников – определение координат большого числа близких и опасных астероидов, которые были найдены в последние годы. Один из особо опасных астероидов, который нашли школьники это 2010 TQ19, его наблюдали 08.10. 2010 г. Он был на

расстоянии к Земле 9.6 лунного расстояния (1л.р.=384 401км), его размер лишь 37 метра и визуальная звездная величина в момент максимального приближения была 23<sup>m</sup>. В процессе обучения школьники нашли более 100 астероидов, двенадцать из них (2009 HX11, 2009 HW11, 2010 GY109, 2010 MR4, 2010 GY109, 2010 CG138, 2011 UP21, 2011 EW5, 2011 HC60, 2011 UP21, 2012 DW18 и 2012 DX7) после тщательной проверки были признаны открытиями и классифицированы в Minor Planet Center. После уточнения орбитальных элементов (3-5 лет) школьникам и их учителям предстоит дать имена своим астероидам [14].

Работа по Международной программе поиска и отслеживания астероидов вызвала оправдан-

ный интерес болгарских учителей и школьников. Все, кто имел честь участвовать показали высокий профессионализм и ответственность. Школьники получили возможность быть настоящими исследователями, что поможет им в их взрослой жизни независимо от выбранной профессии.

**Благодарность.** Данная статья разработана с помощью проекта "PATHWAY: The Pathway to Inquiry Based Science Teaching" (PATHWAY - SIS-CT-2010-266624), а также по проектам фонда научных исследований ШУ „Епископ К. Преславский“ РД-08-248/13.03.2013 и РД-08-261/14.03.2013.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Bogner, F. and Sotiriou, S., (2010), *Project Proposal: The Pathway to Inquiry Based Science Teaching*, (PATHWAY- SIS-CT-2010-266624).
2. Hounsell, D. and McCune, V. (2003). Students' experiences of learning to present. In: Rust, C., ed.. *Improving Student Learning Theory and Practice – Ten Years On*. (Proceedings of the Tenth International Symposium on Improving Student Learning, Brussels, September 2002. Oxford: CSLD. pp. 109-118.
3. Marchev, D., Kjurkchieva, D., Borisov, B., Radeva, V., (2010), „Bulgarian Activities in the Project COSMOS: An Advanced Scientific Repository for Science Teaching and Learning”, Publ. Astron. Obs. Belgrade No. 90 (2010), pp. 213-216
4. Miller, J.P., Davis, J.W., Pennypacker, C.R., & White, G.L., 2007, "Internet-Based Asteroid Search Project for High School & College Students", Processing 110th Annual Meeting of the Texas Academy of Science, 110, 92.
5. Miller, J.P., Davis, J.W., Pennypacker, C.R., & White, G.L., 2007, "Asteroid Search Campaign: A Pilot Program for High School & College Students", Proceedings of the 38th Lunar & Planetary Science Conference, 38, 1003.
6. Miller, J.P., Davis, J., Holmes, E.R., Devore, H., Raab, H., Pennypacker, R.C., White, L.G., Gould, A., 2008, An International Asteroid Search Campaign, Internet-Based Hands-On Research Program for High School and Collegese, in Collaboration with the Hands-On Universe Project, The Astronomy Education Review, Issue 1, Vol. 7, 57-83.
7. Miller, J.P., International Astronomical Search Collaboration, Scalability & Expansion of Student-Based Discovery Programs, 2009, <http://astro.uchicago.edu/>
8. Radeva, V., Ibryamov, S., Tracking and discovering asteroids, 2011, BgAJ, 17, 1-10
9. Rocard M. et al, EC High Level Group on Science Education (2007). Science Education NOW: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe, ISBN 978-92-79-05659-8.
10. Rodger W. Bybee, Leslie W. Trowbridge, Janet Carlson Powell (2007), Teaching Secondary School Science: Strategies for Developing Scientific Literacy (9<sup>th</sup> Edition). ISBN -13: 978-0-13-230450-4.
11. Savas, S., Apostolakis, M., Tskogeorga, A., Tsagliotis, N., & Sotiriou, S. (2003) Explore and Discover: The New Science Textbooks for Primary School.
12. Tzikopoulos, A.; (2010), *Project Proposal: LD-skills: Development of learning design skills for enhancing students' key competencies*, (510276-LLP-1-2010-1-GR-COMENIUS-CMP-LD-skills)
13. Марчев Д., Борисов Б., Кюркчиева Д., Радева В., (2009), „Проектът КОСМОС – създаване на съвременна база данни за обучение по природни науки”, Обучението по физика и астрономия в условията на новата образователна структура на средното училище, ISSN 978-954-580-261-4, стр. 298-301
14. Радева В., Българският принос в открытията и наблюденията на астероиди, 2012, Наука, 1, 42-43.

### **Radeva Veselka Siderova, Marchev Dragomir Valchev, Hristova Nataliya Pavlova School for Researchers and Explorers**

**Abstract.** The purpose of this article is to show a research method of learning in action. The effectiveness of this method has been proven in the field of natural sciences and mathematics, but teachers still need specific examples. This article describes the experience of teaching astronomy in the Internet and Computer Technology (ICT) rich learning environment and it discusses new approaches to improve the level of basic natural science training in school. We present new technological solutions that enable students to participate in research. As part of the educational process, students made discoveries of asteroids located between Mars and Jupiter. Is it possible for the classroom to become an astronomical observatory and students to turn into researchers? It is not a dream, but reality in many schools around the world! We simply need to be able to carry out a real research process within school hours. The task is not easy, but there are many successful examples of such education in the spirit of research, and educators in the world are actively developing a methodology and technological training of students through research - Inquiry Based Science Education

## **Science and Education a New Dimension: Pedagogy and Psychology. Vol. 9, 2013**

(IBSE). Two of the leading European educational projects in this area are the Pathway [1] and LD-skills [12]. On the other hand, remote astronomical observations are already used in the astronomical education process. A specific example of education with the help of the inquiry-based method is the Killer asteroid project - an international program for the discovery and follow up of asteroids. With its help, students can work in the classroom with real objects. Pupils know that their calculations and the results will be used by other researchers, and it gives them even more reason to do the job properly. A discovery can be made with the help of the used software - for example to find an asteroid in the solar system. This motivates students and attracts them to study astronomy. In this learning process students see the connection with the outside world, feel their active role, carry out all stages of the experiment, and make sense of its essence and the results. Pupils use ICT opportunities in a new direction, therefore expanding their experience with a variety of software. They understand that science works in the favor of people.

**Keywords:** inquiry, education, astronomy, technology