

АНАЛИЗ НА ПОСТИЖЕНИЯТА НА БЪЛГАРСКИТЕ УЧЕНИЦИ ПО ПРИРОДНИ НАУКИ В PISA 2006, 2009, 2012 ПРЕЗ ПРИЗМАТА НА ТРИТЕ ФАКТОРА – УЧЕБНИ ПРОГРАМИ, ПРЕПОДАВАНЕ И ОЦЕНЯВАНЕ

Галя Шуманова, Катя Минева

Център за контрол и оценка на качеството на училищното образование

Лили Самуркова

Испанска езикова гимназия „Мигел де Сервантес“

Надка Филипова

101. СОУ „Бачо Киро“

Резюме. Направен е анализ на резултатите на учениците от България върху 17 задачи, общи за изследванията по природни науки на PISA 2006, 2009 и 2012, в контекста на българските учебни програми и стандарти по отделните предмети в КОО „Природни науки и екология“. Целта на анализа е да очертае картина на това как и до каква степен се формират и усвояват умения и компетентности от учениците в областта на природните науки и как тези умения и компетентности се съотнасят към измерваните компетентности в международните сравнителни изследвания на PISA, както и как резултатите от международните изследвания кореспондират с обучението и оценяването по природни науки и заложените стандарти в българското училище.

Keywords: natural science literacy, curriculum, teaching tasks

„Съвременната цивилизация зависи от науката... Науката е осъществяването на всичко, което ни впечатлява, с възможностите на човека за интелектуален и морален напредък и събужда човешкия интелект до стремеж към по-високо състояние на човечеството.“ (Надпис от Джоузеф Хенри, първия секретар на Националния музей на Американската история във Вашингтон).

С ускореното развитие на науката, техниката, технологиите, с лавинообразното нарастване на информационните източници се засилва и интересът към природонаучната грамотност, към начините и пътищата за формирането ѝ у хората от днешното и бъдещите поколения. С настъпването на XXI век

изискванията към знанията по природни науки и технологии стават все по-големи. В природонаучната грамотност се проявява връзката между общество и наука в смисъла на осъзнатост, че благосъстоянието на обществото зависи от развитието на науката и научнограмотните хора са в състояние да оценят ползата или риска от едно или друго научно постижение.

Особен тласък за нарастването на този интерес сред заинтересованите в областта на образованието дават международните сравнителни изследвания в областта на училищното образование (PISA, TIMSS).

През последните десетилетия в света се отделя голямо внимание на въпроса доколко инвестициите в образованието съответстват на резултатите от него, които са съществен фактор за икономически, обществен и социален просперитет. Ето защо образователните системи в света търсят методи, които да направят обучението в тези области по-ефективно. Резултатите от проведените международни изследвания на PISA в това направление дават информация не само за постиженията на учениците, но и за факторите, които влияят върху тези постижения.

Според PISA грамотността по природни науки се определя като: „познанието по природни науки и използването му за дефиниране на проблем, придобиване на ново знание, обясняване на научни явления и процеси и извеждане на аргументирани заключения; разбиране на характерните особености на природните науки като част от познанието за света; разбиране как природните науки формират познанието си и методите, които използват за това“ (Петрова, Василева, 2007: 26).

Тестовите в PISA, с които се изследва природонаучната грамотност, съдържат въпроси с избираем (структуриран) отговор и въпроси със свободен отговор – кратък и разширен. Въпросите са комбинирани в групи, свързани с конкретен източник на информация, възпроизвеждащ реална ситуация.

Скалата по природни науки съответства на различни равнища в зависимост от трудността на задачите и измерваните компетентности и е разделена на шест равнища на постижения.

Задачите от I и II равнище са несложни, формулирани са в познат контекст и изискват елементарно тълкуване на ситуацията или познаване на природните процеси и явления.

Задачите от III и IV равнище са по-сложни, решаването им изисква предимно анализ на ситуации, които са непознати за учениците. Някои задачи от III и IV равнище изискват интегрирани познания по различни природни науки.

Задачите от V и VI равнище са най-сложни и са свързани с обяснение на ежедневни ситуации със средствата на науката, използват се познанията по природни науки в непознат контекст. Изисква се самостоятелно създаване на модели за сравнение и експериментиране и приложението им в реалния живот.

Подобно на другите области, изследвани в PISA, второ равнище от скалата се определя като критичен праг на постижение.

Средният резултат на всеки ученик показва на кое равнище са намират най-трудните задачи, които той може да реши.

Трудността на задачите по природни науки в PISA зависи от няколко характеристики, като се отчита и сложността на действията, които ученикът трябва да осъществи.

Пренос и приложение на познание: при най-ниските равнища на скалата приложението на познание е пряко, като понякога е достатъчно ученикът само да посочи отделен факт. При задачите от по-високите равнища от ученика се изисква да разпознае фундаментални концепции и да комбинира познание, за да отговори правилно на въпрос.

Познание, необходимо за анализ на конкретна ситуация: акцентът е върху осмислянето на конкретно знание и тълкуването му в ситуации, свързани с живота на ученика.

Анализ на елементи, отношения, структури: дефиниране на проблем, представен в конкретен контекст, определяне на знанията по природни науки и знанията за природните науки, необходими за решаване на проблема и използване на аргументи и данни за формулиране на теза или извод. Анализът може да зависи от това дали компонентите на ситуацията са явно представени, или ученикът трябва да разграничи конкретния изследван проблем в една общо представена проблематика.

Умения, необходими за решаване на предварително зададен проблем: използване на отделен факт или факти, формулиране на ново познание, решаване на комплексен проблем, преобразуване на информация от един вид в друг и аргументиране.

Синтез на данни и факти, реорганизация на дадености: в някои случаи от ученика се изисква да намери информация в даден източник, без да е необходимо да се аргументира или да прави изводи. В други случаи – да използва различни източници на информация и да сравнява отделни елементи от тях, за да аргументира извод (Петрова, Василева, 2007: 39 – 40).

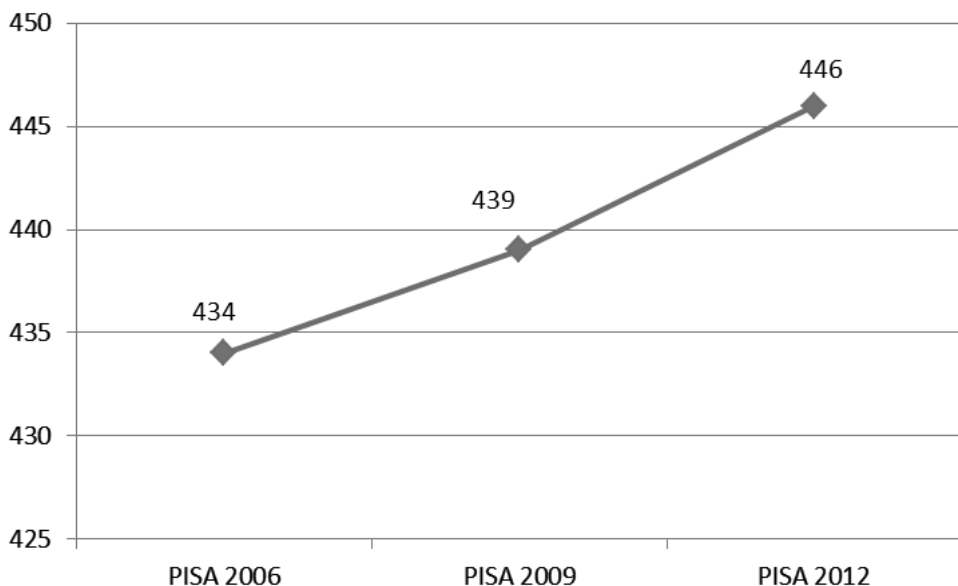
В задачите от пето и шесто равнище от скалата на PISA по природни науки се изисква интерпретиране на комплексни и непознати данни, обясняване на ситуации от всекидневието посредством методите на науката, използване на научно познание в непознат контекст и др. За да се справят успешно, учениците трябва да съпоставят отделни елементи от информация, като извършат няколко последователни действия. Формулирането на аргументирани заключения и представянето им по определен начин изискват критично и системно мислене, мислене чрез модели, умения за преобразуване на информация (например създаване на таблици и графики от сурови данни) и др.

Около 1,3% от учениците от ОИСР успешно се справят със задачите на шесто равнище в PISA 2006. За България те са 0,4% .

Изследването PISA 2006 показва, че средният резултат на българските ученици в частта природни науки е 434 точки при среден резултат на ОИСР от 500 точки. Най-голям е делът на учениците, чиито резултати съответстват на второ равнище, а 42,7% от българските ученици са постигнали резултати под критичното второ равнище на скалата.

През 2009 г. средният резултат на българските ученици по природни науки е с 5 точки по-висок от средния резултат в PISA 2006, но с 12 точки по-нисък от средния резултат в PISA 2000.

През 2012 г. средният резултат на българските ученици е 446 точки – с 55 точки по-нисък от средния резултат на ОИСР.



Фигура 1. Сравнение между средните резултати по природни науки на българските ученици в PISA 2006, 2009 и 2012

Резултатите от трите изследвания показват ясно изразена тенденция на повишаване на средния резултат на българските ученици по природни науки.

Данните от 2006 г. показват, че учениците имат най-висок среден резултат по компетентността *научно обясняване на природни процеси и явления* (444 точки) и най-нисък по компетентността *използване на научни данни и доказателства* (417 точки). Знанията и уменията, свързани с интерпретирането и

използването на научни данни и доказателства, са пряко свързани с по-високите равнища на грамотността по природни науки.

Общите изводи от трите изследвания показват, че българските ученици:

- притежават познания и умения, необходими да се справят с познати несложни задачи и проблеми;
- определят причините и интерпретират буквално резултатите от научно изследване;
- притежават необходимото познание по природни науки да правят изводи, които се основават на несложни проучвания;
- оценяват връзката между несложен модел и явлението, което той пресъздава.

Как резултатите от международните изследвания кореспондират с обучението по природни науки и заложените стандарти в българското училище?

В българските учебни програми и изисквания за учебни резултати по отделните предмети от КОО „Природни науки и екология“ (*човекът и природата, физика и астрономия, химия и опазване на околната среда и биология и здравно образование*) не са заложен измерваните в PISA умения и компетентности или заемат съвсем скромно място, а задачите от международното изследване изискват прилагането на познания и умения от различен характер и от различни предметни области, т.е. интегрален подход в обучението по природни науки.

Анализ на резултатите на учениците от България върху 17 задачи, общи за изследванията по природни науки на PISA 2006, 2009 и 2012¹⁾, в контекста на българските учебни програми и стандарти по отделните предмети в КОО „Природни науки и екология“

Целта на анализа е да очертае картина на това как и до каква степен се формират и усвояват умения и компетентности от учениците в областта на природните науки и как тези умения и компетентности се съотнасят към измерваните компетентности в международните сравнителни изследвания на PISA.

Природонаучната грамотност (за целите на оценяването на PISA) обхваща четири взаимосвързани елемента: (1) контекст; (2) компетентности; (3) знания и (4) интереси, отношения и нагласи. Задачите са от следните съдържателните области:

- физични системи;
- биологични системи;
- Земя и Космос;
- технологии.

Отговорите на въпросите от теста изискват учениците да притежават три основни компетентности:

– Да разпознават проблемите, на които може да се намери научно решение.

– Да обясняват научно природни процеси и явления.

– Да използват научни факти, данни и доказателства, за да обяснят или аргументират извод.

Задачите са разпределени в две области – знания по природни науки (познаване за природата) и методологическо 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.

Трудността на задачите зависи от:

– сложността на контекста на задачата;

– доколко учениците познават използваната научна терминология, концепции и процеси;

– кои и колко на брой действия ученикът следва да изпълни, за да реши задачата;

– доколко абстрактни са понятията, които ученикът следва да използва за решаването на задачата;

– познавателните умения, които трябва да бъдат приложени за формулиране на преценка, извод или обяснение.

Резултати на българските ученици в общите задачи по природни науки в изследванията на PISA 2006, 2009, 2012 и очакваните резултати в българските програми по предметите физика и астрономия, химия и опазване на околната среда и биология и здравно образование от КОО „Природни науки и екология“

В задачите, измерващи компетентността *научно обясняване на природни процеси и явления*, се изисква учениците да прилагат знанията на науката в дадена ситуация, да описват или тълкуват явленията научно и да прогнозират промените и да дават подходящи описания, обяснения и прогнози.

При задачата „Трептения“ учениците трябва да отговорят на два въпроса със свободен отговор въз основа на информация, която е представена в текст. Единият от въпросите, чрез който се оценява компетентността *научно обясняване на природни процеси и явления*, е свързан със звуковите трептения и възприемането им от човешкото ухо. Въпросът оценява доколко учениците имат компетентност да използват научните факти, дадени в текста, за обясняване на проблем, свързан със загубата на слуха в определен честотен диапазон на младежи, които слушат музика със слушалки повече от два часа на ден и посещават дискотека поне веднъж седмично.

Трудността е 557 точки и съответства на трето равнище в скалата на PISA. От учениците се изисква да тълкуват и използват информация от текст, да разпознават описан научен проблем, като подбират необходимата информация от текста и се опират на знанията, които би трябвало да са придобили в предходни години, да обяснят направените изводи.

Изисква се да покажат умения за работа с понятията звук, шум и чуваеми за човека звуци. За да отговорят на въпроса, учениците трябва да разграничат две характеристики на звуковата вълна – нейната честота и силата на звука.

За пълен кредит на въпроса ученикът трябва да свърже тези характеристики с възприемането на звука от ухото и да даде аргументирано обяснение.

Българските ученици показват следните резултати:

– PISA 2006 – пълен кредит са получили 25% от учениците, участвали в изследването, и непълен кредит – 16%;

– PISA 2009 – пълен кредит са получили 24,4% от учениците и непълен кредит – 18,5%;

– PISA 2012 – пълен кредит са получили 26,65% от учениците; непълен кредит – 17,6%.

Наблюдава се слабо увеличение на процента на учениците, получили пълен кредит на въпроса, за сметка на намаляване на получилите частичен кредит. Забелязва се и тенденция към намаляване на броя на учениците, които не са отговорили на въпросите.

Възможна причина за представянето на частично верен отговор е, че учениците не са съумели да извлекат съществената информация, позволяваща им да разпознаят проблема и да го обяснят.

Въпросът изисква да се направят изводи за връзката между честотата на трептене и човешката реч. От гледна точка на изискванията на учебните програми по *биология и здравно образование* липсва обстоен анализ на тази връзка. Представени са знания за понятията звук, шум и чуваеми за човека звуци още в IV клас по *човекът и природата*. Отбелязва се, че слуховите възприятия са от значение за възприемане на околната среда и за развитието на речта. Липсва анализ на променливите величини и значението им за човека дори и в VIII клас (слухов анализатор).

Очаквани резултати в учебната програма по *физика и астрономия* (VII клас) са ученикът да „характеризира механичните трептения с период, честота и амплитуда, да описва качествено трептенията на източниците на звук, разпространението на звука и възприемането му от човешкото ухо; да сравнява звуковете по честота (височина) и сила и разбира връзката между амплитудата на трептене на частиците и силата на звука; да разбира, че шумът и силните звукове са вредни за здравето на човека“.

Очаквани резултати от ядро „Трептения и вълни“ в учебната програма по *физика и астрономия* за IX клас са ученикът да „описва получаването и раз-

пространението на звука и възприемането му от човешкото ухо“, да „разбира вредата от шума за здравето на човека“.

Изброените очаквани резултати са предимно на ниво знание и разбиране. Формираните умения да правят връзка между причина и следствие са развити в недостатъчна степен у българските ученици.

Учениците разбират понятията, но не разбират процеса. Това е компетентност, която се формира на основата на процесите в по-високите когнитивни равнища, т.е. това е компетентност, проверявана в задачата, но не е заложена като очакван резултат в явен вид в учебните програми по физика и астрономия и биология и здравно образование.

Вторият въпрос към задачата „Трептения“ оценява методите за научно изследване на възприемането на механичните трептения в диапазона на звуковите честоти; способността да се установява посоката, от която идва звукът; експериментирането и проверката на хипотеза. Той изисква учениците да идентифицират проблемите, които могат да бъдат изследвани научно, да намерят ключови думи за търсене на научна информация, да открият основните характеристики на научното изследване – експериментиране и проверка на хипотеза. Трудността на въпроса съответства на пето равнище от скалата (640 точки).

Разпределение на отговорите:

– PISA 2006 – 25% от участвалите ученици са с пълен кредит и 8 % – с частичен кредит;

– PISA 2009 – 22 % от участвалите ученици са с пълен кредит и 8 % – с частичен кредит;

– PISA 2012 – 25 % с пълен кредит и 7% – с частичен кредит.

Вижда се, че няма особено движение в резултатите на българските ученици по отношение на измерваната компетентност и в трите изследвания. *Налага се изводът, че у повече от една трета от учениците не е формирано уменията да откриват връзка между идеята, която се подлага на научно изследване, и експерименталното ѝ осъществяване.*

Една от възможните причини може да се търси в целите, заложи в ДООИ и УС за КОО „Природни науки и екология“. В тях липсват изисквания учениците да идентифицират проблемите, които могат да бъдат изследвани научно, да намират ключови думи за търсене на научна информация, да откриват основните характеристики на научното изследване.

Беседата е основният метод, който се използва при изучаване на звуковите вълни. Той се съчетава с демонстрация, експериментиране и доказване или опровергаване на твърдение и др.

В VII клас учениците имат достатъчен жизнен опит във връзка с източниците на звук, различията между тях, слушането на музика, въздействието на силните и слабите звуци, ориентирането по звука. Тези знания могат да

бъдат използвани от учителя за въвеждане в темата, за дефиниране на новите понятия, за качествено обяснение на научна информация за трептенията на източниците на звук, разпространението на звука и възприемането му от човешкото ухо.

В IX клас, освен жизнения опит на учениците, учителят използва тези знания, за да се въведат новите понятия интензитет и ниво на интензитета и да се коментира значението им за възприемането на звуците от ухото (долен и горен праг на чуване). За да развият уменията на учениците да сравняват звуците по техните характеристики, учителите използват графични задачи, схеми, таблици. Както в VII клас, така и в IX клас, важен момент е разбирането от учениците на вредата от шума за здравето на човека. С помощта на задачи за самостоятелна работа, свързани с търсене и проучване на информация, учителят би могъл да реализира тази цел.

Друг важен момент при изучаването на въпросите за звука и възприемането на звуковите вълни от човека е развиването на умения за критично мислене. Това се постига по разнообразен начин в зависимост от методическите виждания на всеки учител – например чрез наблюдаване и коментиране на реклами, обсъждане на технически описания, проучване и анализ на различни статии от електронни и печатни медии и др.

Един от проблемите, които възникват в процеса на обучение в IX клас, е, че темите за звуковите вълни се планират и провеждат в края на учебната година (следвайки логиката на подреждане в учебниците). В края на учебната година при недостиг на време тези теми се обединяват и реструктурират и се изучават в по-малък брой часове. От една страна, това е заради необходимост от повече време за „по-сложни и по-трудни за възприемане въпроси“ от други раздели, изучавани в IX клас – например електрично поле, електромагнетизъм и др., а от друга – заради наваксване на пропуснати часове.

Един от важните фактори, които влияе на ученическите постижения, е количеството учебно време, посветено на природните науки. Поради тази причина учениците усвояват стихийно тези понятия, не се обръща достатъчно внимание и не се постигат целите, заложен в учебната програма.

Задачата „Лъжици“ се състои от един въпрос с избираем отговор. Тя е от съдържателна област физични системи и измерва компетентността *научно обясняване на природни процеси и явления*. Трудността ѝ е 324 точки (първо равнище).

Задачата представя класическа ситуация, която се разглежда при изучаване на величините „количество топлина“ и „специфичен топлинен капацитет“. Въпросът е свързан със степента на нагриване на тела от различни вещества, които поглъщат еднакво количество топлина за едно и също време. Задачата е с ниска трудност и се изисква използване на знания в позната ситуация.

Обикновено това е ситуация, която се разглежда в часовете при дефиниране и анализиране на смисъла на понятието.

Верните отговори на учениците в трите изследвания са:

- PISA 2006 – 82% от учениците;
- PISA 2009 – 83% от учениците;
- PISA 2012 – 88% от учениците.

Традиционно българските ученици се справят добре в по-ниските нива от скалата на PISA, в уменията за разбиране и обяснение на стандартни и познати ситуации. Въпреки това от отговорите на учениците се вижда, че все още има ученици (не пренебрежимо малък процент), които се затрудняват от задачи дори на най-ниско равнище.

Възможна причина може да бъде недостатъчно отделеното време в часовете за изясняване на смисъла и значението на понятията, за обсъждане на примери и приложение на придобитите знания в реалния живот. *Често изучаването на понятието се свежда само до дефиниране и използване на числената му стойност за пресмятания чрез директно заместване във формула.*

В учебните програми по *физика и астрономия* за VIII клас очакваният резултат е ученикът да „пресмята количество топлина“, да е усвоил понятието „специфичен топлинен капацитет“ и е възможно част от верните отговори на учениците да са резултат от натрупан житейски опит.

Понятието, което има връзка с въпроса, се изучава по *физика и астрономия* в VIII клас. Въвеждането на понятието „специфичен топлинен капацитет“ се прави по различен начин и една от възможностите е чрез експеримент, който да демонстрира описаните във въпроса разлики. Лабораторното упражнение, предвидено в VIII клас, е за определяне на „специфичен топлинен капацитет“ на дадено вещество. От една страна, чрез него се затвърждава понятието, а от друга страна, се развиват експерименталните умения на учениците за провеждане на експеримент, измерване на величини, анализ на данни, обобщаване, формулиране на изводи, представяне на резултата.

Упражнението не е сложно за техническо изпълнение, но е времеемко, изисква източник за загряване (котлон, електрическа кана или др.), калориметри и термометри. Често то се изпълнява под формата на демонстрационен експеримент от учителя или един-двама ученици, което няма същия образователен ефект.

Материалната база, и по-специално съвременното и не непременно скъпо, а подходящо лабораторно оборудване, също е предпоставка за по-високо качество и ефективност на обучението по природни науки.

Задача „**Температура на земята**“ е от съдържателна област *Земя и Космос, биологични и физични системи*. Тя се състои от два въпроса със свободен отговор и един с избираем отговор. И при трите въпроса оценяваната компетентност е *научно обясняване на природни процеси и явления*.

Първият въпрос към задачата изисква свободен отговор. Трудността му е от трето равнище (503 точки). За да отговорят вярно, учениците трябва да определят причина и следствие по отношение на конкретно описани явления в природата.

Отговорилите правилно ученици с пълен брой кредити съставляват:

– PISA 2006 – 64% от учениците;

– PISA 2009 – 54,5% от учениците;

– PISA 2012 – 56,6% от учениците, 17,1% дават грешни отговори, а 25,5% не посочват никакъв отговор.

Резултатите показват, че повече от половината от българските ученици са разпознали явно поставения научен проблем и са формулирали накратко последиствията, като се основават на научни знания за природата.

Тенденцията през годините е устойчива и потвърждава извода, че традиционното преподаване на природните науки у нас се съсредоточава върху научното обяснение на природните процеси и явления. В същото време обаче, ако учениците не могат да дефинират научен проблем и след това да интерпретират данните по адекватен начин на изискванията на реалния живот, то те не притежават необходимата грамотност по природни науки.

Вторият въпрос към задачата също е въпрос със свободен отговор. Той е от област *биологични системи* и е от четвърто равнище на трудност (584 точки).

За да получат пълен кредит за своя отговор, учениците трябва да посочат друга причина, освен дадената в текста, за това по какъв начин унищожаването на горите влияе върху повишаването на количеството въглероден диоксид в атмосферата. Проблемът в задачата е ясно дефиниран и отговорът изисква ученикът да комбинира знания от различни области (биология и химия) на природните науки, като ги приложи в конкретна ситуация. Необходимо е да се направи връзка между процеса фотосинтеза и необходимия за нея въглероден диоксид (CO₂).

Резултатите на българските ученици, получили пълен кредит, са:

– PISA 2006 – 24% от учениците в изследването;

– PISA 2009 – 22% от учениците;

– PISA 2012 – 21,55% от учениците.

Резултатите запазват стойности, които показват, че учениците не се справят със задачи от високите равнища от скалата на PISA, а именно в уменията и компетентността за обяснение на ежедневни ситуации със средствата на науката, използването на познанията по природни науки в непознат контекст.

Тези резултати могат да се обяснят с факта, че в учебните програми по отделните предмети от КОО „Природни науки и екология“ (*физика и астрономия, химия и опазване на околната среда и биология и здравно образование*)

липсва научен подход за единство и взаимовръзки при изучаването на отделните науки, нарушени са междупредметните връзки и това прави невъзможно преподаването на природните явления и процеси в цялост. Понятията се въвеждат посредством учебния предмет *човекът и природата* в IV клас, а в V и VI клас се допълват със схема и условия за протичане на процеса фотосинтеза. Обемът и характеристиките (условия за протичане, етапи и фази) на понятието фотосинтеза се разширява до IX клас включително. В VIII клас не се разглеждат жизнени процеси при растенията.

Сравнително равномерното разпределение между верни и грешни отговори навярно се дължи на факта, че учениците, от една страна, добре познават ролята на растенията за поглъщането на въглеродния диоксид и образуването на кислород, но от друга, се затрудняват да пренесат и приложат знанието си за конкретната описана ситуация.

Третият въпрос към задачата е въпрос с избираем отговор. Той е от област *физични системи*. Трудността му е от пето равнище (617 точки). От учениците се изисква да посочат с „Да“ или „Не“ дали употребата на всеки от четирите изброени енергийни източника води до отделянето на въглероден диоксид.

За получаване на пълен кредит точки от учениците се изисква да комбинират знания по химия (въгледороди, горене), физика (получаване на енергия в резултат на ядрени реакции и на вътрешната енергия на геотермални източници, която се освобождава чрез топлообмен), да откриват връзката между отделните знания, да оценяват критично конкретната ситуация, да правят обосновани заключения, които се базират на анализ на данни.

Процентът на учениците, дали верни отговори, остава постоянен през годините:

- PISA 2006 – 16%;
- PISA 2009 – 15%;
- PISA 2012 – 16,5%.

Резултатите от решаването на тази задача в трите изследвания потвърждават извода, че българските ученици нямат добре формирани умения и компетентност в комбинирането и приложението на придобитите познания по природни науки в реални ситуации и използването им за обяснение на процеси и явления. Големият процент грешни отговори показва, че учениците не са успели да свържат всеки от изброените енергийни източници с неговите характеристики, да го оценят правилно от гледна точка на механизма, по който се отделя енергия, и да оценят дали това е свързано с отделянето на въглероден диоксид. Връзката на оценяваната компетентност с учебните програми по *физика и астрономия* в VII клас е в рамките на изучаваното в тема „Атоми и атомни ядра“ и очакван резултат на ниво разбиране („разбира, че при деленето на урана се отделя енергия, която се използва в ядрените реактори“). Темата се изучава само на качествено ниво в края на VII клас. Връзка има и с

учебната програма по *физика и астрономия* в VIII клас в рамките на изучаваното в тема „Топлинни машини“ и постигането на очакваните резултати: ученикът да „описва действието на двигателите с вътрешно горене и свързаните с тях екологични проблеми; оценява максималния КПД на различните видове топлинни машини във връзка с топлинното замърсяване на околната среда“. Сравняването на различни енергийни източници по отношение на причинителите на замърсяване на околната среда би могло да се осъществява в VII или в VIII клас чрез постигане на очаквания резултат от ядро „Наблюдение, експеримент и изследване“, стандарт – „ученикът използва различни източници на информация за разкриване на същността и практическото значение на механичните и топлинните явления“ и „ученикът използва различни източници на информация за свойствата и практическото значение на ядрената енергия“. Формулировките са твърде общи и могат да се интерпретират по различен начин.

Недобре структурираните програми по отделните предмети от КОО по природни науки и заложените в тях стандарти са една от причините за слабо формираната природонаучна грамотност у българските ученици, както и необходимостта от прилагане на подхода на преподаване чрез разкриване на междупредметните връзки и технологиите. Освен това малкият брой часове, предвидени в програмите, води само до маркиране на проблема, без възможност да се отдели време за дискусия или да се поставят подходящи задачи за самостоятелна работа на учениците.

Много специалисти в областта на образованието смятат, че поради фундаменталните промени в науката училищното образование по природни науки трябва да премести тежестта си от изучаване на технологиите към принципите на науката.

Учителите използват различни подходи в часовете по *физика и астрономия* в VIII клас и отчасти в VII клас при изучаването на теми, свързани с изменението на температурата на земята, глобалното затопляне, отделянето на въглероден диоксид и източниците на въглероден диоксид. Планирането и провеждането на такива часове може да бъде много разнообразно и няма единствен верен подход. Често, поради интердисциплинарния характер на въпросите, се формулират теми, които се дават за самостоятелна работа на учениците, която включва търсене и представяне на информация по темата. Такъв метод на работа допада на учениците. Чрез него те развиват умения за резюмиране на информация, представяне на алтернативи. Друг подход е работата върху материали, осигурени от учителя, с формулирани въпроси, задачи за изпълнение. И в двата случая учениците развиват умения за интерпретиране на информация, за организирането и представянето ѝ. *Добрите практики доказват, че ключът към качествено училищно образование в голяма степен е в ръцете на учителя.*

Задачата „**Векът на пластмасата**“ е от съдържателни области *технологии* и *физични системи*. Задачата се състои от три въпроса. Оценяваните компетентности са *използване на научни факти за обясняване на природни процеси и явления* и *научно обясняване на явления*.

Въпрос 1 от задачата е с избираем отговор от област *технологии* и е от четвърто равнище на трудност (584 точки). За да получат пълен кредит, учениците трябва да използват резултати от изпитания на нов пластмасов материал и да преценят, отговаряйки с „Да“ или „Не“, дали материалът е подходящ за изработването на три изделия, често срещани в бита.

Компетентността *използване на научни доказателства* означава учениците да тълкуват научни данни, да правят заключения и предположения, да доказват и мотивират заключения, да познават социалните последици от научните постижения и технологичното развитие, т.е. да имат знания за наука (научни методи и обяснения) и да познават специфичните научни теми.

За да получат пълен кредит точки на задачата, от учениците се изисква да използват данни за качествата на материалите и да предвидят възможностите за приложение на тези материали. За правилното решаване на задачата е необходимо учениците да направят анализ и оценка на качествата на материалите и в резултат на това да направят заключение.

Процентът на учениците с пълен кредит е:

- PISA 2006 – 26%;
- PISA 2009 – 27%;
- PISA 2012 – 30% от учениците, участвали в изследването, грешни отговори са дали 67% от учениците, а 1,5% не отговарят на въпроса.

Това показва, че учениците не умеят да свързват основни характеристики на материалите (физични свойства, устойчивост на различни въздействия и опасност за здравето) с основни изисквания към качествата на изделия, които могат да се изработят от тях.

Връзката с учебните програми е както следва:

– *Човекът и природата*, V клас – според стандарт „описва връзка между някои свойства на въздуха и водата и възможностите за тяхната употреба“, тема 10. „Приложение на веществата“ очаквани резултати са: „дава примери за вещества със свойства, имащи голямо значение за живота на човека“, „дава примери за вещества със свойства, опасни за човешкия живот и за човешкото здраве“, „описва значението на веществата за човешката дейност“.

– *Човекът и природата*, VI клас – „назовава вещества, които изграждат неживата природа“, „описва важни процеси, които протичат в природата и в човешката практика“.

– *Химия и опазване на околната среда*, VII клас – очаквани резултати към стандарт „Определя връзката между свойствата на веществата и възможностите за тяхната употреба“ са: „изразява чрез химични формули състава на

вещества, използвани във всекидневната практика“, „илюстрира с примери приложението на солната киселина и натриевата основа“, „описва вредното действие на хлор, хлороводород, натриева основа, фреони и влиянието им върху околната среда“.

– *Химия и опазване на околната среда*, VIII клас – очакван резултат към стандарт „Определя връзката между свойствата на веществата и възможностите за тяхната употреба“ е „разкрива връзката между свойствата на изучените неорганични вещества с употребата им“. Очакван резултат към стандарт „Оценява важни за практиката неорганични и органични вещества“ е „проследява областите на приложение на някои пластмаси, течни и газообразни горива, влакна и каучук“. Макар и заложена като очакван резултат, връзката между свойствата на изучаваните вещества и областите на тяхното приложение не се разкрива в достатъчна степен пред учениците. Вероятна причина е липсата на достатъчно време поради големия обем на задължителния за преподаване теоретичен материал.

Очевидно е и че използването на познания от различни области на природните науки и технологиите затруднява по-голямата част от учениците и показва слабости и пропуски в използването на междупредметните връзки в преподаването на свойствата на веществата, както и липсата на практическа насоченост в обучението.

Въпрос 2 към задачата е с избираем отговор от област технологии. Той е от второ равнище на трудност (463 точки) и оценява компетентността на учениците да използват научни факти, за да обясняват природни процеси и явления. За да получат пълен кредит, от учениците се изисква да използват резултати от изпитания на четири пластмасови материала и да преценят кой от видовете е подходящ за изработване на изделие с определени качества.

Верни отговори дават:

– PISA 2006 – 45% от учениците;

– PISA 2009 – 52% от учениците;

– PISA 2012 – 58%, грешни отговори дават 40,8%, неотговорили – 10,4% (този процент значително намалява в сравнение с 2009 г.).

Изводът е, че учениците трудно извличат и сравняват информация от таблици, за да направят аргументиран извод.

Умението за извличане на информация от таблици, графики и др. съществува като очакван резултат в учебните програми, но е очевидна недостатъчната работа в обучението за формирането на тази компетентност.

Въпрос 3 към задачата е от област *физични системи* и е от четвърто равнище на трудност (604 точки). Оценява компетентността на учениците *научно обясняване на явления*. За да получат пълен кредит на въпроса, от учениците се изисква да направят сравнение на плътността на твърдо вещество (пластмаса) с плътността на различни течности и да посочат дали парчето пласт-

маса ще изплува, или ще потъне. Една и съща последователност от действия трябва да се приложи два пъти – дадени са две пластмаси с различни плътности. Ситуацията е ясно описана, данните за плътностите имат една и съща мерна единица ($\text{г}/\text{см}^3$) и са дадени в табличен вид. Не се налагат пресмятания. Отговорът трябва да се отбележи по определен начин (да се постави знак „+“ или „-“) в клетки от таблицата.

За да получат пълен кредит на въпроса, от учениците се изисква да направят сравнение на данни за качествата на веществата и да направят оценка. Учениците сами трябва да създадат модел за сравнение и да го пренесат в конкретната реална ситуация.

Верни отговори дават:

- PISA 2006 – 23% от учениците;
- PISA 2009 – 25% от учениците;
- PISA 2012 – 33% , грешни отговори са дали 48,7% от учениците, а 17,1% са оставили въпроса без отговор.

В задачата е представена класическа ситуация, която се разглежда и коментира в часовете по *физика и астрономия* в VIII клас и в часовете по *човекът и природата* в VI клас при изучаване на плаване на телата. По предмета *човекът и природата* в VI клас в резултат на изучаваното в тема „Сили и налягане“ от част I „Физични явления“ се очаква ученикът да умее да „измерва плътността на течно и твърдо тяло“ и да „обяснява качествено плаването и потъването на телата“.

В учебна програма по *физика и астрономия* в VIII клас е заложен стандарт ученикът да „обяснява плаването и потъването на телата“ и в рамките на тема „Механика на течности и газове“ се очаква ученикът да „формулира и прилага закона на Архимед“.

Резултатите недвусмислено показват липса или недостатъчно формирани умения за свързване на характеристика на вещество (неговата плътност), конкретно свойство (изплуване или потъване) и поведението му в конкретна реална ситуация.

Понятията, които са в основата на отговорите и на трите въпроса, се усвояват и затвърждават главно чрез експериментиране. Експерименталният подход, който се прилага при изучаването на величината плътност, явлението плаване и закона на Архимед, се използва широко от учителите и се възприема добре от учениците. Прилагането на този подход позволява да се формулират въпроси и да се създават ситуации, при които се изискват разсъждение от учениците, установяване на причинно-следствени връзки и развиване на логическото мислене. Експериментите, които учениците извършват, развиват практическите им умения, наблюдателност, концентрация и др.

Не е за пренебрегване и фактът, че в много български училища липсват условия за осъществяване на лабораторна и експериментална работа в учи-

лице, което затруднява учителите, оцелява учениците и прави невъзможно формирането на компетентност за създаване на модели за сравнение и оценка и пренасянето им в реалния живот, а именно природонаучна грамотност.

Задача „Слънчеви панели“ е от съдържателна област *Земя и Космос* и се състои от три въпроса с избираем отговор.

Въпрос 1 от задачата оценява компетентността *научно обясняване на явление*, а въпроси 2 и 3 оценяват компетентността за *разпознаване на научен проблем*.

Въпрос 1 е от второ равнище (410 точки). От учениците се изисква да използват директно дадена информацията от текст и данни от графика, за да отговорят на въпрос.

Пълнен кредит получават:

– PISA 2006 – 64% от учениците;

– PISA 2009 – 61% от учениците;

– PISA 2012 – 63,4%, грешни отговори дават 24,7% от учениците, а 8,2% не отговорят на въпроса.

Резултатите показват постоянност в постиженията на българските ученици в справянето им със задачите от второ равнище от скалата на PISA, там, където работят в познат контекст и се изисква елементарно тълкуване на ситуацията или познаване на природните процеси и явления. Не е за пренебрегване и фактът, че 11% от учениците не умеят да извличат информация от текст.

Въпрос 2 е от трето равнище (455 точки) и проверява *компетентността за разпознаване на проблем, който може да се реши по научен път*.

От учениците се изисква да отговорят с „Да“ или „Не“ на два въпроса, свързани с инсталирането и използването на слънчеви панели. Учениците трябва да преценят дали отговор на тези въпроси може да се получи чрез научни експерименти.

Пълнен кредит получават:

– PISA 2006 – 49% от учениците;

– PISA 2009 – 44% от учениците;

– PISA 2012 – 51,9%, грешни отговори дават 42,3%, а 2,3% не отговорят на въпроса.

Високият процент грешни отговори показва, че учениците не разпознават въпроси, чиито отговори могат да се търсят чрез научен експеримент.

Въпрос 3 от задачата е от трето равнище (525 точки). Съдържателната област е научно изследване. От учениците се изисква да отговорят с „Да“ или „Не“ на три подвъпроса, свързани с ползи от употребата на нови енергийни източници. Очаква се те да разграничат кои от дадените три предизвикателства са научни проблеми и кое/кои предизвикателства не са научен, а друг (в случая икономически) проблем.

Пълен кредит получават:

– PISA 2006 – 34% от учениците;

– PISA 2009 – 34% от учениците;

– PISA 2012 – 34%, грешни отговори дават 60,2%, а 1,8% не отговорят на въпроса.

Затруднението на учениците да посочат като съществуващ проблема с увеличаване на добива на електроенергия, произвеждана от слънчевите панели при ограничено количество слънчева светлина, се дължи на непознаване на особеностите на производствената технология и материалите, използвани за слънчеви панели.

В рамките на учебната програма по *физика и астрономия* за тези въпроси са отделени 1 – 2 учебни часа в IX клас при изучаване на свойствата и приложенията на полупроводниковите материали. Друг въпрос, който затруднява учениците и „поема“ значителен процент от грешните отговори, е неумението да се разграничи проблем, който може да бъде разрешен от учените, занимаващи се с подобряване на използването на слънчеви панели, и икономически проблем, който е резултат/следствие от използването на такива панели. Близко 27% от учениците не разпознават научния проблем, породил икономическите последиствия, в контекста на задачата.

В учебните програми по *физика и астрономия* в VIII клас в по-широк контекст на използване на слънчевата енергия, като допълнение и разширение на изучаваното в тема „Топлинни машини“, се очаква ученикът да „описва действието на двигателите с вътрешно горене и свързаните с тях екологични проблеми, да оценява максималния КПД на различните видове топлинни машини във връзка с топлинното замърсяване на околната среда“.

Сравняването на различни енергийни източници по отношение на причинителите на замърсяване на околната среда би могло да се осъществява в VIII клас чрез постигане на очаквания резултат от ядро „Наблюдение, експеримент и изследване“ и стандарт – „ученикът използва различни източници на информация за разкриване на същността и практическото значение на механичните и топлинните явления“.

В учебната програма по *физика и астрономия* в IX клас в рамките на очаквания резултат от ядро „Електричество и магнетизъм“ ученикът трябва да „описва качествено основни електрични свойства на полупроводниците и тяхното приложение“. В IX клас в рамките на очаквания резултат от ядро „Наблюдение, експеримент и изследване“ се очаква „ученикът да използва различни източници на информация“ за „решаване на качествени задачи“ и „прилагане на физични модели в познати ситуации“. И тук формулировките са общи и дават възможност да се интерпретират по различен начин. Би могло да се предположи, че за голяма част от учителите и учениците въпросите за слънчевите панели не са сред разглежданите.

Обикновено в училище за изучаване на въпросите, свързани с използването на енергията от слънцето, особеностите на слънчевите панели, предимствата, недостатъците и ограниченията им, често се поставят задачи за самостоятелна работа – както за търсене и представяне на информация, така и под формата на работа с материали, подготвени от преподавателя. Това улеснява учениците при усвояването на умения за извличане и подбор на информация и представянето ѝ пред съучениците и спомага за формиране на умения за използване на тази информация за научно обясняване на явление и разпознаване на проблем.

Тъй като в учебната програма по *физика и астрономия* няма отделно обособени теми за слънчевата енергия, тези въпроси винаги се разглеждат в контекста на алтернативните екологични източници на енергия, видовете неизчерпаеми източници на енергия или като част от приложението на полупроводниковите материали. Следствие от това е недостатъчно високата степен на задълбоченост и изчерпателност на разглеждане на въпросите.

За ученици с по-изразени технически наклонности или ученици от професионални гимназии учителите поставят индивидуални задачи за изследване на добива на електроенергия на слънчев панел. Работата на слънчев панел може да се демонстрира пред класа и съвместно да се обсъдят фактори, които биха повлияли върху количеството на получената електроенергия. Тези подходи в учебната работа са свързани с постигането на очакваните резултати от ядро „Наблюдение, експеримент и изследване“.

Задачата „**Островът на пингвините**“ е съставена от четири въпроса – два с избираем отговор и два със свободен отговор. Оценяваните компетентности са: *използване на научни факти за обясняване, научно обясняване на явления и разпознаване на научен проблем.*

Въпросите са от съдържателна област *биологични системи* – научно обяснение и научно изследване.

Въпрос 1 от задачата е с избираем отговор. Оценява се компетентността за *използване на научни факти за обясняване*. Трудността му съответства на четвърто равнище (576 точки).

От учениците се изисква да изберат верния отговор от четири възможности, преценявайки кое е вярното заключение за разположението на гнезда на пингвини, за да е успешно размножаването им. За да изберат правилния отговор, учениците трябва да използват информацията в текста и от приложената таблица и да направят аргументирано заключение.

Пълен кредит получават:

- PISA 2006 – 29%;
- PISA 2009 – 31%;

– PISA 2012 – 34,3% от учениците; грешни отговори дават 61,4% от учениците; 4,3% от учениците не отговарят на въпроса.

Резултатите са показателни за това, че все още голям процент от българските ученици се затрудняват да следват логически схеми и да открояват съществени от несъществени данни, необходими за заключение/извод/предположение.

Въпрос 2 е с избираем отговор. Оценяват се компетентността за *научно обясняване на природни процеси и явления*. Съответства на четвърто равнище на трудност (592 точки). От учениците се изисква да обяснят намаляването на броя на пингвините за посочен период въз основа на информацията от текста на задачата.

Пълен кредит получават:

– PISA 2006 – 37% от учениците, участвали в изследването;

– PISA 2009 – 37% от учениците, участвали в изследването;

– PISA 2012 – 35,5% , грешни отговори дават 35,2%, а 26,6% не са дали отговор.

Резултатите в трите изследвания остават почти непроменени през годините и показват слабо формираната природонаучна грамотност на учениците и недостатъчно добре формирани умения и компетентности, които да им позволят да се справят със задачите над трето равнище от скалата на PISA. По-голямата част от учениците се затрудняват да обяснят причината за дадено явление – в случая нарастването на населението, което променя жизнената среда на пингвините и влияе на броя им, а също толкова голяма част, дали грешен отговор, дори са се насочили към факти, които нямат връзка с поставения въпрос.

Въпрос 3 към задачата е със свободен отговор. Оценява се *компетентността за използване на научни факти за обясняване на природни процеси и явления* и е от пето равнище на трудност (653 точки).

От учениците се изисква да отговорят и да се обосновават дали данните от таблица са достатъчни, за да се направи обоснован извод. За получаване на пълен кредит учениците трябва да анализират дадената информация (дадени са броят на снесените яйца и на оцелелите малки за две години) и да установят, че са им необходими повече данни, за да направят заключение (за по-дълъг период или за промяна в условията на острова). Задачата е на високо познавателно равнище и изисква да се направи заключение при недостатъчна информация.

Пълен кредит получават:

– PISA 2006 – 25% от учениците;

– PISA 2009 – 24% от учениците, участвали в изследването;

– PISA 2012 – 18%, грешни отговори дават 49%, а 29% от учениците не отговарят на въпроса.

По-голямата част от българските ученици не се справят с оценката на личната информация от гледна точка на нейната пълнота и изчерпателност и не могат да вземат решение за подкрепа или не на извода, който е направен. Немалък е и процентът на учениците, които не са дали отговор на задачата.

Прави впечатление снижаването на резултатите на учениците. *Тези резултати потвърждават направения вече извод, че учениците нямат добре формирани умения и компетентности за анализ на данни, определяне на основни характеристики и оценка на резултатите, за да се направи обоснован извод. Налага се изводът, че е необходима целенасочена работа в часовете по природни науки и решаване на задачи, подпомагащи формирането на умения и компетентност за анализ, синтез и оценка.*

Въпрос 4 към задачата е с избираем отговор. Оценява се компетентността за *разпознаване на научен проблем*. Трудността му е от второ равнище (461 точки) от скалата.

От учениците се изисква да изберат списък с ключови думи, който е най-подходящ за търсене на информация в библиотека или интернет.

Пълен кредит получават:

– PISA 2006 – 57% българските ученици;

– PISA 2009 – 56% от учениците;

– PISA 2012 – 58%, грешни отговори дават 35% от учениците, а 3,7% не са отговорили на въпроса.

Въпросите нямат пряка връзка с учебните програми по *физика и астрономия*. От учениците се очаква да използват общите си познания за особеностите на научните изследвания и подходите, които се използват. Умения, формирани в практически упражнения по *физика и астрономия*, биха оказали голяма помощ – например, когато трябва да се съобразят отговорите на въпрос 1 или въпрос 3.

В обучението по природни науки няма заложена цел да спомага или подготвя учениците да търсят информация по ключова дума, много важно умение в информационния XXI век.

Всички задачи изискват знания за основните жизнени процеси (в частност на пингвините). Знанията са заложиени в *човекът и природата* в IV клас, надграждат се и се конкретизират в V клас. В тема „Клас Птици“ в VIII клас се разглеждат биологични особености на пингвините, но липсват подробни характеристики. Антропогенни фактори се разглеждат в *човекът и природата* в VI клас, а основното и задълбочено изучаване е в IX клас (екология). 28,4% от учениците не са работили по въпроси 3 и 4.

Задача „Зелени паркове“ се състои от три въпроса, като два са с избираем отговор и един – със свободен отговор. Оценяваната компетентност е *разпознаване на научен проблем*. Въпросите са от област *научно изследване* (познание за науката).

Въпрос 1 към задачата е с избираем отговор и е от първо (най-ниското) равнище на трудност (351 точки). Въпросът изисква учениците да посочат с „ДА“ или „НЕ“ местата, от които градинар може да намери информация как да поддържа тревата свежа и зелена.

Пълен кредит получават:

- PISA 2006 – 71% от българските ученици;
- PISA 2009 – 67% от българските ученици;
- PISA 2012 – 71%, грешни отговори дават 26,1%.

За да отговорят на въпроси 2 и 3, учениците трябва да използват информация от описан експеримент.

Въпрос 2 е с избираем отговор и е от второ равнище на трудност (470 точки). За да получат пълен кредит точки, учениците трябва да посочат проблема, който е изследван научно с описания експеримент. Те трябва да *оценят отговорите от гледна точка на проблемите/задачите, които се решават с научни експерименти*, и отговорите, които могат да се получат.

Пълен кредит са получили българските ученици, както следва:

- PISA 2006 – 46%;
- PISA 2009 – 43%;
- PISA 2012 – 43%, грешни отговори – 45,5%, и 8,9% не са дали отговор.

За 21,3% от отговорилите грешно най-правдоподобен е отговорът какво количество тор е необходимо, а не кой от трите вида тор подобрява тревата в най-голяма степен.

Въпрос 3 към задачата е със свободен отговор и е от четвърто равнище на трудност (592 точки). За да получат пълен кредит, от учениците се очаква да разбират правилно същността на един научен експеримент и на контролирането на променливите фактори. За да получат пълен кредит, от учениците се очаква да отговорят, че обработката на почвата се повтаря на различни места в решетката, за да се отчетат разлики, свързани със състава на почвата и условията (слънце, сянка и др.).

Пълен кредит са получили:

- PISA 2006 – 17% от българските ученици, грешни отговори 31% и неотговорили 52%;
- PISA 2009 – 17% от учениците, грешни отговори 32%, неотговорили 45%;
- PISA 2012 – 18,5%, грешни отговори 37% и неотговорили 41,5%.

Почти половината от учениците не разбират необходимостта от контролиране на условията, при които се планира и провежда научен експеримент и се формулират заключения въз основа на получените резултати. В тези случаи не може да се посочи пряка връзка със съдържанието на учебните програми по *физика и астрономия*, а с интегралните им познания по природни науки. Очаква се учениците да пренасят знания за планиране и провеждане на експе-

римент, които би трябвало да са усвоили в предходни години в обучението по отделните предмети в КОО „Природни науки и екология“, и да приложат тези знания за конкретния случай.

Връзка с учебните програми по *химия и опазване на околната среда* в VIII клас – „Планира елементарни химични експерименти и използва получените данни за изводи и заключения“. Очевидно тук причината за неформиранията компетентност не се крие в липсата на стандарт в учебните програми, но той е заложен твърде късно – едва в VIII клас. В предишните години (V, VI и VII клас) очакваните резултати, формуирани в учебните програми, са фокусирани предимно върху извършване на наблюдения и демонстриране на някои процеси и свойства на веществата, както и за формиране на някои елементарни технически умения за работа в лаборатория.

Задача „**Различен климат**“ се състои от три въпроса, като един е със свободен отговор и два въпроса с избираем отговор. Оценяваната компетентност е *използване на научни факти за обясняване на природни процеси и явления*. Въпросите са от съдържателна област *Земя и Космос*.

Въпрос 1 от задачата е със свободен отговор и е с трудност от трето равнище (500 точки). От ученика се изисква да анализира графика, на която са представени измененията на две величини – средномесечна сума на валежите и средна температура в продължение на една година, и на основата на данните накратко да характеризира климата на определен град.

Отговорите на българските ученици са:

- PISA 2006 – 22% от учениците с пълен кредит, 19% с частичен кредит;
- PISA 2009 – 20,5% от учениците с пълен кредит, 20% с частичен кредит;
- PISA 2012 – 26% с пълен кредит, 19% с частичен кредит, с грешни отговори – 29,5% от учениците, и 24% не са дали отговор на въпроса.

Въпрос 2 е с избираем отговор и е с трудност от трето равнище (497 точки). От ученика се изисква да разчете и сравни данни от графики и да направи аргументирано заключение.

Пълен кредит получават:

- PISA 2006 – 42% от българските ученици;
- PISA 2009 – 43% от българските ученици;
- PISA 2012 – 48%, грешни отговори дават 45,9%, а 5,1% не отговорят на въпроса.

Въпрос 3 е с избираем отговор. Има трудност от четвърто равнище (612 точки). От ученика се изисква да избере твърдението, което най-добре обяснява разликите в климата на два града, които имат приблизително еднаква географска ширина, но различно местоположение, и влиянието на океана върху конкретния климат и температурните промени.

Пълен кредит получават:

– PISA 2006 – 36% от българските ученици;

– PISA 2009 – 35% от българските ученици;

– PISA 2012 – 34%, грешни отговори дават 56,2%, а 8,7% не отговорят на въпроса.

Прави впечатление в резултатите на втори и трети въпрос, че учениците не притежават умения за работа с ясно формулирани модели за действие в комплексни ситуации, които изискват правене на предположения. *Около две трети от тях не умеят да избират и комбинират различни начини за представяне на информацията и да ги пренасят върху реални ситуации.* Резултатите пряко кореспондират с българските учебни програми по природни науки, защото за правилен отговор на въпрос 3 освен знания по география се изискват и знания по физика – познаването на същността на величината специфичен топлинен капацитет и нейното значение. В контекста на въпроса големият топлинен капацитет на водата определя по-бавното нагряване и охлаждане на водата и от там – по-мекия климат на крайбрежните райони. Изучаването на понятието специфичен топлинен капацитет често е само на ниво дефиниция и използването му е механично и се свързва само с участието му като числена стойност в количествени пресмятания на приета или отдадена топлина от тяло.

Данните показват, че използването на интердисциплинарен подход между география и физика и другите природни науки все още е рядкост в преподаването в българското училище. Чрез прилагането на такъв подход може да се постигнат някои от очакваните резултати от ядро „Наблюдение, експеримент и изследване“ и учениците да развият и усъвършенстват научната си представа за света, както и да формират компетентността си за използване на научни факти за обясняване. Методите, които могат да се използват, са съвместни уроци, работа по минипроекти, самостоятелна работа на учениците върху зададена тема, индивидуално или в екип. *В обучението преобладават часовете, в които величината „специфичен топлинен капацитет“ се използва за решаване на изчислителни задачи и по-рядко за решаване на качествени задачи, които до голяма степен допринасят за развитие на логическото мислене и за установяване и затвърждаване на причинно-следствени връзки между явленията и процесите в природата.*

Задача „Горски пожари“ се състои от три въпроса с избираем отговор. Оценяваните компетентности са използване на научни факти за обясняване на природни процеси и явления и разпознаване на научен проблем. Въпросите към задачата са от области научно изследване и научно обяснение.

Въпрос 1 към задачата е от второ равнище на трудност (435 точки). Оценява се компетентността за разпознаване на научен проблем от област научно изследване. От учениците се изисква да отговорят с „ДА“ или „НЕ“ на три

въпроса, свързани с експерименталното изучаване на горски пожар. За да получат пълен кредит точки, учениците трябва да съпоставят всеки елемент от модела с реалния обект (горския район, земята, вятъра).

Пълен кредит са получили българските ученици, както следва:

– PISA 2006 – 43%;

– PISA 2009 – 44%;

– PISA 2012 – 48%, грешни отговори дават 46,5%, а 2,2% не са дали отговор на въпроса.

Въпрос 2 е с трудност от трето равнище (515 точки). Оценява се компетентността за използване на научни факти за обясняване на природни процеси и явления. Въпросът е ф) област *научно обяснение*. От ученика се изисква да предвиди как ще се разпространи пожар при дадена посока на вятъра, за да вземе решение кое населено място да се евакуира първо.

Верен отговор дават:

– PISA 2009 – 45% от българските ученици;

– PISA 2012 – 46%, грешни отговори дават 48%, а 2,8% от учениците не са дали отговор на въпроса.

Въпрос 3 е с трудност от второ равнище (414 точки). Оценява се компетентността за разпознаване на научен проблем от област *научно изследване*. От учениците се изисква да отговорят с „Да“ или „Не“ на два въпроса, преценявайки дали отговорите на всеки от тях могат да бъдат получени с помощта на научен експеримент.

Пълен кредит получават:

– PISA 2006 – 56% от българските ученици;

– PISA 2009 – 48% от българските ученици;

– PISA 2012 – 46,5%, грешни отговори дават 49%, а 2% от учениците не са дали отговор на въпроса.

Въпросите към задачата нямат пряка връзка с учебното съдържание по конкретен предмет от природните науки, но до верния отговор на втори въпрос би могло да се достигне, след като ученикът приложи математически модел за намиране на векторна сума (скоростта на вятъра като насочена отсечка в зависимост от посоката му и намиране на векторната сума на две насочени отсечки), да прецени кой от градовете трябва да бъде евакуиран. Задачата е добър пример за приложението на математическите модели (вектори и скоростта като векторна величина) в реални ситуации и оценяване на резултатите. Такова разглеждане е извън действащата програма по *физика и астрономия* (задължителна подготовка) и останалите природни науки и учениците очаквано не могат да се справят.

Задача „**Антибиотици**“ се състои от три въпроса от съдържателна област *биологични системи*.

Въпрос 1 изисква учениците да намерят информация в списък и да използват познанията си в конкретен контекст – върху какво въздейства антибиотикът. Задачата проверява компетентност за научно обясняване на явления и е от четвърто равнище на трудност (578 точки).

Пълен кредит получават:

- PISA 2006 – 30%;
- PISA 2009 – 34%;
- PISA 2012 – 42%.

Въпрос 2 към задачата изисква от учениците да използват понятието „антибиограма”, за да аргументират твърдение, сравняват и посочват разлики, правят заключения на база несложни данни. Изисква се да оценят дали съществуват достатъчно данни, потвърждаващи заключението. Въпросът проверява компетентност за използване на научни доказателства и е от трето равнище на трудност (532,5 точки).

Пълен кредит получават:

- PISA 2006 – 37%;
- PISA 2009 – 40%;
- PISA 2012 – 45%.

Въпрос 3 изисква от учениците да изразят мнение за приемането на антибиотици само по предписание на лекаря. Задачата проверява компетентност за научно обясняване на явления и е от второ равнище на трудност (459 точки).

Пълен кредит получават:

- PISA 2006 – 52%;
- PISA 2009 – 56%;
- PISA 2012 – 58%.

И трите въпроса от задачата изискват знания за основните жизнени процеси на бактериите и по-конкретно за размножаването им. Знания за болестотворни микроорганизми са заложили в програмите по учебен предмет *човекът и природата* в IV клас. Знания за форма, размер, устройство и размножаване на бактериите се въвеждат в V клас. При обобщението се стига до извод, че широкото им разпространение се дължи на бързото им размножаване и образуването на спори. В темите се коментира количеството на бактериите в околната среда (въздух, вода, почва).

В VII клас се разглеждат заболявания на човека, причинени от едноклетъчни паразити. Семинарен урок „Приложение на микроорганизмите в човешката дейност“ предоставя знания за образуване, отделяне, действие и използване на антибиотиците, както и въздействието им върху други микроорганизми.

В VIII клас се разглеждат заболявания, причинени от бактерии, както и превенция и профилактика, *но липсва понятието антибиограма и съответно обяснение на значението му.*

В задача „Зелени паркове” се изисква използване на данни от източник за потвърждение и отхвърляне на направен извод. Целта е да се определи кой от предоставените източници на информация е най-значим. Използването на получената информация води до експеримент, който изисква знания за етапите и особеностите му.

Знания за методите на изследване и задължително условие за използване на контролна група са заложили в обучението по учебен предмет *човекът и природата* в 5. клас, но в следващите етапи на обучение такива знания не са застъпени, което води до невъзможност за формиране на умения за разбиране и използване на контролен опит при анализ на резултати от изследване и извеждане на заключение. Това се потвърждава и от големия дял ученици – 44,7%, които не са работили върху задачата.

В 5. клас се споменават азотфиксиращи бактерии, без да се въвежда понятието. Изискванията на организмите към условията за живот се разглеждат в 9. клас (екология), разглежда се и кръговратът на азота (N), значението му за организмите, както и екологичните фактори (почва, светлина, температура и др.). Знания за значението на азота са заложили в тема „Кръговрат на веществата и поток на енергията”.

Въпрос 1 към задача „Мляко“ изисква от учениците да направят анализ и тълкуване на информация от текст и таблица, които да доведат до извода, че два вида мляко съдържат еднакви съставки (мазнини, белтъци и въглехидрати). Въпросът отговаря на трето равнище на трудност (514 точки).

Резултатите на българските ученици:

- PISA 2006 – верен отговор 37,5%, грешен отговор 20%; неотговорили 41%;
- PISA 2009 – верен отговор 40%; грешен отговор 21%; неотговорили 38%;
- PISA 2012 – верен отговор 37%; грешен отговор 23%; неотговорили 39%.

При анализа на резултатите прави впечатление големият процент (39%) ученици, които не са работили по нея, въпреки че се изискват знания за хранителни вещества, които са им познати. В 5. клас на емпирична основа се въвеждат понятията белтъци, мазнини и въглехидрати и тяхната роля за организмите. В 6. клас се разкриват връзките между хранене и останалите жизнени процеси и системи в животинските организми, в това число и в човешкия.

Въпрос 2 към същата задаче е с трето равнище на трудност (487 точки). Изисква се учениците да направят извод и да го аргументират на базата на данните за състава на два вида мляко.

Резултатите на българските ученици са:

- PISA 2006 – верен отговор 36%, неотговорили 45%;
- PISA 2009 – верен отговор 38%; неотговорили 43%;
- PISA 2012 – верен отговор 37%; неотговорили 41%.

И в трите изследвания над 40% от учениците не са работили върху въпроса. Необходимите знания за хранителните вещества и тяхното значение са вклю-

чени в *човекът и природата* в IV клас, но без конкретни названия (белтъци, мазнини, въглехидрати). Тези понятия, както и информация за храните, които ги съдържат, и разграждането им (освобождаване на енергия) се въвеждат в V клас (*Хранене на човека*) и се изяснява разликата между хранителни продукти и хранителни вещества. Изучаването на белтъци, липиди и въглехидрати в IX клас гарантира справяне със задачите (структура, мономер, значение). Изучаването им вероятно е разположено във времето след провеждането на изследването.

Въпрос 3 към задача „Мляко“ изисква от учениците да посочат верния извод от експеримент, като определят състава на твърдото вещество. Използвайки етикетите, откъдето могат да получат информация за съдържанието на млякото, категорично стигат до извода, че твърдото вещество е белтък. Задачата е от трето равнище на трудност (512 точки).

Резултатите на българските ученици:

- PISA 2006 – верен отговор 45%;
- PISA 2009 – верен отговор 48%;
- PISA 2012 – верен отговор 54,5%.

Въпрос 4 отговаря на пето равнище на трудност (690 точки).

Знанията за храна и хранителни вещества, както и значението на белтъци, мазнини и въглехидрати от V клас, както и разширяването им в 8. клас, позволяват на учениците да обобщат информацията от таблицата и да достигнат до верния отговор за това, кои вещества са източник на енергия за човешкия организъм и кои – не. Знанията за разграждането на въглехидратите и значението им като най-достъпен източник на енергия се допълват в IX клас. Съдейки по резултатите, тази информация очевидно не е била достатъчна за учениците да отговорят правилно на въпроса.

- PISA 2006 – верен отговор са посочили 18% от учениците;
- PISA 2009 – верен отговор са посочили 17,5% от учениците;
- PISA 2012 – верен отговор са посочили 22,5% от учениците.

Задача „Див овес“ включва четири въпроса. Тя изисква от учениците да направят извод за значението на условията за живот на овеса, като съобразят, че по-високият ръст на дивия овес му осигурява по-голямо количество светлина. Задачи 3 и 4 са свързани с основния жизнен процес размножаване.

Условия за живот и основни жизнени процеси (само дишане, хранене и размножаване) и устройство на семе се въвеждат в *човекът и природата* в IV клас. Особенности на основните жизнени процеси – дишане, хранене, отделяне, растеж, развитие, размножаване и движение на растенията, са заложени частично в V клас и изцяло в VII клас. Тема „Размножителни органи при растенията“ въвежда и обяснява необходимите понятия, но 33,1% от учениците не са стигнали до решение на задачата.

Причината вероятно е, че не са направили извод, че растението е едногодишно и неколнократната коситба не позволява създаване на семена (жизнен цикъл). Обобщение на знанията за размножаване на растенията се осъществява в X клас.

БЕЛЕЖКИ

1. След всеки етап на PISA Международният консорциум публикува малка част от използваните задачи, за да представи формата на теста и на тестовите задачи, а останалите се съхраняват конфиденциално и се използват в следващите етапи на програмата. Поради това задачите, които са обект на настоящия анализ, не могат да бъдат цитирани.

ЛИТЕРАТУРА

- Петрова, С., Василева, Н. *Природните науки, училището и утрешният свят. Резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците PISA 2006*. ЦКОКО, 2007.
- Петрова, С. *Училище за утрешния ден. Резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците PISA 2009*. ЦКОКО, 2010.
- Петрова, С. *Предизвикателства пред училищното образование. Резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците PISA 2012*. ЦКОКУО, 2013.
- Тафрова-Григорова, А. Научната грамотност – основна цел на обучението по природни науки в училище. *Химия*, 6, 2011.
- МОН, *Учебни програми по физика и астрономия, химия и опазване на околната среда и биология и здравно образование, VII – IX клас*. Програмите са публикувани на: www.mon.bg.
- МОН, ДОО за УС по КОО „Природни науки и екология“, прогимназиален и гимназиален етап. Наредба №2 от 18.05.2000 г. Документът е публикуван на: www.mon.bg.

REFERENCES

- Petrova, S., Vasileva, N. *Prirodnite nauki, uchilishteto i utreshniyat svyat. Rezultati ot uchastieto na Bulgaria v Programata za mezhdunarodno otsenyavane na uchenitsite PISA 2006*. TSKOKO, 2007.
- Petrova, S. *Uchilishte za utreshnia den. Rezultati ot uchastieto na Bulgaria v Programata za mezhdunarodno otsenyavane na uchenitsite PISA 2009*. TSKOKO, 2010.
- Petrova, S. *Predizvikelstva pred uchilishtnoto obrazovanie. Rezultati ot uchastieto na Bulgaria v Programata za mezhdunarodno otsenyavane na uchenitsite PISA 2012*. TSKOKUO, 2013.

Tafrova-Grigorova, A. Nauchnata gramotnost G osnovna tsel na obuchenieto po prirodni nauki v uchilishte. *Himia*, 6, 2011.

MON, *Uчебни програми по физика i astronomia, himia i opazvane na okolnata sreda i biologia i zdravno obrazovanie, VII – IX klas*. Programite sa publikovani na: www.mon.bg.

MON, DOI za US po KOO “Prirodni nauki i ekologiya“, progimnazialen i gimnazialen etap. Naredba ZH2 ot 18.05.2000 g. Dokumentat e publikovan na: www.mon.bg.

ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE BULGARIAN STUDENTS IN SCIENCE LITERACY IN PISA 2006, 2009, 2012 THROUGH THE LENS OF THREE FACTORS – CURRICULUM, TEACHING AND ASSESSMENT

Abstract. The article presents an analysis of the results of students from Bulgaria on 17 tasks common to research in natural sciences of PISA 2006, 2009 and 2012, in the context of Bulgarian curriculum and standards in different subjects of the Cultural and Educational Field “Science and Ecology”. The aim of the analysis is to outline a picture of how and to what extent are formed and learn skills and competencies of students in the natural sciences and how these skills and competencies relate to the competencies measured in international comparative studies of PISA, and how results of international studies correspond to training and assessment in science and set standards in the Bulgarian school.

✉ ¹Mrs. Galya Shumanova, ²Katya Mineva

Center for Control and Assessment
of the Quality in School Education
125, Tsarigradsko Shose Blvd., bl. 5
1113 Sofia, Bulgaria

E-mail: ¹g.shumanova@mon.bg, ²k.mineva@mon.bg.

Mrs. Lili Samurkova

Spanish Secondary School “Miguel de Cervantes”
1, Sultan Tepe Str.
1000 Sofia, Bulgaria

E-mail: samurkova@yahoo.com

Mrs. Nadka Filipova

101 Secondary school “Bacho Kiro”
36, Ilindensko Vystanie Str.
1229 Sofia, Bulgaria

E-mail: nfilipova@abv.bg

Текстът ще продължи в кн. 1 / 2015 г.
на сп. „Стратегии на образователната наука и политиката“