

ВЪЗМОЖНОСТИ НА УЧЕБНИЯ ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА ФОРМИРАНЕ НА ПРИРОДОНАУЧНА ГРАМОТНОСТ НА СТУДЕНТИТЕ – БЪДЕЩИ УЧИТЕЛИ ПО ХИМИЯ

Доц. д-р Антоанета Ангелачева

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Резюме. Химичният експеримент като научен метод е във фокуса на вниманието на студентите при изучаване на различни химически дисциплини във висшето училище. Като метод на научно и на учебно познание той също е предмет на специално изследване в лекционния курс по дидактика на химията и в упражненията по „Методика и техника на учебния химичен експеримент“. В работата е предложена методика за приложение на учебния експеримент с оглед формиране на природонаучна грамотност на студентите – бъдещи учители по химия. Ефективността на създадената методика е доказана чрез педагогически експеримент. В него участват студенти, обучавани в бакалавърски програми „Биология и химия“ и „Химия и английски език“ при ПУ „Паисий Хилендарски“. Експерименталните данни показват, че разработените дидактически модели за експериментално изучаване на веществата и на химичните процеси влияят положително върху познавателните резултати на студентите с оглед формиране и развитие на природонаучна грамотност.

Ключови думи: обучение по химия; химичен експеримент; природонаучна грамотност

Увод

От първостепенно значение за качеството на процеса на обучение в средното училище е личността на учителя – неговата компетентност, професионализъм, готовност за прилагане на разнообразни форми, методи и средства на обучение, отношение към учениците и др. Затова отговорна задача на университетите е подготовката на добри учители, която зависи както от начина на организация на процеса за овладяване на научни и методични знания, така и от характера на дейностите (умствени и практически), свързани с този процес (Ahromushkina & Valzeva 2016).

Експериментирането е характерна черта на съвременното университетско образование, като най-широко застъпено е в обучението по природни науки. Химичният експеримент, извършван от студентите, в най-голяма

степен се доближава до измеренията на експеримента като научен метод, а при извънаудиторната научноизследователска дейност (включително при научни проекти) напълно съвпада с него (Malcheva, Genkova, Naidenova 2000). Ето защо методически осигуреният химичен експеримент би могъл да допринесе за подготовката на студентите – бъдещи учители по природни науки за формирането на грамотност от учениците, като приоритетна цел на средното образование по природни науки. Природонаучната грамотност е не само образователна, но и гражданска характеристика, свързана с равнището на културата на личността и подготовката за информационното общество, с ученето през целия живот (Tafrova-Grigorova 2013).

Анализът на литературните източници показва наличието на многообразни изследвания на различни страни на учебния експеримент по природни науки в обучението в средното училище (Angelacheva 2020a; Katsarova 2019; Nikolov 2018; Shivacheva 2010; Yankova 2015a; Yankova 2015b). Редица представители на българската методическа школа, свързана с обучението по учебните предмети от културно-образователната област „Природни науки и екология“, извършват целенасочени проучвания по проблема за формиране на природонаучна грамотност у подрастващите (Kolarova, Hadjiali, Dokova & Alexandrov 2017; Raikova 2019; Tafrova-Grigorova 2013). Литературната справка показва, че все още не са достатъчни изследванията за ролята на учебното експериментиране в условията на висшето училище с оглед подготовката на бъдещите учители за феномена грамотност. Анализът на методическата литература и на педагогическата практика потвърждава, че не е проведено целенасочено изследване на методическите аспекти на учебния химичен експеримент и неговото прилагане при подготовката на студентите с оглед формиране на природонаучна грамотност у учениците.

В този аспект важна задача на изследователите в областта на обучението на учителите по природните дисциплини е да предложат методики и технологични модели, развиващи специфични частно предметни компетенции относно планирането и организацията на учебни експерименти в училищна среда. Стъпка в очертаната насока е предложената методика, която е замислена да подготви студентите – бъдещи учители по химия, за ефективно планиране и реализиране на учебния експеримент с оглед формиране и развитие у тях на природонаучна грамотност.

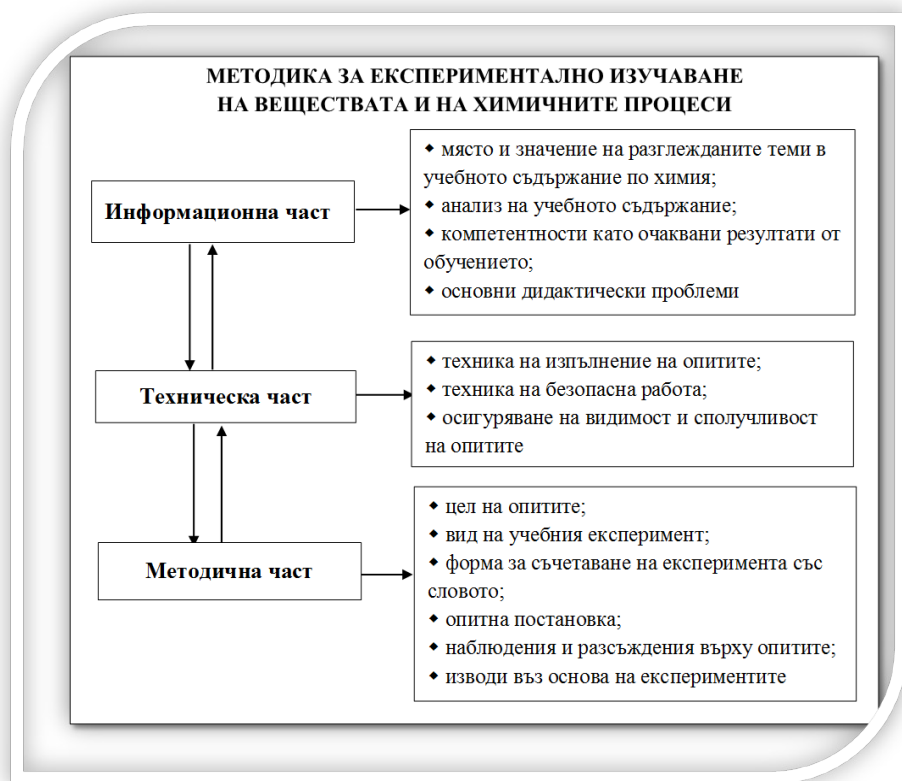
Теоретични основи на конструираната методика

Трайната ориентация на обучението по химия към формирането на природонаучна грамотност у учениците е предизвикателство за учителя, което изисква създаването на адекватна среда и качествена промяна на всеки от компонентите на образователния процес по начин, отразяващ развитието на науката, технологиите, иновациите и потребностите на съвременното общество.

Химията като учебен предмет отразява съответната наука, която е система от знания за сетивно възприеманите обекти – веществата и техните многообразни химични промени, за логическата интерпретация на тяхната същност и за закономерните връзки, в които се намират тези обекти. Усвояването от студентите – бъдещи учители по химия, на значими знания за сетивно възприеманите характеристики на химичните обекти и последващата им умствена преработка, изисква активно използване на химичния експеримент в занятията по дисциплината „Методика и техника на учебния експеримент по химия“. В диалектичното съчетаване на възприятията и представите за изследваните обекти с абстрактно-логическите аспекти на знанията за тях се очертават възможности за пълноценно разгръщане на познавателните функции на химичния експеримент в процеса на обучение по химия. Затова при обучението на бъдещите учители по химия се обръща особено внимание на тяхната подготовка за извършване на методически успешни, подходящи и безопасни експерименти.

Курсът „Методика и техника на учебния експеримент по химия“ е особено значим при подготовката на студентите по химия за ефективно реализиране на учителската професия. Целта на курса е студентите да се запознаят с мястото и ролята на учебния химичен експеримент в обучението по химия, с методиката на неговото включване в урока; да овладеят теоретични знания и практически умения за подбор и изпълнение на химични експерименти в училищни условия. Отделните теми от курса включват експерименти, свързани с изучаването на неорганични вещества, основни класове органични съединения, разтвори и химични процеси във водни разтвори (Angelacheva 2006).

Прегледът на литературата (Angelacheva 2014; Angelova, Malcheva & Genkova 1994; Nikolova & Dragolov 1985) е основа за създаване на методическа система за експериментално изучаване на веществата и на химичните процеси в обучението по дисциплината „Методика и техника на учебния експеримент по химия“, с оглед формиране на природонаучна грамотност на студентите (фиг. 1).



Фигура 1. Основни компоненти на методика за експериментално изучаване на веществата и на химичните процеси

– **Информационната част** на конструираната методика е свързана с актуализиране на знанията на студентите за веществата и химичните реакции, разглеждани в съответната тема, с оглед използването на тези знания за осмисляне на експериментите, които предстоят да се извършат.

Информационната обезпеченост на занятията изисква актуализация на знанията, включени в учебното съдържание на училищния курс за съответната тема. Резултатът от обсъждането на тези знания трябва да доведе до следните обобщения.

– Уточняване мястото на темата (съответно на включените в нея методични единици) по отношение на:

– изучени теории, определящи теоретичното равнище, на което се извеждат новите знания;

– изучени факти, които определят възможности за използване на аналогии при избор на подход на изследване на новите факти и при изграждане на хипотези;

– изучени закономерности, които биха позволили използване на допълнителни основания за изграждане на изследователски хипотези;

– възможност за използване на създадени и на овладени модели (алгоритми) от учениците за експериментално изследване на нови химични обекти.

– Анализ на включеното в обсъждания раздел съдържание с цел:

– уточняване на новите факти, с които ще се запознаят учениците;

– определяне „приноса“ на новото съдържание към трите основни химични понятия – химичен елемент, вещество и химична реакция, по посока на въвеждане или допълване на съдържанието на понятията с нови признаци или обогатяване на обема им с нови обекти;

– определяне на основните съдържателни проблеми, свързани с изучаване на конкретно вещество (връзката между състава, строежа, свойствата, употребата, разпространението, физиологичното действие на веществата);

– допълване на познатите вече изследователски алгоритми с нови операции във връзка с новите знания.

– **Техническата част** на разработената методика е свързана с техниката на изпълнение на експериментите, техниката на безопасна работа, осигуряване на успешност и добра видимост на опитите – вж. по-подробно в (Angelacheva 2006).

– **Методичната част** на създадената методика е свързана с мястото и ролята на учебните химични експерименти в обучението по химия, методиката на включване на конкретни опити в урока по химия, формулиране на проблеми, създаване на проблемни ситуации, доказване на хипотези и разкриване на нови знания за изучаваните обекти.

Методичната част определя избора на химични експерименти за реализиране на основните цели на урока и се свежда до:

– извеждане на онези елементи на знанието (факти, понятия, закони, закономерности, теории), за които химичният експеримент е неповторим и основен източник на информация;

– използване на информацията от наблюдението в процеса на формиране и развитие на основните химични понятия като средство за умствено развитие на учениците (анализ, синтез, обобщение на получените резултати);

– използване на законите и теориите за изграждане на хипотези, които химичният експеримент ще докаже или отхвърли;

– обсъждане мястото на химичния експеримент при създаване и решаване на основните съдържателни проблеми;

– очертаване на аспектите за пряко или косвено използване на химичния експеримент за формиране на експериментални химични умения;

– разгръщане на възпитателния потенциал на всеки експеримент за целите на екологичното възпитание;

– използване на химичния експеримент за изграждане на естетически вкус у учениците;

– създаване на образци на общуване при колективно решаване на експериментални задачи.

За оценка на ефективността на разработената методическа система върху природонаучната грамотност на студентите са използвани два варианта за организиране на упражненията по „Методика и техника на учебния експеримент по химия“.

– Макар и условно, първият вариант на упражненията би могъл да се определи като „традиционен“ дотолкова, доколкото се вписва в границите на предметно ориентираното обучение. Методиката на традиционното занятие се основава на педагогическото управление и на педагогическото общуване между преподавателя и обособени групи от студенти. Студентите анализират и интерпретират учебно съдържание по конкретна тема от програмата по химия за средното училище; следват подробните инструкции за експериментална работа, а преподавателят подпомага тяхната дейност.

– Занятието с прилагане на създадената методика се основава на самоуправлението и общуването в обособените групи от студенти. Студентите анализират и интерпретират учебно съдържание, което обхваща няколко сходни теми от програмата по химия за средното училище; проучват и обсъждат поставените изследователски задачи, а преподавателят е консултант при вземането на методически решения.

Подробно двата варианта на упражненията са описани в таблица 1.

Таблица 1. Два варианта за организиране на упражненията по „Методика и техника на учебния експеримент по химия“

Характеристики на упражнението	Традиционно упражнение	Упражнение с прилагане на създадената методика
– Обект и предмет	Обект на изучаване в курса е учебният химичен експеримент като специфичен метод на обучението по химия. Предмет на всяка тема са конкретни аспекти на учебното съдържание по човек и природа, модул химия (V и VI клас) и химия и опазване на околната среда (VII – XII клас), изискващи изпълнение на учебен химичен експеримент.	
– Основна цел	Обогатяване системата от знания на студентите за същността на химичния експеримент като метод на научно и на учебно познание; разширяване на системата от педагогически умения, необходими за професионална дейност.	Прилагане на учебния химичен експеримент в методическа система с оглед формиране на природонаучна грамотност при подготовката на студентите.

<p>– Основни методи</p>	<p>Проучване и анализ на указания, които представят необходимите за изпълнение на опитите теоретични знания, опитна постановка, начин на работа, оформяне на резултатите и др. Демонстрационен химичен експеримент с указания за практическа работа. Беседа върху методиката и техниката на експеримента.</p>	<p>Проучване и анализ на учебна и методическа литература и конкретизиране компонентите на информационната, методичната и техническата част на конструираната методика. Лабораторен химичен експеримент с включени изследователски задачи. Беседа върху методиката и техниката на експеримента и контрол на методическите решения.</p>
<p>– Особенности на учебната дейност</p>	<p>Теоретично-експериментална; групова – няколко групи работят по различни теми; особеностите на учебния химичен експеримент се обсъждат предварително в групата, а след това се представят пред другите групи.</p>	<p>Теоретично-експериментална; групова – отделните групи работят по сходни теми; особеностите на вариантите на учебния химичен експеримент се обсъждат както в групите, така и между тях.</p>
<p>– Продукт на дейността</p>	<p>Протокол с подробен план на урока с описание на възможните учебни химични експерименти – методика и техника на изпълнение.</p>	<p>Протокол по образец с акцент върху компонентите на конструираната методика.</p>

Създадената методика за прилагане на учебния експеримент при подготовката на студентите – бъдещи учители по химия, с оглед формиране у тях на природонаучна грамотност, е конкретизирана при разглеждане на неорганичните вещества и на химичните процеси (Angelacheva 2020a).

Методология на изследването

Обект на изследване е методическото обезпечаване на учебния експеримент по химия при обучението на студентите – бъдещи учители по химия. Предмет на изследване е ефективността на разработената методика, свързана с прилагане на учебния химичен експеримент, за формиране на природонаучна грамотност на студентите – бъдещи учители по химия.

Целта на експерименталното изследване е да се докаже ефективността на разработената методика за прилагане на учебния експеримент с оглед изграждане на природонаучна грамотност на студентите – бъдещи учители по химия.

Експерименталната хипотеза е формулирана като очакване, че разработените познавателни модели за експериментално изучаване на веществата и на химичните процеси влияят положително върху познавателните резултати на студентите с оглед формиране и развитие на природонаучна грамотност.

Проверката на експерименталната хипотеза е осъществена чрез следните методи на научно изследване – педагогически експеримент, тестване, статистически анализ на експерименталните резултати.

Променливата величина, която се измерва в хода на експеримента, е обучеността на студентите по химия с акцент върху тяхната природонаучна грамотност.

Природонаучната грамотност се разглежда като съвкупност от знания, умения и отношения, необходими на учениците за изследване и/или ефективно решаване на проблеми, свързани с природните науки, както и в ученето през целия живот (Angelacheva 2020a; Kolarova, Hadjiali, Dokova & Alexandrov 2017; Raikova 2019). Ето защо за диагностика на променливата величина са използвани следните критерии и показатели:

а) критерий знания (знания за факти, понятия, закони, закономерности и теории при експериментално изследване на химични обекти) с показатели:

– приложение на знанията в хода на експерименталната дейност в познати (идентични и аналогични) познавателни ситуации;

– приложение на знанията в хода на експерименталната дейност в непознати (нови) познавателни ситуации;

– приложение на знанията в житейски ситуации.

б) критерий умения с показатели:

– умения за открояване на общи и частни проблеми при експерименталната работа, за формулиране на хипотеза за тяхното решаване;

– умения за самостоятелно планиране на учебен химичен експеримент за доказване на изградената хипотеза (включва умения за ясно формулиране на целта на експеримента, за точно описание на необходимите за опита реактиви, съдове, апаратури);

– умения за изпълнение на учебен химичен експеримент при спазване на техниката за безопасна работа и за наблюдение на опита (включва умения за описание на начина на провеждане на опита, на условията за протичане на процесите и явленията, на признаци за протичане на химичните взаимодействия);

– умения за тълкуване на резултати от проведен химичен експеримент и за формулиране на изводи.

в) критерий отношения с показатели:

– осигуряване на безопасност на опита и вземане на мерки за ограничаване отделянето на вредни вещества в околното пространство и мерки за оказване на първа помощ при евентуално поразяване;

– самооценка на индивидуалната експериментална работа;

– оценка на груповата експериментална работа.

Избраните критерии и показатели са използвани при конструирането на дидактически тест. Той е основен инструмент за диагностика на ефективността

на разработените познавателни модели за експериментално изучаване на веществата и на химичните процеси с оглед изграждане на природонаучна грамотност у студентите – бъдещи учители по химия. Описанието на теста и на процедурите за доказване на неговите качества подробно са представени в (Angelacheva 2020b).

Тестът включва три субтеста, условно групирани, както следва: (а) субтест 1 (задачи от 1 до 6) има за цел да диагностицира уменията на учениците да прилагат овладените знания за веществата и за химичните процеси в различни познавателни и житейски ситуации; (б) субтест 2 (задачи от 7 до 12) има за цел да регистрира уменията на учениците да открояват съдържателни проблеми, да изграждат хипотези, да планират и да изпълняват химични опити за проверка на направените хипотези при спазване на техниката за безопасна работа, да анализират опитни данни; (в) субтест 3 (задачи от 13 до 18) има за цел да установи отношението на студентите към проблема за опазване на околното пространство при извършване на химични експерименти; уменията на студентите за самооценка на собствената работа по време на лабораторните упражнения и оценка на работата на екипа.

Организация на емпиричното изследване

Педагогическият експеримент е реализиран в две последователни учебни години – предварителен експеримент 2020/2021 г. и основен експеримент 2021/2022 г. В експерименталното обучение участват студенти бакалаври от специалности „Биология и химия“ и „Химия и английски език“ при ПУ „Паисий Хилендарски“.

През първата учебна година обучението е осъществено с две групи студенти по следните варианти: вариант V_1 – студентите извършват химичните експерименти като демонстрационни; вариант V_2 – студентите реализират опитите като лабораторни и прилагат създадените модели за експериментално изучаване на веществата и на химичните реакции (таблица 2). Двете групи са изравнени по постиженията на студентите от предварителен тест. С функция на допълнителен критерий за изравняване на експерименталните групи е взета оценката на студентите по дисциплината „Методика на обучението по химия“. За да се установи влиянието на разработените два варианта върху познавателните резултати на студентите, е използван заключителен тест, конструиран съобразно подбраните критерии и показатели (пак там).

Таблица 2. Варианти на експерименталното обучение, реализирани в предварителния и в основния етап на педагогическото изследване

Показатели за сравняване	Предварителен експеримент 2020/2021	Основен експеримент 2021/2022
– Учебно съдържание	* прости вещества и химични съединения на елементите, изучавани в обучението по химия в средното училище; основни класове органични съединения; û разтвори и химични процеси във водни разтвори	
– Основни методи на обучение	* вариант V₁ – наблюдение и демонстрационен химичен експеримент	* вариант V₃ – наблюдение и лабораторен химичен експеримент с указания за експериментална работа
	* вариант V₂ – наблюдение и лабораторен химичен експеримент с указания за експериментална работа	* вариант V₄ – наблюдение и лабораторен химичен експеримент с включени изследователски задачи
– Основни дидактически средства	* вариант V₁ – указания за необходимите за изпълнение на опитите теоретични знания, опитна постановка, начин на работа, оформяне на резултатите и др. * вариант V₂ – дидактически модели за експериментално изучаване на веществата и на химичните процеси	* варианти V₃ и V₄ – познавателни модели за експериментално изучаване на веществата и на химичните процеси
– Форми за организация на обучението	* варианти V₁ и V₂ – индивидуална работа	* вариант V₃ – индивидуална работа; * вариант V₄ – групов работа

Данните от предварителния педагогически експеримент показват по-високо равнище на обученост на студентите от вариант **V₂** с акцент върху тяхната природонаучна грамотност. Тази констатация потвърждава очакването, че учебният лабораторен експеримент има богат потенциал за формиране и развитие на природонаучна грамотност у студентите и че създадените познавателни модели за учебно експериментирание осигуряват добри познавателни резултати на студентите в лабораторните упражнения.

Резултатите от предварителния експеримент позволяват планирането и реализирането през втората учебна година на основния етап от педагогическото изследване. Основният експеримент е осъществен по два варианта с използване на разработените познавателни модели за експериментална работа. Първият вариант акцентира върху лабораторния химичен експеримент с подробни инструкции за неговото изпълнение (вариант **V₃**), а вторият вариант – върху лабораторния експеримент, при който студентът е активен изпълнител на опитното изследване (вариант **V₄**) (таблица 2).

В класическия си формат лабораторното упражнение се провежда за ограничено време, като се използва указание. То резюмира необходимите за изпълнение на опитите теоретични знания, апаратура, начин на работа и на представяне на резултатите. Макар че този формат позволява провеждане на голям брой опити 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 са разработени лабораторни упражнения с включване на изследователски задачи (вариант **V₄**). 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 студентите от групата. По време на лабораторните упражнения студентите, обучавани по вариант **V₄**, използват инструкции за необходимите етапи на работа, но не и инструкции за изпълнението на опитите. Това предполага добра предварителна подготовка на студентите, придобити и отработени умения за извършване на химични експерименти, познаване на правилата за безопасна работа. На студентите от вариант **V₄** се предоставя работен лист с експериментални задачи, карти за оценка на груповата работа и за самооценка на индивидуалната работа, описание на изпълнението на примерна подобна експериментална задача. Формулираната от студентите цел на експеримента, необходимите реактиви, материали, лабораторни съдове и прибори, описание на начина на работа и резултатите от опита и съответните изводи студентите представят в протокол по образец.

Експерименталното изучаване на химичните обекти чрез използване на изследователски задачи трябва да запознае студентите (потенциално учениците) с базовите етапи на експерименталните изследвания, които трудно се демонстрират в рамките на класическото лабораторно упражнение.

Допълнителна цел е да бъдат провокирани обучаващите се да мислят критично и творчески. На базата на попълнени от студентите анкети са идентифицирани етапите, в които те срещат най-много затруднения, а именно: формулирането на хипотеза и на изводи, обработката на опитните данни и работата в екип. Въпреки тези трудности, мнението на повечето студенти е, че подобен подход на обучение е полезен и мотивиращ.

Педагогическият експеримент през втората година е проведен по схемата: изравняване на експерименталните групи чрез входящ тест → обучение по варианти B_3 и B_4 → заключително тестиране за измерване на резултатите от обучението.

Анализ на резултатите от експеримента

Статистическата обработка и анализът на резултатите от педагогическия експеримент са фокусирани към решаване на следния въпрос: „Различават ли се разпределенията на случайните величини X и Y , които характеризират с числови стойности обучеността на студентите в изследваните групи?“.

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 от статистическото изследване през първата година на експеримента са представени в таблица 3.

Таблица 3. Обобщени статистически резултати от първата година на експеримента (2020/2021 г.)

Статистически величини	B_1	B_2	B_1	B_2	B_1	B_2
	субтест 1	субтест 1	субтест 2	субтест 2	субтест 3	субтест 3
<i>Брой изследвани лица (n)</i>	20	20	20	20	20	20
<i>Средноаритметична (\bar{x})</i>	3,27	4,3	2,97	3,72	2,71	3,33
<i>Дисперсия (s^2)</i>	1,25	0,99	1,12	1,09	0,99	1,31
<i>Стандартно отклонение (s)</i>	1,12	0,99	1,06	1,04	0,99	1,14
F-критерий на Фишер $H_0: s_1^2 = s_2^2$ $H_1: s_1^2 \neq s_2^2$	$F_{\text{емп.}} = 1,26$ $F_{0,005;19/19} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;19/19}$ H_0 се приема		$F_{\text{емп.}} = 1,03$ $F_{0,005;19/19} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;19/19}$ H_0 се приема		$F_{\text{емп.}} = 0,75$ $F_{0,005;19/19} < F_{\text{емп.}} < F_{0,995;19/19}$ H_0 се приема	
t-критерий на Стюдент $H_0: m_1 = m_2$ $H_1: m_1 \neq m_2$	$t_{\text{емп.}} = 3,22$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,01/38}$ H_1 се приема		$t_{\text{емп.}} = 3,65$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,01/38}$ H_1 се приема		$t_{\text{емп.}} = 3,91$ $t_{\text{емп.}} > t_{0,01/38}$ H_1 се приема	

Прилагането на t-критерия на Стюдънт изисква проверка на разликата между дисперсиите в контролната и в експерименталната група студенти. Проверяваща величина е критерият на Фишер F (Lakurski 1999, 118 – 119). Тъй като изчислените стойности на F (таблица 3) са в границите: $F_{0,005;19/19} < F < F_{0,995;19/19}$, се приема нулевата хипотеза H_0 : няма статистически значима разлика между дисперсиите в експерименталните групи студенти през първата година на педагогическото изследване.

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.

Констатираните по-високи емпирични стойности на критерия t (таблица 3) от неговото критично значение $t_{0,01/38} = 2,42$ са основание да се приеме алтернативната хипотеза H_A : през първата година на педагогическия експеримент и за трите субгеста разликата между средноаритметичните стойности в групите, обучавани по двата варианта, е статистически значима. Статистическият анализ на резултатите от тестирането потвърждава очакването за по-добри резултати от обучението на студентите по вариант B_2 , в сравнение с тези, обучавани по вариант B_1 . Следователно реализирането на лабораторни химични опити влияе положително върху обучеността на студентите по химия по избраните критерии и показатели. Резултатите от тестирането дават основание през втората година на педагогическото изследване в ролята на водещ метод на обучение на студентите да бъде използван лабораторният химичен експеримент.

Данните за разпределенията на случайните величини X и Y, характеризиращи обучеността на студентите в изследваните групи през втората година на педагогическия експеримент, са представени в таблица 4.

Таблица 4. Статистически величини, които характеризират обучеността на студентите от изследваните групи (2021/2022 г.)

Статистически величини	B_3	B_4	B_3	B_4	B_3	B_4
	субгест 1	субгест 1	субгест 2	субгест 2	субгест 3	субгест 3
Брой изследвани лица (n)	30	30	30	30	30	30
Средноаритметична (\bar{x})	3,94	4,82	4,05	4,72	4,22	4,72
Дисперсия (s^2)	0,95	0,89	1,2	1,05	0,94	0,8
Стандартно отклонение (s)	0,97	0,94	1,1	1,03	0,97	0,89

За обработка на резултатите от основния експеримент е използван дисперсионен анализ (analysis of variance ~ ANOVA) статистически метод,

който може да даде отговор на въпроса влияе или не влияе определен фактор върху изучаваното явление и с каква сила (в каква степен) е това влияние (Klaus & Ebner 1971). Приложен е еднофакторен дисперсионен анализ, чрез който се проследява въздействието на един комплексен фактор (разработените учебни лабораторни експерименти) върху резултативната променлива (обучеността на студентите по химия с акцент върху тяхната природонаучна грамотност).

Прилагането на еднофакторен дисперсионен анализ изисква експерименталните данни да са получени от независими случайни извадки, принадлежащи към генерални съвкупности с еднаква дисперсия (Klaus & Ebner 1971, 261 – 262). Дали е изпълнено това условие, може да се провери с теста на Бартлет (Bartlett Test). В него проверяващата величина е критерият χ^2 (Klaus & Ebner 1971, 271), за който са получени следните данни: за субтест 1 $\chi^2 = 0,31$; за субтест 2 $\chi^2 = 0,59$; за субтест 3 $\chi^2 = 0,52$.

Емпиричните стойности на χ^2 се сравняват с критичната стойност $\chi_{0,01/1}^2 = 6,64$. Тъй като и за трите субтеста $\chi^2 < \chi_{0,01/1}^2$, може да се приеме нулевата хипотеза H_0 , т.е. няма разлика между дисперсиите на групите, обучавани по варианти **V**₃ и **V**₄.

След като с теста на Бартлет е доказано условието за еднаква дисперсия в двете групи, може да се приложи еднофакторен дисперсионен анализ при независими извадки с равен обем ($n_1 = n_2 = 30$) и избрано равнище на достоверност $\alpha = 0,01$ (Klaus & Ebner, 1971, 272).

Проверяващата величина е критерият F (Klaus & Ebner 1971, 269). Неговите емпирични стойности са: за субтест 1 $F = 20,03$; за субтест 2 $F = 10,11$; за субтест 3 $F = 12,53$.

Получените стойности на F се сравняват с критичната стойност $F_{0,01; 1/38} = 6,84$. Тъй като и за трите субтеста $F > F_{0,01; 1/38}$, нулевата хипотеза H_0 се отхвърля. Следователно може да се приеме алтернативната хипотеза H_A : средните параметри на двете изследвани групи се различават.

Резултатите от тестирането през основния етап на педагогическия експеримент показват, че студентите, обучавани по вариант **V**₃, се затрудняват при решаването на задачи, изискващи оценяване, структуриране и преобразуване на информация за химичните обекти (субтест 1 на теста). Умението за приложение на знанията в различни познавателни ситуации, както и в реални житейски ситуации, е под средното равнище и е необходима целенасочена работа за неговото овладяване. Студентите не успяват точно да определят целта на експеримента, като най-често те не включват към нея изискването за спазване на правилата за безопасна работа (субтест 2). Работещите по вариант **V**₃ студенти срещат трудности при подбора на изходните вещества, на лабораторните съдове, на условията за провеждане на опитите, при описание на последователността от етапи за изпълнение на експеримента. Умението за тълкуване на опитните резултати се

отнася до способността на студентите да преценят дали е протекла химична реакция между изходните вещества според наличие или отсъствие на външни признаци. Студентите от вариант V_3 допускат грешни констатации или неточно формулирани изводи въз основа на резултатите от опита. Способността на студентите, работещи по вариант V_3 , за оценка на индивидуалната и на груповата експериментална работа (субтест 3) е ограничена, което обяснява регистрираните ниски резултати по критерия отношения.

В групата студенти, обучавани по вариант V_4 , се наблюдава по-пълно съответствие между диагностичните цели и резултатите от обучението – в рамките на едно и също учебно време студентите от посочената група (в сравнение с група V_3) достигат по-високо равнище на постиженията по избраните критерии и показатели. Студентите от вариант V_4 показват отлични умения за описание на необходимите реактиви, уреди и материали. Особено значима е разликата между групите V_3 и V_4 , свързана с формиране на умения по техниката на експеримента – спазване на правилата за безопасност и за опазване на околната среда, планиране на експерименталната работа, последователност на извършване на лабораторните операции, организация на работното място, контрол и оценка (самооценка) на експерименталната дейност.

Във връзка с поставената цел да се развият умения за самооценка на собствената работа по време на лабораторните упражнения и оценка на работата на екипа, може да се направи извод, че студентите от вариант V_4 имат висока самооценка и отлична мотивация за работа. Високата и адекватна самооценка съдейства за повишаване независимостта на студентите, тъй като те разбират своите собствени цели, знаят какво да правят, как да работят, и стават по-отговорни към собственото учене и оценяване.

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

Трайността на познавателните резултати на студентите от групата по вариант V_4 е измерена чрез ретест. Резултатите от теста и от ретеста (таблица 5) показват близки стойности на измерените величини.

Таблица 5. Резултати от теста и от ретеста на студентите, обучавани по вариант V_4

Статистически величини	Субтест 1		Субтест 2		Субтест 3	
	тест	ретест	тест	ретест	тест	ретест
Брой изследвани лица (n)	30	30	30	30	30	30
Средна аритметична (\bar{x})	4,71	4,63	4,62	4,57	4,53	4,42
Дисперсия (s^2)	0,76	0,81	0,75	0,69	0,66	0,73
Стандартно отклонение (s)	0,87	0,9	0,87	0,83	0,81	0,85

Между данните от двете тестирания няма статистически значима разлика, което потвърждава очакването за траен ефект на предложената методика за подготовка на студентите – бъдещи учители по химия, за планиране и реализиране на учебния експеримент в обучението по химия.

Заключение

Въз основа на извършения количествен и качествен анализ на резултатите от изследването може да се твърди, че в контекста на разработените познавателни модели за експериментално изучаване на веществата и химичните процеси хипотезата на изследването е потвърдена, а неговата цел е изпълнена. Организираното по вариант **V₄** обучение има най-силно (в сравнение с варианти **V₁**, **V₂** и **V₃**) изразено положително влияние върху обучеността на студентите по химия, измерена с критерии за природонаучна грамотност.

Използваните при обучението по химия демонстрационни и лабораторни опити имат важно значение за качествено усвояване на знания за свойствата на веществата и за химичните процеси. Установени са съществени разлики между обучението с участието на демонстрационни и на лабораторни опити. Провеждането на добре организирани и с подходящи методични прийоми лабораторни занятия оказва положително влияние върху успеваемостта на студентите във всички изследвани области на познанието.

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 природонаучна грамотност у студентите – бъдещи учители по химия. Това е мотив за усъвършенстване на създадените модели за експериментално изучаване на веществата и на химичните процеси и за продължаване на изследванията в тази посока, тъй като формирането и развитието на природонаучна грамотност е продължителен процес и изисква прилагане на различни методи и средства в процеса на обучение.

Експериментът е метод на обучение, който студентите, бъдещи учители по химия, трябва да използват, за да направят природонаучното обучение по-ефективно, мотивиращо и предизвикателно за учениците. Прилагането на метода в училищна среда може да насърчи интереса и професионалната ориентация на повече млади хора към природните науки.

ЛИТЕРАТУРА

- АХРОМУШКИНА, М. & ВАЛЦЕВА, Т., 2016. *Методика обучения химии*. Москва – Берлин: Директ Медиа.
- АНГЕЛАЧЕВА, А., 2006. *Методика и техника на учебния химичен експеримент. Част I*. Пловдив: Паисий Хилендарски.

- АНГЕЛАЧЕВА, А., 2014. *Химията – наблюдения и експерименти. Модул неметали*. Пловдив: Паисий Хилендарски.
- АНГЕЛАЧЕВА, А., 2020а. *Експериментът и наблюдението в обучението по химия*. Пловдив: Макрос.
- АНГЕЛАЧЕВА, А., 2020б. Дидактически тест за установяване обучеността на студентите по химия с акцент върху тяхната природонаучна грамотност. *Управление и образование*. **16(3)**, 22 – 29.
- АНГЕЛОВА, В., МАЛЧЕВА, З. & ГЕНКОВА, Л., 1994. *Методика на обучението по химия*. София: Св. Кл. Охридски.
- КАЦАРОВА, К., 2019. Модел на обучение по физика чрез изследователски подход. *Автореферат на дисертация за присъждане на образователната и научна степен „доктор“*. Пловдив: Паисий Хилендарски“.
- КЛАУС, Г. & ЕБНЕР, Х., 1971. *Основи на статистиката за психолози, социолози, педагози*. София: Наука и изкуство.
- КОЛАРОВА, Т., ХАДЖИАЛИ, И., ДОКОВА, М. & АЛЕКСАНДРОВ, В., 2017. Природонаучната грамотност на учениците в началото на XXI век – в търсене на концептуално единство. *Химия: Природните науки в образованието*. **26(2)**, 171 – 214.
- ЛАКЮРСКИ, А., 1999. *Математико-статистически методи в психолого-педагогическите изследвания*. София: Софттрейд.
- МАЛЧЕВА, З., ГЕНКОВА, Л. & НАЙДЕНОВА, В., 2000. *Методика и техника на учебния химичен експеримент*. Благоевград: УИ „Неофит Рилски“.
- НИКОЛОВ, С., 2018. Развитие на експерименталния метод на обучение за средното училище в раздел „Оптика“. *Автореферат на дисертация за присъждане на образователната и научна степен „доктор“*. Пловдив: П. Хилендарски.
- НИКОЛОВА, Р. & ДРАГОЛОВ, С., 1985. *Училищният химичен експеримент*. София: Народна просвета.
- РАЙКОВА, Ж., 2019. *Съвременни тенденции в обучението по физика*. Пловдив: Паисий Хилендарски.
- ТАФРОВА-ГРИГОРОВА, А., 2013. Съвременни тенденции в природонаучното образование на учениците. *Bulgarian Journal of Science and Education Policy*. **7(1)**, 121 – 200.
- ШИВАЧЕВА, В., 2010. Компетентностно ориентираният учебен експеримент в училище. В: *Годишник на Университет „Проф. д-р А. Златаров“*, Бургас. **XXXIX, 2**, 230 – 235.
- ЯНКОВА, Р., 2015а. Методическа система за прилагане на физикохимичния експеримент при подготовката на студентите за формиране на природонаучна грамотност на учениците.

Автореферат на дисертация за присъждане на образователната и научна степен „доктор“. Русе: РУ „Ангел Кънчев“.

ЯНКОВА, Р., 2015b. Природонаучната грамотност през погледа на студентите – бъдещи учители по природни науки. *Управление и образование*. **11**(3), 193 – 197.

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., 2014. *Chemistry – observations and experiments*. Plovdiv: Plovdiv University Press [In Bulgarian].
- ANGELACHEVA, A., 2020a. *The experiment and the observation in chemistry education*. Plovdiv: Makros. [In Bulgarian].
- ANGELACHEVA, A., 2020b. Didactic test for study of students' training in chemistry with an emphasis on their scientific literacy. *Management and education*. **16**(3), 22 – 29. [In Bulgarian].
- ANGELOVA, V., MALCHEVA, Z. & GENKOVA, L., 1994. *Methodology of chemistry teaching*. Sofia: Sofia University Press. [In Bulgarian].
- KATSAROVA, K., 2019. Model of physics training through a research approach. *PhD thesis*. Plovdiv: University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”. [In Bulgarian].
- KLAUS, G. & EBNER, H., 1971. *Basic Concepts in Statistics for Psychologists, Sociologists and Pedagogues*. Sofia: Nauka i izkustvo. [In Bulgarian].
- KOLAROVA, T., HADJIALI, I., DOKOVA, M. & ALEXANDROV, V., 2017. Students' scientific literacy at the beginning of the 21st century: in search of conceptual unity. *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*. **26**(2), 171 – 215. [In Bulgarian].
- LAKURSKI, A., 1999. *Mathematical and statistical methods in psychological and pedagogical researches*. Sofia: Softtreid Publishing House. [In Bulgarian].
- MALCHEVA, Z., GENKOVA, L. & NAIDENOVA, V., 2000. *Methods and technique of experiment in chemistry teaching*. Blagoevgrad: Blagoevgrad University Press. [In Bulgarian].
- NIKOLOV, S., 2018. Development of the experimental method of training for the secondary school in the section “Optics”. *PhD thesis*. Plovdiv: University of Plovdiv “Paisii Hilendarski”. [In Bulgarian].
- NIKOLOVA, R. & DRAGOLOV, S., 1985. *School chemical experiment*. Sofia: Narodna Prosveta. [In Bulgarian].

- RAIKOVA, Z., 2019. *Modern trends in physics training*. Plovdiv: Plovdiv University Press. [In Bulgarian].
- TAFROVA-GRIGOROVA, A., 2013. Contemporary trends in pupils' science education. *Bulg. Journal of Science and Education Policy*. **7**, 121 – 200. [In Bulgarian].
- SHIVACHEVA, V., 2010. Competence-oriented learning experiment in school. In: *Yearbook of University "Assen Zlatarov"*, Burgas, **XXXIX**, **2**, 230 – 235. [In Bulgarian].
- YANKOVA, R., 2015a. Methodological system for applying the physico-chemical experiment in the preparation of students for the formation of scientific literacy of students. *PhD thesis*. Ruse: University of Ruse "Angel Kanchev". [In Bulgarian].
- YANKOVA, R., 2015b. Scientific literacy through the eyes of the students – future teachers of natural sciences. *Management and Education*. **11**(3), 193 – 197. [In Bulgarian].

POSSIBILITIES OF THE SCHOOL EXPERIMENT FOR THE FORMATION OF SCIENTIFIC LITERACY OF STUDENTS – FUTURE CHEMISTRY TEACHERS

Abstract. The chemical experiment as a scientific method is in the focus of students' attention when studying different chemical disciplines in higher education. As a method of scientific and educational knowledge it is also a subject of in-depth studying at the chemistry didactics lecture course and at the practice classes in Methods and Techniques of School Chemical Experiment. In the work a methodology is proposed for application of the school experiment with goal to form the scientific literacy of students – future chemistry teachers. The effectiveness of the developed methodology is proved through pedagogical experiment. It includes students trained in the Bachelor's programs "Biology and Chemistry", "Chemistry and English" at University of Plovdiv. The experimental data shows that the developed didactic models for the experimental study of substances and chemical processes have a positive effect on students' cognitive results with a view to forming and developing scientific literacy.

Keywords: chemistry education; teaching experiment; scientific literacy

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

ORCID ID: 0000-0001-9391-1716

Plovdiv University "Paisii Hilendarski"

24, Tsar Assen St.

4000 Plovdiv, Bulgaria

E-mail: angel@uni-plovdiv.bg