

СОФИЙСКИ УНИВЕРСИТЕТ „СВ. КЛИМЕНТ ОХРИДСКИ“



Факултет по химия и фармация

Катедра „Физикохимия“

Учебно-научна лаборатория по химическо образование, история и философия на химията

КАЛИН НИКОЛАЕВ ЧАКЪРОВ

**ОБЛАСТИ НА ТРУДНОСТ В УЧЕБНОТО СЪДЪРЖАНИЕ ПО ХИМИЯ ОТ ГЛЕДНА ТОЧКА НА УЧЕНИЦИ И УЧИТЕЛИ. ЗАТРУДНЕНИЯ НА УЧЕНИЦИТЕ ПРИ ИЗУЧАВАНЕ НА ОРГАНИЧНА ХИМИЯ НА БАЗОВО НИВО**

**АВТОРЕФЕРАТ**

на дисертация за присъждане на образователната и научна степен „доктор“

в професионално направление – 1.3 Педагогика на обучението по ...

(Методика на обучението по химия)

**Научен ръководител:**  
доц. д-р Александрия Генджова

София, 2023

Дисертационният труд се състои от шест глави, включващи увод и заключение, списък на използваната литература и приложения. В рамките на изложението са включени 60 таблици и 15 фигури. Дисертационната работа съдържа 6 приложения с обем 18 страници. Цитираната литература включва общо 400 източника, от които 16 са на кирилица и 384 – на латиница. Общият обем на изследването е 174 страници.

Дисертационната работа е обсъдена и насочена за защита от Катедрен съвет на Катедрата по физикохимия (Учебно-научна лаборатория по химическо образование и история и философия на химията) на Факултета по химия и фармация при Софийския университет „Св. Климент Охридски“, проведен на 30.01.2023 г. с протокол № 1В/30.01.2023.

Защитата на дисертационната работа ще се проведе на .....от ..... ч. в Заседателната зала на Факултета по химия и фармация при Софийския университет „Св. Климент Охридски“, бул. „Джеймс Баучер" № 1.

Материалите по защитата са на разположение на интересуващите се във Факултета по химия и фармация при Софийския университет „Св. Климент Охридски“, бул. „Джеймс Баучер" №1, каб. 107.

## ГЛАВА 1. УВОД

Химията е един от най-важните клонове на науката – тя дава възможност на учениците да разбират това, което се случва около тях и да придобият вярна научна картина за света.

Химичното знание е определящо за това младите хора да вземат информирани решения като личности и граждани в съвременното общество. Изучаването на химия е основа за подготовката и реализацията на тези учащи, които избират кариера, свързана с науката.

Същевременно се наблюдава тенденция за намаляване на интереса към химическото образование в световен мащаб (Тошев, 2012; Potvin & Hasni, 2014). Все по-малко студенти се насочват към изучаване на природни науки и в частност – на химия, вкл. в Софийския университет (Замфиров, 2013). Все по-малко са учениците, които избират профилирано обучение по химия и опазване на околната среда. Проучване на нагласите на учениците към природните науки показва, че химията е вторият най-малко харесван предмет, след математиката (Генджова, 2017).

Част от причините за намаляващия интерес към този предмет се дължат на трудностите, които учениците срещат при изучаването му. Редица научни изследвания показват, че химията остава един абстрактен, сложен и неразбираем предмет за голяма част от учениците по света (Bradley & Brand, 1985; Gabel, 1999; Mortimer & Scott, 2000; Taber, 2001; 2002; 2009; 2013; Sirhan, 2007; Snow, 2010; Dumon & Mzoughi-Khadhraoui, 2014; Quílez, 2019).

Проблемът съществува и у нас. Българските ученици заемат едно от последните места в класацията по природни науки според международното оценяване PISA (ОЕСД, 2019; Тафрова-Григорова, 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 (Тафрова-Григорова и др., 2009, Кирова и др., 2010).

За да се преодолеят или намалят ученическите затруднения, е необходимо първо да се установят областите на трудност в учебното съдържание по предмета, а след това да се диагностицират затрудненията в конкретната предметна област.

Този проблем ни насочи към избора на тема, свързана с изследване на трудностите при изучаване и преподаване на химия и опазване на околната среда, общообразователна подготовка, в средното училище.

В последните десетилетия се наблюдава тенденция към провеждане на изследвания в химическото образование за определяне на основните затруднения и погрешни схващания сред учащите, както и на техните източници (Taylor & Coll, 1997; Taber, 2002; Ravialo, 2001; Taber & Coll, 2003; Özmen & Ayas, 2003; Pınarbaş, & Canpolat, 2003; O'Dwyer & Childs, 2011, 2017; Атанасов & Генджова, 2019).

Знанията на учителите за ученическите трудности и причините за тях са важен елемент от педагогическо предметно знание (Kind, 2009; Fernandez, 2014) и ключов елемент за ефективно преподаване (Coe et al., 2014). Изследванията, свързани педагогическо предметно знание за затрудненията по химия са сравнително малко (Pfundt, H. & Duit, R., 1998, цит. по Treagust, Nieswandt & Duit, 2000).

За осигуряване на качествено обучение и провеждане на успешна образователна реформа в българското училище, особено важен е въпросът за идентифициране на областите на трудности в обучението по предмета, както от гледна точка на учениците, така и на учителите. Отговорите на този въпрос биха били от значение за теорията и практиката на химическото образование, за подготовката на бъдещите учители по химия, както и за авторите на учебни програми и учебници.

Това определи целта на настоящото изследване, а именно:

Да се определят областите на трудност по химия според учениците и учителите в средното училище и специфичните затрудненията при изучаване на органична химия на базово ниво, общообразователна подготовка.

**Изследователските въпроси**, които си поставихме са:

1. Кои теми от учебното съдържание по химия са трудни/ интересни за учениците? Какви са причините за затрудненията и важните умения за постигането на успех? Има ли разлика в гледната точка на учениците и учителите?
2. Какви са реалните затруднения на учениците при изучаване на най-проблемната за тях област – органична химия?
3. Какви са ученическите възприятия за трудност и самоефективност по органична химия на базово ниво?
4. Какви са знанията на учителите за трудностите при преподаване и изучаване на органична химия на базово ниво, за причините за тях и ефективните методи за преподаване?

За постигане на поставената цел е необходимо да се решат следните **задачи**:

1. Да се направи проучване на научната литература по проблема за трудностите в обучението по химия, и в частност на тези по органична химия.
2. Да подберат, или разработят и приложат, подходящи изследователски методи и инструментариум за емпирично проучване на областите на трудности при преподаване и изучаване на химия, и на тези по органична химия на базово ниво, от гледна точка на ученици и учители.
3. Да се представят, анализират и обсъдят получените резултати за областите на трудност по химия, респективно на органична химия.
4. Да се предложат препоръки за приложение на резултатите в практиката и в бъдещи проучвания.

**Основните методи**, използвани в изследването са:

1. Анализ на научната литература и документен анализ по проблема
2. Анкетно проучване сред ученици и учители
3. Полуструктурирано интервю с учители
4. Диагностично тестиране на затрудненията на учениците
5. Статистически методи за обработка и анализ на резултатите

**Хронологични периоди** в изследването

Цялостното изследване е проведено в рамките на няколко периода:

*Теоретико-концептуален период*, свързан с наблюдение на педагогическата практика; проучване на литературни източници по проблема, с цел определяне на основни параметри на изследването; изграждане на идея и модел на изследване и на съответната технология.

*Емпиричен период* за уточняване на дизайна и провеждане на експериментално-диагностична дейност за изследване на трудностите в обучението в два етапа:

*Първи етап* – определяне на области на трудност (трудни теми в учебното съдържание по химия) при преподаване и изучаване на химия. По време на този етап са направени анкетно проучване на ученици - април 2018 - март 2019 и проучване сред учители по химия – април 2018 - март 2019.

*Втори етап* – определяне на реалните области на трудност при изучаване и преподаване на органична химия на базово ниво. По време на този етап са направени: предварителен диагностичен тест – юни 2020; интервю с учители – октомври 2020; анкета сред учители – септември-октомври 2020; основен диагностичен тест – май-юни 2021; анкета с ученици – май-юни 2021.

*Заключително-резултативен период*, свързан с обобщаване на събрания емпиричен материал и интерпретация на получените резултати от изследването – юли 2021 – декември 2022.

### ***Обхват на изследването***

В изследването участват общо 778 български ученици и 76 учители по химия.

В първия етап на емпиричното изследване вземат участие 321 български ученици на 16 – 17-годишна възраст, обучавани в реална учебна среда, от пет средни училища и 20 учители от различни по тип средни училища.

Във втория етап на изследването участват общо 457 български ученици на 15 – 16 годишна възраст от училища от различен тип, намиращи се в различни населени места. Те се обучават от разстояние в електронна среда (ОРЕС). Учителите, включени в този етап, са общо 56. Повечето от тях имат висока квалификация и продължителен педагогически стаж и работят в различни по тип училища.

### ***Структура и основно съдържание на дисертацията***

Дисертацията се състои от шест глави, включващи увод и заключение, списък на използваната литература и приложения.

В *Първа глава - Увод* се обсъжда значимостта и актуалността на темата, целта и задачите, изследователските въпроси, хронологичните периоди, методите на изследването, обхвата на изследването и основните работни понятия.

Основното съдържание е структурирано в следващите три глави, обособени целенасочено и тематично.

Във *Втора глава* на дисертацията е направен преглед на научната литература за трудностите при преподаване и изучаване на химия в средното училище. Проучени са факторите, свързани с природата на химията и с личността на ученика, влияещи върху затрудненията по предмета. Направен е преглед на мястото на органичната химия на базово ниво в учебната програма по химия и опазване на околната среда за 9. клас. Открити са някои особености на органичната химия и асоциираните с тях трудности, които са предизвикателство в процеса на обучение. Направен е анализ на предишни научни изследвания, посветени на темата на дисертацията.

*Трета глава* описва методологията на емпиричното изследване към всеки от двата етапа по отношение на: дизайна на изследването, извадките, методите и инструментариума, провеждането и начина за анализиране на резултатите.

В *Четвърта глава* са представени, обсъдени и обобщени получените резултати за трудните и интересните теми от учебното съдържание по химия, причините за затрудненията и важните умения за постигането на успех по предмета, според учителите и учениците.

*Пета глава* от настоящата дисертация разглежда констатираните обективни затруднения на учениците от 9. клас при изучаването на органична химия на базово ниво, описани са ученическите възприятия за трудност и самоефективност по органична химия, както и педагогическото знание за трудностите при изучаване и преподаване на органичната химия.

В *Шеста глава – Заключение* са направени изводи и обобщения в съответствие с анализиранияте резултати. Посочени са приносите и ограниченията на настоящото изследване. Направени са предложения за приложение на получените резултати и са очертани перспективи за бъдещи изследвания.

## ГЛАВА 2. ТРУДНОСТИ ПРИ ПРЕПОДАВАНЕ И ИЗУЧАВАНЕ НА ХИМИЯ

### 2.1. Източници на трудности при преподаване и изучаване на химия

Millar (1991) твърди, че репутацията на природните науки като „трудни предмети“ може да се дължи на външни фактори (не могат да се контролират от ученика) и вътрешни фактори (могат да се контролират от ученика). В този труд факторите ще бъдат разгледани като външни и вътрешни източници на трудности в обучението по химия. Външните източници са свързани главно със самия учебен предмет, а вътрешните – със знанието и процеса на учене на ученика.

Природата на химията предполага някои трудности при нейното изучаване. По обхвата на предмета си химията заема междинна позиция между физиката и биологията (Reinhardt, 2001). Химията си прилича с тези науки по това, че тя е експериментална наука (Tsaparlis, 2001). 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, 2013). Химията се характеризира със 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). 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). 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, 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; 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. Според Gabel (1999) основна пречка пред разбирането на предмета не са трите нива на представяне, а преподаването главно на най-абстрактното – символното. Използването на *химичен език* завишава когнитивните изисквания пред учащите и води до когнитивно претоварване ((Dumon & Mzoughi-Khadhraoui, 2014; Markic & Childs, 2016, Snow, 2010; Quílez, 2019). Честата употреба на *математически символи, формули и уравнения* за изразяване на взаимовръзки на макро- и субмикро- нивото допълнително завишава поставените пред обучаваните познавателни изисквания и води до затруднения (Gabel, 1999; Orton & Roper, 2000; Davison, Miller & Metheny, 1995). *Практическата работа по химия* става проблем е, ако тя се смята само за придатък към теорията (Mbajiorgu & Reid, 2006). Според Tsaparlis (2009) конкретните преживявания могат да бъдат предпоставка за концептуално разбиране на химията, но това разбиране в крайна сметка се предоставя чрез субмикро- и символното нива, а връзката на макроравнището с другите две нива е неразделна, но трудна задача. *Учебните програми* също са фактор, който може да влияе върху затрудненията по предмета, ако те: включват и трите нива от химичния триплет (Sirhan, 2007); акцентират върху заучаването на правила и алгоритми (Tsaparlis, 1997); не следват връзката между отделните концепции (Vos van Berkel & Verdonk (1994); са претоварени с понятия и факти, липсва връзка с контекста. (Генджова, 2012); не са съобразени с психологическите особености на обучаваните, техните нужди и интереси, а само с научната логика. (Reid, 1999, 2000; Johnstone 2000).

Върху затрудненията на учениците влияят и вътрешни за тях фактори, свързани с знанието и процеса на учене. От значение са когнитивните им способности, отнасящи се до възприемането, мисленето, паметта, скоростта на обработка на информация (Robinson, 2012). Обучението по химия в голяма степен изисква умение за формално мислене. Много ученици в гимназиален етап, а също и студенти, не могат да мислят на нужното за абстрактните научни концепции ниво (Strippen & Brooks,

2009). Според Ausubel (1968) най-важният фактор, влияещ върху ученето, е това, което обучаваният вече знае. Проучванията показват, че предварителните знания на учениците и умението им за формално мислене прогнозира и обосновават техните успехи или неуспехи в най-голяма степен, спрямо който и да е друг фактор (Chandran et al., 1987; Seery, 2009). Ausubel (1968) акцентира на разликата между ученето наизуст и смисленото учене. Разбирането на химия налага да се осмислят взаимовръзките между редица представи и идеи, или изграждане на структура от взаимосвързани знания (Novak 2010; Novak & Cañas 2006), които са организирани около ключови концепции или идеи, направляващи мисълта (Bransford, Brown & Cocking, 2000; Galloway, Leung & Flynn, 2018, 2019). Затрудненията на учениците могат да се дължат и на ограничения капацитет на работната им памет, претоварена от твърде много информация (Kirschner et al., 2006; Sirhan, 2007; Reid 2008, 2014). Когато работната памет е заета, то не остава “място” за извършване на необходимата обработка, тоест за мислене и разбиране (Johnstone 1997; Baddeley, 1999; Reid 2008; Kirschner et al., 2006). Мисконцепциите или алтернативните концепции са истински бариери пред разбирането на учениците. Чрез тях учениците не само дават несъстоятелни отговори на поставени въпроси, а ако се сблъскат с нова информация, която е в противоречие с изградените мисконцепции, възприемането ѝ може да е затруднено, тъй като изглежда грешна (Nakleh, 1992; Mulford & Robinson; 2002; Taber, 2002, 2009; De Jong & Taber, 2014). *Нагласите* на учениците към науката корелират положително и умерено с техните резултати (Mao et al., 2021). Затрудненията на учениците понякога се дължат и на липсата на *мотивация* за учене по предмета (Pintrich & Schunk, 2002; Sirhan, 2007). Липсата на интерес към определени теми или обучението като цяло често се посочва от учители и ученици като причина за отегчение, безразличие и непродуктивно поведение, а конкретно в природните науки – до отпадане от курсове, надграждащи задължителната подготовка (Nieswandt, 2007; Pintrich & Schunk, 2002). Проучване сред българските ученици очертава полярни нагласи и слаб интерес към природонаучните предмети (Генджова, 2017). Убежденията за самоефективност имат умерена пряка връзка с успешното представяне по химия (Honnicke & Broadbent, 2016; Zusho et al., 2003; Tenaw, 2013; Villafañe et al., 2016; Ferrell et al, 2016; Ramnarain & Ramaila, 2018). Самоефективността обаче не може да осигури добро представяне, ако учащите не притежават нужните за успех умения. От значение са още техните ценности (възприятието за важност и полезност на ученето) и очаквани резултати. (Schunk & DiBenedetto, 2016).

Представите за обучаемия като активен участник в образователни процес и смисленото учене, както и възприетия модел за обработка на информацията, съобразяването с наличните алтернативни концепции, отчитането на когнитивни и некогнитивни характеристики на учениците, позволяват да се потърсят затрудненията в обучението по химия, да се установят някои от причините за тях и очертават насоки за тяхното преодоляване.

### **2.3. Изследвания на области на трудност по химия от гледна точка на учители и ученици**

Нивата на трудности, които се възприемат или изпитват от учащите химия са разгледани от редица изследователи. За събиране на информация са използвани главно анкети. Установените области на затруднения от учебното съдържание, според изследвания на ученици, студенти и учители по химия, са : *Химична символика и валентност* (Childs & Sheehan, 2009; Uzezi et al., 2017; Penn & Umesh, 2020); *Строеж на атома и гравитни частици на веществата* (Jimoh, 2005; de Quadros et al., 2011; Childs & Sheehan, 2009); *Химична връзка* (Childs & Sheehan, 2009; Gafoor & Shilna, 2013); *Състояние на веществата* (Achor & Agbidye, 2014; Jimoh, 2005; Uchegbu et al., 2016); *Химия на елементите* (Gongden et al., 2011 ; Gafoor & Shilna, 2013; Uzezi et al., 2017); *Периодична система и закономерности* (Gafoor & Shilna, 2013). *Енергетични промени при химичните реакции* (Jimoh, 2005; Broman , 2011; Akani, 2017); *Скорост на химичните реакции* (Jimoh, 2005; Akani, 2017; Uzezi et al., 2017); *Химично равновесие* (Gongden et al., 2011; Thomas & Schwenz, 1998; Bergquist & Heikkinen, 1990; Van Driel et al., 1998; Özmen, 2008); *Окислително-редукционни процеси и електрохимия* (Childs & Sheehan, 2009; Gongden et al., 2011); *Класификация на химичните реакции* (Jimoh, 2005; Gongden et al., 2011); *Анализ на веществата* (Childs & Sheehan, 2009; Broman et al., 2011; Akani , 2017); *Органична химия* (Jimoh, 2005; de Quadros et al., 2011; Gongden et al., 2011; Uchegbu et al., 2016; Childs & Sheehan, 2009; Broman et al.,

2011); *Химични изчисления* (de Quadros et al., 2011; Uchegbu et al., 2016; Childs & Sheehan, 2009). Най-често изтъкваните причини за ученическите трудности са абстрактната природа на учебното съдържание, необходимостта от математически знания и недостатъчно лабораторни занятия. Като препоръки се посочват повишаване квалификацията на учителите, подобряване на материалната база и увеличаване на практическите занятия. Няма данни подобни изследвания да са правени у нас.

## **2.4. Трудности в обучението по органична химия**

### ***Съдържание на обучението по органичната химия на базово ниво в училище***

Учениците трябва да придобият базови знания и умения по органична химия в общообразователната подготовка в 9. клас на първи гимназиален етап на средното училище. Изучаването на органични съединения става за сравнително кратък период от време – в рамките на 30-35 часа. Съдържанието е групирено в три части, съгласно изискванията на учебната програма – *Въглеводороди, Производни на въглеводородите и Органични вещества в природата и в практиката*. При разглеждане на значението и мястото на органичната химия (на базово ниво) в учебното съдържание, логическата структура на съдържанието, основните и опорните понятия, когнитивното ниво и категориите знание (по Anderson et al, 2001) начините на тяхното представяне (по Johnson, 1999) бе установено, че учебното съдържание носи характеристиките на предметната област химия, но то е и истинско предизвикателство за учащите. Можем да отворим някои от особеностите на органичната химия на базово ниво, които биха могли да породят затруднения, при нейното изучаване (по идеи на Генджова, 2022): множеството факти за запомняне; специфичен химичен език, различен от този по неорганична химия; богато символно представяне, вкл. примерни модели; развиване на специфични процесуални знания; логика и концептуално разбиране на връзката строеж – свойства, както и поетапно прогресиране по предмета. Темите за въглеводороди и производни на въглеводородите са представителни за този раздел и могат да бъдат съдържателна основа за емпирично изследване.

### ***Прецидни изследвания на трудности по органичната химия***

Според изследователските резултати почти всички основни теми от курса по органична химия се възприемат като трудни. Проблемни са представянето на органични съединения (Kozma & Russell, 1997; Bodner & Domin, 2000; Johnstone, 2006; Anderson & Bodner, 2008; Graulich, 2015; O'Dwyer & Childs, 2017); пространствен строеж на молекулите ( Keig, & Rubba, 1993; Bhattacharyya, 2004; Kozma, 2003; Wu & Shah, 2004; Anderson & Bodner, 2008; Harle & Towns, 2011; Stull et al., 2012; Padalkar & Hegarty, 2013; Eticha & Ochonogor, 2015; Graulich, 2015); номенклатурата на съединенията (Gongden et al., 2011); изомерията (Schmidt, 1992; Taagepera & Noori, 2000; O'Dwyer & Childs, 2017). Трудни за учещите са : класификацията на органичните съединения (Hassan, Hill & Reid, 2004; Gongden et al., 2011; Uchegbu et al., 2016; O'Dwyer & Childs, 2017); свойствата им (Taber, 2002; Bryan, 2007; Ferguson & Bodner, 2008; Anderson & Bodner, 2008; O'Dwyer & Childs, 2017) типовете реакции между органични съединения (Childs & Sheehan 2009; Ferguson & Bodner, 2008; O'Dwyer & Childs, 2017); механизмът на органичните реакции (Bhattacharyya & Bodner, 2005; Ferguson & Bodner, 2008; Kraft et al., 2010; Graulich, 2015; Galloway, et al., 2017; Crandell et al., 2018; Bodé & Flynn, 2019; Petterson et al., 2020; Watts et al., 2020); практическа работа (Johnstone & Letton, 1991; Schroeder & Greenbowe, 2008; O'Dwyer & Childs, 2011). Изследвания за диагностика на трудностите по органична химия са правени предимно сред студенти по химия с диагностични тестове и анкети. При проучването на литературата не бе открито изследване, посветено на реални и субективни учебни трудности по органична химия у нас.



## ГЛАВА 3. МЕТОДОЛОГИЯ НА ЕМПИРИЧНОТО ИЗСЛЕДВАНЕ

### 3.1. Дизайн на изследването

Изследването е от смесен, качествено-количествен тип, защото в него се прилагат елементи от качествени и количествени изследователски методи с цел по-задълбоченото разбиране на проблемите. Като качествени методи са използвани интервюта, а като количествени методи – проучване с диагностични тестове, анкети и статистическа обработка на резултатите. Смесените методи позволяват съчетаване на количествените и качествените резултати, за да се изяснят по-добре проблемите и перспективите, свързани с трудностите при изучаване и преподаване на химия и в частност на органична химия и да се дадат полезни препоръки и предложения.

Настоящото изследване има два основни етапа. Чрез първия етап се цели да се определят трудни теми в учебното съдържание по химия и опазване на околната среда и да се очертаят най-общо трудностите по предмета според ученици и учители. Вторият етап се фокусира върху конкретна проблемна област от учебното съдържание, установена при първия етап на изследването (в случая органична химия на базово ниво).

### 3.2 Методология на първи етап

Целта на изследването на този етап е да се проучи как ученици и учители възприемат трудността на отделни теми от учебното съдържание по химия, общообразователна подготовка. При това бяха поставени следните изследователски въпроси: Кои теми от учебното съдържание по химия са трудни/интересни за учениците? Има ли разлика в гледните точки на ученици и учители по въпроса? Какви са причините за затрудненията и важните умения за успех според учениците и учителите?

#### *Описание на извадките*

В проучването участват 321 ученици на 16 -17 годишна възраст от 10. и 11. клас от 5 училища, обучавани в реална учебна среда. От тях 53% (171) са девойки и 47% (150) са младежи. Те са от различни по тип паралелки от: средни училища: без профилирана подготовка по предмета (105 СУ “Ат. Далчев”, 134 СУ “Д. Дебелянов”, София); такива с профилирана подготовка по химия (119 СУ “Акад. М. Арнаудов”, София); природоматематически/математически гимназии с профил по химия (НПМГ “Акад. Л. Чакалов”); такива – с друг профил (СМГ “П. Хилендарски”, НПМГ “Акад. Л. Чакалов”).

Учителите, участвали в изследването, са общо 20. От тях 85% са жени и 15% – мъже. Опитните преподаватели, с голям педагогически стаж (над 20 г.) са над половината от анкетиранияте (55%), тези, със стаж между 11 и 20 г. са една четвърт (25%), а младите учители, със стаж до 3 г., са една пета (20%) от извадката. Половината учители (50%) работят в средни училища, 25 % – в математически/природоматематически гимназия и по 10% – в езикова, съответно професионална гимназия. Повечето от тях (60%) преподават само по химия, а останалите са с двойни специалности (химия и физика или химия и биология).

#### *Методи и инструментариум*

За целите на изследването е използвано *анкетно проучване*.

**Таблица 3.6.** Разпределение на въпросите от анкетата за ученици според целите им

Фокус на изследването	Субфокус на изследването
Персонална информация	Клас, училище, пол
Характеристики на учениците	Интерес към предмета, навици за учене, самоефективност
Оценка на важни умения	Ниво на важност на уменията, нужни за успех по предмета
Области на възприемана трудност	Ниво на трудност на теми от учебната програма
Области на възприеман интерес	Ниво на интерес към теми от учебната програма
Обяснения на трудностите	Възможни причини за затрудненията
Възгледи за преодоляване на трудностите по предмета	Мнение за начините обучението да стане по-успешно и привлекателно

Анкетните карти са в два варианта – за ученици и учители. И двата варианта съдържат общо 6 въпроса формулирани в лична форма, за да се получи пряка информация. Те са адаптиран вариант на въпроси от Fui & Lian 2011; Glynn et al., 2011; Johnstone & Mahmoud, 1980; Broman et al., 2011. Разпределението на въпросите от анкетата за учениците според техните цели е дадено в табл. 3.6.

Въпросите в анкетната карта за учители са аналогични на тези от анкетната карта за ученици. В отговор на допълнителен въпрос, педагозите трябваше да отбележат и пречките, които срещат в преподавателската си работа.

### ***Провеждане на първия етап от изследването***

Въпросникът бе предоставен на учениците през месец април на учебната 2017/2018 г. и през месец март на 2018/2019 г. на хартиен носител, при обучение в реална учебна среда. Учениците имаха на разположение около 30 минути за попълване на анкетната карта.

Анкетното проучване с учителите бе направено в периода април 2018 - март 2019 година. Въпросникът им бе предоставен на хартиен носител през месец април на учебната 2017/2018 г. и през месец март на 2018/2019 г.

### ***Анализ и оценяване на резултатите***

За обработка и анализ на резултатите на учениците бе използвана главно описателна статистика. Като процент на съгласие с твърденията, отнасящи се до ученическите възприятия за интерес, навици за учене и ефективност се приема процентът на отговорилите с 4 и 5 по Ликерт скалата. За всяка тема бе изчислен индекс на относителна трудност (IRD), респ. индекс на относителен интерес (IRI) (по Johnstone & Mahmoud, 1980). За трудни теми се приемат тези, със средна стойност на трудността над 3,33. За интересни теми се приемат тези, със средна стойност на интереса над 3,33.

При анализа и оценяване на резултатите на учителите за изразяване степента на съгласие с твърденията към първи въпрос се използва скала за съгласие от 1 = *напълно съм несъгласен* до 5 = *напълно съм съгласен*. Процентът на съгласие с дадено твърдение е относителната честота на отговорилите с 4 и 5. Важността на уменията във втори въпрос се оценява чрез скалата: 1 = *не е важно до 5 = много е важно*. Процентът отговорили, че дадено умение е важно, е на отговорилите с 4 и 5. Отговорите на учителите към трети и четвърти въпрос са събрани и въведени в таблици за разпределение по честотата. За всяка тема е определен индекс на трудност (IRD), респективно индекс на интерес (IRI). При анализа на отговорите на пети и шести въпрос е определена относителната честота на тяхното посочване.

## **3.3. Методология на втория етап на изследването**

Изследването е насочено към диагностика на трудностите по органична химия. Изследователските въпроси са: Какви са реалните трудности и субективните възприятия за трудност и самоефективност на учениците при изучаване на органична химия на базово ниво? Какви са знанията на учителите за трудностите при преподаване и изучаване на органична химия на базово ниво, причините за тях и ефективните методи за преподаване?

### ***Описание на извадките***

В основното проучване (тестиране и анкетиране) участват 379 ученици на 15-16 годишна възраст, изучаващи предмета *Химия и опазване на околната среда* в 9. клас. От тях 211 са момичета и 168 са момчета. Изследваните ученици са подбрани на случаен принцип от училища, намиращи се в столицата, големи градове, малки градове и села. Училищата са от различен тип: 7 са средни (73. СУ “Вл. Граматик”, София; СУ “Ем. Станев”, В.Търново; СУ “Н. Бончев”, Панагюрище; СУ “Хр. Ботев”, Тутракан; СУ “Хр. Смирненски”, с.Кочан; СУ “Св. св. Кирил и Методий”, с. Сатовча); 4 са гимназии са с езиков профил (157 ГИЧЕ “С. Вайехо”, 91. НЕГ “проф. К. Гълъбов”, София; 1 ЕГ, Варна); една гимназия е математически профил (МГ “Акад. К. Попов”, Пловдив); едно с природонаучен профил (119. СУ „ М. Арнаудов“); едно професионално (НФСГ) и едно специализирано училище (НУТИ).

Учителите, участвали в изследването, са общо 56. С петдесет и трима е проведено анкетно проучване, а с трима – полуструктурирани интервюта. От анкетиранияте учители 43 са жени, а 10 – мъже, преподаващи в столицата (27,8%), областни (42,6%) и общински (16,7%) градове, както и села (3,7%). Основната част от тях водят само предмета химия и опазване на околната среда, а други - и биология, човек и природа, физика. Анкетиранияте работят в различни по тип училища: средни училища (37%), езикови гимназии (20,4%), професионални гимназии (18,5%), природо-математически гимназии (11,1%) и други (13%) училища. Повечето учители (48,1%) имат стаж над 20 години, 18,5% – от 11 до 20 години, а останалата част, разпределена поравно (16,7%), съответно 4-10 години и 1-3 години. Голяма част от тях (72%) притежават професионално-квалификационна степен (ПКС). Интервюираните учители преподават в НПМГ, София, имат различен педагогически стаж, (съответно 26, 19 и 3 г.). Те имат опит както в общообразователната, така и в профилираната подготовка.

### Методи и инструментариум

За събиране на информация е направено диагностично тестване на ученици, анкетиране на ученици и на учители, и интервю с изявени учители.

При разработване на *диагностичния тест* е по методологията на Treagust (1988) и Тафрова-Григорова (2007). Пилотната версия на теста съдържа 19 тестови задачи и е апробирана със 78 ученици. Направен е анализ и са отстранени задачите с неподходяща трудност и разграничителна сила. Основният тест се състои от общо 29 валидирани тестови задачи (субтеста) От тях с множествен изборен отговор са 21, с избираем отговор - 8. Тестовата спецификация е представена в таблица 3.12.

**Таблица 3.12.** Тестова спецификация (съкратен вариант)

Очаквани резултати по области на компетентност. Съдържание на тестовите задачи.	Тестови задачи	
	Брой	Ниво
<b>Класификация на вещества и номенклатура</b>		
Разпознава органични съединения по структурна формула	3	Р
Записва с химична формула по дадено наименование.	2	П
Съставя наименования по дадена формула.	3	П
<b>Строеж и свойства на веществата</b>		
Разграничава изомери по структурни формули.	1	Р
Свързва свойствата на съединения с техния строеж.	4	Р
<b>Химични процеси</b>		
Изразява с уравнения/схеми свойства на орг. вещества. Описва химични свойства	4	П
Разпознава важни за практиката процеси с орг. вещества по уравнение.	3	Р
<b>Значение на веществата и опазване на околната среда</b>		
Описва практическото приложение и значение	2	З
<b>Експеримент и изследване</b>		
Планира химични експерименти за разпознаване	2	А
Представя резултати от експеримент, прави изводи	2	А
Извлича и оценява информация представена чрез графики и диаграми.	3	А

Легенда: З -запомняне, Р-разбиране, П- прилагане, А- анализиране или по-високо ниво

За валидиране на теста той бе даден за преглед на университетски преподаватели и опитни учители от средното училище, които го върнаха с коментари и препоръки. Бе направено преформулиране на въпросите, според препоръките на валидиращите. Съдържателната валидност на теста е установена чрез експертна карта със съдействието на общо 10 експерти – учители по химия. Експертите потвърдиха, че тестовите задачи са свързани с учебното съдържание, обект на проверката, което е показател за неговата съдържателната валидност (по Тафрова-Григорова, 2007). Следователно тестът бе подходящ за ученици, изучаващи органична химия на базово ниво За определяне на надеждността на инструмента е направено проучване на валидните резултати на 100 ученици на база 29 тестови елемента. Стойността на Кронбах алфа  $\alpha = 0.89$  определя теста като надежден (Cronbach, 1951). Пресметнатата трудност на теста като цяло е 49.1%, което означава, че тестът е средно труден.

С анкетната карта за ученици се цели да се получи информация от тях за: някои техни характеристики (навици за учене, интерес към предмета); възприятия за трудност и самоефективност при изучаване на органична химия. Картата за ученици се състои от общо 24 въпроса, адаптирани от литературни източници – за първата част (Fui & Lian 2011; Glynn et al., 2011; за втората ѝ част (Lee & Tajino, 2008; Adesoji et al. 2017), за третата - Aydın & Uzuntiryaki, 2009a; 2009b). За изразяване на степента на съгласие е използвана Ликертова скала. Картата е валидирана от трима експерти в областта на химическото образование. Разпределението на въпросите според целите им е в табл. 3.13.

**Таблица. 3.13** Разпределение на въпросите от анкетата на учениците според целите им

Фокус на изследването	Твърдения/ въпроси – примери
<b>Ученически характеристики</b> степен на съгласие за ниво на интерес към предмета и на навици за учене	Интересно ми е да уча по химия. Интересувам се от химия и извън училище. Уча уроците си по предмета. Решавам задачите и упражненията след урока.
<b>Възприятия за трудност</b> при изучаване на органична химия	До каква степен е трудно за вас разпознаването на въглеводороди и техни производни по структурна формула;
<b>Възприятия за самоефективност</b> при изучаване на органична химия	До каква степен сте уверен да обясните химичните свойства на органични съединения със строежа им

За изследване е използвано *полуструктурирано интервю* на подбрани изявени учители. Това е вид смесено интервю, с предварителен набор от въпроси, които обаче са отворени, позволявайки на интервюирания да даде по-свободен, дълбок и пълен отговор (Turner, 2010). При разработването на въпросите за интервюто, фокусът на изследването е върху области, за които учителите имат вече знания на базата на техния педагогически опит: знанията за изучаването на органична химия и за нейното преподаване. Областите, подобластите и съответните въпроси са обобщени в табл. 3.14.

**Таблица. 3.14** Разпределение на въпросите от интервюто с учители според целите им.

Фокус на изследването	Субфокус на изследването	Въпроси
<b>Знания за изучаването на органична химия</b>	Интерес на учениците към органичната химия	Интересна ли е органичната химия на Вашите ученици? Според Вас какво им е най-интересно и какво – най-безинтересно?
	Трудности на учениците при изучаването ѝ	Лесна ли е за изучаване от учениците? Какво най-много ги затруднява?
	Причини за ученическите трудности	Какви според Вас са причините за затрудненията на учениците?
<b>Знания за преподаването на органична химия</b>	Затруднения на учителите при преподаване	Лесно ли е да се преподава органична химия? Какви трудности най-често срещате при преподаване на органична химия?
	Ефективни методи, подходи, средства за преподаване	Кои подходи, методи и/или средства са най-ефективни според Вас за качествено обучение по органична химия на базово ниво?
	Мерки за преодоляване на трудностите	Какви са Вашите препоръки и предложения за преодоляване на трудностите?

За анкетирането на учителите е използвана *анкетна карта* с четири раздела. В първия раздел се търсят демографски данни на участниците, във втория – информация това дали органичната химия е интересна/лесна за учениците, с оценка по петстепенна скала на Ликерт. В третия раздел се изисква оценка на степента на трудност на постигането на най-важните очаквани резултати в учебната програма по петстепенна скала. В последния раздел се очаква свободен отговор на въпроси за причините за затрудненията в обучението по органична химия и ефективните методи за справяне с тях. Разпределението на въпросите по цели е представено в табл. 3.15.

**Таблица. 3.15** Разпределение на въпросите от анкетата за учители според целите ѝ

Фокус на изследването	Субфокус на изследването	Твърдения/въпроси – пример
Знания за изучаването на органична химия	Интерес на учениците към ОХ	Органичната химия е интересна за моите ученици
	Трудности на учениците при изучаване на ОХ	Органичната химия е лесна за изучаване от учениците
	Степен на специфични трудности при изучаване на ОХ	Изразяване със схеми или уравнения химичните свойства на органични съединения
	Причини за ученическите трудности	Какви според Вас са причините за затрудненията на учениците?
Знания за преподаването на органична химия	Затруднения на учителите при преподаване	Какви трудности най-често срещате при преподаване на органична химия?
	Ефективни методи, подходи, средства за преподаване	Кои подходи, методи и/или средства са най-ефективни според Вас за качествено обучение по органична химия на базово ниво?
	Мерки за преодоляване на трудностите	Какви са Вашите препоръки и предложения за преодоляване на трудностите?

### **Провеждане на изследването**

По време на втория етап на изследването са проведени основно диагностично тестиране и анкетно проучване на 15-16- годишни ученици, както и интервю и анкетно проучване сред учители по химия.

*Диагностичният тест* бе предоставен на учениците в края на втория срок на учебната 2020/2021 г. в електронна форма с помощта на Google формуляр. Към този момент всички са приключили с изучаването на материала по органична химия. Обучението при тях протече изцяло в условията на обучение от разстояние в електронна среда (ОРЕС). Учениците имаха на разположение 40 мин.

*Анкетното проучване* на учениците е проведено по същото време с електронна форма чрез Google формуля, дадена е възможност да се попълва анкетата в удобно за тях време.

*Полуструктурирано интервю* с учители е проведено през месец октомври, 2020 г. Продължителността на интервютата варира между 12 и 22 минути. На всяко интервю е направен аудио запис и транскрипция.

*Анкетното проучване на учителите* е направено с въпросник, изработен с Google Form през октомври -ноември 2020 г. На преподавателите е предложен линк и те участват по желание.

### **Анализ и оценяване на данните**

При анализа на резултатите от *теста на учениците* е използвано изискването, че даден елемент може да бъде класифициран като широко разпространена трудност, ако той затруднява поне 50% от учениците (Adesoji, 2017). За анализ на данните се използва описателна статистика.

Оценките на твърдения на учениците със степен на съгласие са по схема: 1 – *напълно несъгласен* до 5 – *напълно съгласен*. За % на съгласие се приема % отговорили с 4 и 5. За % на несъгласие се приема % на отговорили с 1 и 2. На някои от величините е определена тяхната средна стойност (Mean) за по-добро описание и за отговори на изследователските въпроси. За определяне на възприеманата трудност отговорите са разделени в три категории: лесно (1 = *много лесно*; 2 = *лесно*), неутрално (3 = *нито лесно, нито трудно*), трудно (4 = *трудно*; 5 = *много трудно*), като е определена относителната честота на всеки от тях и средната стойност на възприеманата трудност (Mean). За определяне на възприеманата трудност отговорите се разделят на три категории: неуверен (1 = *изобщо не съм уверен/а*; 2 = *малко съм уверен/а*), неутрален (3 = *донякъде съм уверен/а*), уверен (4 = *сравнително уверен/а съм*; 5 = *напълно съм уверен/а*), като е определена относителната честота на всеки от тях.

Анализът на *данните на учителите* започва с транскрибираните интервюта. Наведен е кръстосан анализ, за да се намерят приликите и разликите в знанията на учителите и резултатите са обобщени.

Оценките на *твърденията от анкетното проучване на учителите* са със степен на съгласие са по схемата: 1 – *напълно несъгласен* до 5 – *напълно съгласен*. За % на съгласие се приема % отговорили с 4 и 5. За определяне на трудността схемата е: 1 – *много лесно* до 5 – *много трудно*. Процентът отговорили, че дадена област е трудна е на тези с 4 и 5, а за лесна – на тези с 1 и 2.

## ГЛАВА 4. РЕЗУЛТАТИ ОТ ПЪРВИЯ ЕТАП И ОБСЪЖДАНЕ

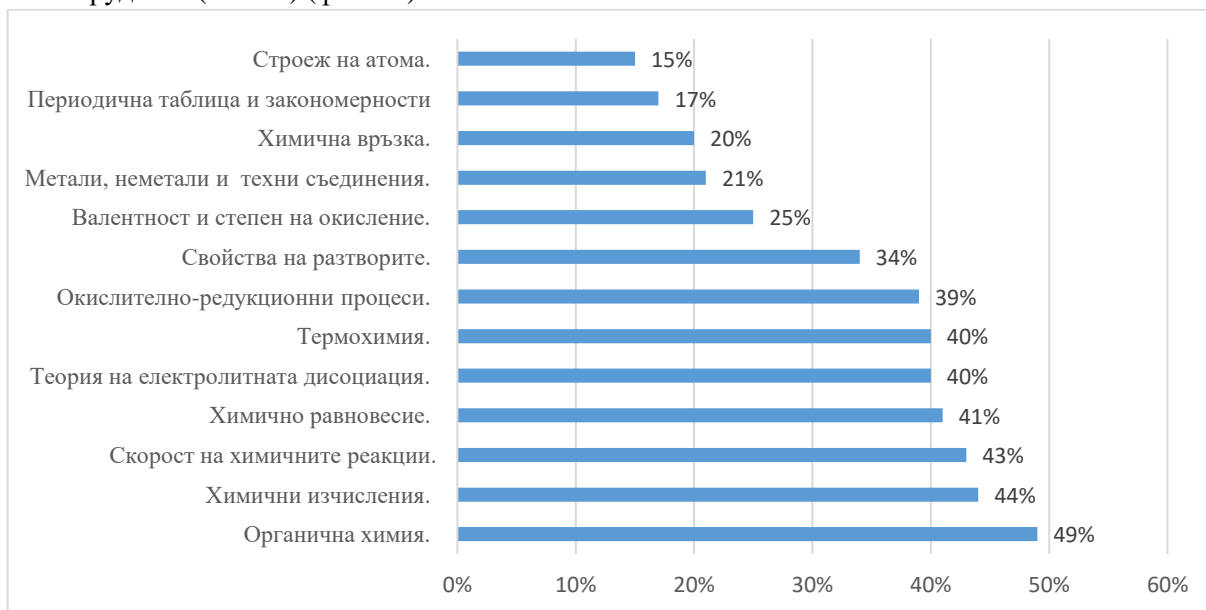
### 4.1 Резултати от анкетното проучване на ученици

#### *Ученически характеристики*

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 бъдат разгледани по-подробно тези резултати, които дават отговор на изследователските въпроси.

#### *Трудни теми от учебното съдържание според учениците*

За да се определят най-трудните теми за учениците, те са подредени по намаляващ индекс на относителна трудност (IRD %) (фиг.4.1).



**Фиг. 4.1** Сравнение на темите по индекс на трудност според учениците (n=321)

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

### Интересни теми от учебното съдържание по химия според учениците

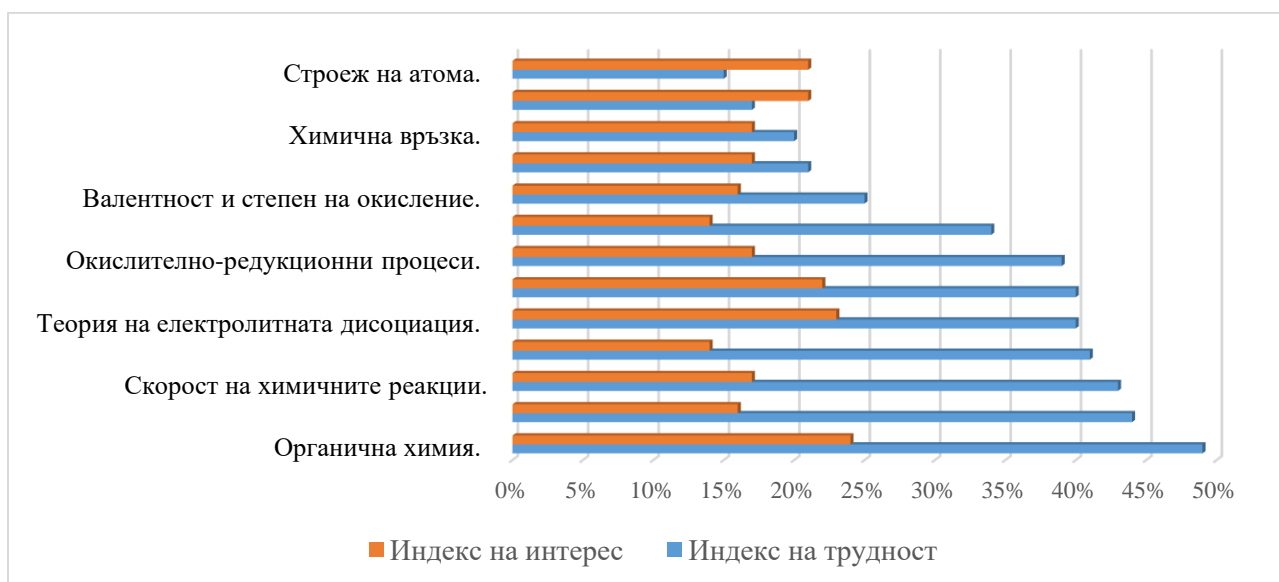
За да се определят темите, интересни за учениците, те са подредени, според индекса им на интерес (IRI %) от страна на учениците на фиг.4.2. Темите най-често посочвани като интересни са: *Органична химия*. (IRI% = 24%), *Теория за електролитната дисоциация*. *Киселини и основи* (23%), *Термохимия* (22%), *Строеж на атома* (21%) и *Периодична таблица и закономерности* (21%).



Фиг 4.2 Сравнение на темите по индекс на трудност

### Сравнение на трудността и интереса към темите, определени от учениците

На фиг. 4.1 е представено графично сравнение на трудността и интереса към темите, определени от учениците.



Фиг 4.3 Сравнение на трудността и интереса към темите от учениците (n = 321)

Първоначалните ни очаквания, че трудните теми не са интересни, не се потвърдиха. Някои теми са трудни и същевременно безинтересни, например Химични изчисления. Величини и зависимости. Друга - като Органична химия. е определена от учениците като най-трудна (IRD = 49%) и най-интересна (IRI = 24%). Сред интересните теми попадат и такива, които се възприемат като лесни – Строеж на атома и Периодична таблица и закономерности (IRD = 15%). Забелязва се също, че няма тема с особено висок индекс на интерес.

### 4.3. Резултати от анкетното проучване на учителите

#### *Трудни теми от учебното съдържание според учителите*

Темите от учебното съдържание, които учителите считат за трудни за учениците им, са ранжирани по индекс на трудност (IRD, %) в табл. 4.3.

**Таблица 4.3** Теми подредени по индекс на трудност според учителите

Ранг	Теми	IRD, %
1.	Химично равновесие	70
2.	Химични изчисления.	65
3.	Органична химия.	60
4.	Окислително-редукционни процеси	55
4.	Термохимия	55
6.	Скорост на химичните реакции. Катализа	35
7.	Валентност и степен на окисление	25
8.	Теория на електролитната дисоциация	15
8.	Свойства на разтворите	15
8.	Химична връзка	15
8.	Периодична таблица и закономерности	15
12.	Строеж на атома	10
13.	Метали, неметали и техни съединения	5

Съгласно табл. 4.3, темите, които учителите най-често посочват като трудни за учениците са: Химично равновесие (IRD = 70 %), Химични изчисления. Величини и зависимости (65%) Органична химия (60%). Най-лесни според учителите са темите Метали, неметали и техни съединения (5%) и Строеж на атома (10%).

#### *Интересни теми от учебното съдържание според учителите*

Темите от учебното съдържание, които според учителите са интересни за техните ученици, са ранжирани по индекс на интерес (IRI, %) в табл. 4.4.

**Таблица 4.4** Лесни теми за учениците, според учителите, подредени по индекс на интерес

Ранг	Теми	IRI, %
1.	Метали, неметали и техни съединения	60
2.	Окислително-редукционни процеси.	55
3.	Строеж на атома.	50
4.	Теория за електролитната дисоциация.	45
5.	Периодична таблица и закономерности	40
6.	Химична връзка.	25
6.	Валентност и степен на окисление.	25
8.	Органична химия.	15
9.	Свойства на разтворите	10
10.	Скорост на химичните реакции. Катализа.	0
10.	Химични изчисления. Величини и зависимости	0
10.	Термохимия	0
10.	Химично равновесие.	0

Според преподавателите най-интересни за учениците им са темите *Метали, неметали и техни съединения* (IRI = 60 %), *Окислително-редукционни процеси* (IRI = 55%) и *Строеж на атома* (IRI = 50%). Най-безинтересни са: *Химично равновесие* (IRI = 0%); *Термохимия* (IRI = 0%); *Скорост на химичните реакции* (IRI = 0%) и *Химични изчисления. Величини и зависимости* (IRI = 0%). Към



сравнително безинтересните теми спадат и *Свойства на разтворите* (IRI = 10%) и *Органична химия* (IRI = 15%). Прави впечатление, че за учителите трудността на темите се свързва с липсата на интерес, и обратно, че лесните за изучаване теми са интересни за учениците.

#### 4.4. Сравнение на резултатите на учители и ученици

##### *Сравняване на трудността на темите според учители и ученици*

При съпоставяне на данните от таблици 4.1 и 4.3 се наблюдава добро съвпадение във възприетото на двете групи по отношение на трудните теми от учебното съдържание, което вероятно се дължи на практическия опит на учителите. Темите (табл. 4.5), най-често посочвани като трудни от учениците, са посочени и от учителите, а именно: *Органична химия*, *Химични изчисления*, *Химично равновесие*, *Скорост на химичните реакции*. Те съдържат абстрактни понятия, специфична химична логика и терминология и изискват математически умения.

**Таблица 4.5** Най-трудните теми според учители и ученици

Теми	Ученици		Учители	
	IRD, %	Ранг	IRD, %	Ранг
Органична химия.	49	1.	60	3.
Химични изчисления.	44	2.	65	2.
Скорост на химичните реакции.	43	3.	35	6.
Химично равновесие.	41	4.	70	1.
Теория за електролитната дисоциация	40	5.	15	8.
Термохимия.	39	6.	55	4.
Окислително-редукционни процеси.	39	6.	55	4.

##### *Сравняване на интереса към темите според ученици и учители*

При съпоставка на данните от таблици 4.2 и 4.4 се забелязва значително разминаване във възприетията на ученици и учители по отношение на интересните теми от курса по химия и опазване на околната среда. Относително най-интересните теми са представени в таблица 4.6.

**Таблица 4.6** Относително най-интересните теми според учители и ученици

Теми	Ученици		Учители	
	IRI, %	Ранг	IRI, %	Ранг
Органична химия	24	1	15	8
Теория за електролитната дисоциация	23	2	45	4
Термохимия.	22	3	0	10
Строеж на атома.	21	4	50	3
Периодична таблица и закономерности	21	4	40	5
Метали, неметали и техни съединения	17	6	60	1
Окислително-редукционни процеси.	17	6	55	2

Темите, посочени от учителите като интересни за учениците – напр. *Метали, неметали и техни съединения* и *Окислително-редукционни процеси* – не са сред най-предпочитаните от самите ученици. Същевременно относително най-интересната за учениците тема – *Органична химия* е избрана като такава от много малък брой учители. Това показва, че учителите не са достатъчно наясно с познавателните мотиви на своите ученици.

##### *Сравняване на важните за успех умения според учители и ученици*

Прави впечатление (табл. 4.7), че важни умения и според ученици и според учителите са самостоятелното учене и разбирането на научни понятия и идеи. Но докато повечето ученици смятат, че е много важно да запомнят формули и факти по химия, то само малка част от учителите твърдят, че това е така. Същевременно за почти половината от учителите са важни уменията за подбиране и сравняване на

информация от различни източници и споделянето ѝ с други, докато тези умения не са посочени от нито един ученик.

**Таблица 4.7.** Важни умения за успеха по предмета според учители и ученици

Умения за	Ученици		Учители	
	%	Ранг	%	Ранг
Самостоятелно учене	100	1	90	2
Разбиране на научни понятия, принципи и закони	90	2	95	1
Помнене на формули и информация	60	3	35	6
Правене на обосновани изводи и логични заключения	40	4	85	3
Работа съвместно в екип	10	5	45	4
Решаване на творчески задачи и практически проблеми	10	5	40	5
Подбиране и сравняване на информация от източници	0	6	45	4
Споделяне и представяне на идеите пред другите	0	6	40	5

#### **Сравняване на причините за затрудненията според учители и ученици**

Причините за затрудненията по предмета от различна перспектива са показани в табл. 4.8.

**Таблица 4.8** Причини за затруднения по предмета според учители и ученици

Причини за затрудненията	Ученици		Учители	
	Честота, %	Ранг	Честота, %	Ранг
Материалът е обемн	50	1	30	6
Необходимо е запаметяване	48	2	0	9
Не се вижда връзката с практиката	41	3	45	5
Изискват се усилия и системност	39	4	70	3
Малко химични опити	33	5	25	7
Използва се химичен език и символи	31	6	30	5
Часовете са малко	29	7	75	1
Понятията са абстрактни	27	8	75	1
Използва се математика	23	9	60	4
Необходими са логика и мислене	18	10	30	6
Онагледяването с модели и схеми	13	11	20	8

Като причини за ученическите затруднения учителите най-често посочват малкия брой часове по предмета, липсата на усилия, системност и математическа подготовка, навици за учене, интерес и дисциплина у учениците, както и затруднения с материалната база. Според учениците затрудненията им по предмета се дължат главно на големия обем информация, необходимостта от запомнянето ѝ, липсата на видима връзка на изучаваното с практиката, както и на необходимостта от системно учене. И двете групи участници смятат, че най-важните умения за успеха по предмета тези за самостоятелното учене и разбирането на научните принципи и понятия, правене на обосновани изводи и логични заключения.

#### **4.5. Обобщение и обсъждане на резултатите от първия етап**

Резултатите от изследването на учениците показват, че те възприемат като най-трудни темите *Органична химия* и *Химични изчисления*. Наблюдава се сходство в резултатите с Broman et al. (2011) по този въпрос. Темите, посочени като трудни, показват къде учителите трябва да се съсредоточат усилията си в процеса на обучение. 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 им употреба в бита и промишлеността. 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 зависимост. Вероятно за учениците, които проявяват интерес към химията, трудността не е пречка, а е предизвикателство, докато за други – 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 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.

Резултатите от изследването на учителите дават представа за педагогическото знание на български преподаватели за трудностите на учениците им по определени теми от учебното съдържание по химия. Темите, посочени като особено трудни (*Химично равновесие, Химични изчисления. Величини и зависимости и Органична химия. Въглеродороди и техни производни*) се докладват и в проучвания в други страни (Broman et al., 2011; de Quadros et al., 2011; Alake Monica, 2013; Bilek et. al, 2019). В голямата си част тези теми съдържат абстрактни понятия, специфична химична логика и терми-нология и изискват математически умения. Доброто съвпадение във възприятието на учители и ученици вероятно е резултат от практическия опит на учителите. Broman et. al (2011) обаче констатираат разминаване в мнението на ученици и учители по този въпрос.

Определените като интересни теми от българските учители (*Метали, неметали и техни съединения, Окислително-редукционни процеси и Строеж на атома*) само частично съвпадат с резултатите на Broman et al. (2011). При анализа на резултатите прави впечатление, че българските учители смятат, че трудността на темите води до липсата на интерес, и обратно – лесните за изучаване теми са интересни за учениците. При сравняване на отговорите на техните ученици се оказва, че това не е така.

Освен това темите посочени от учителите като интересни за учениците, не са сред най-посочваните от самите ученици. Това показва, че учителите не са достатъчно наясно с познавателните мотиви на своите ученици.

Най-важни умения за успех по предмета според учителите са разбирането на научното знание, самостоятелното учене и логичното мислене. Според техните ученици най-важно е запомнянето на факти и понятия, следвано от самостоятелното учене и разбирането на науката. Нагласата за „зубрене“ у учениците явно се пренебрегва или неявно се поощрява от учителите.

Като най-важни причини за затрудненията си учениците посочват: обема на учебния материал; необходимото запаметяване и липсата на видима връзка с практиката. Голяма част от тях осъзнават, че затрудненията им са заради нужните усилия и системност за изучаване на химията.

Според учащите проблемите им по предмета могат да бъдат намалени най-вече чрез повече практическа дейност в часовете, в по-добре написаните учебници и помагала, повече работа по групи и използване на технологии.

Като причини за ученическите затруднения учителите най-често посочват мал-кия брой часове, абстрактните понятия, това, че се изискват усилия и системност и се използва математика. Като други пречки в работата си педагозите отчитат липсата на интерес и навици за учене у учениците, слабата дисциплина и материалната база. Отговорите на учителите добре се съгласуват с резултатите получени от Alake Monica (2013) и пречките, констатирани в изследването на Uchegbu et al. (2015).

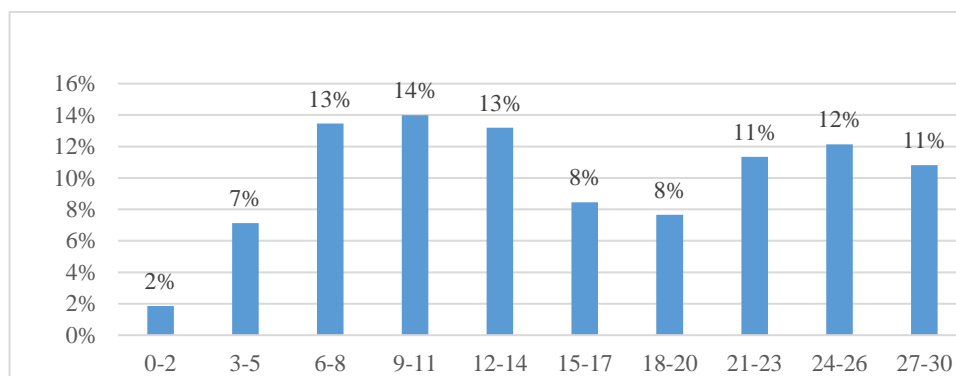
## ГЛАВА 5. РЕЗУЛТАТИ ОТ ВТОРИЯ ЕТАП И ОБСЪЖДАНЕТО ИМ

### 5.1 Резултати от диагностичния тест на учениците

Получените тестови резултати на учениците са представени както под формата на суров бал за всяка задача и сумарен суров бал за целия тест, така и под формата на оценки.

#### *Честотно разпределение на тестовия бал на учениците*

Направеното честотно разпределение на тестовия бал на учениците е на фиг. 5.1. Суровите балове са разпределени в интервали със стъпка 3 точки. Броят на лицата с бал, който попада в даден интервал дава абсолютната честота  $f$ . Честотата разделена на общия брой участници в изследването е относителната честота  $f_r$ . Относителната честота е изразена в проценти. Можем да открием четири пика в разпределението: при балове 9 – 11 (14 %), 6 – 8 (13%), 12 – 14 (13%) и 24 – 26 (12%) точки. Най-голям е броят на учениците с тестови бал в интервала 9-11 точки. Общо 49.6% от учениците имат бал под 50 % от максималния, т.е половината от учениците срещат затруднения по предмета. Най-малко са учениците с бал в интервала 0 - 2 т. – 2%. Приблизително равен е броят на учениците с тестови бал в интервалите 6-8 и 12-14 точки. В интервала 27-30 точки попадат общо 11% от тестираните.



Фигура 5.1 Хистограма на честотното разпределение на тестовите балове (n=379).

В таблица 5.1 са посочени стойностите на някои основни статистически величини, които характеризират честотното разпределение. Средната стойност служи като мярка за централната тенденция, а стандартното отклонение е мярка за разсейването около тази стойност.

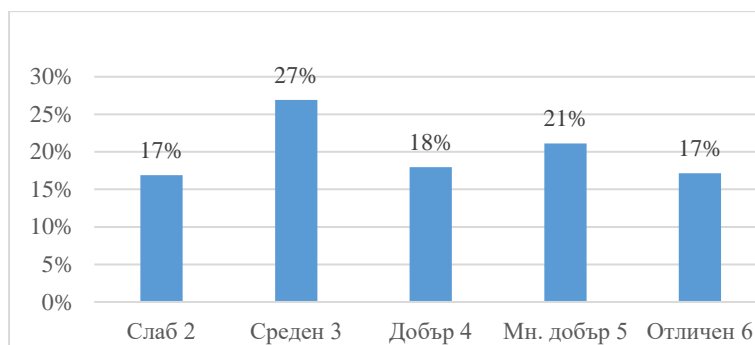
Таблица 5.1 Стойности на някои статистически величини на резултатите от теста.

Величина	Стойност
Среден тестов бал $\bar{X}$	14
Стандартно отклонение $\sigma$	8
Медиана	13
Мода	8

Средният тестови бал е по-малък от половината от максималния брой точки на теста, което показва, че тестът е затруднил учениците. Голямата стойност на стандартното отклонение (27% от максималния брой точки) показва, че изследваната група е от ученици с различно ниво на знания и умения, т.е. в нея присъстват както ученици с високи резултати, така и ученици с ниски резултати. Средната стойност и медианата са близки - признак на нормално разпределение. Модата показва плътността на разпределението на. Тя приема числената стойност на тестовия бал, който се появява най-често в разпределението. В случая нейната стойност е 8 (9-11). В случая разпределението е мономодално и модата е в интервала 9-11 точки. Може да кажем и, че най-много ученици от цялата извадка са получили между 6 и 14 точки.

### Честотно разпределение на оценките на учениците

Тестовият бал на всеки ученик бе преобразуван в оценка по шестобалната система (по Бижков, 1996). Разпределение на учениците по оценки е представено на фигура 5.2.



Фигура 5.2 Хистограма на разпределението на учениците по оценки (n=379).

Най-голям е броят на учениците получили оценка „Среден 3“ (102), а най-малък – броят на учениците получили оценка „Слаб 2“ (64). Приблизително равен е броят на учениците с оценки „Слаб 2“ и „Отличен 6“ (64, съотв. 65). Оценка „Отличен 6“ получават 65 ученици.

### Области на трудност за учениците по органична химия на базово ниво

За целите на изследването бе важно да се определят съдържателни области, в които учениците срещат трудности. Получените резултати са представени в табл. 5.2. В нея са дадени областите на трудност според изследователската литература, описание на съответната трудност и честотата ѝ на проявеност.

Таблица 5.2. Съдържателни области, задачи, трудности на учениците и честота на срещаните трудности (n = 379) по органична химия на базово ниво

Зад.	Област на трудност	Същност на трудността	Честота на трудността	
			брой	отн.
1.1	Класификация	Не определя вида на въглеводороди по дадена структурна формула.	122	32%
2.1.		Не разпознава производни на въглеводороди по структурна формула	146	38%
2.2			139	37%
1.2.	Номенклатура на ОС	Не наименова въглеводороди с по структурна формула, според IUPAC.	95	25%
2.3		Не наименова производни на въглеводородите по структурна формула, по IUPAC.	140	37%
2.4			130	34%
3.1	Представяне на ОС	Не записва химични формули на производни на въглеводородите по наименование.	177	47%
3.2			305	66%
1.3	Изомерия	Не разграничава по дадена структурна формула верижни изомери на алкани.	109	29%
1.4	Строеж – свойства	Не свързва свойствата на органични съединения (въглеводороди, алкохоли, алдехиди, кетони и монокарбоксилни киселини) с вида на химичните връзки и функционалната група.	211	56%
1.5			242	64%
2.5			214	56%
2.6			207	55%
4.1.1	Химични процеси	Не изразява с химични уравнения или схеми характерни свойства на изучени органични съединения.	235	62%
4.1.2			224	59%
4.1.3			220	58%
4.2			219	55%

Зад.	Област на трудност	Същност на трудността	Честота на трудността	
			брой	отн.
5.1		Не разпознава типове химични реакции, изразени с уравнения: горене, заместване, присъединяване, полимеризация, естерификация	216	57%
5.2			208	55%
5.3			212	56%
2.7	<i>Значение и ООС</i>	Не описва приложението на органични съединения в практиката.	143	37%
2.8			136	36%
6.1	<i>Експеримент и изследване</i>	Не планира химични експерименти за разпознаване на органични съединения.	195	51%
6.2			170	45%
6.3.		Не представя резултати от химичен експеримент, изводи и заключения	214	56%
6.4			207	55%
7.1		Не извлича и анализира на химична информация, представена чрез графика.	222	59%
7.2			201	53%
7.3			234	62%

Задача 1.1 изисква да се определи вида на въглеродородите по дадена структурна формула. Повечето деветокласници са се справили със задачата – 68%. Относителната честота на тези, които имат затруднения, е сравнително ниска – 32%.

В задача 1.2 по даденото наименование на въглеродород трябва да се определи неговата структурна формула. Задачата явно не е трудна – 75% от отговорите са верни. Само 25% от учениците са срещнали затруднения.

Аналогична е ситуацията и със задача 1.3, която проверява уменията да се разграничават верижни изомери на алкани по дадена структурна формула. Общо 71% от тестираните са посочили верния отговор, а 29% от тях са срещнали затруднения с наименованията.

Чрез задача 1.4 се проверява разбира ли се принципът за връзка състав – строеж – свойства при органичните съединения и по-конкретно - могат ли деветокласниците да свържат химичните свойства на въглеродородите с вида на химичните връзки в молекулите им. Повече от половината ученици (56%) са отговорили грешно, следователно връзката строеж – свойства е затруднила деветокласниците.

За успешното решаване на задача 1.5 се налага да се посочи структурната формула на въглеродорода, който се получава при присъединяване на водород към ненаситен въглеродород (алкен или алкин). Голяма част от учениците (64%) са се затруднили да асоциират сложната връзка в молекулите на алкените и алкините с характерните за тях присъединителни реакции. Това е показател за неразбиране на химичните свойства, характерни за тези въглеродороди.

Задачи 2.1 и 2.2 проверяват дали учениците разпознават различни класове съединения (алкохоли, карбонилни съединения и карбоксилни киселини) по структурна формула на техен представител. Висок е дялът на тези, които са се справили с разпознаването – 62%, съотв. 63%. Затруднените са се 38% и съответно 37% - те не могат да определят вярно функционалната група, характерна за дадения клас съединения.

Наименуването на производни на въглеродородите по дадена структурна формула в задачи 2.3 и 2.4 представлява трудност за повече от близо 1/3 от деветокласниците (37%, съотв. 34%). От отговорите става ясно, че те или не познават наименованията на въглеродородите със същия брой въглеродни атоми във веригата, които дават корена на думата, или не знаят наставката в наименованието, или не познават съответната функционална група.

Чрез задачи 2.5 и 2.6 се проверява дали учениците могат да свързват свойствата на органични съединения (въглеводороди, алкохоли, алдехиди, кетони и монокарбоксилни киселини) с вида на химичните връзки и функционалната група. Не са се справили със задачата по-голямата част от деветокласниците – 56% и съответно 55%, което означава, че това е сериозен проблем за тях.

Задачи 2.7 и 2.8 се отнасят до практическото приложение на важни органични съединения. По-голяма част от учениците са дали верни отговори, но над 1/3 от тях (37% и 36%) не познават практическото приложение на тези вещества.

Задачи 3.1 и 3.2 проверяват уменията да се записват с химични формули изучени органични съединения (въглеводороди и техни производни) по дадено наименование. Учениците трябва да запишат съкратената (рационалната) структурна формула на един въглеводород и едно производно на въглеводородите. Предвид това, че тестът се попълва електронно, е даден пример как да се записват съкратените формули. Прави впечатление че повече деветокласници са се затруднили (66%) при записа на формулите на въглеводородите, а при записа на формулите на производните са се затруднили 47%. Това би могло да се обясни като се отчете, че производните, чиито рационални формули трябва да се запишат, съдържат един въглероден атом (метанол, съотв. метанал), докато при въглеводородите е посочен член от хомоложния ред на алканите с повече въглеродни атоми (бутан, съотв. пентан), което увеличава вероятността да се допусне грешка. Въпреки, че даденият пример подсказва кои формули са рационални, прави впечатление, че доста често веществата са записани от учениците с молекулна формула.

Задачи 4.1.1, 4.1.2 и 4.1.3 и 4.2. проверяват уменията да изразяват с химични уравнения или схеми свойства на изучени органични вещества. Резултатите показват, че над половината от деветокласниците (62%, 59%, 58% и 55%) или не познават химичните свойства на участващите в прехода вещества, или се затрудняват, когато свойствата са представени схематично. В задача 4.2 например най-често вместо ацеталдехид се избира метанол (втори вариант), като изборът на метанола вероятно се дължи на това, че химичната му формула наподобява тази на ацеталдехида (наличие на метилова група).

Чрез задачи 5.1, 5.2 и 5.3. се проучва доколко учениците разпознават важни за практиката процеси с органични вещества като горене, присъединяване, заместване, естерификация, полимеризация по дадено уравнение. Повече от половината ученици не успяват да дадат верни отговори за всяка от реакциите (57%, 55%, 56%). Следователно определянето на типа на реакциите с органични вещества е трудно за повечето деветокласници .

Задачи 6.1, 6.2, 6.3 и 6.4. предлагат на вниманието на учениците един мисловен химичен експеримент за: разпознаване на органични съединения чрез качествени реакции. В първи вариант на теста трябва да се разграничи пропанон от пропанал, а във втори – етанал от етанол.

Задача 6.1 изисква да се планира химичен експеримент и да се подбере подходящ реактив за разграничаване на веществата. Такъв са посочили почти половината (49%) от тестираните. За двата варианта, най-често това е е дисребърният оксид, като в зависимост от подготовката на учащите е назован или като реактив на Толенс, или като амонячен разтвор на  $Ag_2O$ . Често посочван отговор, особено във втори вариант, е “фелингов разтвор”. Макар и да не се изучава в задължителната подготовка, като реактив в отговорите към втори вариант присъства и йодоформът. Повечето ученици ( 51 %), не са се справили с подбора на реактив, като голяма част от тях просто са поставили произволни знаци/букви в полето за отговор (за да може отговорът да се приеме от компютъра) и да се продължи напред или пък са написали “не знам”.

В отговор на задача 6.2 трябва да се посочат необходимите условия за протичане на реакцията. Повечето ученици (55%) са отговорили правилно, че е необходимо нагряване, като се наблюдава и разнообразие във формулировката на отговора: топлина, висока температура, температура, среща се дори “жега”. Някои са дали и допълнителни условия, като освен “висока температура”, са включили още високо налягане и катализатор. 45% от учениците са се затруднили и не са отговорили.

В задачи 6.3 и 6.4 трябва да се преценят резултатите от химичен експеримент. Учениците трябва да преценят дали ще се наблюдават промени при добавяне на реактив към съответното органично вещество и ако да – какви. 56% съотв. 55% от деветокласниците не са дали правилен отговор. В задачата за

различаване пропанон и пропанал (в първи вариант), някои девето-класници посочват, че при добавяне на конкретния реактив към пропанона: “могат да се получат други въглеродороди” или ще се наблюдава “горене”, “промяна на цвета”, “ще се превърне в ацетон” и дори ... “отделяне на сребро/сребърно огледало”. В задачата за разпознаване на етанола от двойката вещества етанал/етанол, някои от грешните отговори са: “разделяне”, “ще гори алкохола”, “сребърно огледало”, “разтворът става мастилено-син” и дори “променя се съставът”. Резултатите ясно показват, че учениците се затрудняват да планират химичен експеримент за доказване на органичните съединения, да представят резултати от експеримента и да правят изводи. Видно е, че съществува объркване на различните качествени реакции за доказване на отделните класове органични вещества.

Чрез задачи 7.1., 7.2., 7.3. се цели да се провери умението за извличане на информация за органични съединения от графика. Това са задачи със свободен отговор. На вниманието на учениците графично е представено изменението на температурата на кипене на органични съединения с права верига с увеличаване броя на въглеродните атоми. В първи вариант на теста са съпоставени първите членове от хомоложните редове на алкани и алкохоли, а във втория – на алкохоли и карбоксилни киселини.

В задача 7.1, с помощта на дадена графика, трябва да се определи кой е алканът, респ. алкохолът, който кипи при най-ниска температура и да се запише наименованието му. Грешен отговор са дали повечето ученици (59% от тях). При това някои не са съобразили кои хомоложни редове са съпоставени в задачата и/или не са успели да разчетат графиката, за да отговорят. Сред дадените отговори се среща дори отговорът “никъде не пише”.

Задача 7.2 изисква, като се използва графиката, да се напише наименованието на алкохола, респ. карбоксилната киселина, която кипи при дадената температура. Тук делът на несправилите се е 53 %. Сред грешните отговори на първи вариант се срещат: “ракия”, “алкохол с висока концентрация”, “нямам идея, водка”, дори “етиленгликол или 1,2-етандиол”

За решаването на задача 7.3 трябва с помощта на графика да се определи кое е съединението с три въглеродни атома в молекулата, което има по-ниска температура на кипене и да се напише наименованието му. Това е задачата, с която не са се справили най-много учащи - 62 % . Явното неразбиране и безсилието на учениците при тази задача води и до парадоксални отговори като напр. “по-слаба ракия”.

Като цяло 7.1, 7.2, 7.3 са задачите, които в много голяма степен са затруднили учениците – тук в отговорите най-често се среща “не знам” или пък са поставени произволни знаци/букви в полето за отговор. Това би могло да се обясни с факта, че в процеса на обучение по предмета се акцентира повече върху усвояването на информация, отколкото върху извличането и интерпретирането ѝ от модели, таблици, графики и диаграми например.

Трудностите на учениците са разгледани и по отношение на когнитивните нива: запомняне, разбиране, прилагане и други по-високи нива (в нашия случай анализирани и оценяване).

Резултатите са обобщени в табл. 5.3.

Таблица 5.3. Разпределение на учениците по затруднения за достигане на съответното когнитивно ниво

Когнитивно ниво	Ученици, които не са достигнали съответното познавателно ниво	
	брой	%
Запомняне	140	37%
Разбиране	184	48%
Прилагане	194	49%
Други (по – високи)	206	54%

Данните показват, че с повишаване на когнитивното ниво, в посока от запомняне към прилагане, се увеличава броят на учениците със затруднения. Действително, изпълнението на задачи, на които съответстват по-високи когнитивни умения като разбиране, прилагане, анализирани и оценяване затрудняват по-голям брой ученици.



## 5.2 Области на трудност по органична химия на базово ниво

В табл 5.4 са обобщени областите на трудност по органична химия съгласно резултатите от нашето изследване по области на компетентност (според учебната програма) и съдържателни области (посочени в научните изследвания). В таблицата няма данни за трудности, свързани с въздействието върху околната среда, защото тази тема не бе включена в теста.

**Таблица 5.4** Трудности на учениците по органична химия и честота на тяхната проявеност по области на съдържанието и области на компетентност (n = 379)

Области на компетентност	Съдържателни области на трудност	Проявеност на трудностите по области на			
		съдържание		компетентност	
		Брой	Отн.ч.	Брой	Отн.ч.
Класификация на вещества и номенклатура	Класификация на ОС	135	36%	152	40%
	Представяне на ОС	197	52%		
	Номенклатура на ОС	118	31%		
Строеж и свойства на веществата	Изомери на ОС	109	29%	167	44%
	Свойства на ОС	219	58%		
Химични процеси	Изразяване на ХР	223	59%	220	58%
	Типове реакции	216	56%		
Значение на веществата и опазване на околната среда	Приложение на ОС	140	37%	140	37%
	Въздействие на ОС	н. д.	н. д.		
Експеримент и изследване	Изследване на ОС	198	52%	212	56%
	Анализ на информация	227	60%		

Легенда: ОС – органични съединения; ХР – химични реакции; н. д. – няма данни

Като най-трудни се открояват областите: Анализ на информация“, „Изразяване на химични реакции“, „Свойства на ОС“, „Типове реакции“, „Изследване на ОС“. Това са областите, които са затруднили повече от 50% от тестираните ученици.

При сравняване на резултатите от теста по области на компетентност от учебната програма е видно, че най-трудни за учениците са областите Химични процеси – 58%, Експеримент и изследване – 56%. По-малко трудни са областите Строеж и свойства на веществата – 44% и Класификация на веществата и номенклатура – 40%, а относително по-лесна е областта Приложение на веществата – 37%.

## 5.3 Резултати от анкетирането на ученици

### *Разпределение на учениците по техни характеристики*

Проучването на литературата показва, че някои ученически характеристики като на-вици за учене и интерес към предмета биха могли да имат връзка с възприеманите трудности по химия. Затова искахме да проверим какви са нивата на тези характеристики за учениците, участвали в настоящото изследване.

Данните показват, изследваната извадка се състои от различни типове ученици, т.е. тя е разнородна. Интересен е фактът, че 51% от анкетираните деветокласници учат уроците си по предмета, но само 15% от тях твърдят, че решават задачите и упражненията след урока, което се явява сериозен проблем за обучението по предмета. Въпреки, че за 40% от учениците твърдят, че химията е сравнително интересна, само 16% от тях се интересуват от химия и извън училище.

### Субективни трудности при изучаване на органична химия на базово ниво

Уменията, свързани с изучаване на органична химия, са подредени според по средната стойност и честотата на посочване на възприеманата трудност в табл. 5.5.

**Таблица 5.5** Подредяне на уменията по намаляване на възприеманата трудност

№	Тема на въпроса	Ср.ст. (Mean)	Трудно (%)	Неутрално (%)	Лесно (%)
1	Обясняване на връзката строеж – свойства	3,19	37	39	24
2	Изразяване с уравнения/схеми	3,14	34	41	25
3	Планиране на експеримент	3,14	34	41	25
4	Разпознаване на видове реакции	3,03	31	38	31
5	Означаване с формули	3,00	31	39	30
6	Разграничаване на изомери	2,98	28	41	31
7	Класификация на веществата	2,84	22	42	36
8	Наименуване на съединенията	2,83	27	34	39
9	Описване на приложение	2,76	21	39	40
10	Обработване на информация	2,74	22	35	43

От разпределението на учениците по оценката на относителната трудност на важните умения по органична химия в извадката се очертават три групи умения: относително лесни (обработване на информация, описване приложението на органични съединения); нито лесни, нито трудни (класификация на органичните вещества, наименуване на съединения); трудни (обясняване на връзката строеж – свойства, изразяване на реакции с уравнения/схеми, планиране на експеримент, разпознаване на видове реакции, означаване на вещества с формули, разграничаване на изомери).

Учениците най-често посочват като трудно обясняването на химичните свойства на органични съединения със строежа им (37%, Mean = 3,19), изразяването на химични реакции с уравнения или схеми (34%, Mean = 3,14), планирането на химичен експеримент (34%, Mean = 3,14), разпознаването на видовете реакции с участие на органични вещества (31 % Mean= 3,03) и означаването на органични вещества с химични формули (31%, Mean = 3,00). За повечето от тях класификацията на веществата (42%, Mean = 2,84) е нито, лесна, нито трудна, а са сравнително лесни наименуването на веществата (39 %, Mean=2.83), описването на тяхното приложение (40 %, Mean = 2,76) и обработката на информация (43%, Mean= 2,74). Като цяло нивото на възприемана трудност варира от 2, 74 до 3,19. Това означава, че обучението по органична химия има нужда от подобрене, с цел развитие на повечето необходими умения.

**Таблица 5.6** Субективна трудност по съдържателни области и области на компетентност по базова органична химия

Области на компетентност	Съдържателни области на трудност	Средна субективна трудност по области на	
		съдържание	компетентност
Класификация на вещества и номенклатура	Класификация на ОС	2,84	2,89
	Представяне на ОС	3,00	
	Номенклатура на ОС	2,83	
Строеж и свойства на веществата	Изомери на ОС	2,98	3,09
	Свойства на ОС	3,19	
Химични процеси	Изразяване на ХР	3,14	3,09
	Типове реакции	3,03	
Значение на веществата	Приложение на ОС	2,76	2,76
Експеримент и изследване	Анализ на ОС	3,14	2,94
	Анализ на информация	2,74	

Според учениците най-трудните области на компетентност са *Химични процеси* (Mean = 3,09) и *Строеж и свойства на веществата* (Mean = 3,09). Следват по намаляваща трудност областите *Експеримент и изследване* (Mean = 2,94), *Класификация на вещества и номенклатура* (Mean = 2,89) и *Значение и приложение на веществата* (2,76).

Прави впечатление, че учениците възприемат като най-трудна областта *Химични процеси* и действително допуснат най-много грешки в тази област при решаването на диагностичния тест.

Високите нива на възприемана трудност при изразяване свойствата на органичните съединения със схеми или уравнения, както и при записването им със структурни формули могат да се обяснят с различията между органични и неорганични вещества и факта, че учениците за пръв път изучават органични съединения. Особеностите на последните налагат и представянето им по различен от познатия за учениците начин – чрез структурни формули. Тук от огромно значение е и времето отделено за упражняване, както самостоятелно вкъщи, така и в клас.

Разпознаването на видовете химични реакции с участие на органични вещества изисква да се разпознава по формула представители на съответните класове органични вещества и да се знаят видовете реакции са характерни за тях. Високите нива на възприемана трудност бихме могли да обясним с необходимостта от “разчитането” на химичните формули и добра теоретична подготовка. Вероятно причината е, че логическата структура на учебното съдържание е изградена на основата на класове съединения, а не на типове химични реакции. Последният начин на изучаване се счита за по-удачен при изучаване на химичните реакции, характерни за органичните съединения и за техните механизми.

Видно е, че също толкова трудна за учениците е областта *Строеж и свойства на веществата* и точно обясняването на химичните свойства на органични съединения със строежа им. Трябва да се уточни, че под “строеж” в общообразователната подготовка по органична химия в 9. клас се разбира видът на химичните връзки (прости и сложни) между атомите в състава на органичните съединения и наличните в молекулите им функционални групи. Според учебната програма учениците трябва да “обясняват характерни свойства на наситени, ненаситени и ароматни въглеводороди с вида на химичните връзки в тях” и да “свързват общите свойства на производни на въглеводородите с функционалната група”. Оттук като вероятни причини за възприеманата трудност могат да бъдат посочени: първо, понятието “строеж” е неясно, поради значителни пропуски в подготовката; второ, пропуски в знанията за химична връзка и/или функционалните групи. Неслучайно в литературата (Graulich, 2015) се посочва, че разбирането на строежа на молекулите и понятието функционалната група е теоретична основа за изучаване на реактивоспособността и химичните свойства на органичните съединения.

Областта на компетентност *Експеримент и изследване* се оценява като трудна за голяма част от учениците и е действително трудна, според резултатите от теста. Умението за планиране на опити за разпознаването на органични вещества и правене на изводи от тях изисква високи мисловни умения. Високата възприемана трудност може да се дължи на недостатъчно изследователски акценти в учебните програми по химия и опазване на околната среда и оттам в подходите на преподаване на учителите. Значение може да има недостатъчният брой лабораторни занятия и практически дейности в училище, нивото на учениците и състоянието на материалната база на училището. Трябва обаче да се има предвид, че деветокласниците са изучавали това учебно съдържание в електронна среда и не са наблюдавали/провеждали реален експеримент по органична химия, което неминуемо повлиява на тяхното разбиране.

### ***Възприятие за самоефективност по органична химия на базово ниво***

При разпределението на отговорите на учениците според нивото на възприемана самоефективност по органична химия прави впечатление, че за някои от уменията се формират три групи с различни нива на увереност, които са с почти равен брой ученици. Наблюдаваното разпределение може да се обясни с вече отбелязаният факт, че извадката се състои от ученици с различни характеристики като навици за учене и интерес към предмета. В табл. 5.7 отговорите са подредени по намаляване на възприятията за самоефективност според средната стойност и относителната честота.

**Таблица 5.7** Подреждане на отговорите по намаляване на възприятията за самоефективност на учениците по органична химия (n = 379)

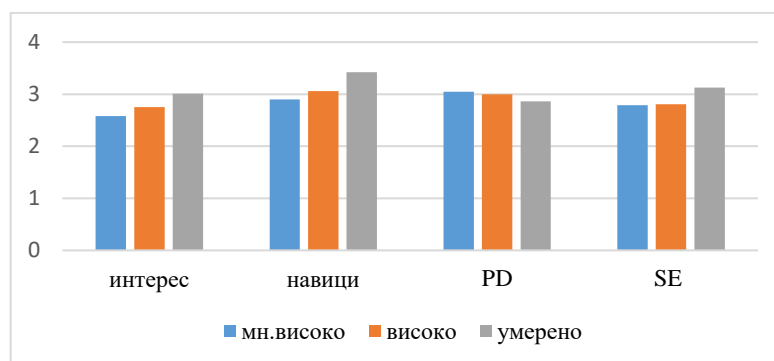
№	Тема на въпроса	Ср. ст.	Уверен (%)	Неутрален (%)	Неуверен (%)
1	Наименуване на съединенията	3,01	36	32	32
2	Обработване и анализ на информация	2,95	32	33	36
3	Описване на приложение	2,94	30	35	35
4	Означаване с формули	2,88	29	34	37
5	Разпознаване на видове реакции	2,84	27	35	38
6	Класификация на веществата	2,82	27	33	39
7	Разграничаване на изомери	2,78	27	33	40
8	Изразяване с уравнения/схеми	2,73	22	38	40
9	Планиране на експеримент	2,69	21	36	43
10	Обясняване на връзката строеж – свойства	2,61	21	32	48

Като цяло можем да кажем, че като цяло деветокласниците не се чувстват особено уверени по органична химия (средни стойности 2,61 – 3,01), което показва, че има нужда от подобрене в обучението. Учениците се чувстват най-неуверени: да обясняват химичните свойства на органичните съединения чрез строежа им (48%; Mean = 2,61); да планират химичен експеримент и да правят изводи от него (43 % ; Mean = 2,69); да изразяват химични реакции с уравнения или схеми (40%; Mean = 2,73).

Деветокласниците са най-уверени в способностите си да наименуват органични съединения (32%; Mean = 3,01), да обработват и анализират информация (32%; Mean = 2,95), да описват приложения на органични вещества (30 %; Mean = 2,94) Наблюдава се значително разминаване между възприятията на учениците за собствена ефективност и реалните им резултати при обработка и анализ на информация. Вероятна причина за това е представата им, че извличането и обработването на предоставена информация е по-лесно от решаването на задачи, изискващи определени знания.

#### *Характеристики на учениците със значими реални затруднения*

За да се потърси връзка между някои характеристики (интерес, навици, възприемана трудност и самоефективност) на учениците и нивото на техните затруднения, бяха подбрани само учениците със значими затруднения (над 40%), които бяха разделени в три групи. С много високо ниво на затруднения са тези с 80 – 100% сгрешени задачи в теста и слаби оценки. С високо ниво на затруднения са тези с 60 – 79 % сгрешени задачи в теста и задоволителни оценки. С умерено ниво на затруднения са ученици с 40 – 59 % сгрешени задачи в теста и добри оценки. На фиг. 5.3 са показани средните стойности на ученическите характеристики (навици за учене, интерес, възприемана трудност PD и самоефективност SE) за всяка от групите.



Фиг. 5.3. Характеристики на учениците при три нива на реални затруднения по органична химия: много високо, високо и умерено

Като цяло учениците с ниски резултати имат по-нисък интерес и навици за учене и възприемат задачите по органична химия като много трудни, а себе си – като неспособни да се справят с тях.

#### 5.4. Резултати от проведеното интервю с учители

За да се разбере какво мислят някои изявени учители за затрудненията по органична химия, бе проведено с всеки един от тях полуструктурирано интервю\*. Отговорите на въпросите са обобщени.

Отговори на въпроса: *Интересна ли е органичната химия на Вашите ученици?* Учителите смятат, че за някои от учениците органичната химия е по-интересна, отколкото за други.

Отговори на въпроса: *Според Вас какво им е най-интересно и какво – най-безинтересно?* Според учителите, „най-интересни за учениците са темите свързани с физиологичното действие, приложението на органичните съединения и влиянието им върху околната среда“. Интересна е „логиката при изучаване на различните класове органични съединения: хомоложен ред, номенклатура, изомерия и т.н. и неговото прилагане към различни представители на съответния клас“. „Също така е интересно за учениците да могат да предсказват свойствата на дадено органично съединение на базата на принадлежността му към определен клас“. Учителите са категорични, че най-безинтересни на учениците са химичните свойства. Към безинтересните спадат още темите за строежа на органичните съединения и връзката му с химичните свойства.

Отговори на въпроса: *Лесна ли е за изучаване от учениците?* Учителите отговарят: „С всяка следваща година органичната химия става все по-трудна за гимназистите“; „В началото учениците се плашат, докато не разберат, че в органичната химия има много повече логика“.

Отговори на въпроса: *Какво най-много затруднява учениците?* По органична химия най-трудни за учениците са свойствата и строежа на веществата, преходите, генетичната връзка. Трудни са и различните видове реакции. Изразяването на химичните реакции и пространствено представяне на строежа на органичните съединения масово затрудняват деветокласниците.

Отговори на въпроса: *Какви според Вас са причините за затрудненията?* Причина за трудностите е спецификата на органичната химия, свързана с особености като строежа на органичните съединения. Повечето ученици не успяват да навлязат в материята и да направят логически връзки. Днешните ученици са залети с информация, но не умеят да я анализират. Това поколение няма тези навици да учи, няма тези навици да анализира и от там вече логиката на органичната химия им убягва. Много от учениците се затрудняват и с осмислянето на информацията при четене. Често срещана практика е ученето наизуст за сметка на ученето чрез осмисляне. Липсата на мотивация представлява голям проблем за съвременните ученици, а, според учител, тя се проявява не само в часовете по химия, но и по другите предмети. Възрастта на учениците е неподходяща за разбиране на органична химия, според един от интервюираните. Той счита, че е малко рано за органична химия в 9. клас. Според друг учител „трудностите идват оттам, че у учениците все още не са изградени необходимите когнитивни умения за абстрактно мислене“. Друга важна причина за затрудненията, която изтъкват учителите е намаленият брой на часовете по органична химия. Всички са категорични, че за да се справят със затрудненията по органична химия, учениците се нуждаят от повече упражнение.

Отговори на въпроса: *Лесно ли е да се преподава органична химия?* Учителите споделят, че намират органичната химия за приятна и лесна за преподаване. Всички учители са единомислени, че органичната химия е приятна за преподаване, защото в нея има много повече логика.

Отговори на въпроса: *Какви трудности най-често срещате при преподаване на органична химия?* Според учителите преподаването се затруднява от липсващи важни съединения в учебната програма, напр. амоняк за изучаване на амини. Те срещат трудности „при преподаването на химичните свойства, строежа на органичните съединения и връзката строеж – химични свойства, както и при генетичните преходи. Още по-големи стават затрудненията, когато трябва да се стъпи на по-стари знания, а тези знания липсват и работата става изключително трудна“. Според трети учител „Когато трябва да се преподава органична химия на по-високо ниво (механизми на химични реакции, стереоизомерия и др.),

не само учениците, но и учителят среща трудности“. Като трудни за обясняване се определят по-абстрактните понятия като хибридизация, пространствено виждане и др., които са обект на изучаване на профилираната подготовка.

Отговори на въпроса: *Кои подходи, методи и/или средства са най-ефективни според Вас за качествено обучение по органична химия на базово ниво?* Учителите са единодушни, че нагледните методи са на първо място. От особена важност са и химичните експерименти, но „за жалост не всички химични реакции могат да бъдат извършени в клас“. Отчита се, че от значение са интердисциплинарните подходи – с математиката, с изобразително изкуство, технология. Традиционната беседа също много ефективна. Според всички учители упражненията по предмета също са от голямо значение.

Отговори на въпроса: *Какви са Вашите препоръките за подобряване на качеството на обучението по органична химия?* Препоръките на двама учители са за по-голям брой часове при конкретния обем на материала. Според друг учител промяната трябва да се извърши като се свие обемът на материала, за да се усвои по-качествено от учениците.

Резултатите от проведеното интервю с учителите бе основа за провеждане на анкетно проучване с повече на брой педагози.

## 5.5 Резултати от анкетирането на учителите

### *Педагогическо знание за трудностите на учениците по органична химия*

Голяма част от учителите (45%) смятат, че органичната химия е интересна, но въпреки това повечето (58%) са убедени, че темата не е лесна за изучаване от учениците.

След оценяване на степента на трудност на постигане на очаквани резултати по учебната програма, темите са подредени по намаляване на трудността им, определена от учителите (табл. 5.8).

**Таблица 5.8** Педагогическо знание за трудностите на учениците за постигане на очакваните резултати по органична химия (подредени по ранг).

Ранг	Тема на въпроса	Ср. трудност	% трудни	% неутр.	% лесни
1	Извличане и оценяване на научна информация	3.87	62	26	11
2	Изразяване на свойства с уравнения/схеми	3.66	62	19	19
3	Представяне резултати от хим. експерименти	3.63	60	28	11
4	Разпознаване на типове химични реакции	3.40	45	30	25
5	Описване на свойства на орг. вещества	3.36	51	19	30
6	Класификация на орг. съединения по формула	3.17	40	28	32
7	Разграничаване на изомери по формула	3.10	45	19	36
8	Записване на хим. формули по наименование	3.09	40	29	31
9	Обясняване на връзката строеж – свойства	3.03	34	28	38
10	Съставяне на наименования по формула	2.85	34	21	25
11	Планиране и извършване на експерименти	2.75	26	29	55
12	Оценяване въздействието на орг. вещества	2.62	19	25	57
13	Описване на приложението на веществата	2.53	25	30	45

Преподавателите дават много по-високи оценки за трудността на органичната химия на базово ниво, в сравнение с учениците. Анкетираните учители определят като най-трудни за постигане очакваните резултати: извличане и оценяване на информация (Mean = 3.87; 62%); изразяване на химични свойства с уравнения (Mean = 3.66; 62 %); представяне на резултати от химичен експеримент (Mean = 3.63; 60%); разпознаване на типове химични реакции по химично уравнение (Mean = 3.40; 45%). По-малко трудни са: описание на физични и химични свойства (Mean = 3.36; 51%); разграничаване на изомери (Mean = 3.10; 45%) и записване с химични формули на органични съединения по наименование (Mean = 3.03; 40 %). Останалите се приемат като нито трудни, нито лесни.

В табл. 5.9 трудностите по органична химия са обобщени по области на компетентност и съдържание (класификация, представяне и номенклатура на органичните съединения (ОС); изомерия и свойства на органичните съединения, изразяване и типове химични реакции (ХР); приложение и въздействие на органичните съединения, анализ на органичните съединения и анализ на информацията).

**Таблица 5.9** Педагогическо знание за трудностите на учениците по органична химия по съдържателни области и области на компетентност (n = 53)

Области на компетентност	Съдържателни области на трудност	Средна трудност по области на	
		съдържание	компетентност
Класификация на вещества и номенклатура	Класификация на ОС	3.17	3.07
	Представяне на ОС	3.09	
	Номенклатура на ОС	2.85	
Строеж и свойства на веществата	Изомери на ОС	3.10	3.15
	Свойства на ОС	3.20	
Химични процеси	Изразяване на ХР	3.66	3.53
	Типове реакции	3.40	
Значение на веществата и опазване на околната среда	Приложение на ОС	2.53	2.57
	Въздействие на ОС	2.62	
Експеримент и изследване	Анализ на ОС	3.21	3.49
	Анализ на информация	3.87	

Според учителите най-трудните области на компетентност са *Химични процеси* и *Експеримент и изследване*. С по-малка трудност са: *Строеж и свойства на веществата* и *Класификация на веществата*. Като нито лесно, нито трудно е *Значение на веществата и опазване на околната среда*. Аналогични резултати са получени и от интервюираните учители.

#### ***Педагогическо знание за причините за затрудненията по органична химия***

Отговорите на учителите от анкетата и интервютата са обединени поради сходството в тях за източниците на трудности при изучаване и преподаване на органична химия на базово ниво. Това са особеностите на предмета, учебните програми, условията в училище и характеристики на учениците.

*Особености на органичната химия.* Голяма част от учителите смятат, че затрудненията на учениците са свързани със спецификата на органичната химия – особеностите в строежа на органичните съединения и генетичната връзка между тях. Затова е труден преходът от неорганична към органична химия, заради голямата разлика между тези дялове на химията. Учителите отбелязват, че органичната химия се характеризира с голям обем информация, специфична терминология, обемисти формули, сложни наименования и уравнения. Поради това повечето ученици не успяват да навлязат в материята и да направят логически връзки между класовете органични съединения. Проблемни са и различните нива на представяне (макро-, субмикро- и символно). Липсващите междупредметните връзки на органичната химия с природните науки физика и биология, както и с математиката, също затрудняват работата и на ученици, и на учители.

*Учебни планове и програми.* Като основна причина за затрудненията според учителите е малкият брой часове в реформираните учебни планове и програми, в комбинация с големия обем на учебния материал. Стига се до претоварване на учениците с много нова информация за кратко време. Източник на затруднения са също: пропуски в програмата – липсват важни знания и умения (напр. амоняк важен за изучаване на амини), и организация на съдържанието – загубена е логиката в изучаването на отделните уроци и теми, недостатъчни са връзките с практиката. Преподавателите подчертават, че качествено усвояване на материала по органична химия предполага повече часове за практически дейности и лабораторни упражнения. Особен проблем има в паралелките с интензивно изучаване на чужд език в 9. клас, където се изучават за 90 ч. материал за 8. и 9. клас, което учителите определят като голяма загуба.

*Училищни условия – материална база, организация, учители.* Преподавателите споделят, че са малко училищата в България, които разполагат с добре оборудван кабинет по химия: липсват реактиви, стъклария за опити и друго важно лабораторно оборудване. Това води до затруднения при провеждането на нормален учебен процес по химия. Според някои учители, високата цена на учебниците е пречка, защото някои от учениците не разполагат с такива. Малко преподаватели търсят причините за ученическите затруднения в трудностите, които самите те срещат при преподаването.

*Ученически характеристики – знания, умения, нагласи, мотиви, начини на учене и мислене.* Често посочвани причини за затруднения на учениците са техните когнитивни и афективни характеристики: липса на интерес и мотивация за учене, ниско ниво на самоподготовка, липса на базови знания, липса на възпитание у дома, отсъствие на визия на учениците за техните цели и живот и др. Учениците се справят с възпроизвеждането на информацията, но се затрудняват с нейното разбиране и анализиране. Често срещана практика сред учениците е ученето наизуст. Повечето нямат изградени навици и стратегии за учене. Много от учениците не четат уроците си вкъщи и разчитат на запомненото в клас, а това не води до добри резултати. Липсата на мотивация представлява голям проблем за съвременните ученици. Проблем е негативната ученическа нагласа към предмета и липсващите предходни знания, което възпрепятства обучението. Неразвитото пространствено и логическо мислене у повечето ученици също е сериозна пречка..

### **Педагогическо знание за ефективните методи и подходи за обучение по темата**

Резултатите на учителите са представени в таблица 5.10.

**Таблица 5.10** Педагогическо знание за ефективните методи и подходи за изучаване на органична химия на базово ниво (n = 53)

<b>Ранг</b>	<b>Ефективни методи, подходи, техники</b>	<b>Бр. отг.</b>
1.	Беседа, лекция, обяснение, даване на примери и аналогии	53
2.	Демонстрации на опити и модели, видео и анимации, симулации	50
3.	Решаване на лог. задачи, моделиране, упражнения, лабораторни опити	49
4.	Проблемно-базирано обучение	23
5.	Интерактивни методи - дискусия, работа по групи и др.	21
6.	Подпомогнато от ИКТ обучение, проектно обучение	18
7.	Контекстно-базирано обучение	17
8.	Изследователски подход, исторически подход, логически подход	15

Оказва се, че учителите използват предимно директни методи (лекция, обяснение, беседа и такива свързани с онагледяване), по-малко индиректни (решаване на задачи, моделиране, упражнения, лабораторни опити), интерактивни (дискусия, работа по групи, решаване на проблеми) или методи, свързани с опита (лабораторна работа) и самостоятелното учене на учениците (проектно обучение и подпомогнато от ИКТ обучение).

Определянето на най-ефективни методи среща различен отговор у преподавателите: за повечето това са практическите методи – упражненията и решаването на задачи, лабораторните опити, според други са нагледните и интерактивните. Учителите споделят, че трябва да се работи интерактивно и подпомогнато от ИКТ. Те смятат, че е необходим акцент върху обучение в контекст на важни са практиката органични съединения, на допълнителни експерименти в домашни условия за повишаване интереса на учениците към предмета“.

Учителите дават и препоръки за подобряване на качеството на обучението, свързани с промяна в образователната политика, учебните планове и програми, осигуряване на подходяща учебна среда и регулярно провеждане на квалификационни курсове за учители.



## 5.6. Обобщаване и обсъждане на резултатите

### ***Обобщаване и обсъждане на резултатите на учениците***

Резултатите на учениците от диагностичния тест показват, че те срещат реални затруднения в съдържателните области *Представяне на органични съединения, Свойства на органични съединения, Изразяване на химични реакции, Типове реакции, Изследване на органични съединения и Анализ на информация*. Най-големи затруднения учениците срещат в областите на компетентност *Химични реакции и Експеримент и изследване*.

Установените трудности вероятно се дължат на липсващи ключови знания и умения от курса по обща химия (означаване на вещества с химични формули и изразяване на химични реакции чрез уравнения, химична връзка), неувоен или незатвърден нов материал, което възпрепятства разбирането на основни понятия като функционална група и установяване на причинно-следствени връзки (строеж → реактивоспособност → свойства). Извличането и анализирането на информация от графика и планирането на химичен експеримент са умения, чието формиране до голяма степен зависи от учебната среда и работата на учителя (позволява ли материалната база в училище провеждането на лабораторни занятия и упражнявал ли е учителят тълкуването на графики). Допълнително, трябва да се отчете и обучението в електронна среда като фактор, повлиял качеството на учебния процес за изследваната извадка.

Сходство между резултатите от нашето изследване и това на O'Dwyer & Childs (2011) се наблюдава по отношение на установената възприемана трудност в съдържателните области *Номенклатура на органичните съединения, Представяне на органични съединения, Изразяване на химични реакции и Анализ на органични съединения*. Въпреки разликата в учебните програми и изучаваното учебно съдържание, в нашето изследване също се констатира несъответствие между постигнатите резултати и ниското ниво на възприеманата трудност за анализ на информация.

Учениците, които имат ниски интерес към предмета, ниво на навици за учене и самоефективност са тези, които имат най-сериозни затруднения по органична химия.

### ***Обобщаване и обсъждане на резултатите на учителите***

Резултатите от изследването на учителите ясно показват, че според тях най-сложни за учениците са областите *Химични процеси и Експеримент и изследване*. Това са и областите, които са затруднили най-много учениците при решаването на теста. Съпадението на резултатите не е случайно, а се дължи на професионализма на учителите и тяхното ниво на предметно педагогическо знание.

Тези резултати са в съгласие с други изследвания (Ferguson & Bodner, 2008, O'Dwyer & Childs, 2011). Срещаните затруднения според някои преподаватели се дължат на природата на химичното знание и начина, по който се представя, на сложния научен език и структурирането на учебното съдържание, което в съгласие с данните на изследователи (Johnstone, 1991; Childs, 2006; Sirhan, 2007; O'Dwyer & Childs, 2017). Повечето учители смятат, че пречка за обучението са: нивото на когнитивно развитие на учениците; начина, по който възприемат учебното съдържание и обработват информацията; нагласите и подходите им към ученето, което е в съгласие с някои научни резултати (Taber, 2002; Sirhan, 2007; Reid, 2008; De Jong & Taber, 2014; O'Dwyer & Childs, 2017). Редица учители споделят затруднения, свързани с осигуряване на подходяща среда за обучение, както в изследване на Woldeamanuel et al. (2014), което показва, че този проблем има връзка със социалните условия в страната. Като най-ефективни методи и подходи за обучението се посочват традиционни методи: решаването на задачи, лабораторните упражнения, беседа, онагледяване чрез опити и модели. В изследването анкетираните учители не откриха достатъчно ясно специфичните стратегии, които биха използвали за преодоляване на затрудненията на учениците. Недостатъчно се отчита и ролята на ИКТ подпомогнатото обучение за преодоляване на затрудненията по темата. Критичното отношение на много от по-опитните учители към учебните планове и програми е резултат от скорошните образователни реформи, които не срещат пълно одобрение.

## ГЛАВА 6. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изпълнението на задачите на настоящото изследване даде възможност да се отговори на поставените изследователски въпроси, както следва:

1.1: *Кои теми от учебното съдържание по химия се възприемат като трудни от учениците?*

Най-трудните теми според българските ученици, са *Органична химия, Химични изчисления. Величини и зависимости, Скорост на химичните реакции и Химично равновесие*. Това са темите, които в голямата си част съдържат абстрактни понятия, специфична химична логика и терминология, изискват математически умения, голям обем базови знания.

1.2: *Кои теми са интересни за учениците?*

Няма тема от учебното съдържание по химия, към която да има особено висок интерес. Сравнително интересни за учениците са темите: *Органична химия, Теория на електролитната дисоциация. Киселини и основи, Термохимия, Строеж на атома, Периодична таблица и закономерности, свързани с нея*. Първите три теми са пряко свързани с живота на учащите, а последните две – се считат за лесни за изучаване от учениците.

1.3: *Има ли връзка между субективната трудност и изразения интерес към темите?*

Не бе установена зависимост между нивата на трудност и интерес.. Темите, които се възприемат като трудни от учениците, напр. темата *Органична химия*, се посочва същевременно и като интересна. Сред интересните попадат и такива, които се възприемат като лесни – *Строеж на атома и Периодична таблица*. Има и такива, които са трудни и същевременно безинтересни за учениците, напр. *Химични изчисления*.

1.4: *Кои теми от учебното съдържание по химия се приемат от учителите за трудни/интересни за техните ученици? Има ли съществена разлика между тези, избрани от учениците?*

Темите, най-често посочвани като трудни от учениците, са посочени и от учителите, а именно: *Органична химия. Въглеродороди и техни производни; Химични изчисления. Величини и зависимости; Химично равновесие и Скорост на химичните реакции. Катализа*. Това показва високо ниво на развитие на предметното педагогическо знание на учителите за трудностите на своите ученици.

По отношение на интересните теми от курса по Химия и опазване на околната среда се забелязва значително разминаване във възприятията на ученици и учители. Темите, посочени от учителите като интересни за учениците – *Метали, неметали и техни съединения и Окислително-редукционни процеси* – не са сред най-предпочитаните от самите ученици. Същевременно относително най-интересната за учениците тема – *Органична химия* е избрана като такава от много малък брой учители. Това е индикатор, че учителите в недостатъчна степен познават интересите и мотивите на учениците си.

1.5: *Кои умения са важни за успеха по химия според ученици и учители?*

Важни умения и според ученици, и според учителите са самостоятелното учене и разбирането на понятия и идеи. Но докато повечето ученици смятат, че е много важно да запомнят формули и факти по химия, то само малка част от учителите твърдят, че това е така. Същевременно за почти половината от учителите са важни уменията за подбиране и сравняване на информация от различни източници и споделянето ѝ с други, докато тези умения не са посочени от нито един ученик. Това показва разлика във възприятията на българските учители и ученици.

1.6: *Какви са причините за затрудненията по химия според учениците и учителите?*

Наблюдава се разлика в мнението на ученици и учители по този въпрос. Като причини за ученическите затруднения учителите посочват малкия брой часове, абстрактните понятия и това, че по предмета се изискват усилия и системност. За учениците причините за затрудненията им са главно в големия обем информация и необходимостта от запомнянето ѝ, както и липса на връзка с практиката. Различни са разбиранията на учениците и учителите за начините за минимизирането на затрудненията по предмета. За учениците те са главно в практическата дейност, в подобряването на училищната дисциплина, по-добре написаните учебници, повече часове за упражнения, използване на технологии и работа по групи. Някои учители смятат, че проблемът е, че учениците нямат навици за учене, интерес, дисциплината, а в училище няма условия за практически занимания и за използване на технологии

2: *Какви са реалните трудности на учениците при изучаване на органична химия на базово ниво, общообразователната подготовка в 9. клас?*

В първата част на изследването бе установено, че най-трудна за учениците е темата *Органична химия*. Във втората част на изследването бе показано, че най-проблемни за успешното изучаване на органична химия са областите на компетентност *Химични процеси и Експеримент и изследване*. Реални трудности на учениците бяха установени при: а) записване на органичните съединения с формули; б) правене на връзка между строеж и свойства; в) изразяване на химичните процеси между органични съединения с уравнения или схеми; г) определяне на типовете химични реакции с участието на органични вещества; д) планиране на химични експерименти, свързани с доказване или разпознаване на органични съединения и тълкуване на данните от тях.

3.1: *Какво е субективното възприятие на учениците от 9. клас за трудност по органична химия на базово ниво?*

Субективно най-проблемни за учениците са областите *Химични процеси, Строеж и свойства на веществата, Експеримент и изследване*. Учениците възприемат като най-трудно: а) да правят връзка строеж - свойства; б) да пишат химични уравнения; в) да планират експерименти за доказване или разпознаване; г) да определят типовете химични реакции; д) да означават органичните съединения с формули. Учениците възприемат като най-лесно: а) да анализират химична информация; б) да описват приложението на органични съединения.

Задачите от област *Химични процеси* са възприемани като най-трудни и действително са с много грешки в диагностичния тест. Задачите от областта *Строеж и свойства на веществата* също са възприемани като трудни, макар че реално резултати им не са толкова ниски. Задачите за анализ на информация са силно подценявани и смятани за лесни, а в действителност те са с най-много грешки на теста, а тези за планиране на експеримент са адекватно преценени като трудни, както показват и резултатите от теста.

Учениците с ниски резултати на теста (високи нива на реални затруднения) възприемат задачите по органична химия като особено трудни (високо ниво на възприемана трудност).

3.2: *Какво е субективното възприятие на учениците от 9. клас за самоефективност по органична химия на базово ниво?*

Учениците имат различна самоефективност (убеденост, че ще се справят със задачите) по органична химия на базово ниво. Най-неуверени са в способностите си: а) да обясняват химичните свойства със строежа на веществата; б) да планират химичен експеримент и да правят изводи от него; в) да изразяват химичните процеси с уравнения или схеми. Учениците се чувстват най-уверени в способностите си: а) да наименуват органични съединения; б) да анализират химична информация; в) да описват приложението на органични съединения.

Наблюдава се значително разминаване между убедеността на учениците, че ще могат да извършват успешно обработката и анализа на химична информация и реалните резултати от теста. Вероятна причина е представата на учениците, че извличането и обработването на предоставена информация е по-лесно от решаването на задачи, изискващи определени знания.

Като цяло учениците с ниски резултати (високи нива на реални затруднения) са убедени, че не могат да се справят със задачите по органична химия (имат ниска самоефективност).

4: *Какво е предметното педагогическо знание на учителите за трудностите при преподаване и изучаване на органична химия на базово ниво и причините за тях?*

Учителите определят като трудни за учениците важни области, свързани с основни понятия и ключови умения *Химични процеси и Експеримент и изследване*, които реално най-много са затруднили учениците при решаването на теста. Преподавателите оценяват по-високо трудността на органичната химия на базово ниво, в сравнение с учениците. Лесни и интересни според тях са темите, субективно важни и интересни за учащите: за физиологичното действие, приложението в ежедневието и влиянието върху околната среда на органичните вещества.

Голяма част от преподавателите смятат, че затрудненията на учениците са свързани със *спецификата на органичната химия* – особеностите в строежа на органичните съединения и генетичната връзка

между тях, с голям обем информация, специфична логика и терминология, обемисти формули, сложни наименования и уравнения, начин на представяне.

Като друга основна причина за затрудненията според тях е *малкият брой часове* в реформираните учебни планове и програми, в комбинация с големия обем на учебния материал.

*Училищните условия* също са проблем. Малко преподаватели търсят причините за ученическите затруднения в преподаването: самите учители не успяват да ангажират вниманието на учениците, и изпитват затруднения при разбирането на новото учебно съдържание.

Учителите намират органичната химия като приятна за преподаване. Те споделят, че трудностите при преподаването най-често се дължат на самите *ученици*. Отсъствието на системно, последователно и редовно учене по предмета, липса на изградени навици на учене и мотивация; неумението да анализират информацията; учене наизуст не водят до добри резултати.

Преподавателите използват за целите на обучението предимно директни методи (лекция, обяснение, беседа и такива свързани с онагледяване), по-малко индиректни (решаване на задачи, моделиране, упражнения, лабораторни опити), интерактивни (дискусия, работа по групи, решаване на проблеми) или методи, свързани с опита (лабораторна работа) и самостоятелното учене на учениците (проектно обучение и подпомогнато от ИКТ обучение). Най-ефективни методи според тях са практическите методи – упражненията и решаването на задачи, лабораторните опити, а също - нагледните и интерактивните методи. Необходимо е да се работи подпомогнато от ИКТ; да се обучава в контекст за важни са практиката съединения; да се правят допълнителни експерименти в домашни условия за повишаване интереса на учениците към предмета.

Учителите дават и препоръки за подобряване на качеството на обучението, свързани с: промяна в образователната политика и учебните планове и програми; осигуряване на подходяща учебна среда и регулярно провеждане на квалификационни курсове за учители.

### **Ограничения на изследването**

Като ограничение на изследването следва да се отбележи, че предвид противоепидемичните мерки, то се проведе в период, в който учениците се обучаваха от разстояние в електронна среда. Това наложи адаптиране на изследователския инструментариум за новата работа, но затрудни проверката на процесуални знания като напр. писане на химични уравнения.

Извънредната епидемична обстановка по време на обучението не позволи провеждане на задълбочени интервюта с учениците

Малкият брой преподаватели, анкетирани в първия етап, също може да се отнесе към ограничените на изследването.

## Приноси на изследването

1. За пръв път са открити трудните и интересните теми по химия за българските ученици в средното училище, причините за затрудненията им, както и важните за успеха им умения, от различна перспектива – на учители и ученици.
2. За първи път в обучението по химия в българското училище са идентифицирани областите на реални трудности, както и субективните възприятия на учениците от 9. клас за трудност, и за самоефективност по органична химия на базово ниво.
3. За първи път е разкрито и предметното педагогическо знание на българските учители по химия за ученическите трудности по органична химия на базово ниво в 9. клас, източниците на затрудненията им и ефективните начини за преодоляването им.

## Предложения за приложение на резултатите

Резултатите от настоящото проучване могат да бъдат полезни за учители, авторски колективи на учебници, съставители на учебни програми и изследователи в областта на образованието.

Съставителите на учебни програми биха могли да вземат предвид мнението на учителите, отразено в изследването, и да се намали учебната натовареност и да се даде време за разбиране на ключови идеи и упражняване на наученото. Необходими са по-ясни акценти в програмите върху мисленето и разбирането на учениците, както и в логическата връзка между отделните теми.

Получените резултати могат да са от полза на авторите на учебници в опита им да представят учебното съдържание по подходящ и достъпен начин, като свържат повече теорията с практиката.

Учителите биха могли да преосмислят и адаптират прилаганите в час методи, подходи и стратегии, отчитайки възприеманите и реалните трудности на учениците при изучаване на органична химия в 9. клас и начините за преодоляването им, докладвани в настоящото изследване.

Изследването ще е от полза и на университетските специалисти в областта на химическото образование при подготовката на бъдещи учители и продължаващата квалификация на действащи учители.

## Перспективи за бъдещи изследвания

Изследването би могло да се разшири като се потърсят трудните и интересните теми по химия в учебното съдържание за профилираната подготовка от гледна точка на ученици и учители.

Интересно и полезно за квалификацията на бъдещите учители би било да се определят реалните и субективните затруднения на учениците от профилираната подготовка в областта на органичната химия.

Като продължение на настоящата проблематика биха могли да се изследват възприеманите и реалните трудности и в други области от учебното съдържание по химия. Областта *Химични изчисления* заслужава особено внимание предвид факта, че е посочена от най-много ученици като трудна и едновременно с това неинтересна.

Би било интересно да се проследи промяната на ученическите възприятия за трудност по предмета химия и опазване на околната среда с всеки изминал клас.

Въпросът за трудностите в различни области на химията, изучавани на университетско ниво също остава отворен за изследване.

### Научни публикации по темата на дисертацията

1. Чакърров, К., Генджова, А. (2021). Трудни теми в учебната програма по химия от гледна точка на учениците. *Обучение по природни науки и върхови технологии*, 30, 613-629. ). <https://doi.org/10.53656/nat2021-6.02>. ISSN 2738-7135
2. Генджова, А., Маркова, Н. & Чакърров, К. (2022). Педагогическо предметно знание в природонаучното образование: трудности по органична химия. *Педагогика*. 94(6),764-778. <https://doi.org/10.53656/ped2022-6.08>. ISSN 0861 – 3982
3. Чакърров, К. (2022). Трудни теми в учебното съдържание по химия от гледна точка на учителите. *Обучение по природни науки и върхови технологии* 31, 531-551. <https://doi.org/10.53656/nat2022-6.03>. ISSN 2738-7135.
4. Генджова, А. & Чакърров, К. (2023). Трудности на учениците при изучаване на органична химия на базово ниво в 9. клас *Обучение по природни науки и върхови технологии*, 32 (пред печат). <https://doi.org/10.53656/nat2023-1.04>. ISSN 2738-7135

### Участие в научни форуми по темата на дисертацията

1. Чакърров, К., Генджова, А. Ученици и учители за областите на концептуални затруднения при изучаване на химия. XIX национална конференция по химия за студенти и докторанти, 2-4.06.21 на Факултета по химия и фармация на СУ “Св. Климент Охридски”
2. Чакърров, К., Маркова, Н., А. Генджова, А. Трудности в обучението по органична химия на базово ниво според учителите. Национална конференция с международно участие “Природни науки 2021” (NCNS2021), 1-3.10.21 на ШУ “Епископ Константин Преславски”.

## Литература

- Атанасов, К., Генджова, А. (2019). Ученически погрешни схващания, свързани с химичното равновесие. *Химия: Природните науки в образованието*, 28, 314-330.
- Бижков, Г. (1996). Теория и методика на дидактическите тестове. София: Просвета .
- Генджова, А. (2017). Ученически нагласи, свързани с науката и учените: стереотипи, особености, приложения. *Химия*, 26, 139-154.
- Генджова, А. (2022). Лекция по „Методика на обучението по химия 2. част“. Лична колекция на А. Генджова, ФХФ, СУ “Св. Кл. Охридски“, София
- Замфиров М. (2013) Динамика на интересите на кандидат-студентите във Физически факултет, Биологически факултет и Факултет по химия и фармация на СУ "Св. Климент Охридски" (2005–2013г). *Физика: Методология на обучението* 1., 92–108
- Кирова, М., Бояджиева, Е. & Тафрова -Григорова, А. (2010). Изследване на учебните постижения по Химия и опазване на околната среда според Държавните образователни изисквания. *Химия/ Chemistry*, 19, 116 – 140
- Тафрова-Григорова, А. (2007). *Съставяне на тестове (приложено към обучението по химия)*. София: Педагог 6.
- Тафрова-Григорова, А., Бояджиева, Е., Кирова, М. & Кузманов, А. (2009). Външно оценяване на постиженията на учениците по Химия и опазване на околната среда 9. клас. *Химия/Chemistry*, 18, 94 – 124.
- Тафрова-Григорова, А. (2013). Съвременни тенденции в природонаучното образование на учениците. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy (BJSEP)*, 7 (1) 121 – 200.
- Тошев Б. В. (2012). Природните науки в науката за образованието. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*. 21 (1) 7-18
- Achor, E. & Agbideye, A. (2014). Students' Perceived Difficult Concepts and It's Influence on Their Performance in Basic Science in Makurdi Metropolis: Implications for Basic Science Teacher Production. *National Association of Science, Humanities and Education Research Journal (NASHER)*, 12(1), 24-30.
- Adesoji, F. A., Omilani, N. A. & Dada, S. O. (2017). A comparison of perceived and actual; Students' learning difficulties in physical chemistry. *International Journal of Brain and Cognitive Sciences*, 6(1), 1-8.
- Ainley, M., Hidi, S. & Berndorff, D. (2002). Interest, learning, and the psychological processes that mediate their relationship. *Journal of educational psychology*, 94(3), 545.
- 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.
- Anderson, T. & Bodner, G. (2008). What can we do about 'Parker'? A case study of a good student who didn't 'get' organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 93-101.
- Anderson, T. & Bodner, G. (2008). What can we do about 'Parker'? A case study of a good student who didn't 'get' organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 93-101.
- Ausubel, D. P. (1968) *Educational Psychology: A Cognitive View*, New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Aydın, Y. Ç. & Uzuntiryaki, E. (2009a). Development and psychometric evaluation of the high school chemistry self-efficacy scale. *Educational and Psychological Measurement*, 69(5), 868-880.
- Aydın, Y. Ç. & Uzuntiryaki, E. (2009b). Development and psychometric evaluation of the high school chemistry self-efficacy scale. *Educational and Psychological Measurement*, 69(5), 868-880.
- Baddeley, A. D. (1999). *Essentials of Human Memory*. Hove: Psychology Press.
- Bergquist, W. & Heikkinen, H. (1990). Student ideas regarding chemical equilibrium: What written test answers do not reveal. *Journal of chemical Education*, 67(12), 1000.
- Bhattacharyya, G. & Bodner, G. (2005). " It gets me to the product": How students propose organic mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 82(9), 1402.
- Bodé, N., Deng, J. & Flynn, A. (2019). Getting past the rules and to the why: Causal mechanistic arguments when judging the plausibility of organic reaction mechanisms. *Journal of Chemical Education*, 96(6), 1068-1082.
- Bodner, G. & Domin, D. (2000). Mental models: The role of representations in problem solving in chemistry. *University Chemistry Education*, 4(1).
- Bradley, J. D. & Brand, M. (1985). Stamping out misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 62(4), 318.
- Bransford, J., Brown, A. & Cocking, R. R. (2000). *How people learn* (Vol. 11). Washington, DC: National academy press.
- 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.

- Bryan, L. C. H. (2007). Identifying students' misconceptions in 'A-level' organic chemistry. <http://conference.crpp.nie.edu.sg/2007/paper/papers/SCI352.pdf>, accessed 12 August 2014.
- Chandran, S., Treagust, D. & Tobin, K. (1987). *The role of cognitive factors in chemistry achievement*. Journal of research in science teaching, 24(2), 145-160.
- Chen, J. A. & Usher, E. L. (2013). Profiles of the sources of science self-efficacy. *Learning and individual differences*, 24, 11-21.
- Childs, P. & Sheehan, M. (2009). What's difficult about chemistry? An Irish perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 204-218.
- Coe, R., Aloisi, C., Higgins, S. & Major, L. E. (2014). What makes great teaching? review of the underpinning research.
- Crandell, O., Kouyoumdjian, H., Underwood, S. & Cooper, M. (2018). Reasoning about reactions in organic chemistry: starting it in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 96(2), 213-226.
- 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.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Davison, D. M., Miller, K. W. & Metheny, D. L. (1995). What does integration of science and mathematics really mean? *School science and mathematics*, 95(5), 226-230.
- 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). Rotterdam: SensePublishers
- de Quadros, A. L., Carvalho Da-Silva, D., Silva, F. C., Pereira de Andrade, F., Aleme, H. G., Tristão, J. C., ... & DeFreitas-Silva, G. (2011). The knowledge of chemistry in secondary education: difficulties from the teachers' viewpoint. *Educación química*, 22(3), 232-239.
- de Vos, W., van Berkel, B. & Verdonk, A. H. (1994). A coherent conceptual structure of the chemistry curriculum. *Journal of Chemical Education*, 71(9), 743.
- Devetak, I., Vogrinc, J. & Glažar, S.A. (2009). Assessing 16-year-old students' understanding of aqueous solution at sub-microscopic level. *Research in Science Education*, 39(2), 157-179.
- Donaghy, K. J. & Saxton, K. J. (2012). Connecting geometry and chemistry: A three-step approach to three-dimensional thinking. *Journal of Chemical Education*, 89(7), 917-920.
- 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, 70-80.
- Eccles, J. S., Wigfield, A. & Schiefele, U. (1998). Motivation to succeed. In W. Damon (Series Ed.) & N. Eisenberg (Vol. Ed.), *Handbook of child psychology*. Vol. 3: Social, emotional, and personality development (5th ed., pp. 1017-1095). New York: Wiley.
- Eticha A. T. & Ochonogor C. (2015). *Assessment of undergraduate chemistry students' difficulties in organic chemistry*. In: Proceedings of the ISTE International Conference on Mathematics, Science and Technology Education 2015.
- Evans, R. H. (2014). Cultural effects on self-efficacy beliefs. In *The Role of Science Teachers' Beliefs in International Classrooms* (pp. 33-48). Brill.
- Ferguson, R. & Bodner, G. (2008). Making sense of the arrow-pushing formalism among chemistry majors enrolled in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 102-113.
- Fernandez, C. (2014). Knowledge base for teaching and pedagogical content knowledge (PCK): Some useful models and implications for teachers' training. *Problems of Education in the 21st Century*, 60(1), 79-100.
- Ferrell, B., Phillips, M. & Barbera, J. (2016). Connecting achievement motivation to performance in general chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 1054-1066.
- Fui, C. S. & Lian, L. H. (2011). Effect of track position on students' attitude towards Science. *Problems of Education in the 21st Century*, 35, 138.
- Gabel, D. (1998). The complexity of chemistry and implications for teaching. In B. J. Fraser & K. G. Tobin (Eds.), *International handbook of science education* (Vol. 1, pp. 233-248). Dordrecht: Kluwer Academic
- 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. A., & Shilna, V. (2013). Perceived Difficulty of Chemistry Units in Std IX for Students in Kerala Stream Calls for Further Innovations. *Online Submission*.



- Galloway, K., Leung, M. & Flynn, A. (2018). *A comparison of how undergraduates, graduate students, and professors organize organic chemistry reactions*. *Journal of Chemical Education*, 95(3), 355-365.
- Galloway, K., Stoyanovich, C. & Flynn, A. (2017). Students' interpretations of mechanistic language in organic chemistry before learning reactions. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(2), 353-374.
- Gilbert, J. (1998). Explaining with models. In M. Ratcliffe (ed.), *ASE Guide to Secondary Science Education*, London: Stanley Thornes
- Glynn, S. M., Brickman, P., Armstrong, N. & Taasobshirazi, G. (2011). Science motivation questionnaire II: Validation with science majors and nonscience majors. *Journal of research in science teaching*, 48(10), 1159-1176.
- 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.
- Graulich N., (2015), The tip of the iceberg in organic chemistry classes: how do students deal with the invisible? *Chemistry Education Research and Practice*, 16(1), 9-21.
- Hanley, P., Hepworth, J., Orr, K. & Thompson, R. (2018). *Literature review of subject-specialist pedagogy*. London: The Gatsby Charitable Foundation.
- Harle, M. & Towns, M. (2011). A review of spatial ability literature, its connection to chemistry, and implications for instruction. *Journal of Chemical Education*, 88(3), 351-360.
- 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* (pp. 189-212). Dordrecht: Springer
- Hassan, A., Hill, R. & Reid, N. (2004). Ideas underpinning success in an introductory course in organic chemistry. *University Chemistry Education*, 8(2), 40-51.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational research*, 60(4), 549-571.
- Honick, T. & Broadbent, J. (2016). The influence of academic self-efficacy on academic performance: A systematic review. *Educational Research Review*, 17, 63-84.
- Jansen, M., Schroeders, U. & Lüdtke, O. (2014). Academic self-concept in science: Multidimensionality, relations to achievement measures, and gender differences. *Learning and Individual Differences*, 30, 11-21.
- 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. & Mahmoud, N. A. (1980). Isolating topics of high perceived difficulty school biology. *Journal of biological Education*, 14(2), 163-166.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro- and micro-chemistry. *School Science Review*, 64(227), 377-379.
- Johnstone, A. H. (1984). New Stars for the Teacher to Steer By? *Journal of Chemical Education*. 61(10), 847-849.
- Johnstone, A. H. (1997). Chemistry teaching, science or alchemy? *Journal of Chemical Education*, 7(3), 262-268.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry-logical or psychological?. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 9-15.
- Johnstone, A. H. (2006). Chemical Education Research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 49-63.
- Johnstone, A. H. & Letton, K. M. (1991) Practical measures for practical work. *Education in Chemistry*, 28(3), 81-83.
- 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* (pp. 47-68). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers
- Kempa, R. F. (1991). Students' learning difficulties in science: Causes and possible remedies. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(2), 119-128.
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in science education*, 45(2), 169-204.
- 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.
- Kozma, R. & Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 34(9), 949-968.
- Kraft, A., Strickland, A. & Bhattacharyya, G. (2010). Reasonable reasoning: multi-variate problem-solving in organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(4), 281-292.

- 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.
- Mao, P., Cai, Z., He, J., Chen, X. & Fan, X. (2021). The Relationship Between Attitude Toward Science and Academic Achievement in Science: A Three-Level Meta-Analysis. *Frontiers in psychology*, 12.
- Markic, S. & Childs, P. E. (2016). Language and the teaching and learning of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(3), 434-438.
- Mbajjorgu, N. & Reid, N. (2006). *Factors influencing curriculum development in chemistry*. Hull: Higher Education Academy
- Millar, R. (1991). Why is science hard to learn?. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 66-74.
- Mortimer, E. & Scott, P. (2000). Analysing discourse in the science classroom. In R. Miller, J. Leach, & J. Osborne (Eds.). *Improving science education: the contribution of research* (pp. 126-142). Buckingham: Open University Press.
- 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.
- Nieswandt, M. (2007). Student affect and conceptual understanding in learning chemistry. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(7), 908-937.
- Novak, J. & Cañas, A. (2006). "The theory underlying concept maps and how to construct and use them, Technical Report IHMC Cmap Tools 2006-01 Rev 01-2008". Florida Institute for Human and Machine Cognition.
- Novak, J. D. (2010). *Learning, creating, and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in schools and corporations*: Routledge.
- O'Dwyer, A., & Childs, P. (2011, September). Second level Irish pupils' and teachers' view of difficulties in organic chemistry. In *IOSTE Mini-Symposium* (Vol. 17, No. 4, pp. 99-105).
- O'Dwyer, A. & Childs, P. E. (2017). Who says organic chemistry is difficult? Exploring perspectives and perceptions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7), 3599-3620.
- Ogunkola, B. J. & 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. O. & 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.
- Özmen, H. & Ayas, A. (2003) Students' difficulties in understanding of the conservation of matter in open and closed-system chemical reactions. *Chemistry Education: Research and Practice*, 2003, 4(3); 279-290.
- Özmen, H. (2008). Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: a review of research and the case of Turkey. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(3), 225-233.
- Padalkar, S. & Hegarty, M. (2013). Undergraduate students' understanding about representations in chemistry. In *Proceedings of Conference episteme-5* (pp. 288-294).
- Pinarbasi, T., Canpolat, N. (2003). Students' Understanding of Solution Chemistry Concepts. *Journal of Chemical Education*, 80, 1328-1332.
- Penn, M. & Umesh, R. (2020). An assessment of curriculum-specific learning difficulties in natural sciences within the South African context. In *Proceeding in Conference: International Conference on Education and New Developments* (pp. 400-403).
- Petterson, M., Watts, F., Snyder-White, E., Archer, S., Shultz, G. & Finkenstaedt-Quinn, S. (2020). Eliciting student thinking about acid-base reactions via app and paper-pencil based problem solving. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(3), 878-892.
- Pfundt, H. & Duit, R. (1998). *Bibliography: Students' alternative frameworks and science education*. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel (version August 1998; distributed electronically).
- Pintrich, P. R. & Schunk, D. H. (2002). *Motivation in education: theory, research, and applications*. Upper Saddle River: Merrill
- Potvin, P., Hasni, (2014) A. Analysis of the Decline in Interest Towards School Science and Technology from Grades 5 Through 11. *J Sci Educ Technol* 23, 784-802
- Orton T. & T. Roper (2000) Science and Mathematics: A Relationship in Need of Counselling? *Studies in Science Education*, 35(2000), 123-153.
- Quílez, J. (2019). A categorisation of the terminological sources of student difficulties when learning chemistry. *Studies in Science Education*, 55(2), 121-167.

- Ramnarain, U. & Ramaila, S. (2018). The relationship between chemistry self-efficacy of South African first year university students and their academic performance. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 60-67.
- Ravialo, A. (2001). Assessing Students' Conceptual Understanding of Solubility Equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 78(5), 629-631.
- 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.
- Reinhardt, C. (2001). Disciplines, research fields, and their boundaries. *Chemical Sciences in the 20th Century: Bridging Boundaries*, 1-13.
- Robinson, P. (2012). Abilities to learn: Cognitive abilities. *Encyclopedia of the sciences of learning*, 17-20.
- Schiefele, U., Krapp, A. & Winteler, A. (1992). Interest as a predictor of academic achievement: A meta-analysis of research. In K.A. Renninger, S. Hidi, & A. Krapp (Eds.), *The role of interest in learning and development* (pp. 183-212). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schmidt, H. J. (1992). Conceptual difficulties with isomerism. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(9), 995-1003.
- Schroeder, J. D. & Greenbowe, T. J. (2008). Implementing POGIL in the lecture and the Science Writing Heuristic in the laboratory – student perceptions and performance in undergraduate organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(2), 149-156.
- Schunk, D. & DiBenedetto, M. K. (2016). Self-Efficacy Theory in Education. In: K. R. Wentzel & D. B. Miele (Eds), *Handbook of Motivation at School* (pp. 34-54). New York, NY: Routledge.
- Seery, M. K. (2009). *The role of prior knowledge and student aptitude in undergraduate performance in chemistry: a correlation-prediction study*. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(3), 227-232.
- 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.
- Stull, A. T., Hegarty, M., Dixon, B. & Stieff, M. (2012). Representational translation with concrete models in organic chemistry. *Cognition and Instruction*, 30(4), 404-434.
- Stull, A. T., Hegarty, M., Dixon, B. & Stieff, M. (2012). Representational translation with concrete models in organic chemistry. *Cognition and Instruction*, 30(4), 404-434.
- Taagepera, M. & Noori, S. (2000). Mapping students' thinking patterns in learning organic chemistry by the use of knowledge space theory. *Journal of Chemical Education*, 77(9), 1224.
- Taber, K. & Coll, R. (2003). Bonding. In *Chemical education: Towards research-based practice* pp. (213-234). Springer, Dordrecht
- Taber, K. (2001). Building the structural concepts of chemistry: Some considerations from educational research. *Chemistry Education Research and Practice*, 2(2), 123-158.
- Taber, K. (2002). *Chemical misconceptions-prevention, diagnosis and cure: Volume 1- Theoretical background (Vol. 1 - Theoretical background)*. London: Royal Society of Chemistry.
- Taber, K. S. (2009). Challenging misconceptions in the chemistry classroom: Resources to support teachers. *Educació química*, 13-20.
- Taber, K. S. (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. (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.
- Talanquer, V. (2007). Explanations and teleology in chemistry education. *International Journal of Science Education*, 29(7), 853-870.
- Tenaw, Y. A. (2013). Relationship between self-efficacy, academic achievement and gender in analytical chemistry at Debre Markos College of teacher education. *African Journal of Chemical Education*, 3(1), 3-28.
- Thomas, P. L. & Schwenz, R. W. (1998). College physical chemistry students' conceptions of equilibrium and fundamental thermodynamics. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 35(10), 1151-1160.
- Turner, D. W., III (2010). Qualitative interview design: A practical guide for novice investigators. *The Qualitative Report*, 15(3), 754-760.

- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Treagust, D., Nieswandt, M. & Duit, R. (2000). Sources of students difficulties in learning Chemistry. *Educación química*, 11(2), 228-235.
- Tsaparlis, G. (1997). Atomic and molecular structure in chemical education: A critical analysis from various perspectives of science education. *Journal of Chemical Education*, 74(8), 922.
- Tsaparlis, G. (2001). Preface molecules and atoms at the centre stage. *Chemistry Education Research and Practice*, 2(2), 57-65.
- Tsaparlis, G. (2009). Learning at the macro level: The role of practical work. In *Multiple representations in chemical education* (pp. 109-136). Springer, Dordrecht
- 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. & Musa Auwal, A. (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.
- Van Driel, J. H., De Vos, W., Verloop, N. & Dekkers, H. (1998). Developing secondary students' conceptions of chemical reactions: The introduction of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 20(4), 379-392.
- Villafañe, S., Xu, X. & Raker, J. R. (2016). Self-efficacy and academic performance in first-semester organic chemistry: Testing a model of reciprocal causation. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 973-984.
- Vincent-Ruz, P., Binning, K., Schunn, C. D. & Grabowski, J. (2018). The effect of math SAT on women's chemistry competency beliefs. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 342-351.
- Watts, F., Schmidt-McCormack, J., Wilhelm, C., Karlin, A., Sattar, A., Thompson, B. ... & Shultz, G. (2020). What students write about when students write about mechanisms: analysis of features present in students' written descriptions of an organic reaction mechanism. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(4), 1148-1172.
- Weisman, R. L. (1981). A mathematics readiness test for prospective chemistry students. *Journal of Chemical Education*, 58(7), 564.
- Zusho, A., Pintrich, P. & Coppola, B. (2003). Skill and will: The role of motivation and cognition in the learning of college chemistry. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1081-1094.