

ОЦЕНЯВАНЕ НА ПРИРОДОНАУЧНАТА ГРАМОТНОСТ В PISA 2015 – ТЕНДЕНЦИИ И ПРОМЕНИ В КОНЦЕПЦИЯТА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Светла Петрова

Център за контрол и оценка на качеството на училищното образование

Резюме. Програмата за международно оценяване на учениците (Programme for International Students Assessment, PISA) е част от дългосрочен проект на Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР) за изработване на индикатори за качеството на образованието. Тя е най-представителното международно сравнително оценяване на учениците, което определя ефективността на училищното образование, като измерва знанията и уменията на 15 – 16-годишните ученици в три области: четене, математика и природни науки.

През 2015 г. природонаучната грамотност на учениците ще бъде основен акцент на оценяването за втори път от началото на програмата през 2000 г. Следвайки динамиката на обществените процеси и изискванията на XXI век към подготовката на учениците, авторите на изследването доразвиват концепцията и рамката на теста.

Настоящият текст е част от пленарен доклад, представен на 42. Национална конференция по въпросите на обучението по физика, проведена на 8 – 11 септември 2014 г. в Стара Загора. В него накратко е описана концепцията на изследването на природонаучната грамотност през 2015 г. Акцентът е поставен върху новите елементи в дефиницията на природонаучната грамотност и измерваните компетентности. Накратко е представен и новият компютърно базиран формат на теста, както и допълнителните възможности и предимства, които той осигурява по отношение на качеството на тестовите задачи и автентичността на измерването.

Keywords: Programme for International Students Assessment, international comparative assessment, 15 – 16 years old students

Програмата за международно оценяване на учениците – PISA, е дългосрочен проект на Организацията за икономическо сътрудничество и развитие (ОИСР). Тя е най-мощното и представително международно сравнително оценяване на учениците. PISA определя ефективността на училищното образование, като измерва знанията и уменията на 15 – 16-годишните ученици в

три области: четене, математика и природни науки. Оценкаванията се провеждат от 2000 г. през тригодишни периоди, като при всяко измерване се акцентира върху една от трите области. През 2015 г. предстои да се проведе шестият етап на PISA с акцент върху природонаучната грамотност на учениците.

Концепцията на PISA по природни науки придобива цялостен вид през 2006 г., когато за пръв път фокусът на изследването е върху природните науки. Тогава е осъществено комплексно оценяване на природонаучната грамотност на учениците, на техния интерес и отношение към природните науки, както и на отделни аспекти от изучаването на природните науки в училище. За разлика от други изследвания на образователните постижения на учениците в областта на природните науки, при които обект на измерването е степента на усвояване на определено учебно съдържание, то PISA оценява способността на учениците да прилагат формираните в училище компетентности в реален житейски контекст.

Подходите, използвани в изследванията на PISA, са ориентирани към изискванията на пазара на труда и отразяват съвременните тенденции в образованието и обучението за формиране на компетентности.

Оценяването, което ще се проведе през 2015 г., за втори път ще постави акцент върху природните науки. Целта на изследването е да се определи доколко учениците могат да използват знанията и уменията си в реални ситуации, свързани с техния живот. Поради това тестовите задачи са формулирани върху съдържание от различни области на природните науки, като подборът е направен според следните критерии:

- връзка с реалния живот;
- включване на основни природонаучни понятия и концепции;
- голяма обществена значимост;
- съответствие с възрастовите особености на 15 – 16-годишните ученици, каквато е целевата група на изследването.

Концепцията на PISA 2015 за измерване на природонаучната грамотност на учениците доразвива и разширява изследването от 2006 г. както по отношение на рамката на теста, така и по отношение на неговия формат.

Идеята за природонаучната грамотност в PISA се формира в отговор на въпроса: *Какво трябва да знаят и могат съвременните млади хора в областта на природните науки; какви ценности следва да демонстрират в ситуации, свързани с природните науки и технологиите?* Ето защо най-общо природонаучната грамотност се дефинира в PISA като:

- знания от областта на природните науки и използването им за придобиване на ново знание; за обясняване на природни процеси и явления; за правене на аргументирани изводи и заключения;
- разбиране на основните характеристики на природните науки като част от познанието за света;

- информираност за това, как природните науки и технологиите влияят върху материалния, интелектуалния и културния живот на обществото;
- готовност за активно гражданско поведение по проблеми от областта на природните науки.

В дефиницията на природонаучната грамотност в концепцията на изследването през 2015 г. ясно се обособяват два елемента в структурата на знанията: знание за природата (знание по природни науки) и методологично знание (знание за природните науки). Първото е свързано с познаването на фундаментални концепции и теории за природата, а второто – с познаването на същността на природните науки като специфична научна област, в това число общите процедури и практики на научното изследване. Следователно, за да притежава добра природонаучна грамотност, ученикът следва да познава основните концепции и идеи, които представляват фундаментът на природните науки и технологиите, но да е запознат също така и с начините и методите, чрез които научната общност е достигнала до тях. Концепцията за природонаучната грамотност се отнася както до природонаучното познание, така и до технологиите, основаващи се на природните науки.

Най-общо, учениците трябва да формират три компетентности, свързани с природните науки. Първата се изразява в способността им да обясняват различни природни явления и процеси, технически артефакти и технологии, както и какво е тяхното влияние върху обществото. Втората компетентност е свързана с използването на познания за научното изследване, сред които умението да се дефинират въпросите, които могат да бъдат обект на научно проучване; да се преценява доколко адекватни са използваните методи и процедури и др. Третата компетентност се изразява в способността на учениците да тълкуват и оценяват от гледна точка на науката данни и факти, както и да преценяват аргументирано валидността на получените резултати и направените изводи. Това са следните три **компетентности**, които представляват и основният компонент от концепцията на PISA 2015.

– Научно обясняване на природни процеси и явления

Обясняването на природни процеси и явления не означава само възпроизвеждане или припомняне на определени знания, информация или факти за природата. То е свързано със способността на учениците да разбират и обясняват как се осъществява научното изследване, от една страна, и да правят преценки за приложимостта и надеждността на получената информация.

– Планиране и оценяване на научно изследване

Природонаучната грамотност изисква учениците да разбират, че целта на едно научно изследване е да формира надеждно познание за природата. Новите идеи обикновено възникват върху основата на предишно познание. Събирането на данни посредством наблюдение или експеримент допринася за разработването на модели и хипотези, които след това трябва да бъдат

проверени експериментално. Всеки един научен експеримент се основава на установени процедури и последователност от действия, целта на които е да се гарантира висока надеждност и валидност на получените резултати и на направените изводи. Най-общо демонстрирането на тази компетентност означава, че ученикът следва да оцени доколко научното изследване отговаря на определени стандарти и да вземе решение дали заключенията са достатъчно добре аргументирани.

– *Научно тълкуване на данни и факти*¹⁾

Тълкуването на данните е съществен елемент във всяко научно изследване. Обикновено тълкуването започва с търсене на определени модели, откриване на причинно-следствени връзки, конструиране на таблици или графично визуализиране на зависимости. Тези дейности присъстват в значителна част от задачите, използвани в тестовите на PISA. Учениците следва също да разбират, че всяко едно изследване е вид измерване и поради това е допустима грешка на измерването. Ето защо и изводите следва да бъдат тълкувани при отчитане на вероятната грешка на измерването. Очаква се също така, че учениците би трябвало да могат да направят аргументирана преценка доколко процедурите са адекватни на поставената цел, доколко надеждни са получените резултати, както и коя интерпретация е най-достоверна. Уменията за аргументиране, както и добре развитото критично мислене са необходими предпоставки за това.

Според концепцията на PISA 2015 тези компетентности се базират на определено **природонаучно знание**, което се дефинира посредством три ясно обособени, но взаимосвързани компонента.

– *Знание по природни науки*: факти, концепции, идеи и теории за природата.

Най-общо познанията на учениците по природни науки се оценяват в три съдържателни области: физични системи (строеж и свойства на веществата, химични промени във веществата; движение и сили; енергия и преобразуване на енергията; взаимодействие между енергия и материя); биологични системи (клетка, човек, популация, екосистема, биосфера); Земя и Космос (структура на Земята, енергия и източници на енергия). Тези области са представителни за познанието, което е необходимо на младия човек за разбиране на природата и природните процеси, както и за осмисляне на собствения опит в личен, обществен и глобален контекст. При описанието на съдържателните области преднамерено се използва системи, вместо наука. Целта е да се подчертае, че отделните идеи и концепции следва да се разбират в тяхната взаимовръзка и взаимозависимост.

– *Процедурно знание*: познаване на различни методи и средства, които се използват в научното изследване.

Концепцията на PISA за оценяване на природонаучната грамотност приема, че фундаменталната цел на природните науки е да обясни материалния свят. Емпиричното проучване е неделима част от процеса на изследване и

обясняване на природата. Поради това е необходимо учениците да имат достатъчно познания за концепциите и процедурите на едно емпирично изследване, което включва събиране, анализ и тълкуване на научните данни. Процедурното знание не се свежда само до познаването на стандартните процедури, които един учен използва, за да получи надеждни и валидни данни. Очаква се например учениците да знаят, че всеки експеримент се отличава с известна степен на неточност, а към получените данни следва да се подхожда критично, преди да се прецени доколко подкрепят или опровергават определена хипотеза. В частност, процедурното знание включва: познаване и използване на променливи (зависими, независими, контролни); познаване на основните характеристики на измерването и използване на различни скали; използване на различни начини за осигуряване на точни данни и намаляване на грешката на измерването като повтаряне на експеримента или определяне на средни стойности; използване на различни начини за представяне на данни посредством таблици, графики и др.

– *Епистемично*²⁾ знание: разбиране на същността на тези процедури и преценка за тяхната приложимост; разбиране на ролята и значението на наблюдението, теорията, хипотезата, модела и пр. за формиране на научното познание, както и осъзнаване на функцията им като идеализирано представяне на реалността³⁾.

Епистемичното знание се отнася до процеса на формиране на самото знание. Учениците, които притежават този тип знание, използват примери, за да обяснят процес или явление; правят разграничение между научна теория и хипотеза или между научен факт и предположение; разбират, че създаването на модели – абстрактни или математически – е ключова характеристика на научното изследване. Те познават и обясняват ролята на различните форми на емпирично изследване, в това число и техните ограничения: наблюдение, контролиран експеримент и др. В теста на PISA по природни науки например епистемичното знание се оценява, като от учениците се изисква да преценят дали конкретен извод произтича от емпиричните данни; дали фактите подкрепят предварително формулирана хипотеза и т.н. Необходимо е ученикът да разграничава факти от мнение; при формулирането на решение той трябва да определи каква е връзката между няколко променливи; когато избира подходяща стратегия, той трябва да обмисли връзката между причина и следствие; при осмислянето на резултата е необходимо критично да оцени предпоставките и възможните решения и т.н.

Подходът на PISA при дефинирането на природонаучното знание отправя предизвикателство към доминиращия модел на учебните програми, в които преобладава знанието за природата, а методологичното знание е сравнително по-слабо застъпено.

Ефективното изучаване на природните науки в училище, базирано на компетентностния подход, е немислимо без формиране на устойчив интерес, мотивация и положително отношение у учениците. Наред с когнитивния тест PISA използва и въпросници, чрез които се определят нагласите на учениците по отношение на изучаването на природните науки в училище, готовността им да се ангажират с дейности от областта на природните науки и т.н.

Ако проследим как се променя дефиницията на PISA за природонаучната грамотност от началото на изследването досега, ще добием представа как се е променяла цялостната концепция за оценяването по природни науки.

В изследванията през 2000 и 2003 г. природонаучната грамотност се определя като:

способността да се използва познанието по природни науки за формулирането на проблеми и правенето на аргументирани заключения с цел да се разбере влиянието на човешката дейност върху природата и да се вземат адекватни решения⁴⁾.

Концепцията за природонаучната грамотност на PISA 2000 и PISA 2003 използва само термина *природонаучно знание*, който съдържа в себе си както знанието по природни науки, така и разбирането за спецификата на природните науки като отделна научна област. През 2006 г. дефиницията на природонаучната грамотност е доразвита, като в нея ясно са обособени двата компонента в структурата на знанията: знания по природни науки и знания за природните науки.

И двете дефиниции акцентират върху използването на природонаучното знание за разбиране на природните процеси и явления и взимане на информирани решения в тази връзка.

В концепцията на изследването през 2006 г. е добавен още един елемент – ясно очертаната връзка между природните науки и технологиите – аспект, който не е застъпен в изследването през предходните два етапа през 2000 и 2003 г.

Дефиницията на PISA 2015 за природонаучната грамотност доразвива тези идеи, като познанието за природните науки е конкретизирано допълнително по посока на разграничението между процедурното и епистемичното знание.

През 2006 г. за пръв път в рамката на теста са включени въпроси-атитюди, посредством които се определят ценностните нагласи на учениците, тяхната мотивация, интересът им към природните науки и др.

Съществена промяна е направена и по отношение на дефинирането на измерваните компетентности. Следващата таблица представя накратко компетентностите, така както те са описани в рамката на PISA 2006 и PISA 2015.

PISA 2006	PISA 2015
Определяне на научни проблеми: – разпознаване на проблеми, които могат да бъдат изследвани научно; – определяне на ключови думи за откриване на конкретна информация; – познаване на основни особености на научното изследване. Научно обясняване на природни процеси и явления: – прилагане на познание в конкретна ситуация; – научно описание или тълкуване на природни явления и предвиждане на промени; – намиране на подходящи описания, обяснения и прогнози. Използване на научни факти, данни и доказателства за обясняване или аргументиране на извод: – тълкуване на научни данни, правене и представяне на изводи; – разграничаване на предположения, доказателства и основания за конкретен извод; – разбиране на обществените последиствия от развитието на природните науки и технологиите.	Научно обясняване на природни процеси и явления: – припомняне и използване на природонаучни знания; – определяне, използване и създаване на модели за обясняване и представяне на получена информация; – формулиране и оценяване на предположения и хипотези; – обясняване на възможните приложения на природонаучното знание в обществото. Планиране и оценяване на научно изследване: – дефиниране на проблема – обект на конкретно научно изследване; – разпознаване на проблеми, които могат да бъдат изследвани научно; – предлагане на начин за научно изследване на конкретен проблем; – оценяване на начините за научно изследване на конкретен проблем; – описване и оценяване на различни начини, които учените използват, за да гарантират надеждността на получените данни, както и обективността и валидността на направените заключения. Научно тълкуване на данни и факти: – трансформиране на данни от един вид в друг; – анализиране и тълкуване на данни и правене на изводи; – разграничаване на предположения, факти и аргументи в научен текст; – разграничаване на аргументите, които се основават на научни факти и теории, и аргументи, които се основават на други предположения; – оценяване на научни аргументи и факти в различни източници (вестници, интернет, списания и др.)

Важна особеност на оценяването на PISA през 2015 г. е радикално промененият формат на теста. Използваните досега тестови книжки на хартиен носител се заменят изцяло с компютърно базиран тест. Част от тестовите задачи са интерактивни, т.е. ученикът сам трябва да получи необходимата информация, като например планира и провежда научен експеримент.

Този подход добавя нова характеристика към природонаучната грамотност, която се дефинира вече и като способността интерактивно да се използва познание и информация. В основата на това разбиране стои идеята, че познанието и науката променят начина, по който си взаимодействат с реалния свят.

Кое наложи тази решителна промяна във формата на едно толкова сложно изследване, каквото е PISA?

Преди всичко структурата на глобалната икономика в началото на XXI век съществено се различава от структурата на икономиката само преди половин век. До голяма степен тази разлика се дължи на динамичното развитие и все по-активно присъствие на информационните и комуникационните технологии (ИКТ). Водещите световни икономики се основават все повече на производството и разпространението на информационни продукти, отколкото на материални блага. Начините, по които хората днес създават, разпространяват и използват информация, значително се различават от моделите на предходното столетие, и то именно поради повсеместното навлизане на ИКТ в общественото и личното пространство на хората. Тази тенденция, без съмнение, оказва изключително силно влияние върху образованието и образователния процес, като води до съществена промяна на учебната среда и до друг тип взаимоотношения между участниците в учебния процес. Това, от своя страна, изисква промяна и в методологията, инструментариума и начина на провеждане на оценяването в училище, защото оценяването е средството, посредством което обществото определя какво учениците са научили и какво могат да правят с поглед към своята бъдеща реализация. Според някои автори в значителна част от развитите държави съществува пропаст между оценяването в училище, така както то се практикува днес, и изискванията на света извън училището. С други думи, традиционното оценяване не разполага с инструментариума и методите, които да му позволят да измери компетентностите и уменията, необходими в XXI век.⁵⁾

Поради това PISA 2015 се фокусира предимно върху новите компетентности и умения, необходими за ефективна реализация в условията на динамично променящата се съвременност. Този фокус изисква адаптиране на изследването към променените потребности на обществата и образователните системи, като важна част от него става разработването и прилагането на нови инструменти и начини за измерване на образователните постижения на учениците.

Използването на ИКТ в оценяването има редица предимства. Наред с предимствата, пряко свързани с администрирането на теста и обработката на резултатите, налице са и предимства, свързани с подобряване на качеството на самите тестови задачи и инструментариума като цяло. Електронният формат на теста позволява наред с отговорите на учениците да се съхрани и впоследствие да се анализира цялата информация за подхода и действията на учениците по време на решаването на даден въпрос. Тази информация включва

честотата и вида на манипулациите (кликване с мишката, влачене и пускане, писане и др.), тяхната последователност и времетраене, както и състоянието на системата във всеки момент на теста.

В областта на природните науки ИКТ дава възможност да се визуализират природни процеси и явления; да се използват модели за тяхното представяне; интерактивни симулации на научни експерименти, както и разнообразни средства за обработка и представяне на данни. По този начин задачите могат да бъдат представени по-реалистично, като се постигне по-голяма автентичност на техния контекст. Учениците имат възможност да симулират научен експеримент; да го управляват, като манипулират променливите; да наблюдават и анализират резултатите. При някои задачи резултатите от експеримента се появяват във вид на графика или таблица, които учениците трябва да тълкуват.

Едно от най-важните преимущества на компютърно базираните тестове е, че за учениците те са по-интересни, реалистични и увлекателни в сравнение с тестовете на хартиен носител.

PISA за първи път администрира компютърно базиран модул в допълнение към традиционното изследване на природонаучната грамотност на учениците през 2006 г. Тогава в този модул участват само три държави – Дания, Исландия и Корея. След почти 10 години изследването на PISA 2015 по природни науки се провежда изцяло в електронен формат с участието на повече от 70 държави и региона от цял свят, в това число България.

Тъй като тестовият инструментариум на PISA 2015 е конфиденциален и тестовите задачи не могат да бъдат публикувани, ние ще опишем най-общо как изглеждат въпросите, използвани в изследването.

Няколко въпроса са обединени тематично към един източник на информация, чрез който се описва контекстът на въпросите. Източникът на информация може да представлява текст, графика, диаграма, чертеж и др. Електронният формат на теста позволява да се използват някои нови начини за представяне на контекста на въпросите, сред които анимация и интерактивна симулация на конкретна ситуация или експеримент.

Приблизително 50% от тестовите въпроси оценяват компетентността *научно обясняване на природни процеси и явления*; около 30% – компетентността *научно тълкуване на данни и факти*, и 20% – *планиране и оценяване на научно изследване*.

Трудността на въпросите се определя емпирично и зависи от:

- спецификата, сложността и обема на знанията, които са необходими, за да се отговори правилно на въпроса;
- познавателните процеси и операции, които са необходими, за да се осмисли и реши поставеният проблем;
- доколко отговорът зависи от използване на абстрактни научни модели, понятия или идеи.

Отчитайки тези характеристики, задачите могат да бъдат квалифицирани като:

- *лесни*, ако изискват извършването на едностъпкова процедура – например припомняне на факт, термин, принцип или концепция, както и намиране на конкретна информация в графика или таблица;

- *средно трудни*, ако ученикът трябва да използва концептуално знание, за да опише или обясни явление; да избере подходяща процедура, състояща се от две или повече стъпки; да комбинира и представи данни; да тълкува или използва несложна база данни, както и информация в графика;

- *трудни*, ако се изисква анализ на комплексна информация или данни; синтез и оценка на данни или аргументи от няколко източника; планиране на експеримент, включващ последователни стъпки за изследване на конкретен проблем.

Както вече посочихме, промененият формат на изследването през 2015 г. позволява в него да се използват интерактивни задачи, представляващи например симулация на научен експеримент. Изобщо, описанието на природонаучното знание и компетентностите, които се измерват, показва подчертан акцент върху познаването и използването на научноизследователския подход. Условието на тези задачи обикновено представлява описание на конкретен научен експеримент или автентична ситуация (например въздействието на ваксинацията върху разпространението на заразна болест). Учениците могат да управляват симулацията, като контролират няколко променливи. Резултатите се появяват или в таблица (своеобразен работен лист), или в графика. В зависимост от конкретната задача учениците следва да преценят кои величини да променят и кои да останат непроменени, като във всеки момент те могат да наблюдават резултата от въздействието си.

И така, за втори път в историята на PISA природните науки ще бъдат обект на задълбочено оценяване през 2015 г. Концепцията на изследването и рамката на теста са доразвити така, че да отговорят на промените изисквания на XXI век към природонаучната грамотност на учениците. Най-съществени са промените в дефиницията на природонаучната грамотност и измерваните компетентности. Компютърно базираният формат на оценяването дава възможност да се използва нов тип тестови задачи – анимации и интерактивни симулации. Това, от своя страна, осигурява по-голяма автентичност на контекста и повишава валидността на теста. Същевременно осигурена е приемствеността между отделните етапи на оценяването, с което е гарантирана и възможността да се сравняват и да се анализират промените и тенденциите в резултатите на учениците през по-големи и по-малки периоди от време.

БЕЛЕЖКИ

1. OECD (2014). PISA 2015 Draft Science Framework. Paris. Публикацията е достъпна на: <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2015draftframeworks.htm>
2. Епистемологията е раздел на философията, който се интересува от същността и природата на познанието.
3. Тази класификация се основава на ревизираната таксономия на Блум, според която знанието се определя като фактологично, концептуално, процедурно и метазнание. В: Anderson, L., Krathwohl, D. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Education Objectives*. London: Longman.
4. OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework: Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris.
5. По-подробно в: (EC, 2009). *The Transition to Computer-Based Assessment. New Approaches to Skills Assessment and Implications for Large-scale Testing*. European Research Centre. Italy. Публикацията е достъпна на: <http://www.voced.edu.au/content/ngv50764>.

ASSESSING SCIENTIFIC LITERACY IN PISA 2015 – TENDENCY AND CHANGES IN THE STUDY FRAMEWORK

Abstract. The Programme for International Students Assessment (PISA) is part from a long lasting OECD project for development of the indicators for measuring the education quality. PISA is now used as assessment tool in many countries and regions around the world. Since 2000, the survey measures the outcomes of education in terms of student performance on a regular basis in reading, mathematics and science.

In 2015 г., PISA will be focused on the science for the second time. Addressing many of the challenges of the 21 century, the PISA 2015 framework for the science assessment have elaborated the conception of scientific literacy as a central construct of the science assessment.

The article is a part of the plenary report presented at the 42th National Conference on physics teaching in Stara Zagora (8-11 November 2014). The paper briefly describes the science framework of the assessment in 2015 and the new computer based test format.

✉ **Dr. Svetla Petrova**

Center for Control and Assessment
of the Quality in School Education
125, Tsarigradsko Shose Blvd., bl. 5
1113 Sofia, Bulgaria
E-mail: s.petrova@mon.bg