

Education: Theory & Practice
Науката за образованието: теория и практика

45^{-а} Национална конференция на учителите по химия
Габрово, 25 – 27 октомври 2013 г.

ОБРАЗОВАНИЕ ЗА ПРИРОДОНАУЧНА ГРАМОТНОСТ

Адриана Тафрова-Григорова
Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. През последните двадесетина години *природонаучна грамотност* и *ключови компетентности* станаха емблематични ключови думи за училищното природонаучно образование. В статията се обсъжда значението на понятието природонаучна грамотност и се проследява развитието му в исторически и международен план. Посочват се примери за добри практики на развиване на природонаучна грамотност в образователните системи на САЩ и някои европейски страни: Великобритания, Франция, Финландия и България. Проучване сред български учители по природни науки показва, че като цяло учителите са наясно със същността на понятието научна грамотност и осъзнават нуждата от развиването ѝ като една от главните цели на обучението по природни науки. Реализирането на тази цел те виждат в усъвършенстване на учебните планове и програми с ориентация към практико-приложни знания, експериментална работа и развиване на ключови компетентности. Проектите на новите държавни образователни изисквания за учебно съдържание и учебните програми по химия и опазване на околната среда се основават на този подход.

Keywords: scientific literacy, secondary school science education, chemistry content standards

Въведение

През последните двадесетина години *природонаучна грамотност* и *ключови компетентности* станаха емблематични ключови думи за училищното природонаучно образование.

В съвременния свят се наблюдават две противоположни тенденции: от една страна – бурно развитие на науката и технологиите, а от друга – спад на интереса към изучаването на природни науки. Природонаучната грамотност е като спасителен

остров, на който може да се търси примирение между тези две тенденции. Всъщност в природонаучната грамотност се проявява връзката наука – технологии – общество в смисъла на осъзнатост, че развитието на науката е предпоставка за технологичния прогрес, който, от своя страна, е предпоставка за благосъстоянието на обществото. Наивно е, разбира се, да се мисли, че подобряването на научната грамотност на населението непременно ще засили интереса към природните науки и желанието за професионална реализация в областта на природните науки. Научнограмотният човек е в състояние да оцени ползата или риска от едно или друго научно постижение, така че има всички основания да се надяваме, че образованието за природонаучна грамотност ще доведе до увеличаване на доверието в учените, в науката и нейните приложения.

Ето защо образование, насочено към природонаучна грамотност, е обща характеристика на реформиращите се образователни системи в развитите индустриални страни (Hurd, 2000; Bartholomew et al., 2004; Hodson, 2006; 2008; Osborne & Dillon, 2008; Dillon, 2009).

В изложението накратко ще бъдат засегнати следните няколко въпроса: (а) как се развива разбирането на понятието „природонаучна грамотност“; (б) какво се прави за развиването на природонаучна грамотност в реформиращите се образователни системи на различни държави; (в) доколко учебните програми създават предпоставки за развиването на природонаучна грамотност; (г) какви са вижданията на българските учители за природонаучната грамотност.

За понятието природонаучна грамотност

Многобройни дефиниции се опитват да очертаят обема и съдържанието на понятието природонаучна грамотност (AAAS, 1993; Goel, 1993; Laugksch, 2000; Петрова & Василева, 2007; Hazen & Trefil, 2009; Taftrova-Grigorova, 2011a). Въпреки това то остава с неясни и дифузни граници.

Разбирането за съдържанието на понятието „природонаучна грамотност“ преминава през различни етапи. През 60-те сред учените и дейците на образованието преобладава мнението, че природонаучна грамотност се постига чрез усвояване на голямо учебно съдържание от различни научни области. Малцина са тези, които говорят за връзката между общество и наука, а в природонаучните предмети приложението на научните знания и връзката им с житейския опит на учениците остава на заден план. Българската учебна практика в това отношение е показателна. Традиционно в нашите учебници информация за значението и приложението на изучените вещества и процеси се представя в края на уроците, най-често без да се свързва и основава на свойствата на веществата, там където се разглеждат те. Резултатът е, че учениците или не знаят нищо за употребата и значението на важни за практиката вещества, или зазубрят механично информацията.

С бързото развитие на науката и технологиите и особено на източниците и средствата за информация разбирането за това, „що е природонаучна грамотност“ се променя. Според Американската асоциация на учителите по природни науки (NSTA – National Science Teachers Association) „научно грамотен е този, който използва научните понятия и процесуалните умения за вземане на решения в ежедневието при взаимодействието си с други хора и с обкръжаващата го среда и разбира взаимовръзките между науката, технологиите и други аспекти на обществото, включително социалното и икономическото развитие“ (DeBoer, 2000)¹⁾. По същество това разбиране за природонаучната грамотност не се различава от определението, което дава PISA²⁾ – програма на OECD³⁾, чрез която се оценява и сравнява грамотността на 15-годишните ученици в различни страни. Самата PISA неколкратно променя дефиницията за природонаучна грамотност в стремежа да я усъвършенства. В последната дефиниция на PISA, дадена през 2006 г. (OECD, 2006), се поставя ударение върху познаването на характерните черти на науката и върху връзката между науката и технологиите, докато предишните две дефиниции извеждат на преден план уменията да се прилагат научните знания, за да се разбира светът и да се вземат информирани решения, „свързани с природата и промените, които настъпват в нея под действие на човешката активност“.

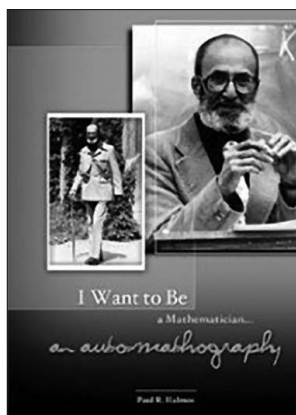
Laugksch (2000) прави подробен обзор и анализ на различни аспекти на понятието *природонаучна грамотност*. За всеки, който се опитва да дефинира това понятие, е очевидно, че то не може да бъде определено по един единствен начин. Границите му са дифузни и зависят от комплекс от фактори. Ето защо е разумно да се говори за формиране и развиване на природонаучна грамотност, а не за постигането ѝ. Българският термин е директен превод от американския израз *scientific literacy*. Във Великобритания синонимният термин е *public understanding of science*, известен с абривиатурата PUB, а във Франция – *la culture scientifique*. Тези названия отразяват виждането, че природонаучната грамотност представлява част от общата култура на човек и разбирането на обществото за науката.

Независимо от различните схващания за съдържанието на понятието *природонаучна грамотност*, изпъкват няколко общи и важни характеристики. Първата от тях се отнася до *разбирането* – на научни понятия, принципи и процеси, което помага за осмисляне на научните и технологичните постижения, на явленията в живата и неживата природа. Втората характеристика е свързана с *приложението* – умения за прилагане на научните знания и придобитите компетентности в реални житейски ситуации, за решаване на проблеми и за придобиване на нови знания. На трето място е *оценяването* – на ползата и вредата от постиженията на науката и техниката, на въздействието им върху околната среда и живота на хората, икономическата им ефективност и значението им за обществото.

И трите характеристики – разбирането, приложението и оценката, предполагат да се знаят и разбират основни научни факти. Кой научни факти е нужно да се знаят, до каква степен – дълбочина и обем, трябва да се разбират – това са въпроси, на които трудно би могло да се даде точен отговор. Безспорно е обаче, че учебното съдържание на предметите от природонаучния цикъл не може повече да се разширява. Напротив, то трябва да се свива, но за сметка на развиването на умения за учене, търсене, подбор и представяне на информация, изследване, комуникация, критично мислене. С други думи, от „знам, че ...“ акцентът да се измести към „знам как“.

От казаното следва, че отдавна известният изследователски подход (inquiry-based approach) би трябвало да заема централно място в образованието за природонаучна грамотност. Изследователският подход представлява прилагане на пътя на научното дирене в обучението: експеримент, наблюдение, хипотеза, проверка на хипотезата, отчитане на резултата – потвърждаване или отхвърляне на хипотезата, изводи или нова хипотеза (ако е нужно). Според съвременната образователна парадигма ученикът е в центъра на обучението, той е активната фигура в образователния процес, но за сметка на това ролята на учителя нараства. Не учебното съдържание, а начинът, методите на обучение, създаването на умения за учене, са определящи в учебния процес. Свързването на познанията от ежедневието с научните познания по разбираем начин е условие за развиване на природонаучна грамотност. Американският математик от унгарски произход Paul Halmos (1985) казва:

[Н]е проповядвайте факти, стимулирайте действия! И още: Един умен студент би могъл да научи Фурие на нещо ново, но със сигурност не би могъл да научи Архимед да разсъждава по-добре.



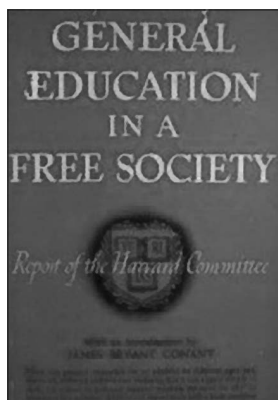
*Не проповядвайте факти,
стимулирайте действия!*
Пол Халмош (Paul Halmos),
(1916 – 2006),
американски математик
от унгарски произход

Това означава, че за да развият природонаучна грамотност, учениците трябва да бъдат поощрявани да експериментират, да наблюдават, да откриват, да изказват предположения, да обясняват и да се аргументират.

Образование за природонаучна грамотност в миналото и сега

САЩ

След Втората световна война вниманието към обучението по природните науки в американските училища се засилва поради „усещането, че науката и технологиите са важен ресурс за националната сигурност“ (DeBoer, 2000). За един от документите с фундаментално значение за откриване на път към научнограмотно население разказва Gerald Holton (1998). Този документ е книгата „*General Education in a Free Society*“, издадена през 1945 г. в Харвардския университет. Известна като „Червената книга“, тя е наричана „библия за образованието“, защото в нея се аргументират нуждата и пътищата да се формират „граждани, които да са по-образовани в областта на природните науки, да познават и ценят наследството на Западната цивилизация и възхода на науката“⁽⁴⁾ (Holton, 1998). Лабораторната експериментална работа, както и изучаването на исторически и класически научни текстове би помогнало за разбирането на науката и постигане на по-голяма образованост.



„Общо образование в свободно общество“ – „Червената книга“, публикувана през 1945 г. от Харвардски комитет под председателството на James Bryant Conant

Стратегическата роля на науката по времето на студената война изостря още повече обществения интерес. На 4 октомври 1957 г. е изстрелян първият изкуствен спътник *Спутник-1* от СССР. САЩ изстрелват на 31 януари 1958 *Експлорър 1*. Започва небивала научна, технологическа и космическа надпревара между Съветския съюз и САЩ. Неслучайно 1958 е годината, в която в САЩ усилено започва да се говори за нуждата от научно грамотно население.

През 1958 г. Пол Хърд публикува статия, озаглавена „Природонаучна грамотност: нейното значение за американските училища“ (Hurd, 1958). Авторът обосновава необходимостта от нови учебни програми, които да създават възможности за развиване на природонаучна грамотност у младите хора. Проблемът за природонаучната грамотност на американското население е във фокуса на вниманието не само на Пол Хърд. Същата година председателят на Shell Chemical Corporation, Richard McCurdy (1958) развива тезата, че училищното образование по природни науки трябва да премести тежестта си от изучаване на технологиите към принципите на науката. Според него, поради фундаменталните промени в науката, е необходим нов подход към изучаването на природните науки, който да разкрива пътя на научното познание. През същата година председателят на Американския институт по физика от 1954 до 1959 г., а по-късно и председател на Академията на науките на САЩ Frederick Seitz (1958) публикува в списание *Physics Today* статията „Фактори, които засягат природонаучното и инженерното образование“. В нея той пише:

[В] средното училище трябва да се наблегне върху продължителен курс по природни науки, който да запознава учениците с историята и постиженията на науката и връзката ѝ с ежедневиия живот. Това трябва да бъде направено нагледно и вдъхновяващо, като се постави ударение върху културните корени и целите на науката и неизбежните начини, по които тя влияе върху разбирането ни на света около нас (Seitz, 1958).



Фредерик Зайц (Frederick Seitz) (1911 – 2008), американски физик, председател на Националната академия на науките на САЩ от 1962 до 1969, президент на университета „Рокфелер“, един от основателите на института „Джордж Маршал“

Това са думи, изказани преди повече от половин век, но които звучат актуално, защото фактически очертават съвременните стремежи и тенденции на училищното природонаучно образование в световен мащаб.

През 1960 г. Националното дружество за изследвания в образованието (National Society for the Study of Education) в своя Годишник, озаглавен *Rethinking Science Education*, поставя за цел пред преподавателите по природни науки „да работят за формирането на граждани, които разбират науката и са съпричастни към работата на учените“ (NSSE, 1960, с. 113).

Следващите десетилетия, през 70-те и 80-те години, се провеждат редица изследвания и се публикуват над 400 национални доклада за насочване на училищното природонаучно образование към природонаучна грамотност (Hurd, 2000; Tafrova-Grigorova, 2011a).

По повод обезпокоителните резултати на американските ученици в националните и международните сравнителни тестове през 1983 г. излиза докладът *A Nation At Risk: The Imperative for Educational Reform*, изготвен от Национална комисия за отлични постижения в образованието, създадена от президента Роналд Рейгън⁵⁾.

През 1985 г. Американската асоциация за напредък в природните науки (American Association for the Advancement of Science – AAAS) лансира Проект 2061⁶⁾. Той има за основна цел ускоряване на реформите в обучението по природни науки, математика и технологии, така че да се помогне на американските ученици да подобрят и развият природонаучната си грамотност. В два последователни доклада, изготвени от именити специалисти (AAAS, 1989; 1993), за началното, прогимназиалното и гимназиалното образование, се описват учебните цели, които са предпоставка за постигане на природонаучна грамотност. Усилията на американските политици за подобряване на грамотността, в това число научната, на американските ученици намират израз в приетия от Конгреса на САЩ (2001 г.) закон, известен под името „Нито едно изоставащо дете“ (No Child Left Behind)⁷⁾ (Darling-Hammond, 2006).

През 2010 г. Националната академия на науките, неправителствената организация Achieve, специално създадена за организиране на стандартно базираната реформа на образованието в САЩ, Американската асоциация за напредък в науката (AAAS) и Националната асоциация на учителите по природни науки (NSTA) започват двуетапен процес на създаване на *Следващо поколение стандарти по природни науки* (NGSS). През юли 2011 г. Националният съвет за научни изследвания (NRC) публикува Рамка за обучение по природни науки до XII клас (NRC, 2012). Рамката формира базата за стандартите. Тя се основава на най-актуалните изследвания в областта на природонаучното образование и учене и декларира това, което учениците трябва да знаят и могат. През втория етап, на основата на

Рамката, 26 щата и 40 специалисти развиват стандартите. Те преминават през експертни оценки и публично обсъждане и от април 2013 г. са издадени в книга (NGSS Lead States, 2013).



Следващо поколение стандарти по природни науки (NGSS), изд. 2013 г.

Като основен мотив за създаване на новите стандарти е посочен засилването на интереса на младите хора към STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics (Природни науки, Технологии, Инженерство и Математика). Стандартите са насочени не само към научнопредметното знание, но и към изследване, решаване на проблеми, критично мислене.

Великобритания

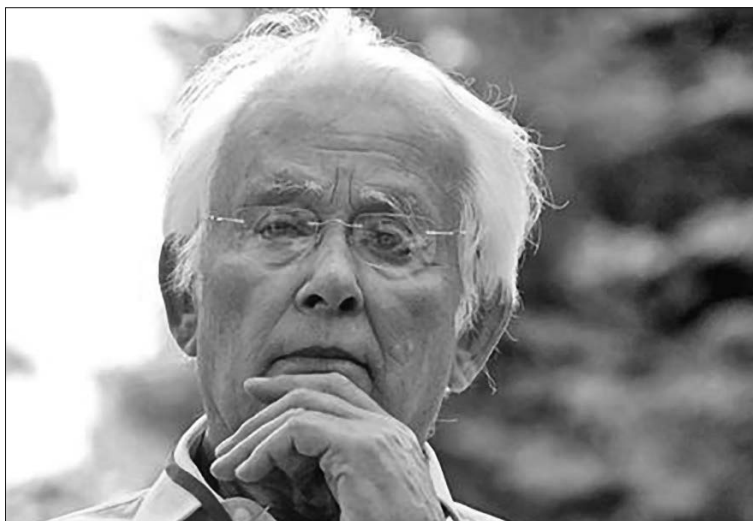
Във Великобритания, след поредица от семинари с участието на изтъкнати дейци на образованието от различни държави, излиза докладът *Beyond 2000: Science Education for the Future*⁸⁾, който отправя 10 препоръки за привличане на учениците към природните науки чрез адекватни промени в учебните програми. Първата от тези препоръки гласи: „Учебните програми по природни науки за учениците от 5 до 16-годишна възраст трябва да бъдат разглеждани преди всичко като основа за подобряване на общата природонаучна грамотност“. В доклада се заключава, че учебните програми по природни науки трябва да обезпечават възможности за научно знание и разбиране, така че учениците да четат с разбиране прости статии с научно съдържание във вестниците, да гледат с интерес и разбиране телевизионни

програми за постиженията на науката, да изразяват мнение за важни социални и етични проблеми. Те трябва да създават и солидна основа за надграждане, ако по-късно младите хора решат да се отдадат на научна кариера.

Като резултат, по инициатива на британското правителство, започва проект за модернизация на обучението по природни науки и от 2006 г. в националната програма (National Curriculum) се включват курсове⁹⁾, чиято основна цел е развиването на природонаучна грамотност за всички ученици. Чрез серия от модули, обединени около важни за науката и обществото теми, се развиват познания за науката – как се достига до научното знание и как чрез науката могат да се разберат и обяснят явленията и процесите в околния свят (Tafrova-Grigorova, 2011a). През 2012 г. са предложени за обсъждане нови учебни програми по природни науки, а от септември 2013 г. те стават задължителни.

Франция

Във Франция, по инициатива на Нобеловия лауреат по физика за 1992 г. и член на Френската академия на науките Georges Charpak, през 1996 г. в началното училище започва програма по природни науки, известна под името *La main à la pâte* (в буквален превод – *Ръка в тестото*, или с други думи – *Да направим сами*) (Tafrova-Grigorova, 2003).



Жорж Шарпак (Georges Charpak, 1924 – 2010),
френски физик, Нобелов лауреат по физика за 1992 г. и член на Френската академия на науките (1996)

Програмата е насочена към изучаването на природните науки от ранна възраст чрез изследователски подход и развиване на експериментални умения¹⁰⁾. *La main à la pâte* се развива успешно, и през 2006 г. се разпростира и в прогимназиалното образование във Франция¹¹⁾. Проблемът с обучението на научно грамотни френски граждани обаче не е решен и на извънредна сесия на френския сенат през 2003 г. се приема доклад¹²⁾ от специално назначена от правителството комисия за издигане в национален приоритет на научната и технологичната грамотност и за насърчаване и оказване на специално внимание на обучението по природни науки от най-ранна възраст. Забележително в този доклад е, че се призовава министерството на културата „да гледа на науката и нейната история като на съставна част на културата в най-общ смисъл“ и следователно да съдейства за изграждането ѝ. „Научната и технологичната грамотност – се казва още в доклада, – са дело на обединените усилия на много хора и институции“. В резултат, с указ на френското правителство от 2006 г., се приема Обща рамка на знанията и компетентностите, които всеки ученик трябва да усвои до края на задължителното обучение¹³⁾. Трета сред тези 7 компетентности е научната и технологичната грамотност.



Програмата „Да направим сами“ (*La main à la pâte*),
инициирана във френските начални училища през 1996 г.
от Жорж Шарпак

Финландия

През 1994 г. финландското министерство на образованието въвежда LUMA – програма за подобряване на уменията на учениците в областта на математиката и природните науки. Резултатите са красноречиви – Финландия е страната отличник в PISA. През януари 2004 г. във Финландия се въвеждат нови учебни програми, включително по природни науки за задължителното образование (7 – 16-годишни). В тях се обръща особено внимание на начините за получаване на информация и приложението на научните знания. Обучението се базира на проблемния и изследователския експериментален подход. За илюстрация е по-долу е представена извадка от учебната програма по химия за горния гимназиален етап X – XII клас¹⁴⁾.

Учениците трябва да: *разбират* най-важните основни понятия по химия и да осъзнават връзката на химията с явления от ежедневието и за благо на човека и природата; *могат* чрез експериментални и други методи да търсят и обработват информация за важни за живота и околната среда химични явления и свойства на веществата и да оценяват надеждността и важността на тази информация; *се учат* да планират и провеждат опити, спазвайки правилата за безопасност; *могат* да интерпретират, оценяват, представят и обсъждат експериментално или по друг начин получена информация; *се запознаят* с възможностите на ИКТ за добиване на информация и за моделиране; *се запознаят* със съвременните технологии, прилагани в промишлеността и инженерството на околната среда; *знаят* как да използват химичните си знания за здравословен начин на живот и устойчиво развитие, както и за участие в дискусии и вземане на решения, които засягат природата, околната среда и технологиите; *да придобиват* опит, който ще породи и засили интереса им към химията.

България

В България, в годините на така нареченото социалистическо общество, е възприет съветският модел на училищно образование. По отношение на учебното съдържание той се характеризира с наситеност на факти и теории, силно идеологизирани навсякъде, където е възможно, а подходите на обучение са традиционни – авторитарни, с център на активност учителят. От учениците се изисква главно да запаметяват, възпроизвеждат и решават задачи, които имат малко общо с реалния свят. Положителното следствие от този авторитарен подход е дисциплинираност на учениците, която е несравнима със сегашната дисциплина в училище.

В началото на прехода към демократично общество голямата крачка в реформата на средното образование беше преминаването към стандартно базирано средно образование. Промените в Закона за народната просвета от 1998 г. въвеждат общообразователния минимум като задължителна основа за общообразователното и професионалното училище.

Тези промени предопределят и създаването на държавно образователно изискване за степента на образование, общообразователния минимум и учебния план, уредено със закон (1999 г.). През 2000 г. за първи път Наредба № 2 се регламентират образователни стандарти, наречени Държавни образователни изисквания за учебно съдържание (ДОИ). Като поднормативни актове се въвеждат задължителни в национален мащаб учебни програми, които декомпозират ДОИ за учебно съдържание по класове и теми и създават основа за планиране на учебния процес и съдържанието на учебниците.

Приемането на нормативните документи, които поставят стандарти в българското училищно образование, е положителен акт, който е в съзвучие със световните тенденции. Поради различни причини и не на последно място поради първичността на този акт действащите ДОИ и учебни програми имат доста недостатъци и несъвършенства. В културно-образователната област „Природни науки и екология“ ДОИ и учебните програми не създават възможности задължителното учебно съдържание да се отърси от фактология и да насочи учители и ученици към развиване на ключови умения и природонаучна грамотност.

Устойчиво ниските резултати на българските ученици по природни науки и математика в авторитетни международни сравнителни програми като PISA и TIMSS¹⁵⁾ са факт. Изводите от международните изследвания се потвърждават и от изследвания в национален мащаб върху степента на постигане на очакваните резултати според Държавните образователни изисквания (ДОИ) и учебните програми по „Химия и опазване на околната среда“, както и от анализ на резултати от държавните зрелостни изпити (ДЗИ) по същия предмет (Tafrova-Grigorova et al., 2008; Boiadjieva et al., 2008; Tafrova-Grigorova et al., 2009; Kirova et al., 2010; Boiadjieva, 2010; Tafrova-Grigorova et al., 2010; Dimitrova et al., 2010; Tafrova-Grigorova, 2010). По отношение на показателите за природонаучна грамотност и проява на ключови умения от нашите изследвания могат да се направят следните изводи за учениците от IX и X клас: (а) голяма част от тях не работят върху задачите с отворен отговор и разчитат на случайно налучкване при задачите с избираем отговор; (б) липсва причинно-следствена обусловеност за избора на даден отговор; (в) демонстрират по-добре теоретични и фактически знания в сравнение с решаването на практически проблеми; (г) фрагментарна е подготовката върху изчислителни задачи; (д) не умеят да прилагат зависимостите между

физични величини (права или обратна пропорционалност, степенна зависимост и др.) за решаване на конкретни задачи; (е) не умеят да работят с графики и схеми; (ж) не умеят да планират експеримент и да правят изводи въз основа на наблюдения; (з) затрудняват се да съставят кратък текст или да разсъждават по даден текст (Tafrova-Grigorova, 2013).

Напредък в природонаучната грамотност на учениците може да се очаква при едновременното благоприятно действие на различни фактори. Главните между тях са подобрена социално-икономическа и образователна среда. Последната включва както материалната база, която има особено значение за експериментални науки като химията, физиката и биологията, така и вида на училището. Факторът учител – с неговата компетентност в съответната предметна област, педагогическа подготовка и дарба за работа с млади хора, култура, комуникативност, толерантност, авторитет, е определящият за добро образование.

Успешната адаптация на младите хора към променящата се реалност изисква качествено образование. Една от предпоставките за постигане на висок общ образователен стандарт е равният достъп до качествено образование. В страните с устойчиво добро представяне постиженията на учениците в най-малка степен зависят от социално-икономическата среда, вида училище, населеното място. За съжаление, в PISA 2012¹⁶⁾ продължава тенденцията, констатирана при предишните проучвания PISA 2006 и PISA 2009, че България се отличава с най-големи разлики между резултатите на учениците според вида на училището и социалната, културната и икономическата среда в сравнение с държавите от Централна и Източна Европа, участвали в PISA. Съществена разлика се наблюдава и по пол – в полза на момичетата.

Конкретно в областта на природните науки, въпреки незначително по-добрите резултати, сравнено с PISA 2006 и 2009, делът на научно неграмотните ученици продължава да е тревожно голям – повече от една трета (36,9%) попадат под критичния праг (Петрова & Василева, 2013). Ако погледнем оптимистично назад във времето, през 2006 г. тези ученици са били значително повече – 42,6%, но ако направим сравнението за 2012 г. – за страните от OECD този дял е 27,8% средно, за Финландия и Естония – под 10%. Това са ученици с ограничени знания по природни науки, които умеят да ги използват само в познати, еднотипни и добре известни ситуации. Те не умеят да правят изводи от емпиричните данни на едно изследване или наблюдение, имат непълни или напълно погрешни представи за основни научни понятия, не умеят да аргументират отговорите си. Модата на разпределението на постиженията на учениците е на второ равнище (26,3%) – критичния праг, докато за страните от OECD модалната стойност е на трето от общо шестте равнища на постижения (28,8%). Най-общо, според PISA 2012, България,

по природонаучна грамотност, продължава да стои в последната третина на 65-те изследвани държави от целия свят.

Причините за слабите постижения на учениците, в частност и тези по природни науки, са комплексни и няма да бъдат обсъждани детайлно тук, но очевидно е необходимо да се направят промени, особено в нормативната база.

Една от тези належащи промени е в ход – осъвременяване и обновяване на ДООИ и учебните програми в посока на редуциране на учебното съдържание и развитие на умения и компетентности, ориентирани към практиката и приложение в реални житейски ситуации.

В проектите за ДООИ специфичните цели на обучението по химия и опазване на околната среда в прогимназиалния етап са формулирани така:

[У]свояване на знания и умения от учениците, свързани с: основите на химичната символика; свойствата на прости вещества и химични съединения; периодичния закон и закономерностите в Периодичната система (таблица); съдържанието и обема на понятията, отнасящи се до вещества и химични процеси; приложение на веществата и опазване на околната среда.

Формиране и развитие на практически умения за: работа с вещества, лабораторни съдове; спазване на правила при провеждане на химичен експеримент; извършване на елементарни изчисления; работа с различни източници (текстове, таблици, схеми), включително и чрез използване на ИКТ.

Формиране и развитие на интелектуални умения за описание, разпознаване, сравнение на вещества, процеси и явления по зададени признаци.

Формиране на отношение към ролята и отговорността на всеки към собственото здраве, към околната среда и нейното опазване.

Готовност за адекватно реагиране в ситуации, застрашаващи собственото здраве и здравето на другите и оказване на първа помощ.

Специфичните цели на обучението по химия и опазване на околната среда в първи гимназиален етап са представени, както следва: овладяване на знания, свързани с: класификацията, строежа и свойствата на основни видове органични и неорганични вещества; тяхното значение и въздействието им върху здравето и околната среда; формиране на специфични за химията умения за: работа с вещества, лабораторни прибори и апаратура; провеждане на експерименти по инструкции; оформяне на протоколи по образец; формиране на специфични за химията умения за: работа с

вещества, лабораторни прибори и апаратура; провеждане на експерименти по инструкции и самостоятелно планиране на експерименти; оформяне на протоколи по образец и представяне на резултати от изследователска дейност в различна форма, решаване на стехиометрични задачи; *формиране* на умения, свързани с: наблюдение и сравнение на обекти; установяване на причинно-следствени връзки; обяснение на свойства на вещества чрез вида на химичните връзки, процеси, явления и експерименти; обобщаване на информация; формулиране на изводи; *развиване* на умения за самостоятелно учене, свързани с: проучване на информация от различни източници (текст, таблици, графики, диаграми), включително и чрез използване на ИКТ; обсъждане на въпроси, отнасящи се до влияние на изучаваните вещества върху опазване на околната среда; *формиране* на отношения на учениците към: значението на химията за развитието на съвременното общество и влиянието ѝ върху някои глобални екологични проблеми; ролята и отговорността на всеки към собственото здраве, към околната среда и нейното опазване.

Съпоставени с цитираните по-горе цели на финландската учебна програма, целите на обучението по химия и опазване на околната среда според проектите за ДООИ са сходни.

Отношение на българските учители към природонаучната грамотност

Добрите практики доказват, че ключът към качественото училищно образование е в ръцете на учителя. Във всички държави с успешни образователни системи учителите са добре платени и с висок статус в обществото.

Редица изследвания търсят връзката между схващанията на учителите за природонаучната грамотност и приложението им в учебната практика (Brickhouse, 1990; Lederman, 1999; Gallagher, 2000; Hurd, 2000; Odgers, 2003; Millar, 2006; Siddiquee & Ikeda, 2012).

Освен в докладите за изследванията на PISA (Петрова & Василева, 2007) в България е проведено анкетно проучване на мненията на 47 учители по природни науки, главно по химия (Tafrova-Grigorova et al., 2011b).

По-голямата част от учителите респонденти заявяват, че е необходимо да се увеличат знанията за практическото приложение и значение на веществата и на дела на експерименталната работа. Половината учители от друга извадка от 136 учители, анкетирани по повод на външното оценяване (Tafrova-Grigorova, 2011b), признават, че рядко използват „демонстрационен и лабораторен експеримент за развиване на наблюдателността, логическото мислене и практическите умения на учениците“ поради липса на подходящи условия. Липсата на условия за лабораторна работа в училище – напоследък много кабинети по физика, химия и биология смениха предназначението си, затруднява учителите и ощетява учениците. Други

наши изследвания също очертават дефицита на експеримент в училище като една от проблемните области в обучението (Boiadjieva et al., 2008; Tafrova-Grigorova et al., 2009). Според данни, публикувани от Kirova et al. (2010), средно само около 25% от изследваните 1009 десетокласници и под 15% от деветокласниците от средните общообразователни училища (СОУ) (Tafrova-Grigorova et al., 2009) са постигнали държавните стандарти, свързани с химичен експеримент. Природните науки са експериментални и затова лабораторната работа е неотменима част от обучението. При извършването на експерименти се следва пътят на научното познание – от целенасоченото наблюдение, планиране на изследването, извършването на опита, оформянето на резултатите към формулирането на изводи. Съвкупността от тези дейности е основата на природонаучната грамотност.

Анализът на резултатите от проучването води до няколко съществени извода. Учителите са наясно със същността на понятието природонаучна грамотност и осъзнават нуждата от развиването ѝ като една от главните цели на обучението по природни науки. Реализирането на тази цел те виждат в: (1) усъвършенстване на учебните планове и програми в посока на намаляване на обема на учебното съдържание и ориентирането му към практико-приложните знания и експерименталната работа; (2) създаване на благоприятни условия за лабораторна работа в училище; (3) развиване на ключови компетентности у учениците чрез решаване на задачи в реални ситуации, работа с графики, схеми, таблици и др. (Tafrova-Grigorova et al., 2011). Веднага трябва да се отбележи, че точно тези три виждания на учителите за развитието на училищното образование по природни науки, са взети предвид в проектите на новите Държавни образователни изисквания за учебно съдържание и учебните програми по химия и опазване на околната среда.

Заключение

Темата за природонаучната грамотност и методологията за развиването ѝ е обект на дебати в международен мащаб. Има учени, които смятат, че природонаучната грамотност се свежда до научни знания, а други са на мнение, че тя е необходима предпоставка за гражданското съзнание и поведение на хората. „В днешния свят на хороскопи и драматични заглавия в медиите е важно хората да разграничават науката от псевдонауката...“ (Holbrook & Rannikmae, 2009).

Напоследък доста разпространен е подход, обединяващ двете крайни схващания за научната грамотност – природонаучно обучение, основано на решаването на соционаучни проблеми (socio-scientific issue-based science education) (Ware, 2001; Zeidler et al., 2005; Marks et al., 2008; Marks & Eilks, 2009; Hofstein et al., 2011; Sadler, 2011). Този социетален подход в часовете по природни науки се основава на връзката наука – общество – индивид и е с доказан потенциал за подобряване и

на природонаучните знания, и на уменията за учене, и на мотивацията за изучаване на природни науки. Интересен пример за осъществяването на урок по този начин на тема „Допингът в спорта“ е представен от Stolz et al. (2013).

Социеталният подход в природонаучното обучение не би могъл да се приложи и да е ефикасен, ако не се наложи схващането, че учебното съдържание трябва да се „изчисти“ от прекомерната фактология и да се насочи към разбирането на природата на науката. За да може да се случи това и обучението по природни науки да се насочи към развиване на природонаучна грамотност, е необходима промяна на българските държавни образователни изисквания за учебно съдържание и учебните програми.

Сред дейците на образованието, изследователите в областта на природонаучното образование и други лица, свързани с образователните политики, съществува разбиране, че учебните програми не отговарят на нуждите, интересите и нагласите на младите хора. Решаването на съвременните социални и екологични проблеми изисква поколение от научно и политически грамотни хора. Стремещът към извънмерна консумация – на природни ресурси, енергия, храни, който води до нанасяне на непоправими вреди на околната среда и човешкото здраве, който застрашава не само настоящето, но още повече бъдещето на планетата, трябва да бъде осъзнат и възпрян. В съдържателно отношение, в рамките на училищното образование, природонаучна грамотност може да се развива, ако учебното съдържание, регламентирано в програмите по природни науки, се обвърже в по-голяма степен с практиката, с реалния живот: здраве, храни, земя, вода и минерални ресурси, източници на енергия и разумното ѝ потребление, промишленост, нови материали и технологии, обработка, работа с информационни източници, етично поведение, лична и социална отговорност.

БЕЛЕЖКИ

1. <http://www.nsta.org/about/positions/beyond2000.aspx>
2. Programme for International Student Assessment.
3. Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD) със седалище в Париж. Създадена в резултат на плана „Маршал“ за възстановяване на Европа след Втората световна война, OECD обхваща 34 държави от Европа и Северна Америка, а също Япония, Австралия, Нова Зеландия, Южна Корея, Израел, Мексико, Чили. България не е член на Организацията за икономическо сътрудничество и развитие, но участва в някои от програмите ѝ, включително в PISA.
4. <https://ia700300.us.archive.org/24/items/generaleducation032440mbp/generaleducation032440mbp.pdf>
5. <http://www2.ed.gov/pubs/NatAtRisk/index.html>
6. Project 2061 – проектът е наречен така, защото в годината на начало на проекта – 1985,

край Земята преминава Халеевата комета. Идеята е, че поколение, което е започнало да учи през 1985 г., ще израсне научно и технологично грамотно, като премине жизнения си път в периода до 2061 – годината на повторното преминаване на кометата.

7. <http://www2.ed.gov/policy/elsec/leg/esea02/107-110.pdf>
8. <http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Beyond%202000.pdf>
9. <http://www.nuffieldfoundation.org/gcse-science>
10. <http://www.lamap.fr/>
11. <http://www.fondation-lamap.org/node/17992>
12. <http://www.senat.fr/notice-rapport/2002/r02-392-notice.html>
13. <http://media.education.gouv.fr/file/51/3/3513.pdf>
14. http://www.o-ph.fi/download/47678_core_curricula_upper_secondary_education.pdf
15. http://en.wikipedia.org/wiki/Trends_in_International_Mathematics_and_Science_Study
16. <http://www.oecd.org/pisa/keyfindings/pisa-2012-results-volume-I.pdf>

ЛИТЕРАТУРА

- Петрова, С. & Василева, Н. (2007). *Природните науки, училището и утрешният свят. Резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците – PISA 2006*. София: ЦКОКУО.
- Петрова, С. & Василева, Н. (2013). *Предизвикателствата пред училищното образование: резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците – PISA 2012*. София: ЦКОКУО.
- AAAS [American Association for the Advancement of Science]. (1989). *Science for all Americans: a project 2061 report on literacy goals in science, mathematics and technology*. Washington: AAAS
- AAAS (American Association for the Advancement of Science). (1993). *Benchmarks for scientific literacy*. Oxford: Oxford University Press.
- Bartholomew, H., Osborne, J. & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students' ideas-about-science': five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88, 655 – 682.
- Boiadjieva, E., Kirova, M. & Tafrova-Grigorova, A. (2008). On the application of both the state core curricula requirements and the programme of study of chemistry and environmental protection in the 10th form of the secondary school. *Chemistry*, 17, 6 – 15 [In Bulgarian].
- Boiadjieva, E., Kirova, M. & Tafrova-Grigorova, A. (2010). Achievements in chemistry of students (10. grade) from different types of secondary schools. *Chemistry*, 19, 262 – 278 [In Bulgarian].
- Brickhouse, N.W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *J. Teacher Education*, 41, 53 – 62.
- Darling-Hammond, L. (2006). No child left behind and high school reform. *Harvard Educ. Review*, 76, 642 – 667.

- Dimitrova, V., Manev, S. & Tafrova-Grigorova, A. (2010). Using the results of the chemistry and environment state matriculation exams to improve quality. *Chemistry*, 19, 23 – 33 [In Bulgarian].
- DeBoer, G.E. (2000). Scientific literacy: another look at its historical and contemporary meanings and its relationship to science education reform. *J. Res. Sci. Teach.*, 37, 582 – 601.
- Dillon, J. (2009). On scientific literacy and curriculum reform. *Intern. J. Environ.. & Sci. Educ.*, 4, 201 – 213.
- Gallagher, J.J. (2000). Teaching for understanding and application of science knowledge. *School Sci. & Math.*, 100, 310 – 318.
- Goel, V. (1993). *Scientific and technological literacy meanings and rationales – a review*. New Delhi: British Council Division.
- Halmos, P.R. (1985). *I want to be a mathematician: an automathography*. Berlin: Springer.
- Hazen, R. M. & Trefil, J. (2009). *Science matters: achieving scientific literacy*. New York: Anchor Books.
- Hodson, D. (2006). Why we should prioritize learning about science. *Canadian J. Sci., Math. & Technol. Educ.*, 6, 293 – 311.
- Hodson, D. (2008). *Towards scientific literacy: a teachers' guide to the history, philosophy and sociology of science*. Rotterdam: Sense.
- Hofstein, A., Eilks, I. & Bybee, R. (2011). Societal issues and their importance for contemporary science education: a pedagogical justification and the state of the art in Israel, Germany and the USA. *Intern. J. Sci. & Math. Educ.*, 9, 1459–1483.
- Holbrook, J. & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *Intern. J. Environ. & Sci. Educ.*, 4, 275 – 288.
- Holton, G. (1998). 1948: the new imperative for science literacy. *J. College Sci. Teaching*, 8, 181 – 185.
- Hurd, P.D. (1958). Science literacy: its meaning for American schools. *Educ. Leadership*, 16(1), 13 – 16.
- Hurd, P.D. (2000). Science education for the 21st century. *School Sci. & Math.*, 100, 282 – 288.
- Kirova, M., Boiadjieva, E. & Tafrova-Grigorova, A. (2010). Chemistry and environment: whether the students achievements approve the state educational requirements. *Chemistry*, 19, 116 – 140 [In Bulgarian].
- Laugksch, R.C. (2000). Scientific literacy: a conceptual overview. *Science Education*, 84, 71 – 94.
- Lederman, N.G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. *J. Res. Sci. Teach.*, 36, 916 – 929.

- Marks, R. & Eilks, I. (2009). Promoting scientific literacy using a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry teaching: concept, examples, experiences. *Intern. J. Environ. & Sci. Educ.*, 4, 131 – 145.
- Marks, R., Bertram, S. & Eilks, I. (2008). Learning chemistry and beyond with a lesson plan on potato crisps, which follows a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry lessons – a case study. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 9, 267 – 276.
- McCurdy, R.C. (1958). Towards a population literate in science. *Science Teacher*, 25, 366 – 368.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *Intern. J. Sci. Educ.*, 28, 1499 – 1521.
- NGSS Lead States. (2013). *The next generation science standards: for states, by states*. Washington: National Academies Press.
- NRC [National Research Council]. (2012). *A framework for K-12 science education: practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington: National Academies Press.
- NSSE [National Society for the Study of Education]. (1960). *Rethinking science education: fifty ninth yearbook of the NSSE*. Chicago: University of Chicago Press.
- Odgers, B.M. (2003). Development of a questionnaire to determine teacher's views of science. *Intern. J. Learning*, 10, 305 – 315.
- OECD [Organization for Economic Co-operation and Development]. (2006). *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: a framework for PISA 2006*. Paris: OECD.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: critical reflections*. London: Nuffield Foundation.
- Sadler, T.D. (2011). *Socio-scientific issues in the classroom*. Heidelberg: Springer.
- Seitz, F. (1958). Factors concerning education for science and engineering. *Physics Today*, 11(7), 12 – 15.
- Siddiquee, M.N.A. & Ikeda, H. (2012). Science teachers' views on nature of science: a case of Bangladeshi secondary schools. *Chemistry*, 21, 865 – 887.
- Stolz, M., Witteck, T., Marks, R. & Eilks, I. (2013). Socio-scientific issues-based science education. *Eurasia J. Math., Sci. & Tech. Educ.*, 9, 361 – 370.
- Tafrova-Grigorova, A. (2003). Some trends and problems in science teaching at school. *Chemistry*, 12, 31 – 39 [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, A. (2011a). Scientific literacy: a key goal of science education in schools. *Chemistry*, 20, 490 – 495 [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, A. (2011b). Teachers' attitudes towards science external and internal assessment. *Chemistry*, 20, 385 – 403 [In Bulgarian].

- Tafrova-Grigorova, A. (2013). Contemporary trends in pupils' science education. *Bulgarian J. Science & Education Policy*, 7, 121 – 200 [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, A., Kirova, M., Boiadjieva, E. & Kuzmanov, A. (2008). State educational requirements: expectation and reality. *Chemistry*, 17, 411 – 423 [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, A., Boiadjieva, E., Kirova, M. & Kuzmanov, A. (2009). External evaluation on students' achievements: chemistry and environment–9th grade. *Chemistry*, 18, 94 – 124 [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, A., Manev, S. & Dimitrova, V. (2010). Chemistry and environment state matriculation exams: some unexpected inferences. *Chemistry*, 19, 3 – 8 [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, A., Kirova, M. & Boiadjieva, E. (2011). Science teachers' beliefs about scientific literacy. *Chemistry*, 20, 507 – 519 [In Bulgarian].
- Ware, S.A. (2001). Teaching chemistry from a societal perspective. *Pure & Applied Chem.*, 73, 1209 – 1214.
- Zeidler, D.L., Sadler, T.D., Simmons, M.L. & Howes, E.V. (2005). A research based framework for socio-scientific issues education. *Science Education*, 89, 357 – 377.

EDUCATION FOR ENHANCING SCIENTIFIC LITERACY

Abstract. Nowadays the scientific literacy and key competences have become emblematic key words of the secondary school science education. This article explores the understanding of the meaning of scientific literacy concept in historical and international view. The measures for enhancing the scientific literacy of young people in USA and some European countries such as Great Britain, France, Finland and Bulgaria are outlined. Studies on Bulgarian science teachers' perceptions of the development of scientific literacy in secondary schools depict that, in general, teachers are aware of the scientific literacy concept. They recognize the need of scientific literate population and consider the development of scientific literacy as one of the primary goals of their teaching. They view the realization of such a goal in improvement of the curriculum and science programmes of study through more experimental activities, real-life problems and key competences. Bulgarian draft-chemistry content standards and programmes seem to be structured on the basis of this approach.

✉ **Prof. Adriana Tafrova-Grigorova**

Research Laboratory on Chemistry Education and History and Philosophy of Chemistry
Department of Physical Chemistry
University of Sofia
1, James Bourchier Blvd.
1164 Sofia, Bulgaria
E-mail: a_grigorova@yahoo.com