

Опит за прилагане на изследователския подход в обучението по физика при изучаване на източници на светлина

Желязка Райкова¹, Костадина Кацарова², Ганка Лавчева³

¹Пловдивски университет “Паисий Хилендарски”,

Физически факултет, ул. Цар Асен 24, 4000 Пловдив

²Езикова гимназия “Пловдив”, бул. България 123, 4003 Пловдив

³Професионална гимназия по електротехника и електроника,
ул. “Пещерско шосе” 26, 4000 Пловдив

Абстракт. Целта на този доклад е да разпространи опита ни по прилагането на изследователския подход (ИП) при изучаване на темата за електрическото осветление в обучението по физика. Описани са някои от характеристиките на ИП и се проследяват техните прояви в проведеното обучение.

Обучението бе организирано в рамките на проекта “Chain Reaction: A Sustainable approach to Inquiry Based Science Education” (FP7), в който като партньор участва Пловдивският университет. Такова обучение бе проведено през учебните 2013-2014 и 2014-2015 години в осем училища в град Пловдив, при което участваха ученици на възраст 15-16 години. Обучението беше организирано съобразно изискванията за прилагане на този подход и целеше изпълнението на задачите на проекта.

Изучаването на физика формира у учениците знания и умения, които са им необходими за упражняването на редици професии и имат отношение към всички сфери на живота като комуникация, критично мислене, работа в екип. Това е оценено от ЕК и е залегнало в европейската стратегия за обновяване на педагогиката за бъдещото на Европа (2007). Важен елемент в Европейската стратегия е идеята за интелигентен растеж “Европа2020” — икономика, основаваща се на знания. “Интелигентният растеж означава да подобрим знанията и иновациите като водещи фактори за нашия бъдещ растеж. Това изисква да подобрим качеството на нашето образование, да подобрим нашите постижения в областта на научните изследвания, да насърчим разпространението на иновациите и знанията в рамките на Съюза, като използваме в максимална степен информационните и комуникационните технологии ... да се работи за повишаване на квалификацията на учителите по природни науки”.

Ученето чрез изследване е важен подход в преподаването на природ-

ните науки, който има потенциала да отговори на изискванията на времето ни, като повиши качеството на формираните знания и умения и ги обвърже със съвременните предизвикателства като нарастващи иновации във всички области на живота, все по-важна роля на ИКТ. Прилагането на този метод променя ролята на учителя в образователния процес и го поставя в условия, които изискват постоянната му квалификация.

Целта на този доклад е да разпространи опита ни по прилагането на изследователския подход (ИП) при изучаване на темата за електрическото осветление в обучението по физика. Описани са някои от характеристиките на ИП и се проследяват техните прояви в проведеното обучение.

ИП въвлеча учениците в изследване на въпроси и използването на данни като доказателство за отговор на тези въпроси [1]. Смята се, че преподаването чрез изследване допринася за формиране на научна грамотност и има потенциал да подобрява разбирането на учебното съдържание по природните науки и да провокира интерес към науката и участие в изучаването ѝ в класната стая. Това е обучение, базирано на изследване, и създава условия за изучаване и разбиране, както на същността на научното знание, така и на същността на изследователски научен процес.

Има някои характерни белега, които са типични за изследователския подход и го правят разпознаваем. Това са: подходящо формулирани въпроси, проблеми или научен сценарий за изследване (често формулирани от самите ученици), провеждане на изследване в научни лаборатории или на терен, както и включване във видове изследователски проекти. При този подход откриването на знанието е поставено на преден план, а всичко останало – учебни задачи, оценяване, ресурси, учебна среда и обучителни стратегии, е предназначено да подкрепи ученето чрез процесите на изследване и откриване.

Ученето чрез изследване е подход, който *осигурява задълбочено контекстуално осмисляне на учебното съдържание*, но също така разглежда научно изследователския процес като елемент от учебното съдържание. При прилагането на този подход учениците започват да разбират как се прави наука и как учените вършат своята работа. Например учениците трябва да разберат, че учените формулират проблеми, извършват различни видове изследвания и правят научни обяснения, базирани на експерименталните резултати. Тези схващания за изследването отразяват философската природа на научното изследване.

Друга характеристика на този подход е формиране на *умение самите ученици да правят научни изследвания*. Това включва умение да задават въпроси, планиране и разработване на експерименти, събиране и обра-

ботване на данни, използване на данни, свързване на данните в доказателства при изграждането на обяснения. Обучаването на учениците да правят научни изследвания изисква от тях да извършат различни дейности, типични за учените: да отговорят на въпроси и да създадат обяснения и модели, използвайки логика и критично мислене, да използват наблюдения и заключения, за да направят изводи и обяснения, базирани на доказателства, да презентират резултатите от опитите си.

Провеждането на обучение по природни науки чрез прилагане на изследователския подход бе организирано в рамките на проекта “Chain Reaction: A Sustainable approach to Inquiry Based Science Education” (FP7) [2], в който като партньор участва Пловдивския университет. Такова обучение бе проведено през учебните 2013-2014 и 2014-2015 години в осем училища в град Пловдив, при което участваха ученици на възраст 15-16 години. Обучението беше организирано съобразно изискванията за прилагане на този подход и целеше изпълнението на задачите на проекта.

Проектът “Chain Reaction” е спонсориран от Европейската комисия и има за цел да обучи учители по природни науки в използването на подхода “учене чрез изследване”, при който учениците се включват в изследователска дейност [3]. Той предлага интерактивно обучение на учители за подхода “учене чрез изследване” (IBSE), което е принос към професионално им развитие. Основна задача на проекта е да организира обучение на ученици по природни науки, като се използват прилагани и тествани в практиката научни ресурси, свързани с този подход. Десет учители, запознати с изследователския подход и с предложените от проекта учебни ресурси, организират серия от уроци (ученико-центрирани), в които учениците самостоятелно изследват предложени теми. Ученици работят заедно по предложените им сценарии и тематични справочни ресурси, основани на научни факти, като използват критично мислене и умения за решаване на проблеми. [2,4]

Предложените теми за изследване са от области на трите учебни предмета: физика (Марсология, Зелена светлина, Сблъсъци в космоса, Извънземни), химия (Озонова конференция, Да нахраним света), биология (Растения в космоса, Марсология). Учебното съдържание по тях е подготвено и изпробвано в продължение на няколко години в училища на град Шефийлд, Англия [5]. Обучението продължи три месеца, като част от занятията се проведеха в лабораториите на Пловдивския университет. Работата на учениците в тези лаборатории се проведе в реална изследователска обстановка и се оцени от учителите като много полезна.

За всяка отделна тема резултатите от изследванията на учениците се

оформиха или като доклади, статии, или като конструиран от тях уред, или като брошура и се представиха на Национална ученическа конференция “Express yourself” през април 2014 и март 2015 година в Пловдивския университет.

Примерът, който споделяме, е по темата “Екологично осветление”, свързана с превръщането на електроенергията в светлинна енергия. Тук се разглеждат различните видове съвременно осветление – лампа с нагреваема жичка и енергоспестяващи крушки на базата на луминесцентно осветление (компакто-флуоресцентни лампи – КФЛ). В час се дава съвсем кратко обяснение на принципа на получаване на светлина от тези уреди, като се прави качествена оценка за тяхната енергоефективност.

По тази тема, прилагайки изследователския подход, работиха ученици от две училища на град Пловдив – ЕГ “Пловдив” с ръководител г-жа Кацарова (2014) и ПГЕЕ с ръководител г-жа Лавчева (2015). Организирах се екипи от по 5 ученика, които се представят като членове на Комитет за Енергийно Обединение за ефективно осветление. Тези екипи работеха в конкурентна среда. При тяхното формиране и при даване на указания за работа се спазва принципът на конструктивизма за доброволност и съобразяване с инициативата на учениците.

На така формираните екипи се поставя задачата да научат повече за компактните флуоресцентни лампи, които са енергийно-ефективна алтернатива на обикновените лампи. Съдържанието на инструкцията и ролята на учениците са свързани с реален проблем. Той е следният: *Проведена среща на световно равнище в Рио де Жанейро е посветена на стимулирането на хората да намалят възглеродните емисии и по-ефективно да използват електрическата енергия вкъщи и на работа, включително да използват КФЛ.*

Учениците, които са разделени на групи, са поканени да участват като членове на Комитета на Енергийно Обединение за Енергийно-Ефективно Осветление. Задачата им е да създадат реклами за пресата, които представящи КФЛ, за да стимулира употребата им. На учениците се дават бележки с инструкции и от тях се иска да изработят План на Срещата на Комитета като се редуват в изнасянето на кратки презентации по всяка точка от плана.

Темата е ориентирана към задълбочаване на знанията, свързани с превръщане на електрическата енергия в светлинна. В Таблица 1 са представени разгледаните знания в съответствие с темите от учебната програма. Необходимите допълнителни знания са свързани с фотометрични величини, светлинни кванти, видове лъчения.

По време на работа по поставените задачи не се налагат готови идеи,

Таблица 1.

Учебна програма	Теми	Основни закономерности	Проведен експеримент
9. клас задължителна подготовка	Постоянен електричен ток Електрични вериги Приложение на електричния ток в различни среди	Закон на Ом Работа и мощност на електричния ток Закон на Джаул-Ленц за топлинното действие на електричния ток	Определяне на мощността на консуматор
10. клас задължителна подготовка	Вълнови явления при светлината Видове лъчения и техни източници Инфрачервени и ултравиолетови лъчи Светлинни кванти	Физични характеристики на светлинните вълни Енергия на фотона	Изследване на спектри на излъчване
Допълнителни знания	Фотометрични величини и единици	Светлинен поток Осветеност Светлинен добив	Определяне на светлинния добив на електрическа лампа с фотометър на Улбрихт

а се стимулира учениковата инициативност и изобретателност. Първоначално се предлагат статии, които са с адаптирано научно съдържание и отговорят на изискванията за научност.

По-нататък работата продължава с организиране на срещи за разясняване на основни положения относно крайния продукт на изследването и за преценяване на необходимостта да се правят експерименти в различни лаборатории. Учителите дават указания, чрез които се ръководи организираният по този начин учебен процес. Тези указания бяха съобразени с конструктивисткия принцип да не се налагат готови положения и решения, да се дават отговори само на въпроси, поставени от учениците и да им се помага само ако те имат нужда и изискват помощ.

В хода на работата се наблюдава следното: Учениците започват търсенето на други статии и други източници на информация, посещават

лаборатории в университета, запознават се с правилата за работа в лаборатория и с работата на учения. Избират се учени, които стават ролеви модели и са част от екипа на проекта. Те предварително се запознават с целта на работата и задачите, които се преследват. Последователно се предприемат различни инициативи като среща с учени. Учителят запознава учениците с протокола на уреждане на такива срещи и организира предварителната подготовка за тях. Така учениците получават допълнителни знания за организиране на научни събития и срещи. По тяхно желание се посещава и фирма за производство. Учителят може само на предлага, но не да застава. Изборът се прави от самите ученици.

Така учениците научават за недостатъците на обикновените нажежаеми крушки и предимствата на КФЛ, за резултатите от проучване на пазара за това, защо все повече хора вече са започнали да използват КФЛ, а други още се колебаят. След това те изработват примерна реклама като част от национална кампания за използване на КФЛ.

Последователността от действия на учениците, свързани с формиране на съответните знанията и умения, са показани в Таблица 2.

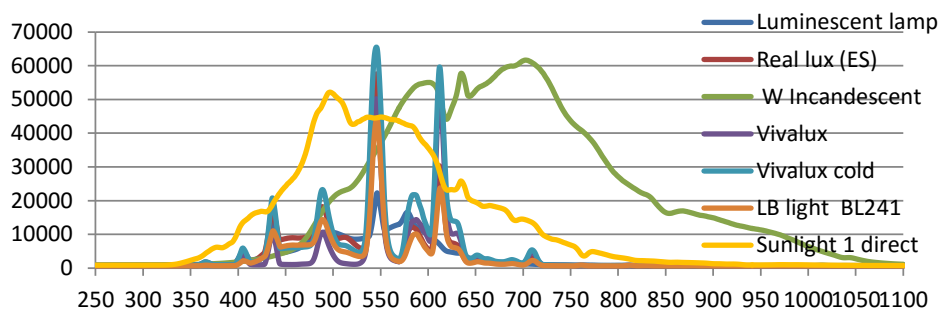
Таблица 2.

Учебно средство	Знания и умения	Дейности
Предварително изготвен текст	Какъв е обичайният сценарий на научна конференция. Презентационни умения	Приветствие на членовете, които са консултанти на комитета. Излагане на целта на срещата Изчитат се точките от плана. Поканва се всеки член да направи своята презентация
Какво не е наред с нажежаемите крушки?	Графични умения: кръгова диаграма как електричеството се превръща в топлина и светлина в нажежаемата крушка. Устройство и принцип на действие на ел.крушка Количествени зависимости на енергийната ефективност Физичният процес на превръщане на енергията Работа с научен текст	След всяка презентация се задават въпроси.

КФЛ: светлина за бъдещето?	Устройство и принцип на действие на КФЛ Коефициент на полезно действие Единици за електроенергия	Спазва се времето
Какво мисли обществото за КФЛ	Статистически закономерности, изследователски умения – анкета	Провежда се анкета, обработка на резултатите, прави се избор
Какво показва експериментът?	Правила за работа в лаборатория; Някои характеристики на светлината	Работа в лаборатория; Работа със спектрометър; Обработка на данни; Оформяне на изводи
Как Комитетът помага за популяризиране на използването на КФЛ?	Икономически знания; Знания за ролята и значението на обществените организации	Представя се изготвената брошура, статия за пресата
Дискусия	Умения за изказване на мнение и защита на позиция, да се води дискусия	Провежда се дискусия за стила и съдържанието на изготвената реклама (не по-дълга от 80 думи с графика и рисунка)
Презентация	Презентационни учения	Оценка на презентацията

Изследвани са спектрите на излъчване на слънчевата светлина (директна, непряка и стайна), на лампи с нажежаема жичка и няколко вида КФЛ. Установени са приликите и разликите в характеристиките на светлината и на нейното психо-физиологично възприемане. Експериментите са осъществени със спектрометър AvaSpec-2048 на фирма AVANTES в спектрален диапазон от 200 nm до 1100 nm и разделителна способност 8 nm. Спектрите са наблюдавани на компютър със софтуер на прибора, позволяващ данните да се прехвърлят във формат на Excel за следваща обработка. На Фиг. 1 са показани резултатите от работата на групата от ЕГ “Пловдив” с ръководител г-жа Кацарова.

Вижда се, че КФЛ консумират по-малка мощност и имат по-голям светлинен добив. Анализирани са разликите в светлинния добив при съпоставим светлинен поток от лампи с нажежаема жичка ($P_1 = 75 \text{ W}$) и КФЛ ($P_2 = 15 \text{ W}$). Данните $\eta_2/\eta_1 = 6,75$ показват, че светлинният добив (ефективност) на КФЛ е 6,75 пъти по-голям от този на крушка с нажежаема жичка при почти еквивалентен светлинен поток.



Фиг. 1. Сравнителен спектрален анализ на слънчевата светлина и светлина, излъчена от различни крушки.

	Крушка с нажежаема жичка	Компактна флуоресцентна лампа
използвана енергия (kWh) = мощност (kW) x време (h) за една крушка	$70,8 \text{ W} = 70,8 \cdot 10^{-3} \text{ kW}$ $70,8 \cdot 10^{-3} \text{ kW} \times 1 \text{ h} = \mathbf{0,0708 \text{ kWh}}$	$14 \text{ W} = 14 \cdot 10^{-3} \text{ kW}$ $14 \cdot 10^{-3} \text{ kW} \times 1 \text{ h} = \mathbf{0,014 \text{ kWh}}$
средно на домакинство по 10 крушки	$10 \times 0,0708 \text{ kWh} = \mathbf{0,708 \text{ kWh}}$	$10 \times 0,014 \text{ kWh} = \mathbf{0,14 \text{ kWh}}$
използвана енергия на ден	$5 \times 0,708 \text{ kWh} = \mathbf{3,54 \text{ kWh}}$	$5 \times 0,14 \text{ kWh} = \mathbf{0,7 \text{ kWh}}$
използвана енергия за един месец	$30 \times 3,54 \text{ kWh} = \mathbf{106,2 \text{ kWh}}$	$30 \times 0,7 \text{ kWh} = \mathbf{21 \text{ kWh}}$
изразходвана сума за един месец	$106,2 \text{ kWh} \times 0,18 \text{ лв.} = \mathbf{19,12 \text{ лв.}}$	$21 \text{ kWh} \times 0,18 \text{ лв.} = \mathbf{3,78 \text{ лв.}}$
изразходвана сума за една година	$19,12 \text{ лв.} \times 12 = \mathbf{229,44 \text{ лв.}}$	$3,78 \text{ лв.} \times 12 = \mathbf{46,44 \text{ лв.}}$
средна продължителност на живот за една крушка	1000 часа	8000 часа
Инвестиция за времето на живот на КФЛ	$4 \times 10 \text{ лв.} = \mathbf{40 \text{ лв.}}$	$10 \times 7,00 \text{ лв.} = \mathbf{70,00 \text{ лв.}}$
Общ разход за година	239,44 лв.	116,44 лв
Общ разход за 4 години	957,76 лв.	255,76 лв
<u>Спестени са четири години 742 лв.</u>		

Фиг. 2. Сравнителен анализ на изразходваната електроенергия от едно домакинство при използване на различни видове крушки.

А



Б



Фиг. 3. А: Рекламна брошура; Б: Реклама за пресата [6].

На Фиг. 2 са показани резултатите от сравнението на изразходваната електроенергия от едно домакинство на база използване на десет крушки с нажежаема жичка по пет часа дневно и тази при замяна на крушките от КФЛ, направени от учениците от ЕГ "Пловдив".

LATE SCORES INSIDE THE NATION'S NEWSPAPER \$1.00

USA TODAY

Компактна Флуоресцентна Лампа – Осветлението на 21 век!

Не знаете какво е КФЛ? Сега ще разберете!
Това е осветлението, което трябва да използва всеки един от нас в дома си – компактни флуоресцентни лампи.

ЗАЩО? ✓ Защото пестят енергия; ✓ Защото съдействат за опазване на околната среда; ✓ Защото имат по-голяма продължителност на живота; ✓ Защото спестяват пари;	Трябват ли ви още причини? ➤ Може да избирате типа светлина според личните си предпочитания; ➤ Имат 24 месеца гаранция; ➤ Възвръщат инвестицията до половин година;
--	--

Убедихте ли се, че компактните флуоресцентни лампи са правилното решение?

НЕКА БЪДЕ СВЕТЛИНА!
НО КАКВА?



Фиг. 4.

На основата на получените данни учениците създават реклама за пресата (Фиг. 3, ученици на г-жа Кацарова и Фиг. 4 – на г-жа Лавчева), която е продукт на цялата им изследователска дейност и е част от националната кампания за енергоспестяване според приетия сценарий.

Резултатите от проведеното обучение са свързани както с учениците, така и с учителите, които го провеждат. Приложеният метод даде възможност на учениците:

- да работят активно, емоционално и мотивирано;
- да използват научни идеи и модели за обясняването на явления,

както и творческото им развитие за създаване и проверка на теории;

- критично да анализират и оценяват доказателства от наблюдения и експерименти;
- да използват подходящи методи, включително и ИКТ, за предаване на научна информация и да участват в дискусиите по научни проблеми.
- да организират и провеждат експериментално изследване,
- да използват примери от реалния живот като основа за разбиране на това, как работи науката;
- да формират трайни и задълбочени знания;
- да формират активно екологично отношение и поведение
- да изградят по-голяма мотивация за учене.

Като цяла се констатира променено отношение на учениците към учебния процес в посока засилен интерес към проведеното обучение, който нарастваше с разширяване на дейността по проекта. Причините може да се потърсят в това, че те са активната страна на обучението. Предоставя им се възможност да проявят самостоятелност в избора на темата и в определяне границите на изследването в зависимост от техния интерес и възможности, в планирането и провеждането на различните дейностите.

Учителите споделят усещането си за променена роля в учебния процес. Ролята им на информационен посредник и ръководител се трансформира в тази на съветник и помощник. Повечето са изненадани от неподозирана активност на учениците при работата за решаване на поставения проблем. Връзката с учениците ми придоби ново измерение, създадох се връзки с учени, посетиха се лаборатории в университета и се затвърдиха умения за комуникации чрез електронни средства (учениците организираха фейс-групи и скайп конференции).

Въздействието на този подход върху учениците е свързано със стимулиране на инициативността им и на готовността им да се самоорганизируют. Развива се мисленето им, укрепва се способността им да анализират и изследват, изгражда се умение за самостоятелно учене и положителна нагласа за учене, мотивират се да изучават природни науки.

За жалост, повечето учители имат ограничен опит по провеждане на научно изследване и притежават погрешни представи за процеса на генериране на научно знание. Липсата на знание и опит, свързан с научното търсене се смята, че създава бариера за преподаването на природ-

ните науки по този начин. Това определя и посоката на работа в бъдеще, която да е ориентирана към предимно към подготовката на учителите.

Литература

- [1] Crawford, B. A. (2000) Embracing the essence of inquiry: new roles for science teachers. *Journal of research in Science education*, 37 (9), pp. 916-937.
- [2] <http://chainreact.dipseil.net/> (10.03.2015).
- [3] <http://www.pathwayuk.org.uk/what-is-ibse.html>.
- [4] <http://www.chreact.eu/?q=node/10> (02.03.2015).
- [5] www.shef.ac.uk/ibl
- [6] <http://cft.vanderbilt.edu/guides-sub-pages/motivating-students/> (17.09.2014).
- [7] Лечева, Г. Мотивацията – гаранция за позитивно отношение към учебния процес, НТ на Русенския университет, 2009, т.4, с.10.

An Attempt to Implement the Inquiry Based Science Education Approach in Physics Education in the Study of Light Sources in Secondary School

Zhelyazka Raykova¹, Kostadina Katsarova², Ganka Lavcheva³

¹Paisii Hilendarski University of Plovdiv, 24 Tsar Asen St., 4000 Plovdiv

²PLS, 123 Bulgaria Blvd., 4003 Plovdiv

³PGEE, 26 Peshtersko Shose, 4000 Plovdiv

Abstract: The aim of the article is to share our experience in the implementation of the Inquiry Based Science Education (IBSE) approach in studying the topic of electric lighting in high school physics education. Some of the characteristics of the IBSE and track their events in the training are described.

This training was organized within the project "Chain Reaction: A Sustainable approach to Inquiry Based Science Education"(FP7) in which Plovdiv University is involved as a partner. The training was conducted in 2013-2014 and 2014-2015 school years in eight schools in Plovdiv where the students aged 15-16 years old were involved. It was organized according to the requirements for implementing IQSE approach and sought the tasks of the project. The chosen theme is oriented towards enhancing knowledge related to conversion of electrical energy into light. The results of the training are associated with both students and teachers, which are described in this article.