

## Методи за формиране на научна грамотност при изучаване на атомна и ядрена физика в средното училище

Дамяна ГРЪНЧАРОВА, Желязка РАЙКОВА

ПУ “Паисий Хилендарски“, Физико-технологичен факултет

**Абстракт.** Целта на тази статия е да се опише приложението на някои методи, които могат да бъдат използвани за формиране на основни ключови компетентности и научна грамотност при изучаване на атомна и ядрена физика в училище. Специално внимание е отделено на дидактическите възможности на историческия подход и на дискусиата, чието прилагане при изучаване на микросвета в училищния курс води до положителна нагласа към изучаването на физика и до изграждането на научен светоглед, като компонент на научната грамотност. Приоритетното прилагането на тези методи в учебния процес е свързано с характера на учебното съдържание по атомна и ядрена физика, със сравнително нарасналите познавателни възможности на учениците и с голямото социално значение на някои изучавани явления и приложения. В статията са описани конкретни примери на приложение на тези методи в уроците по физика при изучаването на теми от атомна и ядрена физика.

Природонаучната грамотност е съвременна тенденция в образованието по природни науки, която е насочена към преосмисляне и актуализиране на целите на обучението в посока формиране на знания и умения и компетентности за решаване на реални проблеми. Тези цели са необходимост за всеки човек за успешната му социална интеграция и личностна и професионална реализация. Комплексният и интердисциплинарен характер на тези знания и умения определя мястото им в образованието по природни науки и в частност физика.

### Какво представлява научна грамотност?

Въпреки, че има различни определения за научна грамотност, всички те включват използване на научно знание, както и мисленето за лични и обществени цели. Научната грамотност е знанието и разбирането на научни концепции и процеси, необходими за вземане на решения както в личен план, така също и участие в граждански и културни дела, в икономическото и технологично развитие на света. Като цяло научната

грамотност, набляга повече на това да може да се прилагат определени концепции, които се наблюдават, и по-малко на това да се запаметят конкретни факти и формули [1].

Научната грамотност може да бъде определена като способност да разбираме и прилагаме основни знания за научните процеси и концепции в нашия живот (и нашата професия и т.н.). Може да ни помогне да разберем природата, да анализираме проблеми и явления, да участваме в научна и техническа дискусия, да задаваме въпроси и да оценим чудесата на науката.

За PISA “Научната грамотност е способността да се използват научните знания, за да се поставят въпроси и да се формулират изводи, основани на доказателства с цел да се разбират проблемите и да се помогне при вземането на решения, свързани с природата и промените, които настъпват в нея под въздействие на човешката активност” (The Programme for International Student Assessment – PISA).

Според Lederman научната грамотност не е просто познаване на основни научни факти. Нейното определение включва три компонента [2]:

- Първо – знанието. Това включва научни теории, закони и т.н. Съвременните образователни стандарти включват този аспект;
- Второ – научното изследване. То включва познаване на научни методи и разбиране за това как начина, по който се прави науката, влияе върху резултатите;
- Трето – “природата на науката” (Nature of Science - NOS). Това са характеристиките на научното знание, свързани с неговото развитие (изменението на знанието във времето спрямо новите изследвания, когато е необходимо да се преоценят старите резултати).

Lederman твърди, че последните два компонента – научното изследване и природата на науката, оказват най-голямо влияние върху разбирането за научна грамотност [2].

На основата на използваните определения и описание ние предпочитаме използването на следните **компоненти на научната грамотност** [3]:

- Основни научни понятия, идеи и концепции, които имат **светогледно значение**;
- Знания, свързани с **пътя на научното познание** (планиране, провеждане и анализ на експеримент, поставянето и проверяването на хипотеза, представяне на резултатите, работа с модели и др.). Към тази компонента се включват и пътищата за формиране на **научно мислене**;

- Знания, свързани с познаване **ролята на науката**, нейната същност и на взаимоотношенията между наука, техника и общество.

### **Някои методи с приоритетно значение за формиране на природонаучната грамотност**

Според Grant and Dianne (2011) на учителите се предлагат четири възможни стратегии за формиране и повишаване на природонаучната грамотност в уроците по физика, биология и химия [4], които са свързани със:

- обогатяване на учебното съдържание с научни теми, които предизвикват силен интерес у учениците и/или са предложени от самите ученици;
- по-широко прилагане на изследователския подход при организиране на обучението по природни науки. Учениците да могат да работят критично с източници на информация, си източни на информация, да могат да събират данни, да правят изводи и да представят резултати;
- специално внимание да се отдели на формиране на грамотност за четене на научна, научно-популярна литература. Да се разработят и прилагат подходящо изготвени техники за четене на научна (физична) литература, свързани с лексикалното разбиране, четене на графики, диаграми, таблици с данни.

Наше виждане е, че в условията на формалното обучение по физика преподаването трябва да бъде организирано така, че учениците да имат възможност за извършване на определени научни дейности и целенасочено да бъдат обучавани за същността на научното знание и научния метод. В това отношение ролята на изследователския метод е главна и общопризната. Наред с този метод ние смятаме, че има и други методи, които ако се ползват целенасочено от учителите представляват мощно средство за изграждане на природонаучна грамотност.

Методите, на които се спряхме и смятаме че са най-удачни за обучението по темите от атомна и ядрена физика са: **историческият метод (исторически подход) и методът на дискусията.**

### **Историческият метод (подход) при изучаване на учебното съдържание по атомна и ядрена физика и значението му за формиране на природонаучна грамотност**

Методът, на които се спряхме и смятаме, че е удачен за конкретния материал от преподаването на атомна и ядрена физика, е *исторически подход* [5].

Училищното изучаване на физика има за цел не само формиране на съвременна научна картина за света, но и запознаване с хода на развитието на научните знания. Смятаме, че е методически целесъобразно прилагането на елементи на историческия подход при изложение на учебното съдържание по атомна и ядрена физика.

Историческият метод се интересува, изучава, изследва спецификата на основните теоретико-методологически направления в историята. Методологията на историческата наука формира научно-познавателните предпоставки за изпълнението на конкретните исторически изследвания [5].

Според Mamlok-Naaman е много важно учениците да разберат, че науката не е определена поредица от знания, а по-скоро е постоянно развиваща се структура. С помощта на историческия метод (подход) се проследява развитието на промените в разбирането за физичния свят от древността до наши дни. Използването на историческите модели в обучението по физика е свързано с обединяването на взаимодействието между утвърдените теории и новите експериментални данни, които влизат в противоречие с тях и които изискват изменение и модифициране на тези теории [6].

Трябва да се отбележи, че връзката между обучението по физика и историческото съдържание на физиката дава възможност за конкретизиране и усъвършенстване на общонаучните знания, прави теоретичните предложения по-разбираеми и по-лесни за усвояване от учениците. Историческите факти, представени по интересен и вълнуващ начин, оказват силно емоционално въздействие, което допринася за успешното възприемане и усвояване на учебния материал [7].

Задачите за преподаване на основите на училищната физика включват не само запознаване на учениците с научни факти, закони и теории, но и с историята на откриването на законите и развитието на теориите. Прилагането на историческия подход в обучението по физика е свързано с [8]:

- историята на науката дава възможност да се разбере, че физиката е непрекъснато развиваща се наука и обновено поле на човешкото познание;
- използването на елементи от историята на науката ни позволява да разберем как под въздействието на определени практически нужди възникват научни проблеми и протичат научните изследвания;
- историята на физиката дава идеята, че обобщенията, които идват от физиката, се състоят от редица исторически свързани стъпки и

че доста голямо време може да премине между генерирането на идея и нейното прилагане на практика;

- историята на науката ни позволява да видим, че научните открития не са дело само на индивиди, а резултат от колективното творчество на учените, дори и да са живели в различни страни и по различно време.

Историческият подход има силата да направи изучаването на физика интересно и да покаже “човешкото ѝ лице”. Изучаването на физика става по-достъпно ако оказва въздействие както на интелектуалния, така и на емоционалния свят на ученика. Затова е необходимо да се използва грамотно хуманитарния потенциал на физиката, представен чрез историческия метод, за да се възприемат научните знания не само рационално, но с разбиране за начина, по който се получават и за ролята на учените.

Научните факти предоставени чрез историческия подход имат силно емоционално въздействие, което осигурява успешното възприемане и усвояване на материала. Използването на исторически материал в преподаването на физиката позволява да решим важни образователни проблеми като формирането на научен мироглед, морал, идеологическо убеждение, патриотизъм, интернационализъм и любов към науката.

За да се събуди постоянният интерес на учениците към физиката, е необходимо да се разкрие еволюцията на физическите идеи, механизмът на научното изследване, атмосферата на творческия процес. Историята на физиката, в комбинация с изучавания материал, може значително да увеличи интереса към природните науки, да разшири хоризонтите на ученика и да го насърчи към креативно мислене. Въвеждането на теми с историческа информация няма за цел да натовари учениците с допълнителен материал за запаметяване. Историческият материал има за цел да повиши интереса към предмета физика, той включва работа на ученици с допълнителна литература за историята на физиката и формиране на научен мироглед.

Възможните моменти в използването на исторически подход при изучаването на атомна и ядрена физика се следните [9]:

- *Откриването на явлението “Радиоактивност”*. Това явление се изучава в раздел “Ядрена физика”. Използването на исторически подход при изучаването спомага за формирането на вярна представа за метода на научното познание. Сведенията за откриването на явлението от Бекерел се представят като се подчертава диалектиката на откриването на научната новост. Подходящо е да се цитират изказванията на Содди, че откриването на ново явление

(радиоактивността) става “когато му дойде времето”, според Ръдърфорд – “когато умовете са подготвени”, а според Капица – “не може да бъде предсказано от предишните теории”;

- *Работата на Мария и Пиер Кюри.* Да се разкаже на учениците моменти от историята на изследванията на радиоактивността от сем. Мария и Пиер Кюри. Например, добре известната диаграмата, илюстрираща сложния състав на радиоактивното излъчване при поставянето му магнитно поле е предложена от М. Кюри в дисертацията ѝ. Да се запознаят с биографията на тези учени и с техните светогледни възгледи.
- *Откриването на закона за радиоактивния разпад от Фредерик Содди и Ернст Ръдърфорд и създаване на теорията за радиоактивния разпад и формулировка на характеристиките - средно време на живот и период на полуразпад.* Да се разкаже за трудностите, които е преодоляла тази теория докато е призната от научната общност и да се подчертае важността на експеримента за доказване на истинността на физичните теории;
- *Опитът на Томпсън за откриването на електрона и измерването на заряда на електрона от Миликен.* Запознаване с експериментите, с които е открит електрона и е измерен неговия заряд е по възможностите на училищното изучаване на физика. Това е отново възможност да се формира научна грамотност като се опишат стъпките на научния метод на изследване;
- *Опитът на Ръдърфорд за откриването на атомното ядро и изграждане на атомния модел.* Описанието на този опит е достъпно за учениците. Препоръчително е да се разкажи за предположенията и за теоретичните изводи, които прави Ръдърфорд;
- *Постулатите на Бор.* Запознаване с личността и идеите на Бор е начин да се формира научен светоглед. Изтъква се противоречието между експериментално обосновавания модел на атома, предложен от Ръдърфорд и класическата теория на излъчването. Подчертава се гениалността на Бор да разбере ограничеността на класическата теория и да предположи съществуването на други закони, действащи в атома, които са различни от класическите. Учениците трябва да се убедят, че щом е невъзможно експериментални факти да се обяснят с известни закони се търсят нови закони. Трябва да разберат, че физичните закони имат граница на приложимост. На всеки етап от развитието на науката всяко знание е непълно и само приблизително вярно отражение на действителността;

- *Закон на Вин.* Обяснението на този закон дава възможност на учителя да запознае учениците със структурата на физическия език - как се работи с графики, диаграми и как се “разчитат” формули. Така се разширяват техните знания за природата и структурата на физическото знание, което е компонента на научната грамотност;
- *Макс Планк и неговата константа.* Биографията на Планк е интересна за учениците и пример за ролята на учените, техният характер и граждански морал. Тук може да се запознаят с противоречието между теорията и експерименталните данни, наречено “ултравиолетова катастрофа”. Решаването на това противоречие става чрез формулата на Планк за излъчването на светлината, която е фундамент за създаване на нова физическа теория – квантовата. Експерименталната проверка на тази формула доказва нейната вярност и преодолява “ултравиолетовата катастрофа”.

### **Методът на дискусиата и мястото му в изучаването на темите от атомна и ядрена физика за формиране на природонаучна грамотност**

Дискусиата е своеобразна размяна на мнения и идеи в рамките на една тема, за да се постигне по-голяма яснота и по-задълбочено познание. Тя се отличава от обикновения разговор по това, че е внимателно структурирана и проблематиката ѝ е ясно очертана от М. Андреев. Прилагането на този метод е свързано с развитието на интелектуални умения и способности като оценъчно отношение към темата, критичност на мисълта, сравняване, правене на изводи, езиков израз, лично отношение и позиция по въпроса [10]. Дискусиата е една от най-представителните стратегии на активно учене и е подходяща за работа в групи и при прилагане на диференциалния подход.

Дискусиите, които може да се организират при изучаване на темите от атомна и ядрена физика, по своя характер могат да бъдат проучвателни и разсъждаващи. За тяхната подготовка учителят трябва да отдели специално внимание като подбере подходящи източници на информация, които да сподели с учениците. При организирането на дискусиите могат да се ползват похватите, характерни за проектния метод.

Възможни теми за дискусия:

- Каква е границата на приложимост на закона за радиоактивния разпад?
- Как да се определи разликата между явленията в атомната физика и тези в ядрената? От атом и излъчен фотон с дължина 600 nm. Коя е причината за това явление? Възможни отговори – а) преход

на атомното ядро от възбудено състояние в основно, б) преход на електрон в атомната обвивка към по-ниско енергетично ниво, в) излитане на алфа-частица от ядрото. Отговор: Фотони с дължина на вълната, съответстваща на видимата светлина, могат да се появят само в резултат на прехода на електрона от енергетично ниво с по-висока енергия към енергетично ниво с по-ниска. Гама – квантите, които се появяват при вътреядрени превръщания, имат много по-малки дължини на вълните.)

- Какви са опасностите от ядрената енергетика?
- Какво е бъдещето на ядрената енергетика?
- Какво е бъдещето на атомната физика?
- До каква степен са опасни радиоактивните лъчи?
- Дискусия върху филма “Чернобил” и документалния филм за катастрофата във Фукушима.

### Заклучение

Предложените идеи за прилагане на историческия метод и метода на дискусиата са съвместими с учебната програма по физика и астрономия за 10. и 12. клас и са базирани на основни принципи на методиката при преподаване. Тези идеи са от практиката ми на преподаване на физика с фокус върху формиране на природонаучна грамотност. Като допълнение установяваме, че използването на историческия методи и метода на дискусиата засилва интереса на учениците да изучават физика, мотивира ги да работят активно, в екипи, да проучват допълнителни информационни източници, да бъдат критични и да изказват мнение.

### Литература

- [1] M.H. Shamos (1995). *The myth of scientific literacy*. New Brunswick, N.J.: Rutgers University Press.
- [2] N. Lederman (2006) *Nature of Science: Past, Present, and Future*. Ch. 28; [https://www.oreilly.com/library/view/handbook-of-research/9780805847130/37\\_chapter28.xhtml](https://www.oreilly.com/library/view/handbook-of-research/9780805847130/37_chapter28.xhtml)
- [3] Ж. Райкова (2019) *Съвременни тенденции в обучението по физика*, Университетско издателство “Пайсий Хилендарски”, ISBN 978-619-202-441-3.
- [4] M. Grant, H. Dianne (2011). *Scientific literacy: A conceptual overview*. *Science Education Journal* **84** 71–94.
- [5] V. Ajayi (2018) *Scientific Literacy*. DOI: 10.13140/RG.2.2.13345.92009; [https://www.researchgate.net/publication/323317149\\_Scientific\\_Literacy](https://www.researchgate.net/publication/323317149_Scientific_Literacy).



- [6] R. Mamlok-Naaman, R. Ben-Zvi, A. Hofstein, J. Menis, S. Erduran (2005) Learning science through a historical approach: Does it affect the attitudes of non-science-oriented students towards science? *International Journal of Science and Mathematics Education* **3** 485-507.
- [7] R.G. Tharp, R. Gallimore (1988) *Rousing minds to life: teaching, learning, and schooling in social context*. Cambridge [Cambridgeshire]; New York: Cambridge University Press.
- [8] В.М. Чиганашкин (2019) Гуманитарный потенциал школьной физики. *Физика в школе* **6**.
- [9] Вл. Кессельман (2015) *Удивительная история физики*. Москва: ЭНАС-КНИГА, ISBN 978-5-91921-163-1.
- [10] М. Андреев (1996) *Процесът на обучението (дидактика)*. София: Университетско издадателство "Св. Климент Охридски".