

ТРУДНИ ТЕМИ В УЧЕБНАТА ПРОГРАМА ПО ХИМИЯ ОТ ГЛЕДНА ТОЧКА НА УЧЕНИЦИТЕ

Калин Чакъров, Александрия Генджова
Софийски университет „Св. Климент Охридски“

Резюме. Химията често се възприема като труден предмет, а начинът, по който учениците възприемат ученето, влияе върху техните резултати. В изследването се търси информация от учениците за: темите от учебната програма по химия и опазване на околната среда (общозадължителна подготовка), които са възприемани от тях за трудни, и тези, които са им интересни; причините на затрудненията им и начини за преодоляването им. Анкетирани са 321 ученици на 16 – 17-годишна възраст. Най-трудните им теми са „Органична химия“ и „Величини и зависимости“ (абстрактни, изискващи специфични умения). Най-интересни са „Органична химия“ и „Теория за електролитната дисоциация. Киселини и основи“. Между нивата на възприемана трудност и интерес няма значима корелация. Учениците свързват затрудненията с: информационно претоварване, акцент върху запомнянето вместо разбирането и липсващи връзки с практиката. Препоръчват повече лабораторни занятия и практическо приложение на наученото. Резултатите от изследването могат да послужат за подобряване на учебните програми и практиката на обучението по химия¹⁾.

Keywords: Students' Perceived difficulties; Chemistry curricula; Chemistry education

Въведение

Познаването и разбирането на природните науки и технологията, в частност – процесите и явленията, изучавани по химия и опазване на околната среда, са определящи за изграждането на природонаучна грамотност, необходима за образованието, подготовката и реализацията на младите хора в съвременното общество²⁾. Ето защо предметът химия и опазване на околната среда е важна част от общозадължителната подготовка на учениците в средното училище. Същевременно резултатите на българските ученици по природни науки от международното изследване PISA 2018 са най-ниските от 2006 г. насам (OECD 2019³⁾; Tafrova-Grigorova 2013). Изследвания на преподаватели от Софийския университет „Св. Кл. Охридски“ показват, че учениците срещат затруднения по химия въпреки намаляването на учебното

съдържание в задължителната подготовка (Tafrova-Grigorova et al. 2008). В проучване на нагласите на учениците към природните науки на Gendjova (2017) химията е посочена като втория най-малко харесван предмет, след математиката.

Явно е, че българските учениците срещат трудности при изучаване на природни науки, и в частност – на химията. За да се преодолеят или намалят ученическите затруднения, е необходимо първо да се установят областите от учебното съдържание по предмета, които учениците възприемат като трудни и да се потърсят причините за това. Това ни насочи към темата на нашето изследване.

Поставени са следните изследователски въпроси:

1. Кои теми от учебното съдържание по химия се възприемат като трудни от учениците?
2. Кои теми от учебното съдържание по химия са интересни за учениците?
3. Има ли връзка между субективната трудност на отделните теми и изразения интерес към тях?
4. Кои умения се преценяват от учениците като важни за успеха им по химия?
5. Какви са причините за затрудненията по предмета според учениците?
6. Какви предложения за преодоляване на затрудненията по предмета предлагат учениците?

Преглед на литературата

Възприятия на учениците за трудност

Кемра (1991) предлага доста широка дефиниция на „учебни трудности“ или „затруднения на учениците в обучението“ (learning difficulties) като ситуации, в които учащите не успява да схване концепция или идея в резултат на няколко фактора. Тези фактори могат да включват природата на притежаваните идеи и знания от ученика, сложността на учебната задача, комуникационни проблеми и несъответстващи подходи за обучение (Кемра 1991). Трудностите на учениците при учене могат да се интерпретират различно. Те могат да са действителни (actual learning difficulties) и/или възприемани от учениците (students' perceived learning difficulties) (Tajino 1997). Начинът, по който учениците възприемат ученето, играе важна роля за резултата от него. Учащите понякога предрешават представянето си в определени дейности или теми, категоризирайки ги като лесни или трудни въз основа на техните възприятия. Възприятията на учениците за трудност могат да функционират като емоционален фактор и да повлияят на техните очаквания и ангажираност към ученето. Високото ниво на трудност може да намали тяхната мотивация и да предизвикат безпокойство или негативно отношение към ученето (Lee & Tajino 2008).

Химията като област на затруднения

Природата на химията предполага някои трудности при нейното изучаване.

Химията е концептуална наука. Учебното съдържание по предмета обикновено включва много абстрактни понятия, чието разбиране е от основно значение за по-нататъшното обучение, а изучаването на химичните понятия не е лесно (Taber 2002; Taber 2019). Много ученици в гимназиален етап, а също и студенти, не могат да мислят на нужното за абстрактните научни понятия ниво (Crippen & Brooks 2009). Химията е наука, която се характеризира с взаимодействие между емпиричния опит и теорията (Taber 2019). За да се обяснят наблюдаваните на макроравнище свойства на веществата и химични процеси, е необходимо те да се концептуализират на субмикроскопско ниво и да се използват теоретични модели (Taber 2013; Dumon & Mzoughi-Khadhraoui 2014; Justi & Gilbert 2002). Съществена характеристика на химията е постоянното взаимодействие между макроскопското, субмикроскопското и символното ниво на мислене и представяне (химичен триплет), което е сериозно предизвикателство за учащите (Johnstone 1982; Johnstone 1991; Johnstone 2000). Проучванията показват, че учениците срещат затруднения както на отделните нива (Gilbert 1998; Justi & Gilbert 2002; Harrison & Treagust 2002; Talanquer 2007; De Jong et al. 2013; De Jong & Taber 2014), така и при установяването на връзка между тях (Gabel 1998, 1999; Onwu & Randall 2006; Sirhan 2007; Gilbert & Treagust 2009; Taber 2013). Devetak et al. (2004) обосновават сложността в преподаването и изучаването на химия чрез връзката между отделните нива и затрудненията на учениците с трансфера на знания от едно ниво на друго. Сред причините за ученическите затруднения на субмикронивото са неразбирането на ролята, същността, обхвата и ограниченията на различните модели, като принос за последното имат и самите учители (Gilbert 1998; Justi & Gilbert 2002; Harrison & Treagust 2002; Talanquer 2007; De Jong et al. 2013; De Jong & Taber 2014). Представянето на връзката и зависимостите между отделните нива на разглеждане, а и комуникацията в химията, като цяло, се осъществява посредством специфичен език, основан на правила и конвенции, включващ както химични, така и математични символи, знаци, формули и уравнения (Taber 2013; Dumon & Mzoughi-Khadhraoui 2014). Основна пречка пред разбирането на предмета не са трите нива на представяне на материята, а преподаването главно на най-абстрактното – символното. Наред с това, честата употреба на математически символи, формули и уравнения за изразяване на взаимовръзки на макро- и субмикронивото допълнително завишава поставените пред обучаваните познавателни изисквания (Gabel 1999). Истински бариери пред разбирането на предмета са ученическите субективни концепции, различаващи се от научните, т.нар. мiskonцепции или алтернативни концепции (Nakleh 1992; Mulford & Robinson 2002; Taber 2002, 2009; Atanassov &

Gendjova 2019). Сложната лексика, новите значения, които придобиват познати от всекидневието думи, както и стегнатият стил на изложение на учебния материал завишават когнитивните изисквания пред учащите и могат да доведат до когнитивно претоварване (Snow 2010; Quílez 2019). Затрудненията на учениците понякога се дължат и на ограничения капацитет на работната им памет, претоварена от твърде много информация (Kirschner et al. 2006; Sirhan 2007; Reid 2008, 2014) или на липсата на мотивация за учене по предмета (Pintrich & Schunk 2002; Sirhan 2007; Gendjova 2014).

Области на трудност в учебните програми по химия

Области на трудност (затруднение) на учениците по природни науки са научни концепции или теми, които учениците трудно учат (Hanley et al. 2018). Редица изследователи правят сравнително разглеждане на нивата на трудност, които учениците изпитват по определена тема или концепция. Например проучване на Jimoh (2005) сред гимназисти показва, че за тях са трудни темите: строеж на веществата, химично съединяване, газови закони, органична химия, скорост на химичните реакции, неметали и техни съединения, термохимия, качествен и количествен анализ. Изследване на Childs & Sheehan (2009) показва, че за 15-годишните ученици най-трудни са темите строеж на атома, химична връзка, химична символика и химични уравнения (най-абстрактните), а за 18-годишните – органична химия, количествени изчисления. Според Gongden et al. (2011) темите, възприемани като трудни, са: видове химични реакции, окислително-редукционни реакции, химично равновесие, разтворимост, номенклатура на органичните съединения. За Ogunkola & Samuel (2011) причини за ученическите затруднения по химия са: абстрактната същност на научните понятия и теории, недоброто онагледяване чрез модели и скучните подходи на преподаване. Според Broman et al. (2011) някои теми са едновременно интересни и лесни за учениците, например строеж на атома, докато други са трудни за разбиране, но въпреки това интересни, например биохимия. Отчита се необходимост от повече лабораторни упражнения и приложение на наученото в практиката. За de Quadros et al. (2011) трудните области са: количествен аспект на химията (изискват математическа подготовка и тълкуване условието на задачите); органична химия; строеж на веществото (абстрактна природа, трудно разбиране и визуализиране на теоретични модели). Отчита се недостатъчен акцент върху разбирането на учебното съдържание и връзката с всекидневието и практиката. Според изследване на Monica (2013) причините за ученическите затруднения по химия са: ниското ниво на математически умения и малкият брой практически дейности. За Gafoor & Shilna (2013) темите, възприемани като трудни от учениците, са: Периодична система и химична връзка, светът на въглерода и разделяне на смеси. Според Uchegbu et al. (2015) пречка пред ефективното преподаване на химията

е възприемането □ като труден и високо теоретичен предмет от учениците. Uchegbu et al. (2016) установяват, че за учениците са трудни темите: газови закони, въглеродороди и алканоли. За Akani (2017) затрудненията са в области като: киселинно-основен обменен анализ; скорост на химичните реакции и енергийни промени; метали, неметали и техни съединения; ядрена химия; приложна химия; качествен химичен анализ. Uzezi et al. (2017) докладват, че учениците възприемат като трудни темите: строеж на атома; киселини, основи и соли; органична химия; термохимия; скорост на химичните реакции. За Bilek et al. (2019), по мнение на учителите, критичните области в обучението по предмета са: химични уравнения, химична номенклатура, химични изчисления и строеж на веществото (много абстрактни и изискващи математичен апарат). Според Penn & Umesh (2020) проблемни за обучението по химия са химичните реакции и изравняването на химични уравнения поради абстрактната си същност, научния език и символика.

Налице са множество чуждестранни проучвания върху проблема за субективните ученически трудности на определени области от учебното съдържание по химия и възможните причини за тях. Подобни изследвания, направени сред български ученици, не бяха открити.

Методология

За да се определи как българските ученици възприемат трудността на отделни области от съдържанието на предмета химия и опазване на околната среда за общозадължителна подготовка, през учебната 2018/2019 година е направено анкетно проучване.

Участници

В проучването участват 321 ученици на 16 – 17-годишна възраст от пет средни училища, обучавани в реална учебна среда. Анкетираните са подбрани на случаен принцип. Като единственото изискване към тях е да са в X или XI клас, за да може да са изучили всички теми от учебното съдържание за общозадължителна подготовка, посочени в анкетната карта.

Инструментарий

За събиране на информация се използва анкетна карта (адаптирана по Bromar et al. 2011) с 6 въпроса. С първия въпрос се търси предварителна обща информация за някои характеристики на учениците (наличие на интерес към химията, навици за учене и самоефективност по предмета). Чрез втория въпрос се изисква учениците да оценят по степен на важност уменията, необходими за успеха им по предмета, като използват скалата: *1 = не е важно; 2 = важно е в малка степен; 3 = важно е в значителна степен; 4 = много е важно*. Третият въпрос търси информация за най-интересните теми от учеб-

ната програма по предмета. За изразяване на степента на съгласие е използвана Ликертова скала: 1 = *напълно съм несъгласен*; 2 = *отчасти съм несъгласен*; 3 = *нито съгласен, нито несъгласен*; 4 = *отчасти съм съгласен*; 5 = *напълно съм съгласен*. Чрез четвъртия въпрос трябва да се определи степента на трудност на темите по скала: 1 = *много лесна*; 2 = *сравнително лесна*; 3 = *умерена*; 4 = *трудна*; 5 = *много трудна*. Петият въпрос изисква да посочат причините за затрудненията по избраните теми. Чрез шестия въпрос се търси информация за това, което може да направи обучението по предмета по-успешно и привлекателно, според учениците.

Анализ на резултатите

За определяне нивото на трудност за всяка тема е изчислен индекс на относителна трудност $IRD\% = \frac{Nd}{Nt - Nn} \cdot 100$, където Nd е броят ученици, определили темата като трудна, Nt – общият брой ученици в извадката, а Nn – броят ученици, които все още не са изучавали темата (Johnstone & Mahmoud,

1980). В настоящото изследване Nn = 0. За нивото на интереса аналогично е изчислен индекс на относителен интерес IRI: $IRI\% = \frac{Ni}{Nt - Nn} \cdot 100$, където

Ni е броят ученици, определили темата като интересна, Nt – големината на извадката, Nn – броят ученици, които не са изучавали темата, като тук Nn = 0. За лесни теми се приемат тези, със средна стойност на трудността под 1,67; не съвсем лесни – 1,66 – 2,00; нито лесни, нито трудни – 2,01 – 3,00; по-малко трудни – 3,01 – 3,32; и трудни – над 3,33. За безинтересни теми се приемат тези със средна стойност на интереса под 1,67; не съвсем безинтересни – 1,66 – 2,00; нито интересни, нито безинтересни – 2,01 – 3,00; по-малко интересни – 3,01 – 3,32; и интересни теми – над 3,33. Процентът на съгласие с дадено твърдение е относителната честота на отговорилите с 4 и 5. При анализ на резултатите са използвани статистически методи.

Резултати

Чрез отговорите на първия въпрос е получена най-обща представа за извадката. Установено е, че тя е разнородна и в нея участват ученици с различни възможности и различно ниво на проявен интерес и навици за учене по предмета. Ще разгледаме по-подробно тези резултати, които дават отговор на изследователските въпроси.

Теми от учебното съдържание по химия, възприемани като трудни от учениците.

За да се определи кои от темите от учебното съдържание по химия и опазване на околната среда се възприемат като най-трудни от учениците, за всяка тема е изчислен индекс на относителна трудност IRD в % и средна трудност (Mean). Въз основа на тези величини темите са подредени по намаляващо ниво на тяхната трудност (табл.1).

Таблица 1. Темы от учебното съдържание, подредени по намаляване на трудността им според индекса и средната стойност на трудността (n = 321)

Ранг	Темѝ	IRD,%	Mean
1.	Органична химия. Въглеродороди и техни производни	49	3,7
2.	Химични изчисления. Величини и зависимости	44	3,5
3.	Скорост на химичните реакции. Катализа	43	3,5
4.	Химично равновесие	41	3,4
5.	Теория за електролитната дисоциация. Киселини и основи	40	3,2
6.	Термохимия	39	3,2
7.	Окислително-редукционни процеси	39	3,1
8.	Свойства на разтворите	34	3,0
9.	Валентност и степен на окисление	25	2,8
10.	Свойства на метали, неметали и техни съединения	21	2,7
11.	Химична връзка	20	2,6
12.	Периодична таблица и закономерности, свързани с нея	17	2,3
13.	Строеж на атома	15	2,0

Според индекса на трудност и средната трудност темите, възприемани от учениците като най-трудни, са: „Органична химия“ (IRD = 49%; Mean = 3,7); „Химични изчисления. Величини и зависимости“ (44%; 3,5); „Скорост на химичните реакции“ (43%; 3,5) и „Химично равновесие“ (41%; 3,4). По-малко трудни за учащите са темите: „Теория за електролитната дисоциация. Киселини и основи“ (40%; 3,2), „Термохимия“ (39%; 3,2) и „Окислително-редукционни процеси“ (39%; 3,1). Останалите шест теми могат да се приемат като нито трудни, нито лесни.

Темѝ от учебното съдържание, възприемани като интересни от учениците

За да се провери какъв е интересът към отделните теми, за всяка тема е пресметнат индекс на относителен интерес (IRI в %) и средната стойност на интереса (Mean). В таблица 2 темите са подредени в ранг по намаляване на интереса към тях.

Таблица 2. Теми от учебното съдържание, подредени по намаляване на интереса към тях според индекса и средната стойност на интереса (n = 321)

Ранг	Теми	IRD,%	Mean
1.	Органична химия. Въглеродороди и техни производни	24	2,7
2.	Теория за електролитната дисоциация. Киселини и основи	23	2,6
3.	Термохимия	22	2,6
4.	Строеж на атома	21	2,5
5.	Периодична таблица и закономерности, свързани с нея	21	2,5
6.	Свойства на метали, неметали и техни съединения	17	2,3
7.	Окислително-редукционни процеси	17	2,2
8.	Химична връзка	17	2,2
9.	Скорост на химичните реакции. Катализа	17	2,1
10.	Валентност и степен на окисление	16	2,0
11.	Химични изчисления. Величини и зависимости	16	1,9
12.	Свойства на разтворите	14	1,8
13.	Химично равновесие	14	1,6

Оказва се, че химичното съдържание не се радва на особен интерес от учениците – само 18% от учениците проявяват интерес към темите (Mean = 2,2). Най-често посочвани като интересни са темите: „Органична химия“ (24%; 2,7), „Теория на електролитната дисоциация. Киселини и основи,“ (23%; 2,6), „Термохимия“ (22%; 2,6), „Строеж на атома“ (21%; 2,5), „Периодична таблица и закономерности“ (21%; 2,5). След тях са темите „Свойства на метали и неметали“ (17%; 2,3), „Окислително-редукционни процеси“ (17%; 2,2), „Химична връзка“ (17%; 2,2) и „Скорост на химичните реакции“ (17%; 2,1). Най-скучни за учениците са темите „Валентност и степен на окисление“ (16%; 2,0), „Химични изчисления“ (16%; 1,9), „Свойства на разтворите,“ (14%; 1,8) и „Химично равновесие“ (14%; 1,6).

Сравнение на трудността и интереса към темите на учениците

С въпроса за интересни теми от учебното съдържание бе потърсена връзка между възприемана трудност и интерес, като очаквахме, че трудните теми ще са най-малко интересни. Това наше очакване не се оправда, както се вижда от съпоставителната графика трудност/интерес (фиг. 1). Теми, които се възприемат като трудни, например „Органична химия“, се посочват едновременно като интересни. Сред интересните попадат и такива, които се възприемат като лесни – „Строеж на атома“ и „Периодична таблица“. Има и такива, които са трудни и същевременно неинтересни за учениците, напр. „Химични изчисления“.

При търсене на корелационна зависимост между нивата на трудност и интерес установихме, че няма значима корелация при ниво на статистическа сигурност 95% ($\alpha = 0,05$) $\alpha = 0,05$.



Фигура 1. Сравнение на трудността и интереса на учениците към темите от учебното съдържание

Най-важните за успеха на учениците умения по предмета

Учениците са попитани за важните умения за успеха им по предмета, техните отговори по намаляване на честотата на проявеност са представени в таблица 3.

Таблица 3. Важни умения за успеха по предмета според учениците

Ранг	Умения за успех по предмета	Честота, %
1	Самостоятелно учене	100
2	Разбиране на научни понятия, принципи и закони	90
4	Помнене на формули и информация	60
3	Правене на обосновани изводи и логични заключения	40
5	Работа съвместно в екип	10
6	Решаване на творчески задачи и практически проблеми	10
7	Търсене на научна информация от различни източници	0
8	Споделяне и представяне на наученото пред другите	0

Според анкетираните най-важното умение е това да учат самостоятелно (100%). Следващи по важност са: разбирането на научни понятия, принципи и закони (90%); помненето на формули и информация (60%); правенето на обосновани изводи и заключения (40%). Само за 10% от учениците са важни решаването на практически проблеми и работата в екип. Никой от анкетираните не е избрал отговори, свързани с търсене и комуникиране на научна информация.

Причини за затрудненията на учениците при изучаването на темите

Отговорите на учениците за пречките пред тяхното учене според честотата на проявеност са представени в таблица 4.

Таблица 4. Причини за затрудненията на учениците при учене по предмета, подредени по ранг

Ранг	Причини за затрудненията на учениците	Честота, %
1.	Материалът е обемен	50
2.	Необходимо е запаметяване	48
3.	Не се вижда връзката с практиката	41
4.	Изискват се усилия и системност	39
5.	Малко химични опити	33
6.	Използва се химичен език и символи	31
7.	Часовете са малко	29
8.	Понятията са абстрактни	27
9.	Използва се математика	23
10.	Необходими са логика и мислене	18
11.	Онагледяването с модели и схеми	16

Най-големите проблеми при изучаване на химия според учениците са: обеят на материала (50%), запаметяването (48%) и липсващата връзка с практиката (41%). За немалка част от тях затрудненията идват от: необходимите системни усилия (39%), малкото опити (33%), химичния език и символи (31%). Работата с модели и мисленето не затрудняват особено учениците.

Предложения на учениците за преодоляване на затрудненията

За разбирането на проблема и за неговото решаване е важно да се знаят препоръките за учениците. Те са подредени по намаляване честотата на проявеност в таблица 5.

Таблица 5. Предложения на учениците за преодоляване на затрудненията при учене по предмета, подредени по ранг

Ранг	Предложения на учениците	Честота, %
	Повече практическа дейност	63
	По-добре написани учебници и помагала	54

	Повече работа по групи	40
	Повече използване на технологиите в час	40
	Повече обяснения от учителя	36
	По-добра база в училище	34
	Повече дисциплина в часа	28
	По-добре подготвени учители	23
	Повече самостоятелно учене	22
	Повече часове по предмета	22

Според учениците намаляването на затрудненията им по предмета може да стане чрез увеличаване на: часовете за практическата дейност (63%), качеството на написаните учебници (54%), работата по групи (40%), времето за използване на технологии в час (40%), количеството обяснения от учителя (36%), качеството на материална база в училище (34%) и нивото на дисциплината в час (28%).

Обсъждане

Резултатите от нашето изследване ясно показват, че учениците възприемат като най-трудни темите „Органична химия“ и „Химични изчисления“. Тук се наблюдава сходство в резултатите с Broman et al. (2011) по този въпрос. Темите, посочени като трудни, показват къде трябва да се съсредоточат усилията на учителите в процеса на обучение по химия. Органичната химия, теорията за електролитната дисоциация и строежът на атома са сред най-интересните теми. Резултатите са в съгласие с Broman et al. (2011). Вижда се, че органичната химия, която се възприема като трудна от най-голяма част от учащите, същевременно е определена от тях като интересна. Интересът към органичната химия би могъл да се обясни със значението на органичните вещества за живите организми и процесите, протичащи в тях, както и широката употреба в бита и промишлеността. Причините за затрудненията по темата могат да бъдат предмет на допълнително проучване. Химичните изчисления се открояват като областта, посочена от най-много ученици, като трудна и неинтересна. Това може да се дължи на: недостатъчни математически умения, неподходящи педагогически подходи към решаването на задачи, формално зададени задачи и други.

Между интереса към темите и тяхната субективна трудност не бе установена значима корелация. Липсата на корелация би могла да се обясни с факта, че за учениците, които проявяват интерес към химията, трудността не е пречка, а е предизвикателство, а при други ученици появата на известна трудност води до угасване на интереса.

Оценените като важни умения за успех по предмета от учениците са далеч от обществените очаквания за развитие на мислещи и компетентни млади хора. Това показва, че има някакъв проблем в обучението, който също трябва да се изследва допълнително.

Препоръките на учениците за благоприятна среда за обучение са в съгласие с Broman et al. (2011). Изясняването на причините на затрудненията и препоръките на учениците ще позволи подобряването на процеса на обучение на учениците както в съдържателен, така и в процесуално-дейностен аспект.

Заклучение

От установените трудности и причините за тях можем да направим заключение, че ученическите затруднения могат да се дължат на различни фактори. От една страна, е природата на химията – например абстрактност, химичен триплет, специфичен език и др. От друга страна, са големият обем на учебния материал; малкият брой часове; недостатъчните връзки с практиката в учебните програми и учебниците. От трета страна, е неблагоприятната учебна среда: недостигащите практически и групови дейности; обучение, подпомогнато от ИКТ и липсата на дисциплина в час. Вероятно влияние оказват и личностните характеристики на самите ученици и професионализмът на техните учители.

В резултат на това бихме направили някои препоръки за практиката.

За да се даде време за разбиране на най-важните химични концепции и да се отчете лимитът на работната памет на учениците, е необходимо да се намали натовареността на учебната програма. Акцентите върху мисленето трябва са по-отчетливи в учебните програми и в подбора на методи за постигането им. За осъзнаване полезността на химията от учениците в учебното съдържание по предмета трябва да се покаже по-ясно връзката между теория и практика. За осмисляне важността и развитието на ключовите компетентности у учащите е нужно те да са активни участници в повече практически дейности. Не на последно място – за провеждане на благоприятен за учениците учебен процес трябва да се осигури необходимата дисциплина в часовете по предмета.

Ограничение на настоящото изследване е фактът, че подборът на училища, в които се обучават гимназистите, не е направен на случаен принцип, а е по целесъобразност.

За по-детайлно изясняване на причините за ученическите затруднения в областта на органичната химия е необходимо да бъдат направени допълнителни изследвания.

БЕЛЕЖКИ

1. Докладвана на 19-а национална конференция по химия за студенти и докторанти, Факултет по химия и фармация на СУ „Свети Кл. Охридски“, София, 2 – 4 юни 2021 г.
2. Учебна програма по химия и опазване на околната среда за X клас (общообразователна подготовка), достъпна на <http://www.mon.bg/bg/2238>
3. OECD (2019). PISA 2018 Results (Volumes I – III). Bulgaria – Country Note – PISA 2018 Results. Retrieved from: https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_BGR.pdf

REFERENCES

- Akani, O., 2017. Identification of the areas of students' difficulties in chemistry curriculum at the secondary school level. *International Journal of Emerging Trends in Science and Technology*, **4**(4), 5071 – 5077.
- Atanassov K. & Gendjova A., 2019. High-school students' misconceptions about chemical equilibrium. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, **29**(3), 314 – 330. [In Bulgarian]
- Bilek, M., Chroustova, K., Rychtera, J., Machkova, V., Kolar, K., Štrofova, J. & Bartova, I., 2019. Teachers' view on the lower secondary chemistry curriculum in the Czech Republic. *Education: Current challenges and possible solutions*.
- Broman, K., Ekborg, M. & Johnels, D., 2011. Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools. *NorDiNa: Nordic Studies in Science Education*, **7**(1), 43 – 60.
- Childs, P. & Sheehan, M., 2009. What's difficult about chemistry? An Irish perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, **10**(3), 204 – 218.
- Crippen, K. & Brooks, D., 2009. Applying cognitive theory to chemistry instruction: the case for worked examples. *Chemistry Education Research and Practice*, **10**(1), 35 – 41.
- De Jong, O. & Taber, K., 2014. The many faces of high school chemistry. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of research on science education*, **2**, 457 – 480.
- De Jong, O., Blonder, R. & Oversby, J., 2013. How to balance chemistry education between observing phenomena and thinking in models. In *Teaching chemistry – A studybook* (pp. 97 – 126). Brill Sense.
- de Quadros, A., Carvalho Da-Silva, D., Silva, F., Pereira de Andrade, F., Aleme, H., Tristão, J. & DeFreitas-Silva, G., 2011. The knowledge of chemistry in secondary education: difficulties from the teachers' viewpoint. *Educación química*, **22**(3), 232 – 239.

- Devetak, I., Urbančič, M., Grm, K. S., Krnel, D. & Glažar, S. A., 2004. Submicroscopic representations as a tool for evaluating students' chemical conceptions. *Acta Chimica Slovenica*, **51**(4), 799 – 814.
- Dumon, A. & Mzoughi-Khadhraoui, I., 2014. Teaching chemical change modeling to Tunisian students: an “expanded chemistry triplet” for analyzing teachers' discourse. *Chemistry Education Research and Practice*, **15**(1), 70 – 80.
- Gabel, D. L., 1998. The complexity of chemistry and its implications for teaching. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* **1**, 223 – 248. London: Kluwer.
- Gabel, D., 1999. Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, **76**(4), 548.
- Gafoor, K. & Shilna, V., 2013. Perceived Difficulty of Chemistry Units in Std IX for Students in Kerala Stream Calls for Further Innovations. *Online Submission*.
- Gendjova, A., 2014. Some strategies for motivation students to learn Chemistry. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, **23**(1), 53 – 72. [In Bulgarian]
- Gendjova, A., 2017. Students' attitudes related to science and scientists: stereotypes, peculiarities, implications. *Chemistry*, **26**(1), 139 – 154.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F., 2009. Introduction: Macro, submicro and symbolic representations and the relationship between them: Key models in chemical education. In *Multiple representations in chemical education*, 1 – 8. Springer, Dordrecht.
- Gilbert, J., 1998. Explaining with models. In M. Ratcliffe (ed.), *ASE Guide to Secondary Science Education*, London: Stanley Thornes
- Gongden, J., Gongden, E. & Lohdip, Y., 2011. Assessment of the difficult areas of the senior secondary school 2 (two) chemistry syllabus of the Nigeria science curriculum. *African Journal of Chemical Education*, **1**(1), 48 – 61.
- Hanley, P., Hepworth, J., Orr, K. & Thompson, R., 2018. Literature review of subject-specialist pedagogy. London: The Gatsby Charitable Foundation.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F., 2002. The particulate nature of matter: challenges in understanding the submicroscopic world. In *Chemical education: Towards research-based practice*, 189 – 212. Dordrecht: Springer
- Jimoh, A. T., 2005. Perception of difficult topics in chemistry curriculum by students in Nigeria secondary schools. *Ilorin Journal of Education*, **24**, 71 – 78.

- Johnstone A. H., 2000. Teaching of chemistry – logical or psychological? *Chemistry Education Research and Practice*, **1**(1), 9 – 15.
- Johnstone, A. H., 1982. Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, **64**(227), 377 – 379.
- Johnstone, A.H., & Mahmoud, N. A., 1980. Isolating topics of high perceived difficulty school biology. *Journal of biological Education*, **14**(2), 163 – 166.
- Johnstone, A. H., 1991. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, **7**(2), 75 – 83.
- Justi, R. S. & Gilbert, J. K., 2002. Models and modelling in chemical education. In J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. F. Treagust & J. H. Van Driel (Eds.) *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, 47 – 68. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Kempa, R. F., 1991. Students' learning difficulties in science. Causes and possible remedies. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 119 – 128.
- Kirschner, P., Sweller, J. & Clark, R. E., 2006. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, **41**(2), 74.
- Lee, S. C. N., & Tajino, A., 2008. Understanding students' perceptions of difficulty with academic writing for teacher development: A case study of the university of Tokyo writing program. *京都大学高等教育研究*, **14**, 1 – 11.
- Monica, A. E., 2013. Correlates of Teachers and Students' Reasons for Content Difficulties in Senior Secondary School Chemistry Syllabus. *International Journal of Science and Research*, **2**(6), 396 – 399.
- Mulford, D. R. & Robinson, W. R., 2002. An inventory for alternate conceptions among first-semester general chemistry students. *Journal of chemical education*, **79**(6), 739
- Nakhleh, M. B., 1992. Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of chemical Education*, **69**(3), 191.
- Ogunkola, B. & Samuel, D., 2011. Science Teachers' and Students' Perceived Difficult Topics in the Integrated Science Curriculum of Lower Secondary Schools in Barbados. *World Journal of Education*, **1**(2), 17 – 29.
- Onwu, G. & Randall, E., 2006. Some aspects of students' understanding of a representational model of the particulate nature of matter in chemistry in three different countries. *Chemistry Education Research and Practice*, **7**(4), 226 – 239.
- Penn, M. & Umesh, R., 2020. An assessment of curriculum-specific learning difficulties in natural sciences within the South African con-

- text. *Proceeding in Conference: International Conference on Education and New Developments 2020*, 400 – 403.
- Pintrich, P. & Schunk, D.H., 2002. *Motivation in education: theory, research, and applications*. Upper Saddle River: Merrill
- Quílez, J., 2019. A categorisation of the terminological sources of student difficulties when learning chemistry. *Studies in Science Education*, **55**(2), 121 – 167.
- Reid, N., 2008. A scientific approach to the teaching of chemistry. What do we know about how students learn in the sciences, and how can we make our teaching match this to maximise performance? *Chemistry Education Research and Practice*, **9**(1), 51 – 59
- Reid, N., 2014. The learning of chemistry: the key role of working memory. In *Learning with understanding in the chemistry classroom* (pp. 77 – 101). Springer, Dordrecht.
- Sirhan, G., 2007. Learning difficulties in chemistry: an overview. *Journal of Turkish Science Education*, **4**(2), 2 – 20.
- Snow, C. E., 2010. Academic language and the challenge of reading for learning about science. *Science*, **328**(5977), 450 – 452.
- Taber, K. S., 2002. *Alternative Conceptions in Chemistry: Prevention, Diagnosis and Cure?* London: The Royal Society of Chemistry.
- Taber, K. S., 2009. Challenging misconceptions in the chemistry classroom: resources to support teachers. *Educació química*, **4**, 13 – 20
- Taber, K., 2013. Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, **14**(2), 156 – 168.
- Taber, K. S., 2019. *The Nature of the Chemical Concept: Re-constructing Chemical Knowledge in Teaching and Learning*. London: The Royal Society of Chemistry.
- Tafrova-Grigorova, A., 2013. Contemporary trends in pupils' science education. *Bulgarian Journal of Science & Education Policy*, **7**(1), 121 – 200.
- Tafrova-Grigorova, A., Kirova, M., Boiadjieva, E., & Kuzmanov, A., 2008. State educational requirements: expectation and reality. *Chemistry*, **17**(6), 411 – 423.
- Tajino, A., 1997. Learner difficulty: what is it and how well do we understand it? *Teacher Trainer*, **11**, 12 – 14.
- Talanquer, V., 2007. Explanations and teleology in chemistry education. *International Journal of Science Education*, **29**(7), 853 – 870.
- Uchegbu, R., Anozieh, M., Mbadiugha, C., Ibe, C. & Njoku, P., 2015. Teachers' Perception of the Impediments to Chemistry Teaching in Secondary Schools in Imo State, Nigeria. *Open Science Journal of Education*, **3**(5), 26 – 31.

- Uchegbu, R., Oguoma, C., Elenwoke, U. & Ogbuagu, O., 2016. Perception of difficult topics in chemistry curriculum by senior secondary school (II) students in Imo state. *AASCIT Journal of Education*, **2**(3), 18 – 23.
- Uzezi, J., Ezekiel, D. & Auwal, A. K., 2017. Assessment of conceptual difficulties in chemistry syllabus of the Nigerian science curriculum as perceived by high school college students. *American Journal of Educational Research*, **5**(7), 710 – 716.

DIFFICULT TOPICS IN THE CHEMISTRY CURRICULUM – BULGARIAN STUDENTS' VIEW

Abstract. Chemistry is often considered a difficult subject, and the way students perceive learning affects their achievements. The research aims to identify: the topics in the secondary Chemistry curriculum perceived as difficult and as interesting by the Bulgarian students, the reasons for students' difficulties and ways to overcome it. An inquiry was conducted with 321 students aged 16 – 17 years. According to them, the most difficult topics are Organic Chemistry and Chemical calculations (abstract and requiring specific skills). The most interesting topics are Organic Chemistry and Theory of Electrolytic Dissociation. Acids and bases. There is no significant correlation between levels of perceived difficulty and interest. Students relate difficulties to: information overload, emphasis on memorization, and lack of connections to everyday life. More lab activities and the practical application of the knowledge are recommended. Our research results can help improve Chemistry curricula and teaching practice.

✉ **Kalin Chakarov, PhD student (corresponding author)**

ORCID iD: 0000-0001-5015-3679

Research Laboratory on Chemistry Education & History & Philosophy of Chemistry
Faculty of Chemistry & Pharmacy
Sofia University
Sofia, Bulgaria
E-mail: chakarov_kalin@yahoo.bg

✉ **Dr. Alexandria Gendjova, Assoc. Prof.**

ORCID iD: 0000-0003-3460-1421

Research Laboratory on Chemistry Education & History & Philosophy of Chemistry
Faculty of Chemistry & Pharmacy
Sofia University
Sofia, Bulgaria
E-mail: exag@chem.uni-sofia.bg