

## ПРИРОДОНАУЧНОТО ОБРАЗОВАНИЕ В БЪЛГАРИЯ И ДЕСЕТТЕ ТОП НОВОВЪЗНИКНАЛИ ТЕХНОЛОГИИ 2019 – 2021 В ОБЛАСТТА НА ХИМИЯТА

**Христо Христов**

*Софийски университет „Св. Климент Охридски“ (България)*

**Резюме.** Провежданата от 2019 г. класация на IUPAC „Топ десет нововъзникнали технологии в химията“, от една страна, подчертава и популяризира приноса на химията в нашето ежедневие, а от друга – надниква в бъдещето. Номинираните технологии притежават потенциал да променят света към по-добро, допринасят за устойчивото развитие и благосъстояние на нашата планета и общество. Примери за това са RNA ваксините и бързите тестове, биосензорите и сонохимичните покрития, изкуственият интелект и нанопестицидите и много други утвърдени търговски продукти, които преобразиха нашето общество. Акцентът върху световното значение на химията за разработване на нови материали и технологии вдъхновява творчески новото поколение млади учени към изследвания, намиране на решения, предприемачество. Създаването на нови и прогресивни технологии изисква ресурс от добре образовани и обучени специалисти в сферата на природните науки. В контраст с бързо развиващите се най-нови технологии в химията, в българското училищно образование се наблюдават следните негативни тенденции: все по-слаб интерес към изучаване на химия; все по-малък брой от завършващите средно образование се явяват на държавни зрелостни изпити по природни науки; липсва отзвук от съвременните технологии в химията и те остават извън полезрението на учениците. Отрицателните аспекти в университетското образование също не липсват, тъй като само около 25% от записаните в природни науки студенти успяват да завършат висшето си образование. Причините за тези явления най-вероятно са комплексни (затруднения при разбиране на материала, липса на мотивация, некачествено преподаване). Всеки от нас може да помисли върху това, но връзката между образованието по химия и новите технологии е повече от ясна.

**Ключови думи:** обучение по природни науки; нововъзникнали технологии в областта на химията; маркетингови прогнози; темп на растеж; нетен годишен доход

## **Въведение**

От 2019 IUPAC (Международен съюз по чиста и приложна химия) иницира избора на 10-те топ нововъзникнали технологии на годината в областта на химията. Селекцията се извършва от международно жури от експерти. Сред многобройните предложения се класират технологиите, които са най-напредничави, най-обещаващи и притежават потенциал да променят света към по-добро, съобразно 17-те цели за устойчиво развитие на ООН (Gomollón-Bel 2019; Droeschler 2018). Едни от целите на тази класация са да популяризира приносът на химията в нашето ежедневие и да подчертае ползата от химични знания за човечеството. Голяма част от иновациите в областта на химията са в основата на най-новите бързоразвиващи се технологии, което вдъхновява и мотивира новото поколение млади учени да търси решения на настоящите предизвикателства чрез изследвания, предприемачество и креативност (Gomollón-Bel 2020; Gomollón-Bel 2021).

Редица проучвания показват, че нововъзникващите технологии се отразяват положително върху общия облик на компаниите. Предоставяните от тях нови технологични процеси, продукти, услуги и различни бизнес възможности пряко влияят на пазарните структури (Schiavi & Behr 2018; Tongur & Engwall 2014). Нововъведенията осигуряват конкурентно предимство и са носители на необичайно висок потенциал на въздействие за различни технически, икономически и социални структури. Новите обществени движения създават знания за това как нещата могат да се правят по различен начин. Въпреки че се налага разграничение на технологични от социални иновации, интересни са въпросите, свързани с възможните комбинации между тях, в резултат на които ще се създават нови индустрии и социално-технически режими (Bueno & Balestrin 2012; Andreescu, Parkkinen, Kuusi et al. 2019).

Обществените и икономическите ползи от иновациите са безспорни, но за тяхното създаване и внедряване са необходими качествено подготвени специалисти от различни научни области. Независимо от това в световен мащаб се наблюдава следната негативна тенденция – едновременно с бързия растеж на технологиите се понижават интересът и мотивацията на младите поколения към изучаване на природни науки (в частност химия). Някои от причините за това са добре известни: голяма част от обществото гледа на химията като на трудна наука, а учебното съдържание по предмета допълнително подхранва това усещане; трудно се възприема и новата информация, свързана с абстрактните понятия и теории, преход от микро- на макрониво; практическите експерименти, улесняващи учебния процес, са слабо застъпени или напълно пренебрегнати (Peteva & Toshev 2010; Tafrova-Grigorova 2013). Към тези фактори могат да се прибавят меркантилното настояще, личните и професионалните качества на преподавателя, от които силно зависи броят на насочващите потенциала си в областта на химията.

Проведените образователни реформи, целящи създаване на природонаучна грамотност на учениците, и тяхната нова роля в учебния процес се оказват ефективни за преодоляване на някои от изложените проблеми. Като компонент от културата на обществото, природонаучната грамотност отразява неговото разбиране за наука и е в основата на връзката технология – общество. Съвременното образование по природни науки е проблемно базирано, на основата на изследователския подход (експеримент, наблюдение, хипотеза, резултати, изводи). С този метод на обучение ролята на учителя се повишава многократно, въпреки че фигурата на ученика е в центъра на образователния процес.

За съжаление, дискутираните отрицателни нагласи са още по-силно изразени в България, а проблемите в българското образование се задълбочават. Резултатите на българските ученици по природни науки и математика, получени от авторитетни международни сравнителни програми (PISA, TIMS), стават все по-ниски, въпреки че трайно ниските резултати са факт отдавна (Tafrova-Grigorova 2010; Tafrova-Grigorova 2014; Tafrova-Grigorova 2020; Mullis, Martin, Kelly & Fishbein 2020; Schleicher 2019).

Целта на настоящата статия е да се направи кратък обзор и класация на 10-те топ нововъзникнали технологии в областта на химията, базирайки се на литературни и статистически данни за периода 2019 – 2021 г., и успоредно с това да се съпоставят нагласите на българските студенти и ученици към тях, към химията и към природните науки.

Поставената цел включва две основни задачи със съответни акценти – преглед на нововъзникналите технологии по химия в периода 2019 – 2021 г. и съпоставяне с нагласите на учениците към химията и новите технологии.

Решаването на първата задача преминава през следните работни етапа.

(1) Кратък литературен обзор на 10-те топ нововъзникнали технологии в областта на химията според Международния съюз по чиста и приложна химия (IUPAC) и класация, базирана на данни от маркетингови прогнози.

(2) Представяне на реалните финансови резултати (нетните годишни доходи) за компании с ключова роля на пазара, реализиращи водеща в годишната класация технология.

### **Най-новите технологии в областта на химията и финансови резултати от реализирането им (2019 – 2021)**

*Преглед на 10-те топ нововъзникнали технологии в химията за 2019 (Gomollón-Bel 2019):*

- 1) Енантоселективна органокатализа. Тя е по-евтина; изисква по-малко количество катализатор; протича без присъствие на метали (като при ензимите); органичните катализатори са съединения, съдържащи хирални въглеродни атоми (синтез на фини химикали и лекарства).

- 2) Направлявана еволюция на селективни ензими. Ензими, получени при направлявана еволюция; биохимични приложения – от биогорива до фармацевтични продукти.
- 3) Химия в поток. Процесите протичат в непрекъснат поток, а не на партиди и са по-бързи, по-опростени, по-надеждни, по-безопасни, по-екологични; повишава се производителността.
- 4) От пластмаси до мономери. Повторното използване на синтетични полимери има основно две цели: а) решаване на проблема с рециклирането им в дългосрочен план; б) търсене на подходящи източници за основните мономери.
- 5) Метал-органични каркасни структури (MOFs) и порьозни материали за събиране на вода. Порьозни кристални материали с гъбестоподобна структура, които адсорбират избирателно молекули на газове, вода, лекарства, ензими и др.
- 6) Нанопестициди. Пестициди, които могат да се превърнат в чудесна алтернатива на традиционните пестициди, преодолявайки техните основни недостатъци (замърсяване на околната среда, биоаккумуляция, по-висока устойчивост на вредители).
- 7) Реактивна екструзия. Химичните реакции могат да протичат без разтворители; едва сега се откриват възможностите на екструзията за синтез на органични съединения; екологичен метод за получаването на нови материали с по-добри експлоатационни характеристики.
- 8) Обратимо дезактивирана радикалова полимеризация (радикалова контролирана полимеризация). Позволява управлението на почти неконтролируемите при други условия верижни реакции; само за няколко минути могат да се получат едновременно полимери с много висока молекулна маса и контролирани разклонения.
- 9) Твърдотелни батерии. В сравнение с литиево-йонните батерии твърдотелните батерии са по-леки, позволяват по-продължително съхранение на енергия и работят добре при високи температури.
- 10) Тримерно биопринтере. Една от най-обещаващите съвременни технологии за създаване на изкуствени тъкани и органи, които почти не се различават от биологичните; използват се за идеални трансплантации (не е необходим донор), а също така и за скрининг на лекарства и токсикологични изследвания, което би довело до революция в диагностиката и лечението.

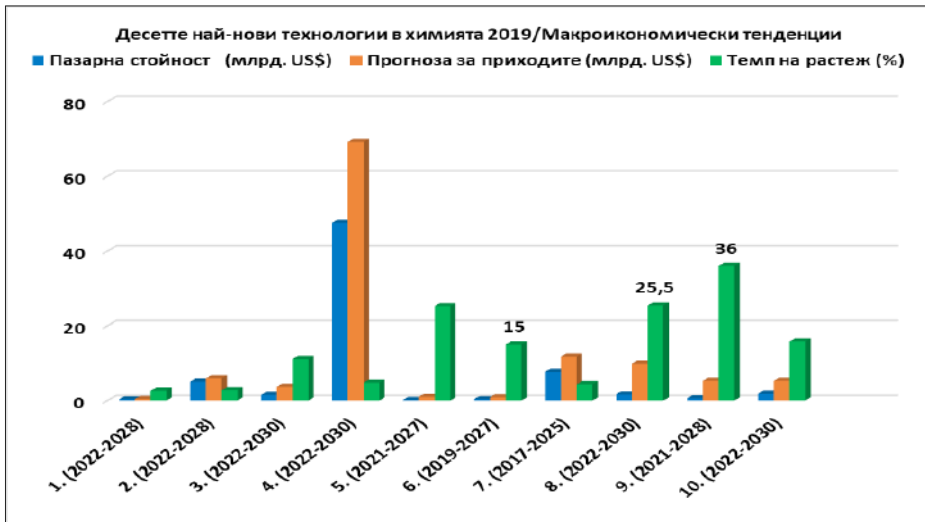
*Класация на 10-те технологии (2019) – данни от маркетингови прогнози<sup>1-10</sup>.*

За изброените технологии са представени данни от маркетингови прогнози относно макроикономическите показатели „пазарна стойност“, „прогноза за приходи“, „темп на растеж“ (табл. 1). В приложените таблични данни но-

мерацията на технологиите следва реда на тяхното представяне. Получената информация е обединена в диаграма, представена на фиг. 1.

**Таблица 1.** Прогнозни макроикономически данни за 10-те нововъзникнали технологии (2019)

№ Технологии (2019)	1. <sup>1)</sup>	2. <sup>2)</sup>	3. <sup>3)</sup>	4. <sup>4)</sup>	5. <sup>5)</sup>	6. <sup>6)</sup>	7. <sup>7)</sup>	8. <sup>8)</sup>	9. <sup>9)</sup>	10. <sup>10)</sup>
Период (години)	2022/ 2028	2022/ 2028	2022/ 2030	2022/ 2030	2021/ 2027	2019/ 2027	2017/ 2025	2022/ 2030	2021/ 2028	2022/ 2030
Пазарна стойност (млрд. US\$)	0,40	5,04	1,60	47,60	0,20	0,41	7,72	1,70	0,62	1,90
Прогноза приходи (млрд. US\$)	0,47	5,94	3,75	69,20	1,05	0,94	11,85	9,90	5,31	5,30
Темп на растеж (%)	2,70	2,80	11,20	4,80	25,30	150	4,38	25,5	36,00	15,80



**Фигура 1.** Макроикономически тенденции за 10-те топ нововъзникнали технологии (2019)

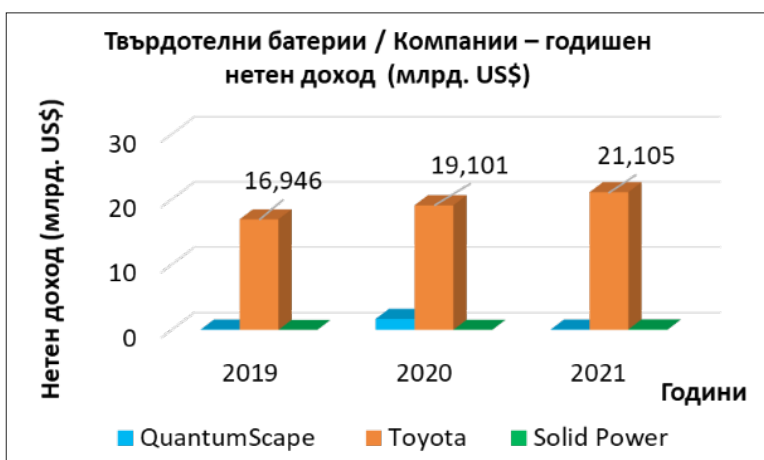
Според показателя „темп на растеж“ на първо място се класира технологията „Твърдотелни батерии“.

Потърсени са и са анализирани реални финансови данни (2019 – 2021) за компании, които играят ключова роля на пазара и принадлежат към номи-

нираната технология<sup>11 - 13</sup>). Информация за нетните годишни доходи на три подобни компании е представена в табл. 2 и обобщена в диаграма (фиг. 2).

**Таблица 2.** Нетни годишни доходи на ключови за пазара компании „Твърдотелни батерии“

Компания	QuantumScape <sup>11)</sup>	Toyota <sup>12)</sup>	Solid Power <sup>13)</sup>
Нетни годишни доходи (млрд. US\$)			
2019	0,051	16,946	0
2020	1,682	19,101	0,014
2021	0,046	21,105	0,073



**Фигура 2.** Нетни годишни доходи на ключови за пазара компании „Твърдотелни батерии“

При фирмите с най-високи финансови резултати се наблюдава градация на „нетния годишен доход“. Най-високи нетни доходи са постигнати от Toyota, а наблюдаваният спад за 2020 г. може да се обясни с предизвиканата от COVID-19 световна пандемия.

*Преглед на 10-те топ нововъзникнали технологии в химията за 2020 (Gomollón-Bel 2020).*

- 1) Индуцирано чрез агрегиране излъчване. Органични материали, луминесциращи в твърдо състояние; предлагат огромни възможности за анализ на биоактивни видове и изясняване на важни физиологични и патологични проявления.
- 2) Изкуствен интелект, приложен в химията. Компютри, които заменят човешки дейности; създават се алгоритми за изясняване структурата

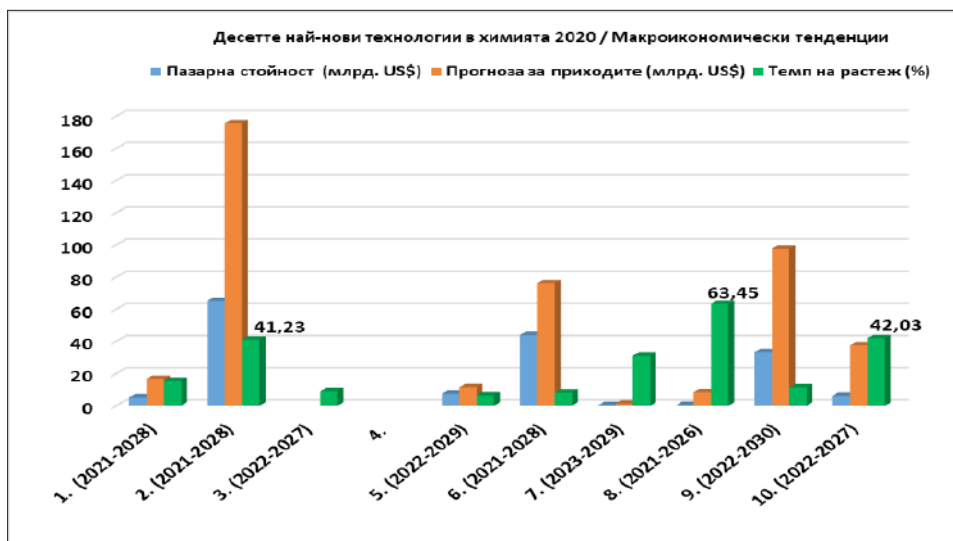
- на веществата, за нови лекарства, за проектиране на оптимизирани химични процеси, за роботизирани лаборатории, за търсене и селекция на научна информация и т.н.
- 3) Двойноионни батерии. Енергията се получава и съхранява с участието и на положителните, и на отрицателните йони; евтини и щадящи околната среда; бързо и висококачествено зареждане и разреждане; големи възможности за съхранение и регенериране на енергия.
  - 4) Неорганична химия на високите налягания. Синтез на нови неорганични материали с нестехиометричен състав и специфични свойства при изключително високо налягане (над 5 млн. пъти по-високо от средното атмосферно).
  - 5) Течни мембрани. Технология за филтруване, при която порите на мембраната се отварят и затварят селективно, без да се запушват; не се използва електрическа енергия; процесите протичат с ниска консумация на енергия.
  - 6) Макромонимери за по-добро рециклиране на пластмаси. С помощта на химични реакции във въглеродния скелет на изграждащите пластмасите полимери се включват хетероатоми (атоми на елементи, различни от въглерод) или функционални групи (напр. естерни). Целта е да се получат полимери, които са способни да се рециклират многократно.
  - 7) Микробиомни и биоактивни съединения. Микробиомите са геноми на микроорганизми, които обитават една екологична система; нови биоактивни съединения, кодирани в геноми на бактерии, могат да подобрят здравето на всеки във всяка възраст.
  - 8) Наносензори. Сензори (датчици), в които активните елементи са частици с извънредно малки размери ( $10^{-7} - 10^{-9}$  m); показват изключително висока чувствителност и могат да идентифицират дори отделни молекули (златни наночастици правят възможно бързото откриване на SARS-CoV-2).
  - 9) Тестове за бърза диагностика. Тестове за качествена или полуколичествена бърза медицинска диагностика, които не изискват специална апаратура и се основават на химични реакции; смес от извлечени антигени се поставя на индикаторна хартия – съдържаща антители, които реагират с антигените на вируса; недостатък на тези тестове е, че при малко количество на вируса тестът дава отрицателен резултат.
  - 10) РНК ваксини. В организма се въвежда рибонуклеинова киселина (матрична рибонуклеинова киселина – mRNA), в която е кодирана информация за специфичен антиген, и се предизвиква образуването му в организма; имунната система реагира на появата на антигена, като създава антители. Огромно предимство на РНК ваксините пред традиционните е, че те могат да се произвеждат бързо и в големи количества.

Класация на 10-те технологии (2020) – данни от маркетингови прогнози<sup>14-22)</sup>

В таблица 3 са приложени прогнозни данни за макроикономическите характеристики на представените технологии (за №3 и №4 данни не са открити). От диаграмата се вижда, че показателят „темп на растеж“ е най-висок за технологията „Наносензори“ (фиг. 3).

**Таблица 3.** Прогнозни макроикономически данни за 10-те нововъзникнали технологии (2020)

№Технологии (2019)	1. <sup>14)</sup>	2. <sup>15)</sup>	3. <sup>16)</sup>	4.	5. <sup>17)</sup>	6. <sup>18)</sup>	7. <sup>19)</sup>	8. <sup>20)</sup>	9. <sup>21)</sup>	10. <sup>22)</sup>
Период (години)	2021/ 2028	2021/ 2028	2022/ 2027	–	2022/ 2029	2021/ 2028	2023/ 2029	2021/ 2026	2022/ 2030	2022/ 2027
Пазарна стойност (млрд. US\$)	5,27	65,32	–	–	7,38	44,03	0,27	0,44	33,30	6,15
Прогноза приходи (млрд. US\$)	16,68	175,63	–	–	11,46	76,23	1,37	8,43	97,60	37,50
Темп на растеж (%)	15,50	41,23	9	–	6,50	8,20	31,10	63,45	11,30	42,03



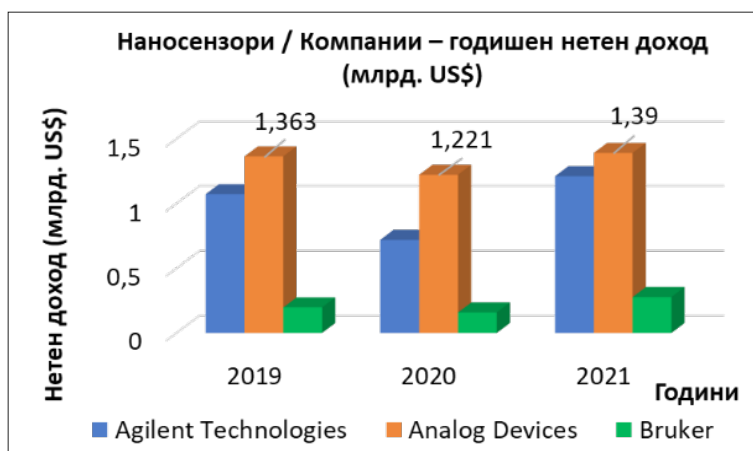
**Фигура 3.** Макроикономически тенденции за 10-те топ нововъзникнали технологии (2020)

В табл. 4 и съответната диаграма (фиг. 4) е обединена финансова информация, свързана с нетните годишни доходи на ключови за пазара компании<sup>23-25</sup>.



**Таблица 4.** Нетни годишни доходи на компании с ключова роля на пазара „Наносензори“

Компания	Agilent Technologies <sup>23)</sup>	Analog Devices <sup>24)</sup>	Bruker <sup>25)</sup>
Нетни годишни доходи (млрд. US\$)			
2019	1,071	1,363	0,197
2020	0,719	1,221	0,158
2021	1,21	1,39	0,277



**Фигура 4.** Нетни годишни доходи на компании с ключова роля на пазара „Наносензори“

Финансовите резултат са най-високи за фирмата Analog Devices, а зависимостта е аналогична с дискутираната при технологията първенец за 2019 г.

*Преглед на 10-те топ нововъзникнали технологии в химията за 2021 (Gomollón-Bel 2021).*

- 1) Изкуствена хумусна материя. Не съдържа въглерод; по-добро качество и здраве на почвата; екологична алтернатива; по-висока производителност на селскостопанска продукция; по-лесно усвояване на вода и минерали; хидротермален метод за получаване.
- 2) Блокчейн технология. В компютърна мрежа при строга защита се съхраняват безопасно оригинални записи от различни транзакции. Криптираната среда гарантира достъпа и прозрачността на информация, тъй като всяка отделна стъпка е документирана и споделена в цифров регистър.
- 3) Химичен синтез на РНК и ДНК. Напълно автоматизирано производство на РНК и ДНК с помощта на „настолни“ синтетични устройства, които работят на принципа на конвенционалния мастиленоструен принтер.

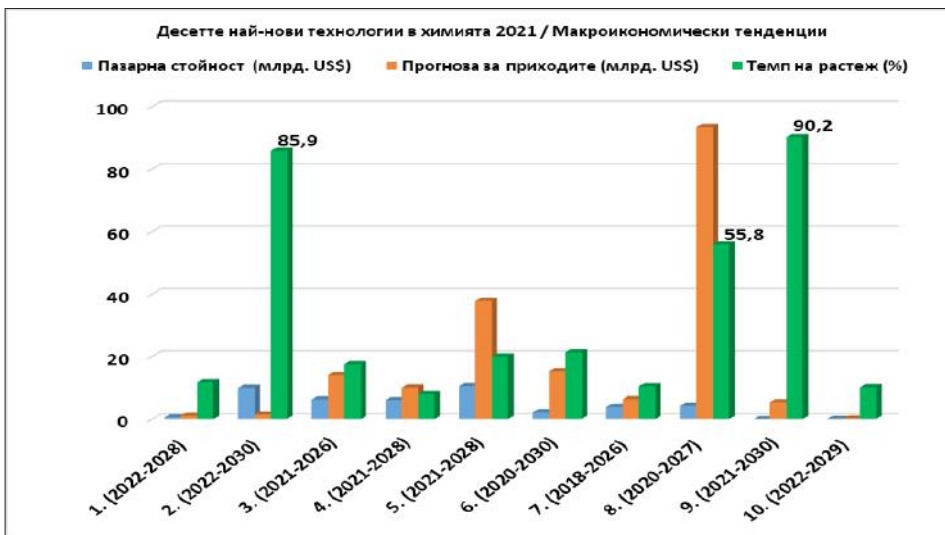
- Директно в силициеви микрореактори се отпечатват прецизно различни нишки от ДНК.
- 4) Хемилуминесценция за биологична употреба. Хемилуминесцентни молекули, базирани на диоксетани, които във физиологични условия блесят много силно (диоксетанови сонди – биологични, биотехнологични и медицински приложения). Не се нуждаят от органични разтворители – изцяло проявяват свойствата си във водна среда.
  - 5) Полусинтетичен живот. Синтетичните нуклеотиди и аминокиселини, които предлагат нови терапии и медицински решения при лечения на наследствени и ракови заболявания; изкуствени биохимични машини.
  - 6) Едноклетъчна метаболомика. Изключителен потенциал за разкриване на неизвестни биохимични механизми. Съвременните изобразяващи техники позволяват анализирането на няколко метаболита едновременно, с което се получават нови знания за отделните клетки, клетъчните пътища и биологични механизми.
  - 7) Сонохимични покрития. Сонохимичната обработка на повърхността позволява да ѝ се придадат ценни магнитни, флуоресцентни, бактерицидни и др. свойства; текстил, запазващ антибактериалните си свойства дори след много цикли на изпиране, „умен текстил“ и др.
  - 8) Суперомокряемост. Суперомокряемите материали се получават с настройване на омокрянето – отлагане на наноструктурирани повърхности върху метали, полимери, тъкани и др.; изключително реактивоспособни; обещаващи хетерогенни катализатори.
  - 9) Устойчиво производство на амоняк. Включва използване на възобновяеми източници на енергия и екологично произведени суровини; принос към цялостно устойчиво развитие – зелени торове, пластмаси, горива, чиста енергия, ефективно земеделие и др.
  - 10) Целенасочено разграждане на протеини. Иновативен химичен инструмент с голям терапевтичен потенциал; лекарствена стратегия, използваща естествената система на клетката за изчистване на нежелани или увредени протеини; TPD – малки молекули с умело проектирана структура (известни като PROTACs), които предизвикват разграждане на клетъчния протеин до съответните аминокиселини.

*Класация на 10-те технологии (2021) по данни от маркетингови прогнози<sup>26-35)</sup>*

Прогнозните данни относно макроикономическите показатели на номинираните технологии са представени в табл. 5 и съответстваща диаграма (фиг. 5). Първи в класацията – подредени по „темп на растеж“, са: „9. Устойчиво производство на амоняк“, следвана от „2. Блокчейн технология“ и „8. Суперомокряемост“. За първите две стойностите на този параметър са почти еднакви, но тъй като „Блокчейн технология“ се характеризира с по-висока „пазарна стойност“, тя се приема за водеща.

**Таблица 5.** Прогнозни макроикономически данни за 10-те нововъзникнали технологии (2021)

№ Технологии (2019)	1. <sup>26)</sup>	2. <sup>27)</sup>	3. <sup>28)</sup>	4. <sup>29)</sup>	5. <sup>30)</sup>	6. <sup>31)</sup>	7. <sup>32)</sup>	8. <sup>33)</sup>	9. <sup>34)</sup>	10. <sup>35)</sup>
Период (години)	2022/ 2028	2022/ 2030	2021/ 2026	2021/ 2028	2021/ 2028	2020/ 2030	2018/ 2026	2020/ 2027	2021/ 2030	2022/ 2029
Пазарна стойност (млрд. US\$)	0,53	10,02	6,30	6,01	10,54	2,18	3,90	4,20	0,02	0,10
Прогноза приходи (млрд. US\$)	1,13	1,43	14,10	10,10	37,85	15,26	6,40	93,40	5,42	0,23
Темп на растеж (%)	11,80	85,90	17,60	8,00	20,00	21,40	10,50	55,80	90,20	10,20

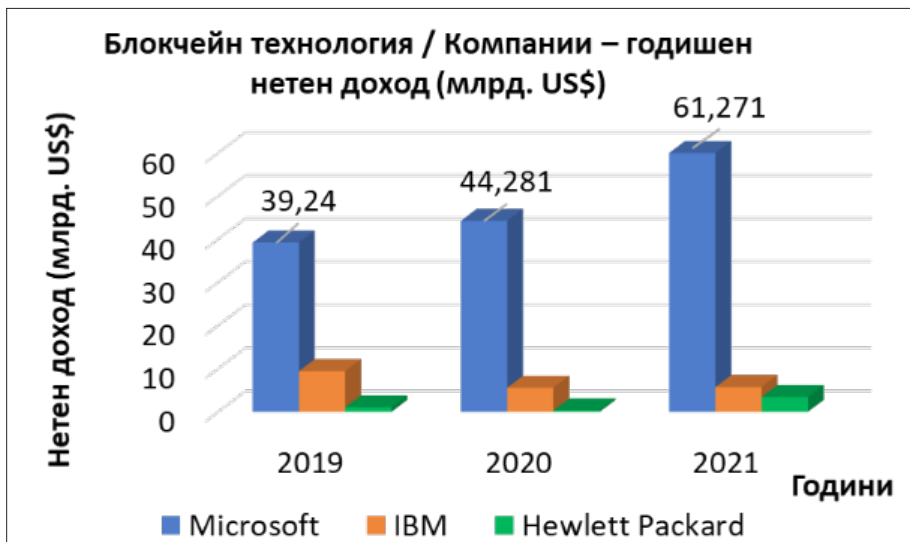


**Фигура 5.** Макроикономически тенденции за 10-те топ нововъзникнали технологии (2021)

В табл. 6 и на фиг. 6 са представени финансови данни на три ключови за водещата технология компании<sup>36 – 38)</sup>

**Таблица 6.** Нетните годишни доходи на компании с ключова роля на пазара „Блокчейн“

Компания	Microsoft <sup>36)</sup>	IBM <sup>37)</sup>	Hewlett Packard <sup>38)</sup>
Нетни годишни доходи (млрд. US\$)			
2019	39,24	9,431	1,049
2020	44,281	5,59	0,322
2021	61,271	5,743	3,427



**Фигура 6.** Нетни годишни доходи на компании с ключова роля на пазара „Блокчейн“

От диаграмата се вижда, че най-високи са „нетните доходи“ за Microsoft, които растат право пропорционално в тригодишния период. В този случай доходите градираат и въпреки кризата финансовото състояние на фирмата се запазва, докато в останали случаи се наблюдава спад за 2020 г.

#### **Нагласи на учениците към химията и новите технологии**

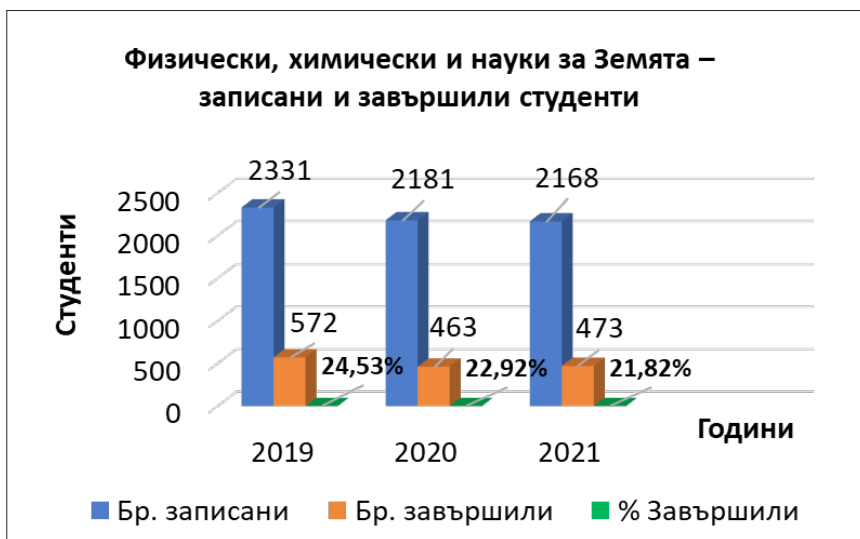
За изпълнение на втората работна задача бяха събрани и съпоставени статистически данни, свързани с нагласите на българските студенти и ученици към химията, другите природни науки и новите технологии.

*Нагласи на българските студенти и ученици към химията и природните науки*

За нуждите на това изследване е подбрана статистическа информация, обхващаща броя записани и успешно завършили студенти в областта на природните науки в периода 2019 – 2021 г.<sup>39-40</sup>. Данните, свързани с физическите, химическите и науките за Земята, са представени в табл. 7 и на фиг. 7. За трите години в указания период данните показват, че интересът на учениците (брой записани студенти) и успеваемостта на студентите (брой завършили студенти) намаляват пропорционално в годините.

**Таблица 7.** Статистически данни – физически, химически и науки за Земята

Физически, химически и науки за Земята			
Брой	Записани	Завършили	Завършили
2019	2331	572	24,53 %
2020	2181	463	22,92 %
2021	2168	473	21,82 %



**Фигура 7.** Статистически данни – физически, химически и науки за Земята

Информацията относно биологическите и сродни на тях науки е обобщена в табл. 8 и фиг. 8, а установената тенденция е противоположна – интересът на учениците и успеваемостта на студентите растат в годините. При сравняване на двата вида резултати се забелязва, че броят на записаните в биологическите науки студенти е по-висок, но за сметка на това успеваемостта им е по-ниска.

**Таблица 8.** Статистически данни – биологически науки и сродни на тях

Биологически науки и сродни на тях			
Брой	Записани	Завършили	Завършили
2019	2259	447	19,79%
2020	2346	414	17,65%
2021	2302	491	21,33%

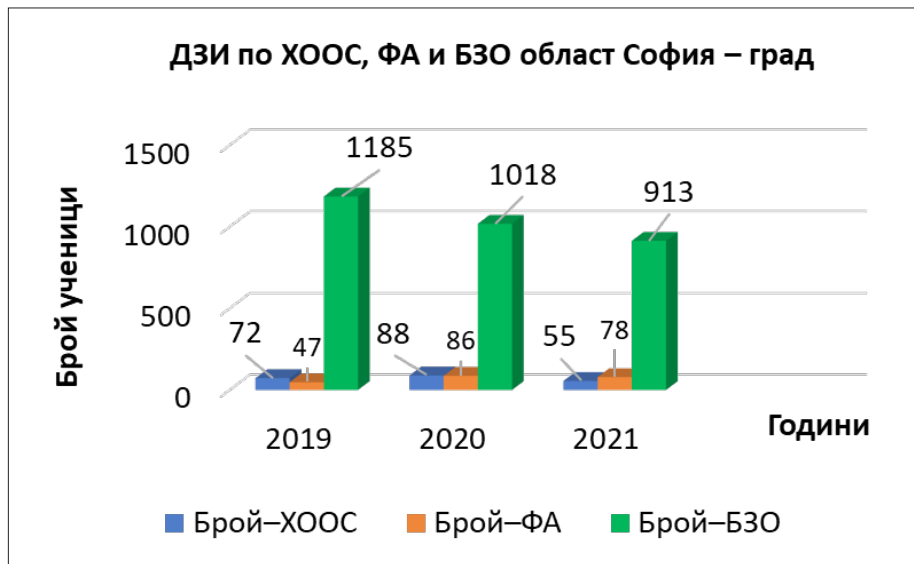


**Фигура 8.** Статистически данни – биологически науки и сродни на тях

Набавени са и допълнителни статистически данни относно проведените в този период за област София-град държавни зрелостни изпити (ДЗИ) по учебните предмети *Химия и опазване на околната среда* (ХООС), *Физика и астрономия* (ФА), *Биология и опазване на околната среда* (БЗО)<sup>41-43</sup>. Макар и частично, тази информация също отразява отношението на българските ученици към природните науки (табл. 9 и фиг. 9). Представените за периода резултати показват, че най-голям е броят на учениците, явили се на зрелостен изпит по БЗО, но този брой пропорционално намалява в годините. В същото време, намалява и броят на учениците, избиращи ДЗИ по ХООС, докато този на предпочелите ФА расте. За 2020 г. се наблюдава зависимост, различна от коментираната, но поради малкия брой участници интерпретациите могат да са погрешни.

**Таблица 9.** Статистически данни за държавен зрелостен изпит по ХООС, ФА, БЗО, София-град

ДЗИ – София-град			
Брой	ХООС	ФА	БЗО
2019	72	47	1185
2020	88	86	1018
2021	55	78	913



**Фигура 9.** Статистически данни за държавен зрелостен изпит по ХООС, ФА, БЗО, София-град

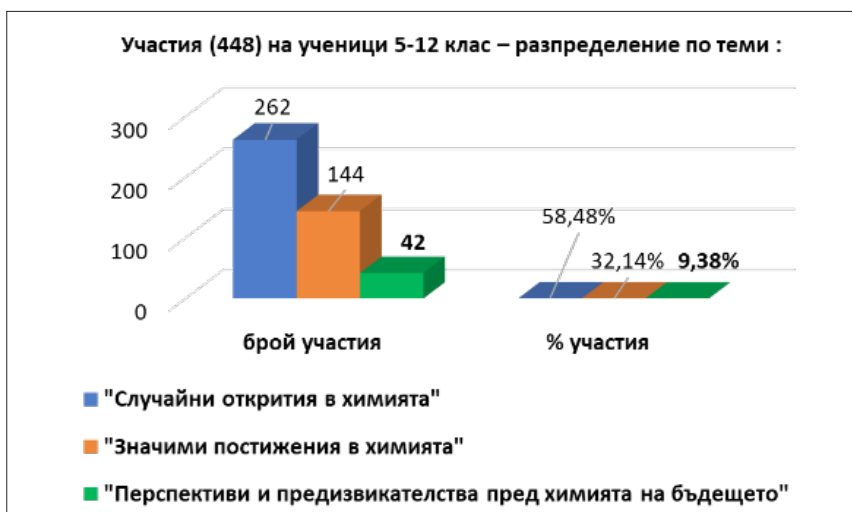
### Нагласи на българските ученици към химията и най-новите технологии в областта

Изводите за нагласите на българските ученици към химията и най-новите технологии в тази област са косвени – базирани на броя участия в празника на химията за 2022 г.<sup>44)</sup> „Химията – от колбата, през компютъра към бъдещето“. За участниците са предложени три възможни теми: „Случайни открития в химията“, „Значими постижения в химията“, „Перспективи и предизвикателства пред химията на бъдещето“. Последната от тях насочва вниманието именно в посока на най-новите бързоразвиващи се технологии. Информацията относно общия брой участия, разпределени по теми, е представена в табл. 10 и фиг. 10, откъдето ясно се вижда, че точно темата за перспективите и предизвикателствата пред химията на бъдещето е най-рядко избраната (от общо 448 участия едва 42 се отнасят за нея, т.е. по-малко от 10 %).

Естествен е изводът, че новоразвиващите се технологии не намират достатъчен отзвук в училищното образование по химия. Интересът към тях обаче може да се подбуди и насърчи от допълнителни извънкласни занимания. Например изработване на проекти с участието на разширени междудисциплинарни, междукласови и междуучилищни екипи от ученици и преподаватели.

**Таблица 10.** Разпределение по теми на общия брой участия в празник на химията 2022 г.

Празник на химията – 2022 г. „Химията от колбата, през компютъра към бъдещето“		
Теми	Брой участия	% участия
Случайни открития в химията	262	58,48%
Значими постижения в химията	144	32,14%
Перспективи и предизвикателства пред химията на бъдещето	42	9,38%



**Фигура 10.** Разпределение по теми на общия брой участия в празник на химията 2022 г.

### Заклучение

Бързоразвиващите се най-нови технологии в областта на химията имат потенциал да променят света към по-добро, а пътят от чисти научни изследвания до практическо внедряване и икономически растеж е кратък. Маркетинговите анализи и прогнози показват, че работата и инвестициите в тях са едновременно предизвикателство и стимул – повлияни от високите пазарни стойности и нетни фирмени доходи.

Най-новите обещаващи технологии в химията се нуждаят от кадри с висока квалификация и умения в областта на природните науки. Мотивацията на учениците за изучаване на природните науки и по-обширният отзвук на най-новите технологии в училищното образование, са важни фактори за успешен избор на образование и професия. Създаването и привличането на знаещи и



умеещи преподаватели с явен потенциал да вдъхновяват и подкрепят ученици и студенти, е от решаващо значение за обучението и реализацията на специалисти.

Интересът по отношение на най-новите технологии в областта на химията може да се иницира с помощта на различни извънкласни занимания. Проекти с участие на смесени междудисциплинарни екипи от ученици и преподаватели биха допринесли за получаване на нови знания и умения, а също за развиване на компетентности, свързани с комуникация и предприемачество.

## БЕЛЕЖКИ

1. <https://reports.valuates.com/market-reports/QYRE-Auto-11W9953/global-organic-catalyst>.
2. <https://reports.valuates.com/market-reports/QYRE-Auto-8H957/global-enzymes-in-industrial-applications>.
3. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/flow-chemistry-market>.
4. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/recycled-plastics-market>.
5. <https://www.360researchreports.com/global-metal-organic-frameworks-mof-market-18719187>.
6. <https://www.credenceresearch.com/report/nanopesticide-market>.
7. <https://menafn.com/1103560958/Extruders-Market-2021-Top-Industry-Trend-and-Segments-Analysis-upto-2030>.
8. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/advs.202106076>.
9. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/advs.202106076>.
10. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/3d-bioprinting-market>.
11. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/QS/quantumscape/net-income>.
12. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/TM/toyota/net-income>.
13. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/SLDP/solid-power/net-income>.
14. <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/06/25/2253034/0/en/Global-Bio-Imaging-Market-Is-Expected-to-Reach-USD-16-68-Billion-by-2028-Fior-Markets.html>.
15. <https://www.vantagemarketresearch.com/industry-report/artificial-intelligence-market-0183>.
16. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-dual-carbon-battery-market-industry>.
17. <https://www.fortunebusinessinsights.com/membranes-market-102982>.
18. <https://www.fortunebusinessinsights.com/recycled-plastic-market-102568>.

19. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/human-microbiome-market-37621904.html>.
20. <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-nanosensors-market-industry>.
21. <https://www.alliedmarketresearch.com/rapid-tests-market>.
22. <https://www.researchandmarkets.com/reports/5460245/mrna-platform-market-research-report-by#rela0-5332688>.
23. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/A/agilent-technologies/net-income>.
24. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/ADI/analog-devices/net-income>.
25. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/BRKR/bruker/net-income>.
26. <https://www.gminsights.com/industry-analysis/humic-acid-market>.
27. <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/blockchain-technology-market>.
28. <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/oligonucleotide-synthesis-market-200829350.html>.
29. <https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/chemiluminescence-immunoassay-market-4656>.
30. <https://www.theinsightpartners.com/reports/synthetic-biology-market>.
31. <https://www.alliedmarketresearch.com/single-cell-multiomics-market-A11783>.
32. [https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/antimicrobial-coatings-market-1297.html?gclid=EAIaIQobChMlK-rDwvGY-AIV1hoGAB0k1wnTEAAYASAAEgK36vD\\_BwE](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/antimicrobial-coatings-market-1297.html?gclid=EAIaIQobChMlK-rDwvGY-AIV1hoGAB0k1wnTEAAYASAAEgK36vD_BwE).
33. <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/06/30/2255574/28124/en/Global-Smart-Surfaces-Market-Research-Report-2021-Self-Healing-Self-Sensing-and-Self-Cleaning-Materials-Poised-to-Transform-Construction-Sector.html>.
34. [https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/green-ammonia-market-118396942.html?gclid=EAIaIQobChMlMi8jYKZ-AIVuZBoCR3auwjwEAAYASAAEgIuF\\_D\\_BwE](https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/green-ammonia-market-118396942.html?gclid=EAIaIQobChMlMi8jYKZ-AIVuZBoCR3auwjwEAAYASAAEgIuF_D_BwE).
35. <https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-targeted-protein-degradation-market>.
36. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/MSFT/microsoft/net-income>.
37. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/IBM/ibm/net-income>.
38. <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/HPE/hewlett-packard-enterprise/net-income>.
39. [https://infostat.nsi.bg/infostat/pages/reports/result.jsf?x\\_2=1629](https://infostat.nsi.bg/infostat/pages/reports/result.jsf?x_2=1629).
40. [https://infostat.nsi.bg/infostat/pages/reports/result.jsf?x\\_2=1630](https://infostat.nsi.bg/infostat/pages/reports/result.jsf?x_2=1630).
41. <https://www.prirodninauki.bg/archives/12909>.
42. <https://www.prirodninauki.bg/archives/15125>.

43. <https://www.prirodninauki.bg/archives/16531>.

44. <http://www.prirodninauki.bg/archives/17549>.

## ЛИТЕРАТУРА

- ПЕТЕВА, З. & ТОШЕВ, Б., 2010. Историята на химията и мястото ѝ в учебното съдържание по химия в средното училище. *Българското списание за наука и образователна политика*. **4**(1), 48 – 61.
- ТАФРОВА-ГРИГОРОВА, А., 2013. Съвременни тенденции в природонаучното образование на учениците. *Българското списание за наука и образователна политика*. **7**(1), 121 – 200.
- ТАФРОВА-ГРИГОРОВА, А., 2014. Образование за природонаучна грамотност. *Химия. Природните науки в образованието*. **23**(1), 27 – 47.
- ТАФРОВА-ГРИГОРОВА, А., 2010. Българското училищно образование по химия – резултати от международни и национални проучвания: Какво следва от тях? *Химия*. **19**(3), 163 – 188.
- ТАФРОВА-ГРИГОРОВА, А., 2020. Природните науки в PISA 2015: данни и изводи от въпросниците. *Химия. Природните науки в образованието*. **29**(3), 308 – 341.

## REFERENCES

- ANDREESCU, L., PARKKINEN, M., KUUSI, O., ET AL., 2019. 100 radical innovation breakthroughs for the future. *European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Publications Office*. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/563770>.
- BUENO, V. & BALESTRIN, A., 2012. Collaborative innovation: an open approach in the development of new products. *Revista De Administração De Empresas*. **52**(5), 517 – 530. <https://doi.org/10.1590/S0034-75902012000500004>. [In Portuguese]
- DROESCHER, M., 2018. The Driving Force for Emerging Technologies. *Chem. Int.* **40**(4), 14 – 17. <https://doi.org/10.1515/ci-2018-0405>.
- GOMOLLÓN-BEL, F., 2019. Ten Chemical Innovations That Will Change Our World: IUPAC identifies emerging technologies in Chemistry with potential to make our planet more sustainable. *Chem. Int.* **41**(2), 12 – 17. <https://doi.org/10.1515/ci-2019-0203>.
- GOMOLLÓN-BEL, F., 2020. Ten Chemical Innovations That Will Change Our World: The developing science that will fight the pandemic and reshape the chemical landscape. *Chem. Int.* **42**(4), 3 – 9. <https://doi.org/10.1515/ci-2020-0402>.

- GOMOLLÓN-BEL, F., 2021. IUPAC Top Ten Emerging Technologies in Chemistry 2021: Breakthroughs for a circular, climate-neutral future. *Chem. Int.* **43**(4), 13 – 20. <https://doi.org/10.1515/ci-2021-0404>.
- MULLIS, I., MARTIN, M., KELLY, D. & FISHBEIN, B., 2020. *TIMSS 2019 International Results in Mathematics and Science*. Boston: TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College and International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- PETEVA, Z. & TOSHEV, B., 2010. History of Chemistry and Its Place in the School Chemistry. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*. **4**(1), 48 – 61 [In Bulgarian].
- SCHIAVI, G.S & BEHR, A., 2018. Emerging technologies and new business models: a review on disruptive business models. *Innovation & Management Review*. **15**(4), 338 – 355. <https://doi.org/10.1108/INMR-03-2018-0013>.
- SCHLEICHER, A., 2019. *PISA 2018: Insights and Interpretations*. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).
- TAFROVA-GRIGOROVA, A., 2010. Bulgarian school chemical education: The state of the art, what then? (Results from international and national studies). *Chemistry*. **19**(3), 163 – 188 [In Bulgarian].
- TAFROVA-GRIGOROVA, A., 2013. Contemporary trends in pupils' science education. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)* **7**(1), 121 – 200 [In Bulgarian].
- TAFROVA-GRIGOROVA, A., 2014. Education for Enhancing Scientific Literacy. *Chemistry. Bulgarian Journal of Science Education*. **23**(1), 27 – 47 [In Bulgarian].
- TAFROVA-GRIGOROVA, A., 2020. Science Domain in PISA 2015: Questionnaire Data and Conclusions. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*. **29**(3), 308 – 341 [In Bulgarian].
- TONGUR, S. & ENGWALL, M., 2014. The business model dilemma of technology shifts. *Technovation*. **34**(9), 525 – 535. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2014.02.006>.

## SCIENCE EDUCATION IN BULGARIA AND TOP TEN EMERGING TECHNOLOGIES 2019 – 2021 IN CHEMISTRY

**Abstract.** Since 2019, IUPAC has nominated the “Top Ten Emerging Technologies in Chemistry”, highlighting the impact of chemistry on overall life and looking to the future. These technologies have the potential to change the

world for the better, contribute to the sustainable development and prosperity of our planet and society. Examples include RNA vaccines and rapid tests, biosensors and sonochemical coatings, artificial intelligence and nanopesticides, and many other well-established commercial products that have completely renewed our society. Emphasizing the great importance of chemistry for the creation of new materials and technologies inspires the new generation of young scientists for creativity, research, finding solutions. The creation of new advanced technologies requires a resource of well-educated and trained specialists in the field of natural sciences. Along with the emerging technologies in chemistry, the following negative trends are observed in Bulgarian school education: – reduced interest in studying chemistry; a smaller number of high school graduates choose the state exam in natural sciences; there is no echo of emerging technologies in chemistry and they are out of sight of students. There are also negative aspects in university education, as about 25% of initially enrolled students manage to complete their higher education. The reasons for these phenomena are complex – difficulties in understanding the material, lack of motivation, poor teaching and more. Every teacher can think about this, but the connection between chemistry education and new technologies is more than clear.

*Keywords:* science education; emerging technologies in chemistry; marketing forecasts; growth rate; annual net income

✉ **Dr. Hristo Hristov, Assist. Prof.**

ORCID iD: 0000-0001-6940-3594

Department of Inorganic Chemistry

Faculty of Chemistry and Pharmacy

University of Sofia

1, James Bourchier Blvd.

1164 Sofia, Bulgaria

E-mail: [nhhh@chem.uni-sofia.bg](mailto:nhhh@chem.uni-sofia.bg)