

## ВЪЗМОЖНОСТИ НА ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКИЯ ПОДХОД ЗА ФОРМИРАНЕ НА КЛЮЧОВИ КОМПЕТЕНТНОСТИ В ОБУЧЕНИЕТО ПО ХИМИЯ

**Антоанета Ангелачева**

*Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“*

**Резюме.** Изследователският подход в обучението по природни науки е главно средство за формиране и развитие на ключови знания, умения и отношения у учениците. Сред осемте равнопоставени ключови компетентности са уменията за подкрепа на устойчивото развитие и за здравословен начин на живот. Те са свързани с овладяване на екологични знания, формиране на умения за опазване на околната среда и за здравословен начин на живот, изграждане на ценностни отношения у подрастващите. В статията е представен опит за използване на изследователския подход в обучението в профилираната подготовка по химия за обогатяване на системата от знания, умения и отношения, свързани с опазване на околната среда. За осъществяване на изследователски подход е разработен лабораторен практикум с включване на експериментални изследователски задачи за анализ на проби от почви. Проведено е диагностично изследване за установяване целесъобразността на създадения практикум. Разработен е критериален тест за диагностика на познавателните резултати на учениците в изследваните групи. Резултатите от тестирането показват, че включването на експериментални изследователски задачи в лабораторния практикум води до овладяване на осмислени екологични знания, формиране на умения за прилагането им в различни познавателни ситуации и изграждане на ценностно отношение към околната среда.

### **Увод**

Развиването на ключови компетентности се откроява като главна цел и тенденция в съвременното образование, в частност – в природонаучното образование. Ключовите компетентности са тези, от които подрастващите имат нужда за формиране и развитие на научна грамотност, за социална интеграция и активно гражданско поведение (Emilov, 2015; Kolarova et al., 2017; Petrova, 2016; Petrova & Vasileva, 2007; Tafrova-Grigorova, 2011; 2013; 2014). В съответствие с Европейската референтна рамка ключовите компетентности се дефинират като съвкупност от знания, умения и отношения, отнесени

към определена област. Уменията за подкрепа на устойчивото развитие и за здравословен начин на живот (т. нар. здравно-екологични компетентности) са сред осемте равнопоставени ключови компетентности, включени в новия Закон за предучилищното и училищното образование<sup>1)</sup>. Основават се на овладяване на екологични знания, формиране и развитие на умения за опазване на околната среда и за здравословен начин на живот, изграждане на ценностни отношения към околната среда у подрастващите (Dakova et al., 2015; Kostova, 2003; Orr, 2009; Palmer, 1998; Vladimirova, 2012).

В държавните документи (Държавни образователни изисквания за учебно съдържание по химия, Учебни програми по Химия и опазване на околната среда) са залегнали идеите за развитие на ключови компетентности у учениците чрез решаване на задачи в реални ситуации и създаване на благоприятни условия за лабораторна дейност в училище. Химията е експериментална наука и би следвало лабораторната работа да е неотменима част от обучението в училище (Boehnke & Delumyea, 2000). Лабораторните експерименти позволяват на учениците да учат с разбиране и в същото време ги включват в процес на конструиране на знания чрез правене на наука (Dimitrova et al., 2018; Ivanova, 2018; Leicht et al., 2018). При изпълнението на химични експерименти се следва пътят на научното познание – от целенасоченото наблюдение, планирането на изследването, извършването на опита, оформянето на резултатите към формулирането на изводи. Съвкупността от тези дейности е основа за реализиране на изследователския подход (inquiry-based approach) в процеса на обучение (Angelova et al., 1994; Tzanova & Raicheva, 2012; Tzvetkov & Boiadjieva, 2013). Свързването на знанията, овладени в лабораторията, с научните знания е условие за формиране на ключови компетентности у учениците (Hadjiali & Kolarova, 2016; Pinn, 2017; Taylor et al., 2009).

Интересът към ключовите компетентности, към начините и пътищата за изграждането им у учениците провокира настоящото изследване. В него е поставен акцент върху изследователския подход и екипната експериментална работа на учениците като възможност за промяна на образователната среда и формиране у учениците на ключови знания, умения и отношения.

### **Теоретични основи на изследването**

Ролята на учебното изследване за когнитивното и за социалното развитие на учениците е всепризната и не подлежи на съмнение. Резултатите от прилагането на изследователския подход в процеса на обучение кореспондират с достигане на високи равнища на познавателната активност и самостоятелност на ученика, с овладяване на умения за креативно мислене, с формиране на собствено отношение към изучаваните явления, с усвояването на съдържателни знания, и най-вече на способности за мисловна и практическа дейност, т.е.

на методи на познание (Angelova et al., 1994; Malcheva et al., 2000; Tzanova & Raicheva, 2012).

Изследователският подход в училищното образование по природни науки е главно средство за формиране на научна грамотност (Emilov, 2015). Естественото любопитство на децата най-добре се удовлетворява чрез наблюдение, търсене на информация, поставяне на въпроси и търсене на отговорите им чрез опит, формулиране на изводи на основата на доказателства.

Ученето чрез изследване се състои в наблюдение, проучване на информационни източници, идентифициране на проблема, формулиране на хипотеза (предположение), планиране, провеждане на експеримент за проверка на хипотезата, събиране, анализ и тълкуване на данни, намиране на обяснения, представяне на резултатите, достигане до заключения (приемане или отхвърляне на хипотезата). Изследването предполага използване на логическо и критическо мислене и разкрива на ученика научния път на познанието, като развива способностите му да наблюдава, съпоставя и сравнява, да търси информация, да подбира нужното и главното, да планира, систематизира, комуникира (ibid.). „Добитите по този начин знания – от природата, живота и лабораторията, са сигурни и трайни. Чрез такива „изследвания“ ученикът постепенно се доближава и въвежда в методите на науката. В социален план този метод е особено важен, защото така се възпитават инициативни и самостоятелни хора, които отговорно могат да планират живота си, без да чакат друг да мисли за тях“ (Toshev, 2007).

Водещ метод при реализиране на изследователския подход в процеса на обучение по химия е учебният химичен експеримент, който позволява формиране на система от ключови знания, умения и отношения у учениците (Ahromushkina & Valzeva, 2016; Angelacheva, 2006; Malcheva et al., 2000). Според действащия субект и организацията на експерименталната дейност се разграничават демонстрационни и лабораторни учебни химични експерименти (Angelova et al., 1994). Лабораторните експерименти се реализират в: (а) лабораторни уроци – уроци за нови знания, в които се съчетава демонстрационен и лабораторен експеримент; (б) лабораторни упражнения, главните цели на които са затвърдяване на знания и усъвършенстване на умения – умения за наблюдение, за планиране и изпълнение на експеримент, за интерпретация на експериментални данни и др. (ibid.).

Организационната форма, в която се вписва система от лабораторни експерименти, е лабораторният практикум. Той обединява отделни лабораторни упражнения в една обобщена тема, разглеждана отначало семинарно, а след това чрез подходящи опити, изпълнявани от учениците групово или индивидуално. Отнесени към обучението по химия, лабораторната работа и лабораторният практикум са най-подходящите форми за реализиране на учене, основано на изследване, особено в профилираната подготовка по Химия и опазване

на околната среда (Cheredov, 2019; Epitrova et al., 2012). Лабораторните упражнения активно допринасят за формирането на ключови компетентности както в областта на природните науки, така и в други научни направления (Dimitrova et al., 2018; Ivanova, 2018). Учениците усвояват знания, свързани със състава, строежа, свойствата, приложението, физиологичното действие на веществата, като провеждат самостоятелно изследване и формулират изводи. Чрез лабораторната работа се създават условия учениците по-цялостно да систематизират, обобщават и прилагат овладени знания и да усъвършенстват експерименталните си умения, да развиват интереса си към научноизследователската дейност. Задачите за изпълнение (със или без подробни инструкции) и описването в протокол на дейностите по време на лабораторното занятие са свързани с формирането на компетентности в областта на българския език, тъй като развиват уменията за четене и разбиране на текст, както и уменията за създаване на текст, като се прилагат книжовни езикови норми. Усъвършенстват се и уменията за диалогично общуване при обсъждане на съвместната дейност. Представянето на информацията и на опитните резултати чрез схеми, модели и таблици и използването на компютърни платформи и програми за текстообработка е свързано с математическата и дигиталната компетентност. Самостоятелното планиране и организиране на експериментите спомагат за формирането на инициативност и предприемчивост. При груповата работа се развиват социални и граждански компетентности чрез критично мислене при вземането на решения, приемане на различни гледни точки при обсъждането и проявяване на толерантно отношение. Необходимостта от спазване на строги правила за безопасна работа в химичната лаборатория и осъзнаването на отговорността за опазване на собственото здраве и здравето на околните, са свързани с умения за подкрепа на устойчивото развитие и за здравословен начин на живот. Ученето чрез изследване и самооценката помагат за разбиране на личните потребности в учебния процес и откриване на възможностите и способностите за преодоляване на трудностите в ученето. От казаното дотук може да се обобщи, че реализирането на целите на лабораторните упражнения допринася за формирането на комплекс от ключови компетентности у учениците.

Често понятията компетентност и компетенция се използват като синоними. Според повечето автори компетентността представлява качество на личността, основано на наличието на определен значителен обем от знания и умения, получени чрез системна подготовка и практически опит в определена теоретична или практическа област (Emilov, 2015; Petrova & Vasileva, 2007; Tzanova & Raycheva, 2012). До образователна компетентност се достига благодарение на продължителните усилия на участниците в образованието. Тя е система от компетенции и компетентности по определени въпроси. Може да се обобщи, че компетенциите са заложили в образователните цели, а компе-

тентността се проявява като личностна характеристика, способност на много високо равнище да се формира и упражняват в единство добре структурирани познание, ценностен ангажимент и ефективни действия, оптимално и по необходимост проявяващи се в конкретна приложна изява чрез адекватни умения (Ott, 2009).

В този смисъл наборът от компетенции, отнасящи се до: (а) оценяване на рисковете от собственото поведение за личното здраве и околната среда; (б) използване на знания за структури и процеси в човешкото тяло и за опазване здравето при избор на решение в конкретни ситуации; (в) подкрепяне на дейности, насочени към опазване на личното здраве и на околната среда, може да се нарече здравно-екологична компетентност (Dakova et al., 2015; Palmer, 1998; Vackleva, 2011).

Здравно-екологичната компетентност е познание за основните принципи на природата и на технологичните продукти. Съществено е познаването на понятия, основни принципи и методи на природните науки и технологиите, както и разбирането за последствията върху околната среда. Тези компетентности трябва да дадат възможност на хората по-добре да разбират напредъка, ограниченията и рисковете от научните теории, приложения и технологии в обществото, като цяло (по отношение на вземането на решения, ценностите, етиката, културата и т. н.) (Petrova, 2016).

Основна цел на съвременното образование е чрез обучението в училище да се формират у учениците компетентности, а това, от своя страна, може да се случи след трайно придобиване на знанията, уменията и компетенциите, заложи в нормативните документи за училищното образование. Настоящото общество „жадно“ се интересува от граждани, които са способни да развиват вече придобити компетентности. Това е вече овладяна от него компетенция със затвърдени знания и умения. В синхрон с изискванията на съвременното образование и общество са създадени нормативните документи, част от които е учебното съдържание, което включва три основни компонента – знания, умения и отношения. Учениците биха могли да постигнат заложените цели в нормативните документи цели и очаквани резултати при използване на подходящи форми, подходи, методи и средства на обучение. В настоящата работа са потърсени пътища за формиране и развиване на знания, умения и отношения, заложи в учебните програми, които са в основата за постигане на здравно-екологични компетентности.

### **Методология на изследването**

За осъществяване на изследователски подход в профилираната подготовка по химия в XI клас е разработен лабораторен практикум за подготовка и за изследване на образци от почви. Целта на експерименталното изследване е да се получат достатъчно надеждни данни за ефективността на създадения лабораторен практикум относно обогатяване на системата от екологични знания и

умения и ценностни отношения на учениците към природата, т.е. за развитие на здравно-екологични компетентности.

Обект на изследването са ученици с профилирана подготовка по химия в XI клас, а предмет – познавателните резултати на учениците – екологични знания и умения и ценностни ориентации към околната среда.

Променливата величина, която се измерва в хода на експеримента, е обучеността на учениците по химия. За диагностика на посочената величина се използват следните критерии и показатели: (а) критерий екологични знания (знания за образуването на почвата, видовете почви, замърсителите на почвата и др.) с показатели обем и осмисленост на знанията; (б) критерий екологични умения с показатели умения за прилагане на овладените екологични знания в различни познавателни ситуации и умения за планиране и провеждане на химични експерименти при спазване на техниката за безопасна работа и за анализ на опитни резултати; (в) критерий ценностни отношения по проблема за опазване на почвата от замърсяване с показатели осъзнатост и интензивност на отношенията (Angelacheva, 2007; Angelacheva & Gergova, 2011; Cohen et al., 2011; Deriabo & Iasvin, 1996).

Избраните критерии и показатели са използвани при разработването на критериален тест (вж. приложение). Качествата на теста са оценени от шест експерти-учители по химия в малка извадка от ученици в условията на експериментално обучение. В състава на теста се съдържат три субтеста: субтест 1 (задачи от 1 до 4) има за цел да диагностицира обема и осмислеността на овладените от учениците екологични знания за почвата; субтест 2 (задачи от 5 до 8) има за цел да регистрира уменията на учениците да прилагат овладените екологични знания в различни ситуации, да планират и изпълняват химични опити при спазване на техниката за безопасна работа; субтест 3 (задачи от 9 до 12) има за цел да установи не само екологичните знания и умения на учениците върху учебното съдържание, включено в субтестове 1 и 2, но и отношението на учениците по проблема за опазване чистотата на почвата.

Задачите в теста са с избран или със свободен отговор. Оценяването на задачите с избран отговор е с 1 точка за правилен отговор и 0 точки при грешен или непосочен отговор. При задачите със свободен отговор точките се определят в зависимост от сложността на задачата и изчерпателността на отговора.

Като независима променлива е определен лабораторният химичен експеримент, свързан с изследване на проби от различни по вид почва (Angelacheva, 2014; Nikolova et al., 1990).

Експерименталната хипотеза е формулирана като очакване, че разработената система от химични експерименти влияе положително върху познавателните резултати на учениците – знания, умения и отношения, свързани с опазване на почвата от замърсяване.

В основата на хипотезата е поставена идеята, че овладяването от учениците на система от знания, умения и отношения по разглеждания проблем води до по-активно разгръщане на познавателния процес по химия.

За проверка на хипотезата са използвани следните методи на научно изследване – педагогически експеримент, тестиране, анкета, статистически анализ на експерименталните резултати.

### **Описание на изследването**

Определена представа за образуването на почвата, за нейния състав и плодородие, за видовете почви и основните замърсители на почвата, е изградена в IV и V клас при изучаване на учебния предмет „Човекът и природата“. В IX клас в раздела „VA група на Периодичната система“ знанията за почвата се обогатяват в следните аспекти: значение на съединенията на азота и на фосфора за плодородието на почвата; процеси, които протичат в почвата при кръговрата на азота и фосфора в природата; видове минерални торове и техните свойства; екологични проблеми, свързани с използването на минерални торове, и пътища за решаването им и др.

Модулът „Методи за контрол и анализ на веществата“ е част от профилираната подготовка на учениците по Химия и опазване на околната среда във втория гимназиален етап на средното образование. Учебното съдържание и очакваните резултати в модула насочват обучението на учениците към усвояване на знания за основните принципи на качествения и количествения анализ на веществата. Важен акцент в учебната програма е поставен върху експерименталната работа, решаването на практически задачи в областта на химичния анализ и проблемите, свързани с опазване на околната среда и здравето на хората. Предвидени са учебни часове за практически дейности, свързани с изследване на проби от почви или от води, които дейности могат да се обособят под формата на учебни практикуми.

В класическия си формат лабораторният практикум представлява изработване на лабораторно упражнение за ограничено време, като се използва указание. То резюмира необходимите за изпълнение на опитите теоретични знания, апаратура, начина на работа и на представяне на резултатите. Макар че този формат позволява провеждане на голям брой упражнения и отработване на технически умения, той има недостатъци. Класическите лабораторни упражнения не включват важни етапи на експерименталното изследване: формулиране на хипотеза, литературно проучване и избор на експериментален метод, подбор и/или конструиране на опитна постановка и представяне и обсъждане на резултати пред общност от равни. Следването на лабораторни инструкции рядко поставя обучаваните в ситуация на решаване на проблем и не провокира творческото им мислене.

В опит за попълване на тези пропуски е разработен лабораторен практикум за изследване на образци от почва с включване на изследователски задачи. Те

са свързани с работа без инструкции, работа в екип, формулиране на хипотеза (или алтернативни хипотези на членовете на екипа), създаване на собствен план за изследване, провеждане на изследването, обработка и анализ на резултатите, формулиране на изводи и препоръки, представяне и обсъждане на резултатите със съучениците.

Практикумът е проведен през учебните 2017/2018 и 2018/2019 години. В него участват ученици от XI клас, профилирана подготовка от различни училища в град Пловдив. Лабораторният практикум е реализиран в три поредни занятия при изучаване раздела „Качествен и количествен анализ“. Първото занятие запознава учениците с начина на вземане на проба от почва и подготовката ѝ за анализ; с опитно установяване механичния състав на почвата, наличието на въздух в почвата; изследване пропускливостта на различни видове почви.

Във второто занятие се работи с образци от почва, взета от зеленчукова градина, от гора, с торфена смес. Изследват се химичният характер на пробите и наличието на конкретни йони в различните видове почва.

В третото занятие се използват образци от почва, взети близо до Южната индустриална зона на град Пловдив, до Комбината за цветни метали и до сметището край Пловдив. Отново се изследва химичният характер на пробите и наличието на различни йони. Необходимо е да се уточни, че в лабораторните занятия не се реализира количествен анализ на образците от почва, тъй като учениците не притежават необходимите знания по аналитична химия и умения за прецизна лабораторна работа. Данните от проведените експерименти учениците представят в протоколи по образец. Въз основа на опитните данни формулират изводи за пригодността на почвата за отглеждане на зеленчуци, на цветя, за евентуално замърсяване на почвата с нитрати, с фосфати, с тежки метали и др.

В експерименталното изследване участват две групи ученици, обучавани по два варианта. Първият вариант акцентира върху лабораторни химични експерименти с подробни инструкции за тяхното изпълнение (контролна група КГ), а вторият вариант – върху лабораторния експеримент, при който ученикът е активен изпълнител на опитното изследване (експериментална група ЕГ). По време на лабораторните упражнения учениците от експерименталната група използват инструкции за необходимите етапи на работата, но не и инструкции за изпълнението на задачите. Двете групи са изравнени по постиженията на учениците от обучението по химия чрез предварителен тест.

### **Резултати и обсъждане**

Статистическата обработка и анализът на резултатите от педагогическия експеримент са фокусирани към решаване на въпроса *различават ли се разпределенията на случайните величини X и Y, които характеризират обучеността на учениците в експерименталната и в контролната група.*



Статистическите хипотези са:  $H_0$  – разликата между разпределенията на случайните величини  $X$  и  $Y$  в изследваните групи е несъществена;  $H_A$ : между разпределенията на случайните величини  $X$  и  $Y$  в изследваните групи съществува значима разлика.

Данните за разпределенията на случайните величини  $X$  и  $Y$ , характеризиращи обучеността на учениците в изследваните групи, са представени в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Обобщени резултати от статистическото изследване 2017/2018 г.

Статистически величини	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
	субтест 1	субтест 1	субтест 2	субтест 2	субтест 3	субтест 3
Брой изследвани лица ( $n$ )	40	40	40	40	40	40
Средноаритметична ( $\bar{x}$ )	3,21	4,29	3,05	4,11	2,96	3,85
Дисперсия ( $s^2$ )	1,23	0,98	1,18	1,05	1,29	1,08
Стандартно отклонение ( $s$ )	1,11	0,99	1,09	1,02	1,14	1,04
<b>F-критерий на Фишер</b> $H_0: s_1^2 = s_2^2$ $H_1: s_1^2 \neq s_2^2$	$F_{\text{емп.}} = 1,26$ $F_{0,005;39/39} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;39/39}$ $H_0$ се приема		$F_{\text{емп.}} = 1,12$ $F_{0,005;39/39} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;39/39}$ $H_0$ се приема		$F_{\text{емп.}} = 1,19$ $F_{0,005;39/39} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;39/39}$ $H_0$ се приема	
<b>t-критерий на Стюдънт</b> $H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$	$t_{\text{емп.}} = 6,65$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,99/40}$ $H_1$ се приема		$t_{\text{емп.}} = 6,50$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,99/40}$ $H_1$ се приема		$t_{\text{емп.}} = 5,31$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,99/40}$ $H_1$ се приема	

Таблица 2. Обобщени резултати от статистическото изследване 2018/2019 г.

Статистически величини	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ	КГ	ЕГ
	субтест 1	субтест 1	субтест 2	субтест 2	субтест 3	субтест 3
Брой изследвани лица ( $n$ )	40	40	40	40	40	40
Средноаритметична ( $\bar{x}$ )	3,34	4,53	3,15	4,23	3,11	4,19
Дисперсия ( $s^2$ )	1,12	0,89	0,97	0,76	1,09	0,91
Стандартно отклонение ( $s$ )	1,06	0,94	0,98	0,87	1,04	0,95
<b>F-критерий на Фишер</b> $H_0: s_1^2 = s_2^2$ $H_1: s_1^2 \neq s_2^2$	$F_{\text{емп.}} = 1,26$ $F_{0,005;39/39} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;39/39}$ $H_0$ се приема		$F_{\text{емп.}} = 1,28$ $F_{0,005;39/39} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;39/39}$ $H_0$ се приема		$F_{\text{емп.}} = 1,20$ $F_{0,005;39/39} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;39/39}$ $H_0$ се приема	
<b>t-критерий на Стюдънт</b> $H_0: \mu_1 = \mu_2$ $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$	$t_{\text{емп.}} = 7,74$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,99/40}$ $H_1$ се приема		$t_{\text{емп.}} = 7,55$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,99/40}$ $H_1$ се приема		$t_{\text{емп.}} = 7,02$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,99/40}$ $H_1$ се приема	

### **F-критерий на Фишер**

При избрано равнище на достоверност  $\alpha = 0,01$  и обем на извадката  $n_1 = n_2 = 40$  горната критична стойност  $F_{1-(\alpha/2); n_1-1, n_2-1}$  се отчита от таблица, а долната критична стойност  $F_{\alpha/2; n_1-1, n_2-1}$  се изчислява (Lakurski, 1999, 118 – 119; 166). За нашия случай:  $F_{0,995; 39/39} = 2,296$ ;  $F_{0,005; 39/39} = 0,44$ . Тъй като изчислените стойности на F са в границите  $F_{0,005; 39/39} < F < F_{0,995; 39/39}$  се приема нулевата хипотеза  $H_0$ : няма статистически значима разлика между дисперсиите в контролната и в експерименталната група ученици и през двете години на експеримента. След като двете извадки принадлежат към генерални съвкупности с еднакви дисперсии, може да се приложи t-критерият на Стюдънт за установяване на разлика между средните величини.

### **t-критерий на Стюдънт**

Чрез този статистически метод се изследват разпределенията на случайните величини в експерименталната и в контролната група при независими извадки с равен обем  $n_1 = n_2 = 40$  и равнище на достоверност  $\alpha = 0,01$ . Константите по-високи емпирични стойности на критерия t от неговото критично значение  $t_{0,99/40} = 2,423$  (Lakurski, 1999: 161) са основание да се приеме алтернативна хипотеза  $H_A$ : през двете години на педагогическия експеримент и за трите субтеста разликата между средноаритметичните стойности в експерименталните и в контролните групи ученици е статистически значима.

Статистическият анализ на резултатите от теста потвърждава очакването за по-добри резултати от обучението в експерименталната група ученици. За едно и също учебно време учениците от експерименталната група достигат по-високо равнище на постиженията по избраните критерии и показатели. За учениците от контролната група се установяват затруднения при решаването на задачи, изискващи оценяване и трансформиране на информация за състава на почвата, видовете почва и последствията от замърсяването на почвата (субтест 1 и 2). Вземането на целесъобразни решения в дадена ситуация (субтест 3) е ограничено, което обяснява регистрираните невисоки резултати по критерия проявено отношение към проблема за опазване на почвата.

Резултатите от теста показват, че лабораторният експеримент с включени изследователски задачи има по-силно положително влияние върху обучеността на учениците, тъй като той по-пълно приобщава учениците към експерименталното изследване и ги прави активни участници в учебното познание.

Експерименталните данни доказват целесъобразността на моделираните лабораторни експерименти и тяхното положително влияние върху обучеността на учениците от експерименталната група. Данните от тестирането са и аргумент относно това, че тестът може да служи за различаване на учениците от експерименталната и от контролната група.

Проведената анкета (представена в приложение) показва, че изпълнението на химични експерименти за анализ на различни образци от почва и обсъждането на информация за състава на почвата, за проблема за замърсяването на почвата повишава познавателния интерес на учениците към учебния предмет химия и води до формиране у учениците на действено отношение към проблема за опазване чистотата на почвата.

Експериментално установената разлика между разпределението на случайните величини  $X$  и  $Y$ , характеризиращи обучеността на учениците в изследваните групи, извежда необходимостта от решаване на следния въпрос: различава ли се разпределението на случайните величини  $X$  и  $Y$ , характеризиращи обучеността на учениците в експерименталните групи през двете години на изследването. Отговорът на този въпрос може да докаже наличието или отсъствието на повторимост в ефекта на разработения лабораторен практикум.

Критерият  $\chi^2$  е подходящ при сравняване относителната честота на разпределението на резултатите, получени от независими извадки, с по две категории за измерване на изследвания белег (в случая „постигнали“ – „непостигнали“ целите на теста) (Lakurski, 1999: 63).

Статистическите хипотези са:  $H_0 - p_1 = p_2$  относителната честота на разпределението на резултатите в изследваните групи е еднакво вероятна през двете години на експеримента;  $H_A - p_1 \neq p_2$  относителната честота на разпределението на резултатите в изследваните групи има различна вероятност през двете години на експеримента.

Прилагането на критерия  $\chi^2$  при проверка на хипотезите изисква данните за групите да се представят в „таблица с четири полета“ (табл. 3).

**Таблица 3.** Честота на разпределението на резултатите от теста за експерименталните групи през двете години на експеримента ( $E_1$  и  $E_2$ )

Обученост на учениците	$E_1$	$E_2$	Общо
<i>Постигнали целите на теста</i>	a = 29 ( $\alpha = 28,5$ )	b = 28 ( $\beta = 28,5$ )	a + b = 57
<i>Непостигнали целите на теста</i>	c = 11 ( $\gamma = 11,5$ )	d = 12 ( $\delta = 11,5$ )	c + d = 23
<b>Общо</b>	a + c = 40	b + d = 40	n = 80
$\chi^2 = 0,23 < \chi^2_{0,01/1} = 6,64$			

Във всяко от четирите полета се вписва наблюдаваната честота на разпределението на резултатите от теста – a, b, c и d, заедно с теоретично очакваните разпределения – a, b, g и d, които се изчисляват по формули (Lakurski, 1999, 64). Критерият  $\chi^2$  се изчислява по формула (ibid., 63).

Емпиричната стойност на критерия  $\chi^2$  се сравнява с критичната величина  $\chi^2_{0,01/1} = 6,64$  (ibid., 158). Тъй като  $\chi^2 < \chi^2_{0,01/1}$  се приема  $H_0$ : относителната честота на разпределението на резултатите от теста в експерименталните групи е сходна през двете години на педагогическото изследване. Не се отбелязва статистически значимо различие в равнището на учебните постижения (измервани по избраните критерии и показатели) на учениците в експерименталните групи. Следователно може да се приеме за емпирично доказана тезата за наличие на повтораемост в ефекта на разработения лабораторен практикум за оптимизиране на познавателната дейност на учениците чрез обогатяване на системата от знания, умения и отношения, свързани с опазване на околната среда.

### **Заклучение**

Данните от педагогическия експеримент дават основание да се направи изводът, че използването дори и само на елементи на изследователски базирано обучение успява да постигне цели, свързани с формиране на ключови компетентности у учениците с акцент върху техните екологични знания и умения и ценностни отношения към околната среда. Това е мотив за усъвършенстване на предложения лабораторен практикум и за продължаване на изследванията в тази посока, тъй като формирането на ключови компетентности е продължителен процес и изисква прилагане на различни организационни форми, методи и средства в процеса на обучение.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

### **Лабораторен практикум „Изследване на почви“**

#### **1. Компетентности като очаквани резултати от обучението – знания, умения и отношения:**

- описва почвата като най-горния рохкав слой на земната кора, който осигурява условия за живот на растенията и на животните;
- описва механичния състав на почвата (камъни, пясък, глина, хумус);
- познава образуването на почвата и нейните съставни части (твърда фаза – минерални вещества и хумус, течна фаза – воден разтвор на различни соли, неорганични и органични киселини, газообразна фаза – почвен въздух);
- сравнява пропускливостта на пясъчливите и на глинестите почви;
- обяснява образуването на хумуса в почвата и неговата роля за плодородието на почвата;
- познава основни замърсители на почвата и начините за нейното опазване;

- съставя план за самостоятелно изпълнение на опитите;
- взема проба от почва и я подготвя за анализ;
- изследва пропускливостта на различните почви;
- установява съдържанието на въздух в почвата, химичния характер и наличието на конкретни йони в образци от почва;
- описва наблюденията и резултатите от химичните експерименти в протокол по образец;
- познава и прилага правила за безопасна работа с веществата и с лабораторните съдове;
- ефективно организира работното място и времето за изпълнение на експериментите;
- спазва технологичната последователност на лабораторните операции;
- самооценява собствената работа по време на лабораторния практикум и оценява работата на екипа;
- оценява значението на почвата за растежа и развитието на растенията;
- посочва дейности за опазване чистотата на почвата;
- проявява готовност за адекватно реагиране в ситуации, застрашаващи собственото здраве и здравето на околните.

## **2. Примерен план на лабораторните упражнения**

### **2.1. Теоретична част**

Задача 1. Разширете познанията си за почвата, като проучите самостоятелно следните теми: (а) образуване на почвата; (б) състав на почвата и видове почва; (в) значение и опазване на почвата.

### **2.2. Експериментална част**

*Предварителна подготовка:*

- формирайте групи за предварително проучване на основни въпроси по темата;
- изберете ключови думи, по които да търсите повече данни;
- проучете по избраните ключови думи информация в специализирани литературни източници и в интернет;
- обсъдете с учителя резултатите от проучването на информация, както и възникналите въпроси (при необходимост);
- изберете начин за представяне на обобщената информация;
- формулирайте цел на лабораторната работа;
- определете веществата, материалите и химичните съдове, необходими за изпълнение на опитите;
- опишете подробно действията си за всеки от опитите;
- аргументирайте собствените идеи, изслушайте и коментирайте идеите на другите.

Правила за провеждане на опитите:

- изпълнете внимателно експериментите, като стриктно спазвате правилата за безопасна работа;
- отразете наблюденията и резултатите от опитите в протокол по образец;
- изразете протеклите реакции с химични уравнения;
- обяснете получените опитни резултати, формулирайте извод;
- подредете и почистете работното място.

**Задача 1.** Вземете проба от почва и подгответе почвения образец за анализ.

**Задача 2.** Определете механичния състав на почвата.

**Задача 3.** Изследвайте пропускливостта на глинеста и на пясъчлива почва.

**Задача 4.** Установете наличието на въздух в почвата.

**Задача 5.** Установете химичния характер на образци от почви.

**Задача 6.** Изследвайте проби от почви за наличие на конкретни йони (нитратни  $\text{NO}_3^-$ , фосфатни  $\text{PO}_4^{3-}$ , калиеви  $\text{K}^+$ , железни  $\text{Fe}^{3+}$ , медни  $\text{Cu}^{2+}$ , сулфатни  $\text{SO}_4^{2-}$ , калциеви  $\text{Ca}^{2+}$ , оловни  $\text{Pb}^{2+}$  и др.)

**Задача 7.** Изследвайте образците от почви за съдържание на хумус.

**Критериален тест „Почвата и нейното опазване от замърсяване“**

**Задача 1.** Почвата е смес, която съдържа:

- а) твърди и газообразни вещества;
- б) твърди и течни вещества;
- в) твърди, течни и газообразни вещества;
- г) само твърди вещества.

**Задача 2.** Хумусът се образува при:

- а) изветряне на скалите;
- б) разлагане на растителни и животински остатъци;
- в) просмукване на вода в почвата;
- г) наторяване на почвата.

**Задача 3.** В глинеста или в пясъчлива почва трябва да засадим растение, което се нуждае от повече влага? Обосновете отговора са.

**Задача 4.** Посочете кое от следните твърдения за почвата не е вярно.

- а) Почвеният въздух е източник на кислород, необходим за дишането на кореновата система на растенията.
- б) Плодородието на почвата се увеличава при внасяне в нея на големи количества минерални торове.
- в) Педосферата е една от външните обвивки на Земята и включва почвите.
- г) Почвените частици се пренасят от въздуха и от реките.

**Задача 5.** Опишете как се образува почвата. Защо почвообразуването е невъзможно без участие на живите организми?

**Задача 6.** Напишете четири правила, нарушаването на които може да доведе до инциденти в химическата лаборатория.

**Задача 7.** В почвата се съдържат фосфатни йони  $\text{PO}_4^{3-}$  под формата на различни фосфати.

А. Предложете метод(и) за откриване на тези йони в проба от почва.

Б. Опишете последователността от действия за анализ на пробата, необходимите съдове и реактиви.

В. Изразете процесите с химични уравнения.

Г. Представяват ли тези йони опасност за околната среда? Обосновете отговора си.

**Задача 8.** Запишете последователността от действия при определяне на химичния характер на образец от почва с помощта на универсална индикаторна хартия и на рН-метър.

**Задача 9.** В кой ред са посочени източници на замърсяване на почвата?

а) отпадни води от промишлеността и селското стопанство;

б) битови отпадъци;

в) използване на минерални торове над допустимите норми;

г) всички посочени дотук.

**Задача 10.** Какво може да направи всеки от вас и вашето семейство за опазване чистотата на почвата?

**Задача 11.** Как ще постъпите, за да увеличите плодородието на почвата?

а) ще наторя с минерален тор, който имам в наличност;

б) ще поставя повече пясък в почвата, тъй като той пропуска водата;

в) ще изора почвата;

г) ще изора почвата и ще наторя с минерален тор, според нуждите на отглежданите растения.

**Задача 12.** В края на лабораторната работа по химия ваш съученик отлива използваните реактиви в канализацията, а не в специално приготвени за тази цел съдове. Как ще постъпите Вие?

а) ще излея моите реактиви, така както и той;

б) ще му обясня защо не трябва да изхвърля използваните вещества в канализацията;

в) ще разкажа за неговите действия на учителя;

г) ще поставя разтворите в приготвените за целта съдове и ще обясня на съученика си защо не трябва да изхвърля използваните вещества в канализацията.

**Таблица 4.** Анкета за проучване мнението на учениците за проведения лабораторен практикум

Въпроси	НЕ	По-скоро НЕ	По-скоро Да	ДА
1. Интересни ли бяха за Вас темите и опитите, представени в практикума? 2. Преценявате ли като полезни предложените идеи за лабораторни упражнения? 3. Преценявате ли като достъпни за изпълнение в класната стая проведените лабораторни опити? 4. Удовлетворени ли сте от участието си в експерименталната работа? 5. Имате ли препоръки към организация на занятиято? Моля, напишете: ..... 6. Какво бихте искали да научите още по темата, по която работихте? Моля, напишете: .....				

### БЕЛЕЖКИ

1. Закон за предучилищното и училищното образование, обн. ДВ, бр. 79/13.10.2015 г. чл. 77 т.3.

### REFERENCES

- Ahromushkina, M. & Valzeva, T. (2016). *Methodology of chemistry teaching*. Moscow-Berlin: Direct Media [in Russian].
- Angelacheva, A. (2006). *Methods and technique of experiment in chemistry teaching. Part I*. Plovdiv: Plovdiv University Press [in Bulgarian].
- Angelacheva, A. (2007). Ecological education in teaching chemistry (9<sup>th</sup> grade). *PhD thesis*, Plovdiv [in Bulgarian].
- Angelacheva, A. (2014). *Chemistry – observations and experiments*. Plovdiv: Plovdiv University Press [in Bulgarian].
- Angelacheva, A. & Gergova, E. (2011). *Environmental education in teaching chemistry*. Plovdiv: Plovdiv University Press [in Bulgarian].
- Angelova, V., Malcheva, Z. & Genkova, L. (1994). *Methodology of chemistry teaching*. Sofia: Sofia University Press [in Bulgarian].
- Boehnke, D. & Delumyea, R. (2000). *Laboratory experiments in environmental chemistry*. Pearson.
- Cheredov, I. (2019). Organization forms in school education. Moscow: Russian school [in Russian].
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. New York: Routledge.



- Dakova, M., Panayotova, M. & Kordov, B. (2015). Preliminary project for the study of health-environmental competence of students as modern trend in the education in science and ecology. *Scientific research of the Union of Science in Bulgaria – Plovdiv*, series C, XVII, 252 – 256 [in Bulgarian].
- Deriabo, S. & Iasvin, V. (1996). *Ecological pedagogy and psychology*. Rostov na Don: Fenics Publishing House [in Russian].
- Dimitrova, I., Goev, G., Georgieva, S., Tzanova, Z., Ivanova, L. & Georgiev, B. (2018). Research-like student lab. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 27(5), 722 – 730 [In Bulgarian].
- Emilov, I. (2015). Constructivist practices in chemistry education – Bulgaria, the Balkans and Europe. *PhD thesis*, Sofia [in Bulgarian].
- Epitropova, A., Dimova, J. & Kamarska, K. (2012). *Active science Education*. Plovdiv: Plovdiv University Press [in Bulgarian].
- Hadjiali, I. & Kolarova, T. (2016). Trends in science education research: a content analysis of Bulgarian educational journals from 2011 to 2015. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 25(5), 654 – 676 [In Bulgarian].
- Ivanova, K. (2018). Instruments for using the chemical experiment and self-assessment in the strategies for active teaching in man and nature subject. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 27(5), 749 – 758 [In Bulgarian].
- Kolarova, T., Hadjiali, I., Dokova, M. & Alexandrov, V. (2017). Students' scientific literacy at the beginning of the 21<sup>st</sup> century: in search of conceptual unity. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 26(2), 171 – 185 [In Bulgarian].
- Kostova, Z. (2003). *Conceptualization of environmental education*. Sofia: Faber [in Bulgarian].
- Lakurski, A. (1999). *Mathematical and statistical methods in psychological and pedagogical researches*. Sofia: Softtreid Publishing House [in Bulgarian].
- Leicht, A., Heiss, J. & Byun, W. (2018). *Issues and trends in education for sustainable development*. Paris, UNESCO Publ.
- Malcheva, Z., Genkova, L. & Naidenova, V. (2000). *Methods and technique of experiment in chemistry teaching*. Blagoevgrad: Blagoevgrad University Press [in Bulgarian].
- Nikolova, L., Vasileva, A., Atanasova, A., Todorova, E. & Kolevska, S. (1990). *Practical exercises in environmental chemistry*. Sofia: Prosveta Publishing House [in Bulgarian].
- OECD [Organization for Economic Co-operation and Development]. (2013). PISA 2015 draft science framework. Paris: OECD Publishing.

- OECD [Organization for Economic Co-operation and Development]. (2019). PISA 2018 Assessment and analytical framework. Paris: OECD Publishing.
- Orr, D. (2009). *Ecological literacy: Education and the transition to a post-modern world*. State University of New York Press.
- Palmer, J. (1998). *Environmental education in 21<sup>st</sup> century*. Routledge.
- Petrova, S. (2016). *Results of Bulgaria's participation in the Programme for International Student Assessment – PISA 2015*. Sofia [in Bulgarian].
- Petrova, S. & Vasileva, N. (2007). *Natural sciences, school and tomorrow world: results from the participation of Bulgaria – PISA 2006*. Sofia [in Bulgarian].
- Pinn, D. (2017). *Environmental education: perspectives, challenges and opportunities*. Nova Science Publishers.
- Tafrova-Grigorova, A. (2011). Scientific literacy: a key goal of science education in schools. *Chemistry*, 20(6), 490 – 495 [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, A. (2013). Contemporary trends in pupils' science education. *Bulg. Journal of Science and Education Policy*, 7, 121 – 200 [In Bulgarian].
- Tafrova-Grigorova, A. (2014). Education for enhancing scientific literacy. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 23(1), 27 – 47 [In Bulgarian].
- Taylor, N., Littedyke, M., Eames, C. & Coll, R. (2009). *Environmental education in context: an international perspective on the development of environmental education*. Rotterdam: Sense.
- Toshev, B. (2007). The successful teacher: historical review with some practical recommendations. *Chemistry*, 16, 473 – 481 [In Bulgarian].
- Tzanova, N. & Raycheva, N. (2012). *Methodology of biology education – theory and practice*. Sofia: Pensoft [in Bulgarian].
- Tzvetkov, V. & Boiadjieva, E. (2013). Forming key competencies by problem-based learning of chemistry in secondary school. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 22(5), 662 – 675 [In Bulgarian].
- Vakleva, Z. (2011). *Ecological education – vision for the future*. Plovdiv: Makros [in Bulgarian].
- Vladimirova, E. (2012). Interactive learning methods in environmental education (Biology and health education – High School stage). *PhD thesis*, Sofia [in Bulgarian].
- Zverev, I. (1993). *Educational research on ecology at school*. Moscow: Ecology and education [in Russian].

## POSSIBILITIES OF THE INQUIRY-BASED APPROACH FOR FORMATION OF THE KEY COMPETENCES IN SECONDARY SCHOOL CHEMISTRY EDUCATION

**Abstract.** The inquiry-based approach in science education is the main tool for the formation and development of key knowledge, skills and attitudes. Among the eight equal key competences are skills to support sustainable development and healthy lifestyles. They are related to the acquisition of ecological knowledge, formation of skills for environmental protection and for healthy lifestyles, building of attitudes to the environment. The article presents an attempt to use the inquiry-based approach in specialized chemistry education to enrich the system of knowledge, skills and attitudes related to environmental protection. A laboratory practicum with experimental research tasks for soil analysis is developed. A diagnostic test to establish the appropriateness of the created practicum is carried out. A criterion test to diagnose students' cognitive achievements in the experimental groups is created. The test results show that the inclusion of experimental research tasks in the laboratory practicum positively influences on the development of ecological knowledge, skills for their implementation in different cognitive situations and attitudes towards the environment.

*Keywords:* key competences; chemistry education; inquiry-based approach

✉ **Dr. Antoaneta Angelacheva, Assist. Prof.**

ORCID iD: 0000-0001-9391-1716

Plovdiv University "Paisii Hilendarski"

24, Tsar Assen St.

4000 Plovdiv, Bulgaria

E-mail: angel@uni-plovdiv.bg