

Когато се разглежда разбирането за същността на науката като една от главните цели на обучението, възниква и въпросът за съдържанието на инструментите, чрез които може да бъде измервано и оценявано постигането на тази цел. Достъпни са редица съвременни обзори (напр. Allchin, 2011). В тях се описва разнообразието от теми, поставени на фокус в различните инструменти.

Един от често използваните хартиени оценъчни инструменти в последните години е въпросникът SUSSI – Разбиране на същността на науката и научното изследване (Liang et al., 2006). Инструментът предлага за обсъждане шест теми: (1) наблюдения и изводи; (2) промяна на научните теории; (3) научни закони срещу теории (4) социални и културни влияния върху науката; (5) въображението и креативността в научните изследвания; (6) методология на научните изследвания.

### **Методология на изследването**

Целта на диагностичната процедура е да се изгради обобщена картина за важни аспекти на научната грамотност, осмислени от български гимназисти.

За реализиране на целта през учебната 2016/2017 г. е проведено анкетно проучване с 937 седемнадесетгодишни ученици в неспециализирани училища (средни училища, профилирани езикови и математически гимназии, професионални гимназии) от 7 области на България.

Изследователските въпроси са: (1) кои са възгледите (равнищата на разбиране) на учениците за същността на науката и на научното изследване; (2) има ли връзка между възгледите на учениците (за същността на науката и на научното изследване) и познавателните им резултати по химия, пола им, вида на подготовката в училището, в което се обучават.

По първия въпрос не формулираме предположение.

По втория въпрос предполагаме, че има връзка между променливата възглед и останалите три изброени променливи, като имаме предвид данните от PISA (2015) за представянето на 15 – 16-годишните ученици (Petrova, 2016).

Инструмент на проучването е модифициран вариант (Clough et al., 2010; Moss, 2012) на въпросника SUSSI – Разбиране на учениците за наука и за научно изследване (Liang et al., 2006). Текстът на въпросника (Moss, 2012) е преведен от английски език на български език от един независим експерт филолог и обратно – на английски език от друг независим експерт филолог; след това новият английски текст е сравнен от двамата експерти с оригиналния английски текст и е постигнат консенсус по съдържанието на текста на български език.

За изследване на степента на разбиране на твърденията в българския текст на инструмента се използва експертна оценка на двама учители по химия с висока професионална квалификация и се провежда пилотно анкетиране на

десет гимназисти. Установява се, че текстът е достъпен и е пригоден за целите на диагностичното изследване.

Инструментът предлага на изследваните лица да разсъждават върху осем теми (Moss, 2012): (1) Научни наблюдения; (2) Социални и културни влияния върху науката; (3) Въображението и креативността в научните изследвания; (4) Методология на научните изследвания; (5) Социално взаимодействие между научните изследователи; (6) Развитие и приемане на научни идеи; (7) Научно знание; (8) Открития и изобретения.

Всяка тема е представена чрез четири твърдения с избираеми отговори, след тях е добавена покана към изследваното лице за изказване на собствено мнение.

Всяко твърдение отразява един от двата противоположни възгледа: *наивен* или *информиран*. Отговорите на въпросите са от типа да/не, подредени са в петстепенна скала на Ликерт: категорично не съм съгласен (не), по-скоро не съм съгласен (по-скоро не), не мога да преценя, по-скоро съм съгласен (по-скоро да), категорично съм съгласен (да). За всеки отговор се приписват от 1 до 5 точки по алгоритъм, представен в табл. 1.

От данните в табл. 1 се вижда, че според категоричността на избора *наивният* възглед се оценява с 1 или с 2 точки, а *информираният* – с 4 или с 5 точки, на отговор „не мога да преценя“ се приписват 3 точки.

В цитираните публикации (Clough et al., 2010; Liang et al., 2006; Moss, 2012) данните се групират основно в две групи: *наивен възглед* и *информиран възглед*, данните за междинните резултати (*преходен възглед*) не се обсъждат.

**Таблица 1.** Алгоритъм за кодиране на отговорите

| Вид на отговора | Брой точки |             |                    |             |    |
|-----------------|------------|-------------|--------------------|-------------|----|
|                 | Не         | По-скоро не | Не мога да преценя | По-скоро да | Да |
| положителен     | 1          | 2           | 3                  | 4           | 5  |
| отрицателен     | 5          | 4           | 3                  | 2           | 1  |

*Информираният възглед* включва разбиране, че: (1) Наблюденията и интерпретациите на учените са различни; (2) Обществото и културата влияят на това как се извършва наука, как се приемат нейните резултати; (3) Учените използват въображението и креативността си, когато събират, анализират и интерпретират данни. (4) На практика не съществува универсален научен метод, съществуват много методи за достигане на научно знание при изучаване на природата; (5) Учените работят в съдружие с други учени, когато извършват научни изследвания; до научно знание се достига чрез дискусии и социално взаимодействие между учените; (6) Достоверните научни идеи обикновено се генерират за период, вариращ от няколко години до няколко десетилетия. Обикновено за приемането на научни идеи от научното общество може да са

необходими години, дори десетилетия; (7) Добре обоснованото и установено научно знание може да се променя с времето; (8) Научните закони се откриват, научните теории се създават.

За по-детайлно изучаване на възгледите на учениците ние въвеждаме две нови понятия – възглед, формиращ се към информиран (прогресиращ), и възглед, формиращ се към наивен (регресиращ), както е показано в табл. 2.

**Таблица 2.** Алгоритъм за кодиране на възгледите на учениците

| Вид на възгледа                         | Брой точки за една тема | Брой точки за всички теми |
|-----------------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Информиран възглед (I)                  | от 16 до 20             | от 120 до 160             |
| Възглед, формиращ се към информиран (F) | 14, 15                  | от 105 до 119             |
| Неопределен възглед (U)                 | 11, 12, 13              | от 81 до 104              |
| Възглед, формиращ се към наивен (R)     | 9, 10                   | от 65 до 80               |
| Наивен възглед (N)                      | от 4 до 8               | от 32 до 64               |

### Статистически анализ

За статистическа обработка на данните прилагаме *кореспондентен анализ* (Correspondence analysis – CA), който позволява да се получи информация за отношението между категориите на две или на повече номинални променливи и за връзките между тях. Работи се с честотни таблици, като се анализират разликите между относителните честоти на категориите на променливите. За да се измери различието в категориите на групиращите променливи, се използва *хи-квадрат разстоянието* (Greenacre, 2007; Noncheva & Miteva, 2016). CA предоставя добра възможност за графично визуализиране на информацията в едномерно, в двумерно или в тримерно пространство.

За реализиране на целта на нашето изследване се прилагат два модела на метода CA – обикновен CA и CA с пасивни точки.

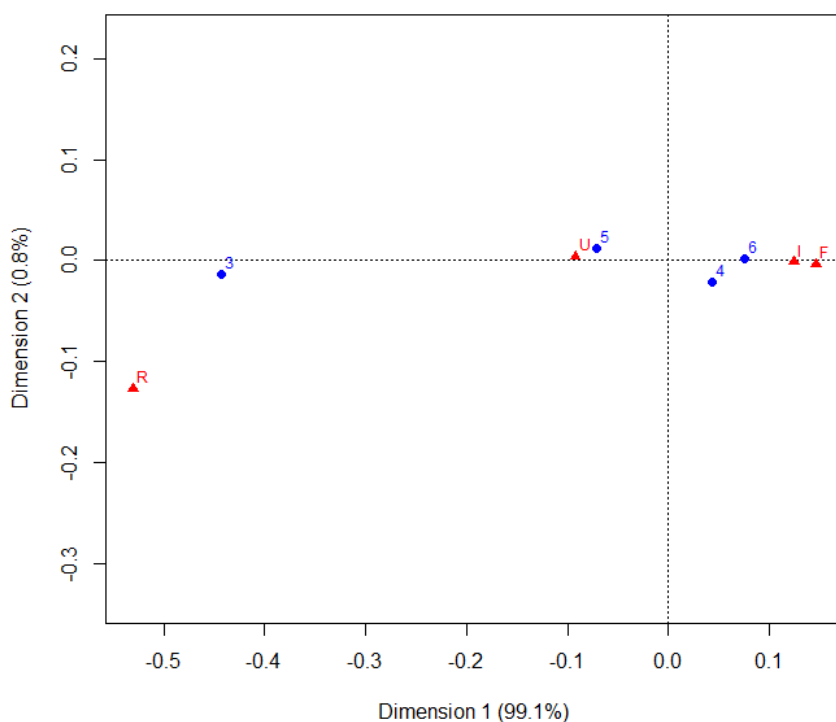
Данните от въпросите с избираеми отговори на учениците от цялата извадка се представят таблично (табл. 3). Като средство за анализа се използват функции на R и пакет CA в R<sup>2</sup>) (Nenadic & Greenacre, 2007). Трансформираните данни автоматично се визуализират в равнина – графика биплот (фиг. 1 и фиг. 2).

**Таблица 3.** Всички данни за статистическа обработка

| Категории | Честота – вид на възгледа |    |   |     |
|-----------|---------------------------|----|---|-----|
|           | F                         | I  | R | U   |
| Lan       | 163                       | 13 | 3 | 211 |
| Mid       | 55                        | 4  | 0 | 142 |
| Voc       | 28                        | 1  | 0 | 98  |
| Mat       | 100                       | 13 | 3 | 103 |

|   |     |    |   |     |
|---|-----|----|---|-----|
| 3 | 9   | 1  | 1 | 40  |
| 4 | 58  | 5  | 1 | 84  |
| 5 | 90  | 8  | 2 | 167 |
| 6 | 189 | 17 | 2 | 263 |
| f | 215 | 15 | 2 | 292 |
| m | 131 | 16 | 4 | 262 |

На фиг. 1 и 2 абсцисата е правата, върху която се проектират данните, като се запазва най-голям процент от информацията, носена от тях: на фиг. 1 – 99,1 %, на фиг. 2 – 97,2 %. Ординатата е правата, която носи допълнителна информация за данните: във фиг. 1 – 0,8 %, във фиг. 2 – 2,5 %. По-този начин на фиг. 1 се визуализира 99,9 %, а на фиг. 2 – 99,7 % от информацията за цялата извадка. Началото на координатната система е центроид – претеглената средна точка.



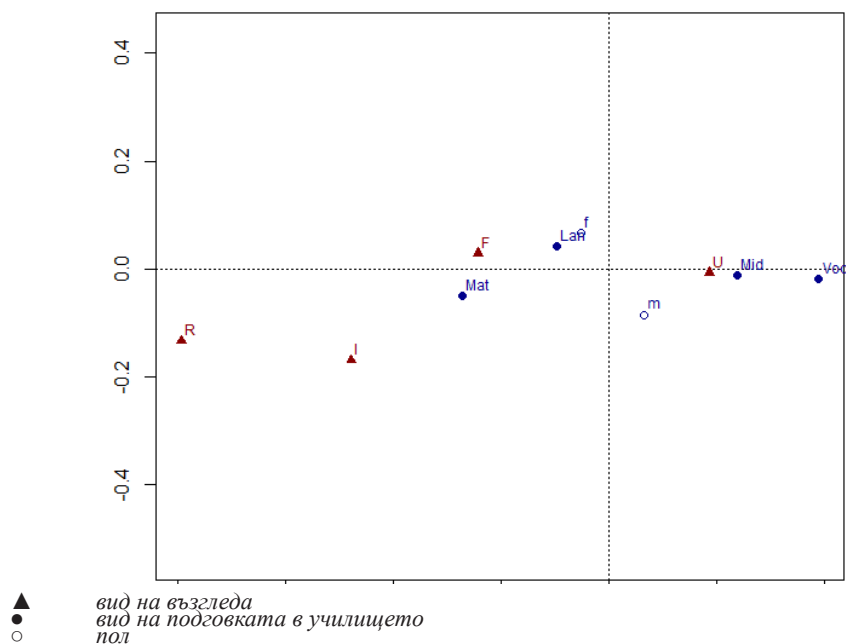
▲ вид на възгледа  
● познавателни резултати

**Фигура 1.** Графична визуализация на резултатите от СА

Като триъгълници (▲) в биплота се отбелязват данните за категориите на променливата *възглед за същността на науката и научното изследване* (табл. 2).

Като кръгове (●) в биплота се отбелязват данните за категориите на другите променливи: на фиг. 1 – променливата *познавателен резултат по химия* (с категории *среден* 3, *добър* 4, *много добър* 5 и *отличен* 6); на фиг. 2 – променливата *вид на подготовката в училището* (с категории *езикова гимназия* *Lap*, *средно училище* *Mid*, *професионална гимназия* *Voc*, *математическа гимназия* *Mat*); променливата *пол* (с категории *мъж* – m, *жена* – f) се добавя в анализа като допълнителна (пасивна) променлива, категориите на която се визуализират като окръжности (○).

Тълкува се разстоянието между знаците, обозначаващи категориите на променливите: близките разстояния между знаци, изобразяващи категории на различните променливи, показват подобие по отношение на относителните честоти и връзките между категории.



Фигура 2. Графична визуализация на резултатите от СА с пасивни точки (f, m)

## Резултати и обсъждане

**Първи изследователски въпрос:** *Какво е равнището на разбиране на учениците за същността на науката и на научното изследване?*

За да отговорим на този въпрос, използваме данните от табл. 4, която представя възгледите на учениците от цялата извадка, техния брой и честотата (в проценти).

**Таблица 4.** Данни за броя на учениците с определен вид на възгледа

| F    | I   | R   | U    |
|------|-----|-----|------|
| 346  | 31  | 6   | 554  |
| 37 % | 3 % | 1 % | 59 % |

Както е видно от таблицата, 59 % от изследваните ученици имат *неопределен възглед* – смес от различни възгледи по осемте теми. Това обясняваме с факта, че действащите учебни програми по учебните предмети от културно-образователната област „Природни науки и екология“ „не създават възможности задължителното учебно съдържание да се отърси от фактология и да насочи учители и ученици към развитие на ключови умения и природонаучна грамотност“ (Tafrova-Grigorova, 2014, 38), което ограничава осмислянето и разбирането от учениците на същността на науката и научното изследване като компоненти на тази грамотност. Предполагаме, че ще намалее броят на учениците с неопределен възглед след влизане в сила на новите учебни програми по природонаучните учебни дисциплини, в които основно изискване е формиране на компетентности в областта на природните науки и технологиите: (а) чрез използване на изследователския и на проблемния подход при изучаване на природните обекти, което може да доведе до засилване на познавателния интерес на учениците към природните науки и може да повиши мотивацията им за учене; (б) чрез увеличаване на учебното време за осъществяване на практически занятия в класната стая, което може да засили познавателната роля на наблюдението и на учебния експеримент при изучаване на наука.

Позитивна е констатацията, че по-голямата част от останалите ученици декларират възглед *формиращ се към информиран* (37 %) и *информиран възглед* (3 %). Тези високи постижения на гимназистите свързваме с добрата традиция за използване на историко-логически подход към структуриране на учебното съдържание на курсовете по „Биология и здравно образование“, „Физика и астрономия“, „Химия и опазване на околната среда“. Убедени сме, че този резултат е отражение на усилието на българските учители да разкриват пред своите ученици исторически, философски и социологически аспекти на природните науки, както и на стремежа им (въпреки всички

недостатъци на образователната среда) да представят биологията, физиката и химията като непрекъснато развиващи се системи от знания, а научните изследвания в тези области на човешкото познание – като процеси на тестване, потвърждаване или отхвърляне на хипотези, на създаване на теории, на откриване на закономерности и закони.

Обнадеждаваща е и информацията, получена от изследването, че съвсем незначителна част от учениците декларираят *възглед, формиращ се към наивен* (1 %).

**Втори изследователски въпрос:** *Има ли връзка между равнището на разбиране за същността на науката и на научното изследване и трите променливи: познавателен резултат по химия, вид училище, пол?*

За да отговорим на този въпрос, използваме данните на учениците от цялата извадка, визуализирани със средствата на СА (фиг. 1 и фиг. 2).

Фиг. 1 показва, че голяма част от учениците с отлични постижения по химия декларираят *възглед, формиращ се към информиран*, учениците с много добри постижения декларираят *неопределен възглед*. Предполагаме, че у учениците с информиран възглед и с възглед, формиращ се към информиран, е по-добре развита рефлексивната способност (особено за осъществяване на интелектуална и на праксиологическа рефлексия (Vasilev, 2006; Hadjiali et al., 2017)) в сравнение с останалите ученици.

Фиг. 2 показва, че голяма част от учениците, които се обучават в езикови и в математически гимназии, имат възглед, *формиращ се към информиран*, а сравнително по-голяма част от учениците, които се обучават в средни училища и в професионални гимназии, имат *неопределен възглед*. Това обясняваме със спецификата на подготовката – в езиковите гимназии вниманието се фокусира върху развитието на лингвистичната интелигентност (Gardner, 2014) на учениците, която активизира проявлението и отразява ефектите на рефлексивната им интелигентност; в математическите гимназии вниманието се фокусира към развитие на логико-математическата интелигентност на учениците, която също активизира проявлението и отразява ефектите на рефлексивната интелигентност.

Фиг. 2 показва също, че у по-голяма част от момчетата в сравнение с момчетата доминира възглед, *формиращ се към информиран*. Дали разликата е статистически значима, би могло да бъде установено чрез количествен анализ.

### **Заклучение**

Първите най-общи резултати от това диагностично изследване очертават оптимистична картина за качеството на обучението по учебните предмети от област „Природни науки и екология“ в България. Убедени сме, че по-подробното количествено изследване на отговорите на учениците по осемте теми би

открило и силните, и слабите страни на нашите действащи учебни програми по природни науки. Анализът би насочил вниманието и усилията на българските учители в правилната посока за осигуряване на по-добри условия за осъзнаване от учениците на съвременните представи за същността на науката и научното изследване.

**Благодарности.** Считаме за свой дълг да благодарим на Фонд „Научни изследвания“ при Пловдивския университет „Паисий Хилендарски“ за финансовата подкрепа при реализацията на проект ФП17-ФМИ-008. Изказваме специална благодарност на учителите, които подпомогнаха нашето изследване: Антоанета Хинова (Варна), Дона Иванова (гр. Първомай), Златка Гарова (гр. Първомай), Елза Давидкова (Кюстендил), Елена Благоева (Пазарджик), Маргарита Йотова (София), Мария Баракова (Пловдив), Радостина Тодорова (Бургас), Севинч Алиева (гр. Айтос), София Иванова (гр. Петрич), Станислав Бушнаков (Бургас), Тодорка Вълкова (Бургас). Благодарим и на техните ученици, които направиха възможно реализирането на целта на изследването, като участваха доброволно в него и се отнесоха отговорно към възложената им задача.

## БЕЛЕЖКИ

1. Резултатите от диагностичното изследване са докладвани на 47. национална конференция на учителите по химия, проведена на 27 – 29 октомври 2017 г. в Благоевград.
2. <https://www.r-project.org/>

## REFERENCES/ЛИТЕРАТУРА

- Allchin, D. (2011). Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. *Sci. Educ.*, 95, 518 – 542.
- Clough, M.P., Herman, B.C. & Smith & J.A.R. (2010). Seamlessly teaching science content and the nature of science: impact of historical short stories on post-secondary biology students. *ASTE National Conference, Sacramento*, January, 14 – 16.
- Greenacre, M. (2007). *Correspondence analysis in practice*. London: Chapman & Hall.
- Hadjiali, I., Raycheva, N. & Tzanova, N. (2017). *Refleksia ta v obuchenieto po biologia: teoreti ni osnovania i prakticheski reshenia*. Sofia: Sofia University Press [Хаджиали, И., Райчева, Н. & Цанова, Н. (2017). Рефлексията в обучението по биология – теоретични ос-



- нования и практически решения. София: Св. Климент Охридски].
- Lederman, N. (2007). Nature of science: past, present, and future (pp. 831 – 880). In: Abell, S. & Lederman, N. (Eds). *Handbook of research on science education*. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Liang, L.L., Chen, S., Chen. X. & Ebenezer, J. (2006). Student understanding of science and scientific inquiry (SUSSI): revision and further validation of an assessment instrument. *National Association for Research in Science Teaching Conference*. San Francisco, pp. 1 – 38.
- Moss, E.L. (2012). Assessing understanding of the nature of science and science self-efficacy in undergraduates involved in research in an introductory geology course. *Graduate Theses & Dissertations*. No. 12825.
- Neenadic, O. & Greenacre, M. (2007). Correspondence analysis in R, with two- and three-dimensional graphics: the ca package. *J. Stat. Software*, 20(3), 1 – 13.
- Noncheva, V. & Miteva, K. (2016). Формиране на компетентност за визуално представяне на информацията в данните чрез методи на кореспондентския анализ. *Sbornik 9<sup>th</sup> Natsionalna konferencia "Образованието и изследванията в информационното общество"*, Plovdiv, pp. 124 – 133 [Нончева, В. & Митева, К. (2016). Формиране на компетентност за визуално представяне на информацията в данните чрез методи на кореспондентния анализ. В: *Сборник с доклади на АРНО: Девета Национална конференция „Образованието и изследванията в информационното общество“*, Пловдив, сс.124 – 133].
- Petrova, S. (2016). *Prirodnite nauki i tehnologiite v uchilishteto na XX vek: rezultati ot uchastieto na Bulgaria v Programata za mezhdunarodno otseniavane na uchenicite PISA 2015*. Sofia: Ministry of Education and Science [Петрова, С. (2016). *Природните науки и технологиите в училището на XXI век. Резултати от участието на България в Програмата за международно оценяване на учениците PISA 2015*. София: Министерство на образованието и науката].
- Tafrova-Grigorova, A. (2014). Education for enhancing scientific literacy. *Chemistry*, 23, 27 – 47 [In Bulgarian].
- Vasilev, V. (2006). *Refleksia v poznaniето, samopoznaniето i praktikata*. Plovdiv: Makros [Василев, В. (2006). *Рефлексията в познанието, самопознанието и практиката*. Пловдив: Макрос].

## BULGARIAN HIGH-SCHOOL STUDENTS' VIEWS ON THE NATURE OF SCIENCE AND SCIENTIFIC INQUIRY

**Abstract.** This article presents the results of a diagnostic survey conducted in the academic school year 2016/2017, involving 937 students from non-specialized schools (secondary schools, language and maths high schools, vocational high schools) in 7 districts in Bulgaria. The survey was aimed at providing an overall picture of important aspects of scientific literacy as seen by Bulgarian high-school students. The survey tool was a modified version (Clough et al., 2010; Moss, 2012) of the SUSSI questionnaire – Student Understanding of Science and Scientific Inquiry (Liang et al., 2006), translated into Bulgarian. The quantitative analysis of the data gathered through multiple choice questions shows that 59% of the students involved in the survey had an *undefined view*, 37% – *a forming view to an informed view*, 3% – *an informed view*, and only 1% – *a forming view to a naïve view*. Students' views dependencies on their cognitive outcomes, gender and the type of school they attend are highlighted through a correspondence analysis.

✉ **Ms. Zlatka Garova (PhD student)**

**Dr. Veska Noncheva**

**Dr. Yordanka Dimova**

University of Plovdiv

24, Tsar Assen St.

4000 Plovdiv, Bulgaria

E-mail: garova@uni-plovdiv.bg

E-mail: wesnon@uni-plovdiv.bg

E-mail: dimova@uni-plovdiv.bg