



**ПЛОВДИВСКИ УНИВЕРСИТЕТ “ПАИСИЙ ХИЛЕНДАРСКИ”
БИОЛОГИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
КАТЕДРА БОТАНИКА И БИОЛОГИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ**

Калина Емилова Иванова

**ФОРМИРАНЕ НА ПРАКТИЧЕСКИ ЗНАНИЯ И
УМЕНИЯ У УЧЕНИЦИТЕ ЧРЕЗ СТЕМ
ОБУЧЕНИЕ (БИОЛОГИЯ И ЗДРАВНО
ОБРАЗОВАНИЕ – 7. КЛАС)**

**АВТОРЕФЕРАТ
на дисертационен труд**

**за присъждане на образователната и научна степен “доктор”
в област на висше образование 1. Педагогически науки,
професионално направление 1.3. Педагогика на обучението по ...,
докторска програма Методика на обучението по биология**

Научен ръководител:
Доц. д-р Делка Василева Карагъзова-Дилкова

Пловдив, 2024 г.

Дисертационният труд е обсъден и насочен за защита на заседание на катедра „Ботаника и биологическо образование“ при Биологически факултет на ПУ „Паисий Хилендарски“, проведено на 14.06.2024 г.

Дисертационният труд е структуриран в увод, три глави, заключение и изводи, приноси, публикации по темата, библиография и 6 приложения. Общият обем е 245 страници, от които 166 са основен текст. Включени са 58 таблици и 63 фигури. Списъкът с литературните източници включва 140 източника, от които 38 на кирилица, 78 на латиница и 24 интернет източници. Списъкът на авторските публикации се състои от 5 заглавия.

Материалите по защитата са на разположение в отдел „Развитие на академичния състав и докторантури“ към ПУ „Паисий Хилендарски“ и в Централната библиотека на ПУ „Паисий Хилендарски“.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 17.09.2024 г. от 11.00 часа в заседателна зала на конферентен център “Компас”, Ректорат на ПУ “Паисий Хилендарски”, ул. "Цар Асен" № 24 на заседание на Научно жури в състав:

Проф. д-р Желязка Димитрова Райкова
Доц. д-р Антоанета Анастасова Ангелачева
Проф. д-р Тодорка Жекова Стефанова
Доц. д-р Надежда Стефанова Райчева
Доц. д-р Мирена Дамянова Легурска

СЪДЪРЖАНИЕ

УВОД	4
ПЪРВА ГЛАВА. ТЕОРЕТИЧЕН АНАЛИЗ НА ЛИТЕРАТУРАТА ПО ПРОБЛЕМА	5
1. STEM, i-STEM и STEAM – дефиниране и обучителни модели.....	5
2. 4C умения на 21. век.....	8
ВТОРА ГЛАВА. ДИЗАЙН НА ПЕДАГОГИЧЕСКОТО ИЗСЛЕДВАНЕ И МЕТОДИЧЕСКИ МОДЕЛ ЗА ПРИЛАГАНЕ НА STEM ОБУЧЕНИЕ	9
1. Планиране и организация на изследването.....	9
2. Методически модел за прилагане на STEM обучение.....	15
3. Провеждане на изследването.....	16
ТРЕТА ГЛАВА. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ПЕДАГОГИЧЕСКИЯ ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА КАЧЕСТВАТА НА МЕТОДИЧЕСКИЯ МОДЕЛ	17
1. Анализ на резултатите от предварителния експеримент.....	17
2. Анализ на резултатите от основния експеримент.....	17
2.1. Анализ на резултатите от тестирането.....	18
2.2. Анализ на резултатите от анкетирането на учениците от ЕГ... 23	
3. Анализ на резултатите от заключителния експеримент.....	24
3.1. Анализ на резултатите от тестирането.....	24
3.2. Анализ на резултатите от анкетирането на учениците от ЕГ... 25	
4. Заключение и изводи.....	25
НАУЧНИ ПРИНОСИ И ПРАКТИЧЕСКА ЗНАЧИМОСТ НА ДИСЕРТАЦИОННОТО ИЗСЛЕДВАНЕ	26
СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД	26
Други публикации на докторанта.....	27
Участие в конференции.....	27
БИБЛИОГРАФИЯ	28

УВОД

Всички належащи проблеми, пред които е изправен нашият свят (климатични промени, болести, енергийни ресурси и др.) са свързани по някакъв начин с науката, технологиите, инженерството и математиката (STEM) (Grand-Meyer et al., 2022). Свързани със STEM са и най-бързо развиващите се професии. Специалистите по изкуствен интелект и машинно обучение оглавяват този списък, следвани от специалисти по устойчивост, инженери по роботика, анализатори на данни и учени¹.

Голяма част от съвременното образование е посветено на подготовката на учениците за работни места, които бързо остаряват. По-широкото внедряване на технологиите е свързано с промяна на търсените умения в работните места през следващите години и липсата на умения ще продължи да бъде голяма. Проучване сред работодатели отбелязва сериозни пропуски между уменията, от които се нуждае работната им сила и уменията, които новите им служители имат. Интелектуални и практически умения като критично мислене, аналитични разсъждения, решаване на сложни проблеми, работа в екип, информационна грамотност и иновации, устна и писмена комуникация и креативност се класират значително по-високо от технологичните умения и количествени разсъждения (Felder & Brent, 2016).

Според доклад на Световния икономически форум десетте най-ценни и търсени работни умения на утрешния ден са:

1. Аналитично мислене и иновации
2. Активно учене и стратегии за учене
3. Решаване на сложни проблеми
4. Критично мислене и анализ
5. Креативност, оригиналност и инициативност
6. Лидерство и социално влияние
7. Използване, мониторинг и контрол на технологиите
8. Технологично проектиране и програмиране
9. Гъвкавост, устойчивост на стрес, приспособимост
10. Разсъждение, решаване на проблеми и идеи

Тези умения на бъдещето са групирани в четири категории:

- Решаване на проблеми (1, 3, 4, 5 и 10)
- Самоуправление (2 и 9);
- Работа с хора (6)
- Използване и развитие на технологиите (7 и 8)¹

Една от ролите на училището е да подготвя учениците за успешна бъдеща житейска и професионална реализация, формирайки у тях практическите умения на утрешния ден. Според последните

резултати от PISA 2022 обаче независимо от знанията, които притежават българските ученици (според нашите учебни програми), те срещат големи затруднения да ги приложат на практика в различни, близки до реалните ситуации (това, върху което PISA акцентира)².

Въпреки компетентно ориентираните учебни програми, предстои реструктурирането им на базата на определени принципи, за да станат по-рамкови и по-адаптивни, което в дългосрочен план това ще повиши не само представянето на българските ученици на изследвания от типа на PISA, но и ще ги подготви много по-добре за живота и за реализацията им на пазара на труда.

В тази връзка STEM обучението привлича внимание поради голямото си значение – от подобряването на житейските умения и кариерното развитие до разширяването на глобалната икономика.

Подготовката и прилагането на качествено STEM обучение е поредното предизвикателство пред учителите, като двигатели и реализатори на всяка промяна в образованието. Но дали учителите преподават STEM ефективно? Има ли достатъчно подготвени и уверени в преподаването на STEM учители? Има ли достатъчно разработени STEM учебни ресурси в помощ на учителите? Липсата на категоричен положителен отговор на тези въпроси и необходимостта от реална промяна в посока от запаметяване и възпроизвеждане на знания към формиране на умения за прилагането им и умения на 21. век, определят актуалността на проблема и са основание да се предприеме педагогическо изследване, свързано с формирането на практически знания и умения у учениците чрез STEM обучение по биология и здравно образование в 7. клас.

ПЪРВА ГЛАВА. ТЕОРЕТИЧЕН АНАЛИЗ НА ЛИТЕРАТУРАТА ПО ПРОБЛЕМА

1. STEM, i-STEM и STEAM – дефиниране и обучителни модели

В първа глава е направен кратък исторически преглед за развитието на STEM и са разгледани характеристиките на STEM дисциплините и тяхната интеграция. Анализирани са концептуални рамки, модели и добри педагогически практики за интегриране на STEM.

STEM е акроним от Science (Наука), Technology (Технологии), Engineering (Инженерство) и Mathematics (Математика). Инициативата е създадена през 90-те години на миналия век от американската Национална научна фондация (NSF) в отговор на политическа програма, основана на професионални и икономически нужди. Първоначално STEM се възприема от учителите като S.T.E.M. – отделяне на четирите дисциплинарни области, а не тяхната интеграция. Следва период на фокусиране върху традиционното

преподаване на природни науки и математика и игнориране на технологичните и инженерните компоненти – S.t.e.M. (Blackley & Howell, 2015). STEM не е просто обединяване под “една шапка” на четирите дисциплини (Обухов & Ловягин, 2020; Велкова и Добрев, 2020). Това твърдение се подкрепя и от Коцева и Гайдарова (2019), според които идеята за STEM “ще успее, ако успее идеята за i-STEM – интегрираното STEM образование. Тази идея няма за цел да отмени обучението по отделните дисциплини, а напротив - да го подпомогне и допълни чрез всички формални и неформални средства навсякъде, където това е възможно.” (Коцева и Гайдарова, 2019: 487). “Ако науката, технологиите, инженерството и математиката могат да бъдат представени като части от човешкото тяло, науката е скелета и мускулите, инженерството е мозъкът, технологията е ръцете, а математиката е сърцето и кръвта. Следователно тези отделни дисциплини всъщност имат тясна връзка помежду си...” (Akgun, 2013: 66). Moore & Smith (2014) и Bryan et al. (2016) разглеждат три форми в интегрирането на STEM в класната стая: контекстна интеграция, интеграция на съдържание и интегриране на поддържащо съдържание, а Vasquez (2014) разграничава четири нива на интеграция между учебните дисциплини: дисциплинарна, мултидисциплинарна, интердисциплинарна и трансдисциплинарна.

Идеята за i-STEM се разпространява и към включване на дисциплини извън групата на STEM. По-често добавянето на “A” в акронима се свързва с добавяне на изкуствата (на английски Arts). Творческите компоненти и креативността са еднакво важни в учебния процес, за да ангажират учениците да повишат разбирането и уменията си в иновациите. Работодателите търсят креативни хора за решаване на проблеми и творческите способности са ключово умение в движената от технологиите икономиката на двадесет и първи век (Hunter & Sydow, 2016; Jolly, 2017; English, 2017). Включването на “A” в STEAM се тълкува и като интегриране на всички други (на английски All) учебни дисциплини (Moore & Smith, 2014; Коцева и Гайдарова, 2019).

Литературният преглед по темата впечатлява с диапазона и обхвата на това, което се определя като STEM/i-STEM. Определенията варират от просто препращане към четирите STEM дисциплини, през образователни подходи в пресечните точки на произволен брой от четирите дисциплини до свързване на всички четири STEM дисциплини по интегриран начин. В т. I.3 са систематизирани 27 дефиниции (табл. 1, с.18 от дисертацията). Обединени около интеграцията, дефинициите отразяват различни компоненти на системата обучение – процесуален, целеви, организационен (фиг. 5, с.24 от дисертацията).

Въз основа на анализа и обобщението на дефинициите, за целите на настоящото изследване, предлагаме следната дефиниция:

Интегрираното STEM обучение е дискретно направляван от учителя процес на активно учене, при който учениците целенасочено прилагат интегрирани знания, умения и методи от природните науки и математиката и включват практиките на технологичния и инженерния дизайн за създаване на абстрактни и конкретни технологични артефакти при решаване на реални проблеми и инженерни предизвикателства.

Липсата на консенсус относно дефиницията на STEM обучение е разбираема, поради сложния характер на процеса на обучение. Въпреки това според Bybee (2013) дефинирането на STEM е лесната част, а прилагането на STEM обучение в голям мащаб е по-голямото предизвикателство.

Литературното проучване откри четири обучителни модела за интеграция на STEM.

- Модел Learning by Design™ (Учение чрез дизайн™) – проектно-базирано учене, основано на изследване, чрез което учениците изучават научно съдържание и умения в контекста на реализиране на инженерно предизвикателство (фиг. 8, с.30 от дисертацията) (Kolodner, 2002).

- Модел 5E, разработен от Програмата за биологични науки (Biological Sciences Curriculum Study – BSCS) и основан на конструктивистки възглед за ученето и осигурява планирана последователност от инструкции, която поставя учениците в центъра на техния учебен опит, насърчавайки ги да изследват, изграждат своето разбиране за научни концепции и свързват тези разбирания с други концепции (Bybee et al., 2006; Bybee, 2009). Името на модела е акроним от началните букви на петте му фази – Engagement (Ангажиране), Exploration (Изследване), Explanation (Обяснение), Elaboration (Разработване) и Evaluation (Оценяване).

Според някои автори (Barry, 2014; Yata et al., 2020) учебният модел на BSCS 5E не представя напълно процеса на инженерно проектиране и предоставя преподаване и оценяване само на отделен предмет, тъй като моделът е основан на науката и силно свързан със съдържанието и дейностите на отделните предмети. Това инициира появата на други два модела:

- Модел 6E Learning byDeSIGN™ (Barry, 2014), който добавя фаза (цикъл) „e“, наречена eNGINEER (Проектиране), в която учениците наистина проектират и моделират като инженерите. Рамката придобива вида Engage, Explore, Explain, eNGINEER, Enrich (Обогатяване) и Evaluate.

- Модел PIRPOSAL (Wells, 2016), който е центриран около процеса на преминаване от конвергентно към дивергентно задаване на въпроси, включващ поредица от непрекъснати преходи между налично знание – “какво знам” и липсващо знание – “какво трябва да знам”, което в крайна сметка води до дизайнерски решения. Името на модела е абревиатура от началните букви на осемте фази (фиг. 9, с.35 в дисертацията) – Problem identification (Идентифициране на проблема), Ideation (Генериране на идеи), Research (Изследване), Potential solution (Потенциално решение), Optimization (Оптимизиране), Solution evaluation (Оценка на решението), Alteration (Промяна) и Learned outcomes (Постигнати резултати).

Литературният преглед на примерите за STEM практики, направен в т. I.4.4 показва, че най-използван за дизайн на уроците е 5E модела. В някои от практиките това са поредица от еталонни уроци в проектно-базиран STEM модул, който завършва с проект, чийто продукт е технологичен артефакт (Walton & Caruthers (2015), Tighe et al. (2019), Dodson-Snwoden (2019), Pollard & Profitt (2019), Wilhelm et al. (2019). В голяма част от еталонните уроци липсва инженерно проектиране, но учебните дейности са проектирани така, че учениците активно прогнозираят, тестват, моделират, изчисляват, анализират и представят графично данни, формулират изводи. Конкретната реализация на интегрирано STEM обучение се свързва с прилагане на активни стратегии за учене и преподаване (активно обучение). Свързаните с тях подходи, методи и техните характеристики са разгледани в т. I.5.

2. 4С умения на 21. век

В международен план не е представена и приета ясна и уникална дефиниция за “умения (компетентности) на 21. век”.

Дефиниция на организацията за Азиатско-тихоокеанското икономическо сътрудничество (АРЕС) определя компетентностите от 21. век като знания, умения и нагласи, необходими на човека, за да бъде конкурентоспособен в работната сила на 21. век, да участва по подходящ начин във все по-разнообразно общество, да използва нови технологии и да се справя с бързо променящите се работни места (Scott, 2015).

Компетентностите на 21. век се определят от Voogt & Roblin (2010) като всеобхватна концепция за знанията, уменията и нагласите, от които гражданите се нуждаят, за да могат да допринесат за образованото общество.

Според Европейската референтна рамка ключовите компетентности са съчетание от знания, умения и нагласи, нужни на всеки човек за личностна реализация и развитие, пригодност за заетост, социално приобщаване, устойчив начин на живот, успешен

живот в едни мирни общества, организирани на живота по здравословно осъзнат начин и активно гражданско участие³.

Различните рамки използват и различна терминология на видовете компетентности на 21. век (Voogt, & Roblin, 2010). В табл. 3, с. 53 от дисертацията е съпоставена терминологията в Европейската референтна рамка и разработената в САЩ рамка Партньорство за умения за 21. век (Partnership for 21st century skills – P21). Първият набор от умения от 21. век в рамката P21 се фокусира върху умения за учене и иновации. Те са известни като 4C:

- Critical thinking and problem solving (критично мислене и решаване на проблеми (експертно мислене))
- Creativity and innovations (творчество и иновации, прилагане на въображение и изобретателност)
- Communication (комуникация)
- Collaboration (сътрудничество)

Очакваните резултати от формирането на тези умения са систематизирани в табл. 4, с. 56 от дисертацията, като постигането им отключва ученето през целия живот и творческата работа. Критичното мислене и решаването на проблеми се считат за новите основи на обучението през 21. век.

ВТОРА ГЛАВА. ДИЗАЙН НА ПЕДАГОГИЧЕСКОТО ИЗСЛЕДВАНЕ И МЕТОДИЧЕСКИ МОДЕЛ ЗА ПРИЛАГАНЕ НА STEM ОБУЧЕНИЕ

1. Планиране и организация на изследването

В т. II.1.1 са формулирани целта, обектът, предметът, хипотезата и задачите на изследването.

➤ Цел на изследването:

Разработване и апробиране на методически модел за прилагане на STEM обучение при изучаване на учебно съдържание по биология и здравно образование 7. клас

➤ Обект на изследването:

Процесът на обучение по биология и здравно образование 7. клас чрез прилагане на STEM обучение.

➤ Предмет на изследването:

Практическите знания и умения на учениците в резултат от прилагането на STEM обучение по учебния предмет биология и здравно образование.

➤ Изследователска хипотеза:

Ако се приложи методическият модел на STEM обучение по биология и здравно образование в 7. клас, то ще се повиши нивото на формираните у учениците практически знания и умения по биология и

здравно образование и на тяхната мотивация, както и ще се развият 4С умения на 21. век.

➤ **Задачи:**

1. Да се направи литературно проучване на изследвания в областта на STEM обучението, на особеностите и възможностите за неговото прилагане.

2. Да се направи анализ на учебното съдържание по биология и здравно образование 7. клас за да се открият възможности за прилагане на STEM обучение.

3. Да се разработи методически модел за прилагане на STEM обучение по биология и здравно образование 7. клас.

4. Да се разработят дидактически материали и технология за провеждане на STEM обучение на учениците.

5. Да се подготви и реализира педагогически експеримент, свързан с прилагане на STEM обучението по биология и здравно образование.

6. Да се съставят инструменти – тестове и анкети за измерване на практическите знания и умения на учениците от 7. клас и отношението им към изучаването на биология и здравно образование в STEM среда.

7. Да се анализират резултатите от педагогическия експеримент и да се формулират изводи за влиянието на STEM обучението върху формирането на практически знания и умения у учениците.

В т. II.1.2.1. са представени методите на педагогическото изследване:

➤ Теоретични:

- анализ на литературни източници;
- анализ на добри педагогически практики и опит.

➤ Емпирични:

- анализ на учебното съдържание по биология и здравно образование 7. клас
- дидактически експеримент;
- тестиране;
- анкетиране;
- статистическа обработка и анализ на данните.

Анализът на учебното съдържание включва анализ на задължителна учебна документация, свързана с предмета биология и здравно образование в прогимназиален етап на основна степен на образование и на понятия и области на компетентност в нормативните документи. Така са определени темите, включени в дидактическия експеримент.

Дидактическият експеримент е метод, при който се създават специфични условия, при които протича изучаваното явление или

процес. Той се провежда в условията на училищното обучение след теоретичното проучване. Като основа за неговото приложение е конструираният методически модел, разработен в резултат на теоретичния анализ на литературни източници и педагогически практики и опит (Бижков и Краевски, 2007; Ставрева, 2010).

Тестирането е метод на педагогическата диагностика, при който се измерва обективно, надеждно и валидно резултатите от обучението, които се оценяват, интерпретират и използват от субектите, участващи в процеса на обучение. (Цанова и Райчева, 2012). Дидактическият тест е набор от въпроси и задачи, свързани с определено учебно съдържание и конструиран според определени цели и определени процедури (Гафрова, 2007). Инструментариумът за установяване нивото на усвоени знания и формирани умения в нашето изследване включва два критериални теста: пре-тест за установяване равнището на знания и умения преди прилагане на експериментално STEM обучение и пост-тест за отчитането им след прилагане на експерименталното обучение. Съдържанието на тестовете, спецификацията по въпроси и показатели, както и броя на точките за всеки въпрос са показани в Приложение 3 (пре-тест) и Приложение 4 (пост-тест), а резултатите са представени в Глава Трета на дисертацията. Тестовете са подложени на експертна оценка. Експертите оценяват съдържателната валидност на всяка една задача т.е. дали тя действително измерва същата цел, за която е предназначена и установяват и дали задачата не притежава структурни и стилистични недостатъци, които биха намалили нейната ефективност. Като експерти са поканени учители по биология и здравно образование: д-р Красимир Витларов ОУ “Васил Левски” гр. Пловдив; Звезделин Маламов СУ “Св. Климент Охридски” гр. Пловдив; Саня Пенева ОУ “Яне Сандански” гр. Пловдив; Милена Атанасова ОУ “Княз Александър I” гр. Пловдив и Николай Кочев ОУ “Христо Ботев” с. Крумово. На специалистите са предоставени карти за експертна оценка (Приложение 5 към дисертацията). Всички експерти са дали положителна оценка за качеството на задачите и съответствието им с измерваните критерии и очакваните резултати по учебна програма.

Анкетата е система от въпроси и отговори към тях, които се дават на изследваните лица за изразяване на мнение или отношение. Основен инструментариум при анкетирането е анкетната карта. Анкетата може да се приложи както за проучване на отношението към учебно знание, така и към планираните и проведени от учителя познавателни дейности (Цанова и Райчева, 2012). В нашето изследване се провеждат и стандартизирани анкети на участниците в експерименталното обучение. С цифрови скали, се определят степента

на интерес към определени теми и желанието за работа на учениците, участници в експерименталното обучение. Анкетните карти предоставят възможност на обучаемите да изразят своите нагласи по отношение на въздействието на STEM обучението върху формирането на практически умения за комуникация и сътрудничество, за решаване на проблеми и критично мислене. Анкетните карти, използвани в изследването са представени в Приложение 2, а резултатите от анкетирането – в глава Трета на дисертацията.

Математико-статистическите методи служат за интерпретиране на резултатите в контекста на изследвания проблем и разкриване на връзки и закономерности в изследваните обекти, в съответствие с приложените педагогически въздействия. Изборът на подходящите методи за анализ се извършва въз основа на вида на: разпределение на съвкупностите на сравняваните извадки, еднаквост или различие в дисперсиите на групите, поставената цел и вида на хипотезата, на оценъчната скала и др. За проверка на нормалността на разпределението на данните за присъдения брой точки по въпроси, показатели и критерии за двете групи е използван тест на Колмогоров – Смирнов. В конкретния случай нито едно от разпределенията на данните не е нормално, което предполага използването на непараметричен тест на Ман–Уитни за проверка на хипотези за различие между две независими извадки. Коефициентът на надеждност на двата теста е изчислен посредством алфа (α) коефициент на Кронбах за измерване на вътрешната съгласуваност между променливите. Представянето на резултатите от проведените анализи е осъществено чрез честотни таблици, линейни и стълбовидни диаграми в глава Трета на дисертацията.

В т. II.1.2.5. са описани критериите и показатели за отчитане на резултатите от експеримента (табл.1). Като критерии за усвоените от учениците знания и формираните у тях умения се използват когнитивните равнища на ревизираната от Андерсон и Кратуол таксономия на Блум (Anderson & Krathwohl, 2001 цит. в Иванов, 2006; цит. в Гайдарова & Георгиев, 2018: 6; цит. в Felder & Brent, 2016: 31). В нея, за разлика от оригиналната таксономия, познанието има две измерения: знание и познавателен процес. Знанието е съдържанието по предмета и има четири категории: фактологично, концептуално, процесуално и метазнание. Измерението познавателен процес показва какво трябва да се направи с предметното съдържание. Познавателният процес отразява различни форми на мислене, а тъй като мисленето е активен процес се използват глаголни форми. Това измерение има шест категории, както и в оригиналната таксономия, но те са преименувани и преобразувани:

- VI. Създаване – обединяване на елементи, за да образуват ново, съгласувано цяло или да направят оригинален продукт.
- V. Оценяване – правене на преценки въз основа на критерии и стандарти
- IV. Анализирание – разделяне на материала на съставните му части и откриване как частите са свързани една с друга и към цялостната структура или цел
- III. Прилагане – използване на наученото, прилагане на принципи, правила, концепции, методи в дадени ситуации.
- II. Разбиране – представяне смисъла на изучаваното чрез различни форми, интерпретации, сравнения, включително устна, писмена и графична комуникация
- I. Запомняне – извличане на съответните знания от дългосрочната памет⁴.

Шестте равнища се свързват със съответни мисловни умения, които се разделят на мисловни умения от по-ниско ниво (по-нисък ранг) – помнене, разбиране и прилагане и умения от по-високо ниво (по-висок ранг) – анализиране, оценяване и създаване (Генджова, 2012; Felder & Brent, 2016). Нашето внимание е насочено основно върху формирането на умения от по-висок ранг – анализиране, оценяване и създаване, както и върху уменията за прилагане, които са третото (най-високо) ниво от уменията с нисък ранг.

Таблица 1. Критерии, показатели и инструментариум за отчитане на усвоените практически знания и формираните практически умения и формираните у учениците нагласи по отношение на мотивация и 4C умения на 21. век

Критерии	Показатели		Инструментариум Въпрос №
Помнене	Помни и възпроизвежда научни знания.		T1*: 1.2; 2.2 T2*: 1.3
Разбиране	Обяснява, разпознава и сравнява факти, понятия, процеси.		T1: 1.1; 1.3; 2.1 T2: 1.1; 1.2; 3.3; 3.4
Прилагане	Умения за прилагане	Прилага научни знания и методи в нови ситуации.	T1: 2.6; 2.7 T2: 3.1; 4.3
		Прилага правила за здравословен начин на живот и подкрепя дейности за опазване на личното и общественото здраве.	T1: 1.6 T2: 2.2

Анализиране	Умения за анализиране	Анализира и интерпретира данни (схеми, таблици, графики, диаграми, текст) и прави изводи, прогнози.	T1: 1.4; 2.4; 2.8 T2: 2.1; 4.1; 4.2
	Умения за решаване на проблеми	Идентифицира (определя, формулира) проблем.	T1: 2.5 T2: 1.4
		Установява причинно-следствени връзки между променливи.	T1: 2.3 T2: 3.2
Оценяване	Умения за оценяване и критично мислене	Оценява алтернативни твърдения, гледни точки и аргументира, подкрепя избора си с научни доказателства.	T1: 1.5 T2: 4.4
Създаване	Умения за създаване	Планира, проектира, конструира, формулира, предлага решения, генерира идеи, прилага творчество и новаторство, създава авторски продукт.	T1: 1.7 T2: 4.5
Мотивация на учениците	Интерес		Ан**: 12; Ас**: 1
	Желание за практическа работа		Ас: 2
	Желание за търсене и получаване на информация		Ан: 10
	Осмисляне на ученето		Ан: 13; 14
Формиране на 4С умения на 21. век (умения за учене и иновации)	Умения за сътрудничество		Ан: 3; 7
	Умения за комуникация		Ан: 4
	Умения за критично мислене и решаване на проблеми		Ан: 5 ; 6 T1: 1.5; 2.5; 2.3 T2: 4.4; 1.4; 3.2
	Умения за творчество и иновации		T1: 1.7; T2: 4.5

*T1 – пре-тест; T2 – пост-тест

**Ан – анкета за нагласи към STEM урок/проект; Ас – анкета-самооценка

2. Методически модел за прилагане на STEM обучение



Фигура 1. Модел за прилагане на STEM обучение (модел МЕ/ПОПО)

В т. II.1.2.3. е предложен методически модел за прилагане на STEM обучение, който е повлиян от моделите BSCS 5E (Bybee et al., 2006; Bybee, 2009) и 6E Learning byDeSIGN™ (6E Учене чрез дизайн) (Barry, 2014) за интегриране на STEM, подробно описани в т.I.4.2.2 и т.I.4.2.3 на глава Първа от дисертацията.

Дейностите характерни за фаза eENGINEER (Проектиране) на 6E модела са интегрирани във фаза Elaboration (Разработване) от BSCS 5E модела. Фазата е наречена “Прилагане на интегрирани STEM знания и умения” и дава възможност на учителите да планират и да включат учениците в нов експеримент и/или в инженерно предизвикателство и/или в решаване на теоретични и практически задачи, изискващи прилагане на знания и умения от STEM дисциплините. За наименоване на част от фазите използваме не механично преведените, а аналогични термини от нашата методическа наука и практика, добили широко разпространение и гражданственост

за по-добро разбиране и приемственост. При това наименуване на фазите на модела се получава абривиатура МЕ/ПОПО (фиг.1)

3. Провеждане на изследването

Етапите на педагогическото изследване са представени в табл. 2.

Таблица 2. Етапи на педагогическото изследване

Етап		Цели	Ученици
1. Планиране и организация м. III-IX 2021 год.		Разработване на методологическата и методическата част на концепцията и конкретната организация на изследването	–
2. Провеждане	2.1 Предварителен експеримент 2021/2022 г.	Апробиране на разработените дидактически и диагностични средства и изследване отчасти на разработената методика.	114 7. клас при ОУ “Яне Сандански” гр. Пловдив
	2.2 Основен експеримент 2022/2023 г.	Реализация на планираното активно педагогическо въздействие, проследяване на промените в обекта на изследването и извършване на диагностични измервания за установяване степента на настъпилите изменения и промени	92 7. клас при ОУ “Яне Сандански” гр. Пловдив, обособени ЕГ и КГ
	2.3 Заключителен експеримент 2023/2024 г.	Потвърждаване ефективността на експерименталното обучение, извършване на крайните диагностични измервания на състоянието на обекта, допълнителни въздействия и измерване на настъпилите промени.	98 7. клас при ОУ “Яне Сандански” гр. Пловдив, обособени ЕГ и КГ
3. Представяне и анализ на резултатите, разработване на труд м. I-III 2024 год.		Обобщаване и анализиране на резултатите. Популяризиране на резултатите от педагогическото изследване. Оформяне на дисертационен труд	–

ТРЕТА ГЛАВА. АНАЛИЗ НА РЕЗУЛТАТИТЕ ОТ ПЕДАГОГИЧЕСКИЯ ЕКСПЕРИМЕНТ ЗА ИЗСЛЕДВАНЕ НА КАЧЕСТВАТА НА МЕТОДИЧЕСКИЯ МОДЕЛ

1. Анализ на резултатите от предварителния експеримент

В т. III.1 са представени резултатите от апостериорния анализ на двата теста и данните за тяхната надеждност. Без да забравяме целта на критериалните тестове – да измерват дали и в каква степен е постигната целта на обучението, окончателните им варианти са съставени след внимателно анализиране и на данни за успеваемост (трудност), дискриминативна сила и ефективност на дистракторите, установени чрез прилагане на техниката за нормативни тестове. Въпреки, че тези показатели не са определящи при критериалните тестове, получените стойности в комбинация с категоричната положителна оценка за съдържателната валидност на въпросите, дадена от експертите, правят съставения от нас тестове подходящи за използване за целите на изследването.

Стойностите за алфа (α) на Кронбах за двата теста в нашето изследване са представени в табл. 3.

Таблица 3. Коефициент на надеждност на пре-и пост-тест

Тест	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
Пре-тест (вход)	0,742	15
Пост-тест (изход)	0,788	15

Резултатите ($\alpha > 0,70$) показват допустима надеждност на тестовете за практически цели. Тя позволява да се извършват сравнения на резултатите на ЕГ и КГ от двата теста – преди и след педагогическото въздействие.

2. Анализ на резултатите от основния експеримент

В основния експеримент участват 92 ученици от 4 паралелки в 7. клас на ОУ “Яне Сандански” гр. Пловдив. Формирани са две групи: контролна, която е в условия на традиционно обучение и експериментална група, с която се осъществява STEM обучение (табл. 4)

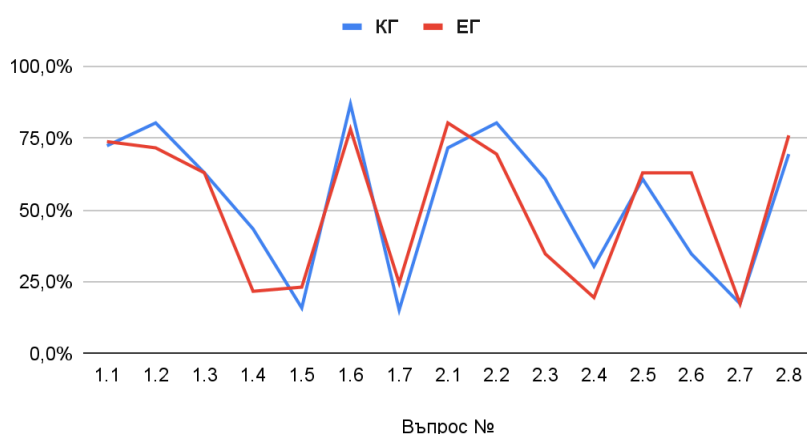
Таблица 4. Параметри на групите в основния експеримент

Група	Паралелка	Момчета	Момичета	Общо ученици
Контролна (КГ)	7.а и 7.б	24	22	46
Експериментална (ЕГ)	7.в и 7.г	21	25	46

2.1. Анализ на резултатите от тестирането

КГ и ЕГ постигат много близки резултати за среден общ брой точки (11,65 т. за КГ и 11,37 т. за ЕГ), респ. средна успеваемост. Успеваемостта на учениците от двете групи по въпроси е представена на фиг. 2.

Успеваемост по въпроси (пре-тест 22/23 г.)



Фигура 2. Графично представени данни за успеваемост по въпроси от пре-тест в основния експеримент

Формулираме следната работна хипотеза: H_0 – няма статистически значима разлика в резултатите от входното ниво на учениците от контролната и експерименталната група т.е. наблюдаваното различие се дължи на случайни причини. H_1 – има статистически значима разлика в резултатите от входното ниво на учениците от контролната и експерименталната група т.е. наблюдаваното различие не може да се обясни със случайни причини, а има закономерен характер. Резултатите от непараметричен тест на Ман–Уитни за проверка на хипотезите са представени в табл. 5. Стойностите на $\text{sig.}(p\text{-value}) < 0,05$ показват наличие на статистически значими различия по съответния показател за двете изследвани групи.

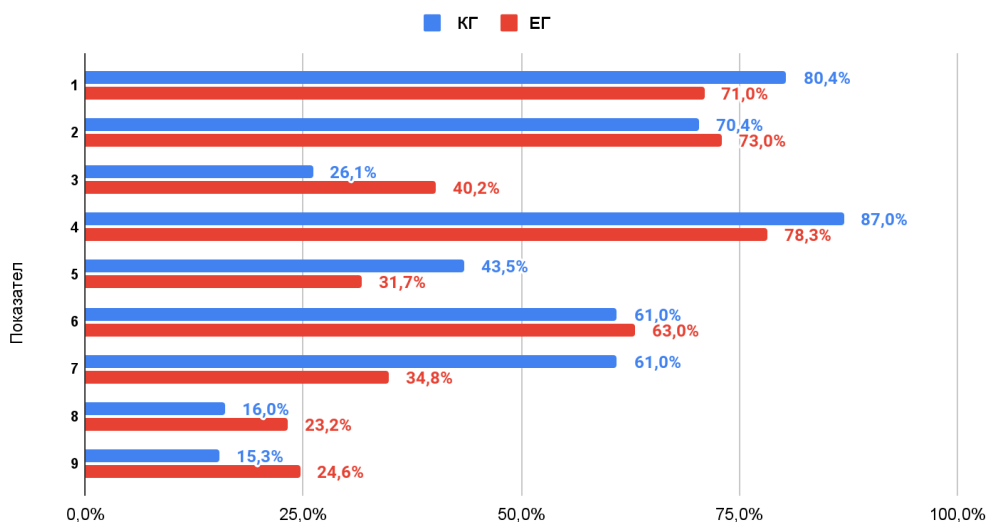
Таблица 5. Статистическа значимост на резултатите от пре-тест в основния експеримент по въпроси

Въпрос №	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	
p-value	0,865	0,208	1,000	0,027	0,117	0,274	0,050	
Въпрос №	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8
p-value	0,331	0,231	0,013	0,231	0,831	0,007	1,000	0,484

Получените резултати потвърждават нулевата хипотеза H_0 , следователно в началото (входа) на експеримента двете групи са равностойни.

Четири от критериите (помнене, разбиране, прилагане и анализиране) и техните показатели се измерват посредством два или повече въпроси от теста. Ето защо по-ясно сравнение на резултатите на КГ и ЕГ може да се направи от данните за получени точки и успеваемост, подробно представени в табл. 24, с.108 от дисертацията.

Успеваемост по показатели (пре-тест 22/23 г)



Фигура 3. Графично представяне на успеваемост по показатели в пре-тест в основния експеримент

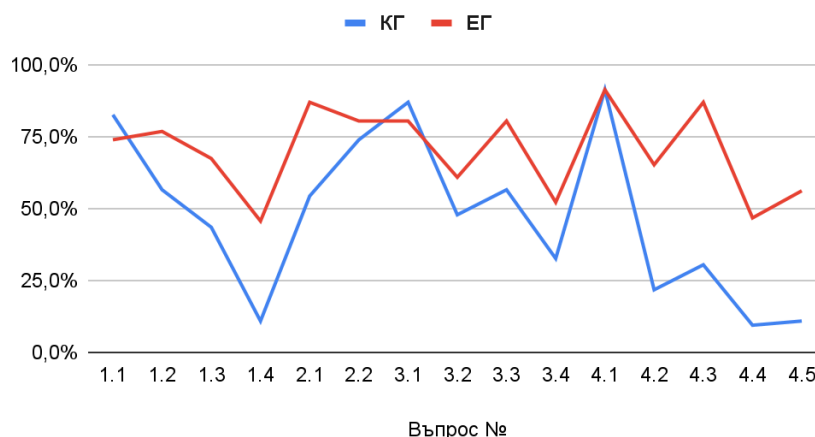
Данните от теста на Ман-Уитни (табл. 6) потвърждават нулевата хипотеза H_0 , че няма статистически значима разлика в резултатите по показатели от входното ниво на учениците от контролната и експерименталната група.

Таблица 6. Статистическа значимост на резултатите от пре-тест в основния експеримент по показатели

Показател	1. Помни и възпроизвежда научни знания	2. Обяснява, разпознава и сравнява факти, понятия, процеси.	3. Прилага научни знания и методи в нови ситуации.	4. Прилага правила за здравословен начин на живот и подкрепя дейности за опазване на личното и общественото здраве.	
p-value	0,170	0,884	0,018	0,274	
Показател	5. Анализира и интерпретира данни от схеми, таблици, графики, диаграми, текст и прави изводи и прогнози.	6. Идентифицира, определя, формулира проблем	7. Установява причинно-следствени връзки между променливите	8. Оценява алтернативни твърдения, гледни точки и аргументира, подкрепя избора си с научни доказателства	9. Планира, проектира, конструира, формулира, предлага решения, генерира идеи, създава авторски творчески продукт
p-value	0,020	0,831	0,013	0,117	0,050

Средният брой точки респ. успеваемостта на ЕГ (15,96 т.; 66,5%) след експерименталното STEM обучение са с 6,35 точки (26,4%) по-високи от тези на КГ (9,61 т.; 40,1%).

Успеваемост по въпроси (пост-тест 22/23 г.)



Фигура 4. Графично представени данни за успеваемост по въпроси от пост-тест в основния експеримент

Формулираме следната работна хипотеза: H_0 – няма статистически значима разлика в резултатите от изходното ниво на учениците от контролната и експерименталната група т.е. наблюдаваното различие се дължи на случайни причини. H_1 – има статистически значима разлика в резултатите от изходното ниво на учениците от контролната и експерименталната група т.е. наблюдаваното различие се дължи на приложеното STEM обучение. Данните от теста на Ман–Уитни (табл. 7) показват, че наблюдаваните разлики в резултатите на учениците от КГ и ЕГ по въпроси са статистически значими ($p < 0,05$) при девет от въпросите. Сред тях са почти всички въпроси, които измерват когнитивните умения от по-висок ранг – анализиране, оценяване и създаване, като на тези девет въпроса ЕГ показва по-добри резултати. По-голяма част от въпросите, при които не се наблюдава статистически значима разлика ($p > 0,05$), измерват умения от по-ниските когнитивни равнища – разбиране. Сред тях са единствените два въпроса, на които КГ има по-висок точков бал.

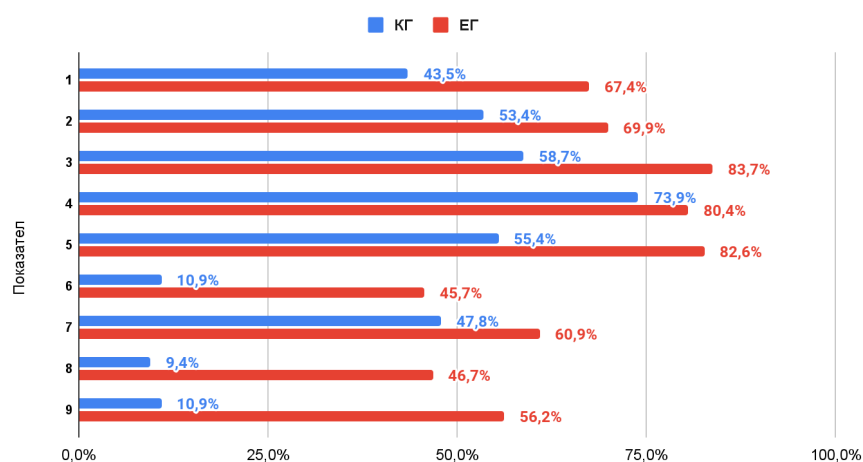
Таблица 7. Статистическа значимост на резултатите от пост-тест в основния експеримент по въпроси

Въпрос №	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	
p-value	0,315	0,008	0,022	0,000	0,001	0,459	0,400	
Въпрос №	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5
p-value	0,212	0,014	0,059	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000

От анализа на данните от теста на Ман-Уитни може да се направи заключение, че по-добрите резултати на ЕГ са статистически значими и се дължат на приложеното STEM обучение, а по-ниските и равни с КГ резултати не са със статистическа значимост. Това ни дава основание да отхвърлим нулевата хипотеза H_0 и да приемем алтернативната H_1 .

Преимуществото на ЕГ по отношение на резултатите след приложеното STEM обучение ясно се наблюдава в данните за точки и успеваемост (табл. 30, с.118 от дисертацията) по описаните в спецификацията на пост-теста показатели.

Успеваемост по показатели (пост-тест 22/23)



Фигура 5. Графично представяне на успеваемост по показатели от пост-тест в основен експеримент

Данните от теста на Ман-Уитни (табл. 8) показват, че наблюдаваните разлики в резултатите на учениците от КГ и ЕГ по показатели са статистически значими ($p < 0,05$) за седем от деветте показатели, а само при два от тях разликата не е статистически значима разлика ($p > 0,05$). Това ни дава основание да отхвърлим нулевата хипотеза и да приемем алтернативната H_1 , че има статистически значима разлика в резултатите по показатели от изходното ниво на учениците от контролната и експерименталната група, която се дължи на приложеното STEM обучение.

Таблица 8. Статистическа значимост на резултатите от пост-тест в основния експеримент по показатели

Показател	1. Помни и възпроизвежда научни знания	2. Обяснява, разпознава и сравнява факти, понятия, процеси	3. Прилага научни знания и методи в нови ситуации	4. Прилага правила за здравословен начин на живот и подкрепя дейности за опазване на личното и общественото здраве
p-value	0,022	0,000	0,000	0,459

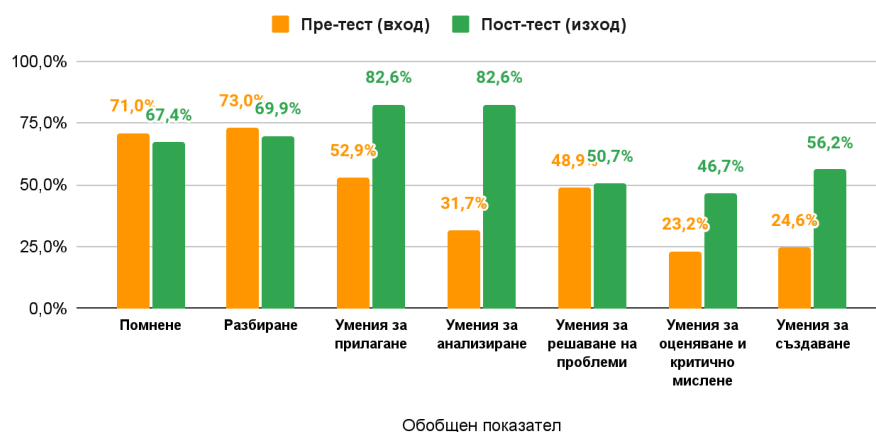
Показател	5. Анализира и интерпретира данни (схеми, таблици, графики, диаграми, текст) и прави изводи, прогнози	6. Идентифицира, определя, формулира проблем	7. Установява причинно-следствени връзки между променливите	8. Оценява алтернативни и твърдения, гледни точки и аргументира и подкрепя избора си с научни доказателства	9. Планира, проектира, конструира, формулира, предлага решения, генерира идеи, създава авторски творчески продукт
p-value	0,000	0,000	0,212	0,000	0,000

В т. III.2.1.2 и т. III.2.2.2 от дисертацията данните са представени и на по- високи нива на обобщеност – по обобщени показатели и по критерии.

Сравнението на данните за успеваемостта на КГ и ЕГ от пост-теста показват, че учениците от ЕГ, които са преминали експериментално STEM обучение, повишават нивото на формираните практически знания и умения за прилагане, за анализиране, за решаване на сложни проблеми, за оценяване и критично мислене и за създаване. Този извод се потвърждава и от сравнението на успеваемостта по обобщени показатели на ЕГ преди и след прилагането на STEM обучението, представено графично на фиг. 6.

При същото сравнение на резултатите вход/изход, постигнати от КГ в условия на традиционно обучение, се наблюдава понижаване на успеваемостта по всички показатели с изключение на уменията за прилагане и уменията за анализиране (фиг. 28, с. 124 от дисертацията).

Успеваемост на ЕГ (основен експеримент 22/23 г.)



Фигура 6. Графично представяне на данни за успеваемост на ЕГ по обобщени показатели от пре- и пост-тест в основния експеримент

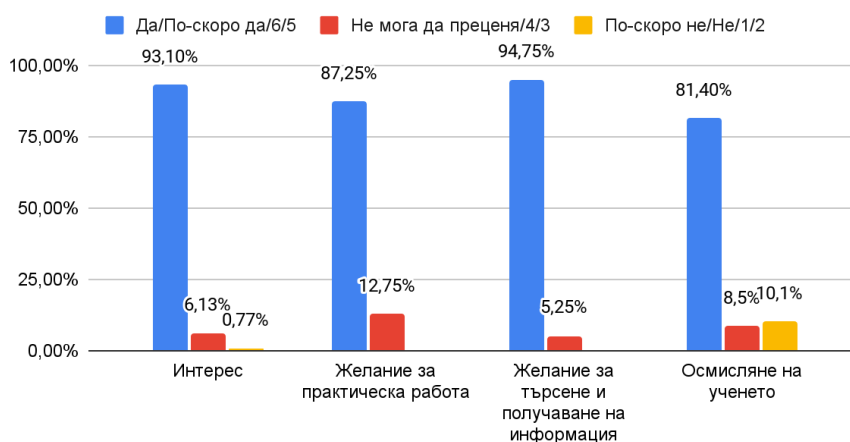
2.2. Анализ на резултатите от анкетирането на учениците от ЕГ

Чрез две анкети (Приложение 2 към дисертацията) се установяват формираните у учениците нагласи по отношение на мотивация и развиване на 4С умения на 21. век по съответните критерии и показатели. Учениците отговарят двукратно на анкетата-самооценка – след провеждането на STEM урок с инженерно проектиране “1,2,3 бактерията раздвижи” и STEM урок с математическо моделиране “Резистентните атакуват!”. В тази анкета два от въпросите са с цифрови скали и определят степента на интерес и желанието за работа на учениците участници в експерименталното обучение. Двукратно се прилага и анкета за интерес и нагласи на учениците към STEM обучението – след провеждането на STEM урок с инженерно проектиране – след STEM урок с математическо моделиране “Резистентните атакуват!” и след STEAM проект “N-та световна антибактериална война”. Въпросите в тази анкета са с избран отговор от посочени пет възможности (Да, По-скоро да, Не мога да преценя, По-скоро не и Не).

Обобщени данни от въпроси в анкетите, свързани с определяне на показателите към критериите “Мотивация на учениците” и “Формиране на 4С умения на 21. век” са графично представени на фиг. 7 и фиг. 8.

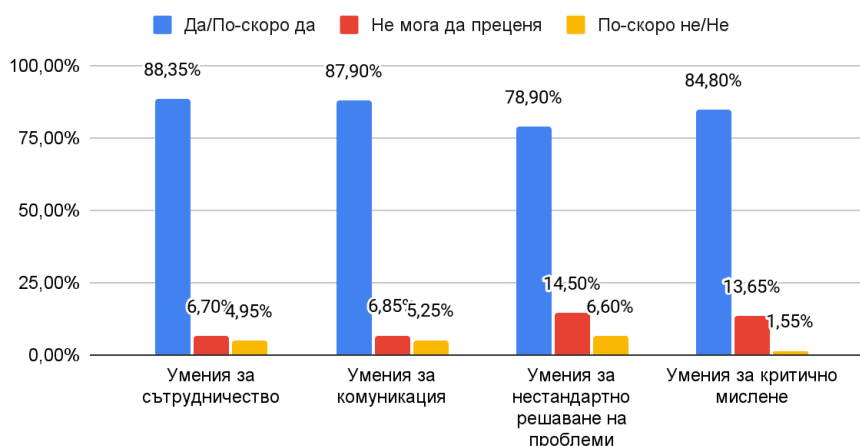
Анализът на данните от анкетирането ни дава основание да потвърдим тази част от работната хипотеза, която е свързана с положителното въздействие на STEM обучението върху мотивацията на учениците и формираните у тях умения за учене и иновации (4С умения).

Обобщени данни по показатели към критерия Мотивация на учениците (основен експеримент 22/23 уч.г)



Фигура 7. Графично представяне на обобщени данни от анкетиране по показатели към критерия Мотивация на учениците

Обобщени данни по показатели към критерия Формиране на 4С умения на 21. век (основен експеримент 22/23 уч.г.)



Фигура 8. Графично представяне на обобщени данни от анкетиране по показатели към критерия Формиране на 4С умения на 21.век

3. Анализ на резултатите от заключителния експеримент

В заключителния експеримент участват 98 ученици от 4 паралелки в 7. клас на ОУ “Яне Сандански” гр. Пловдив, групирани в контролна и експериментална група (табл. 9).

Таблица 9. Параметри на групите в заключителния експеримент

Група	Паралелка	Момчета	Момичета	Общо ученици
Контролна (КГ)	7.а и 7.б	33	14	47
Експериментална (ЕГ)	7.в и 7.г	25	26	51

3.1. Анализ на резултатите от тестирането

В т. III.3.1. е представен анализът на резултатите от тестирането за определяне на входното ниво (пре-тест) в заключителния експеримент. Резултатите от пост-теста (т. III.3.2.) потвърждават тенденцията, очертала се по време на основния експеримент, че учениците от ЕГ, преминали експериментално STEM обучение демонстрират по-високо ниво на формираните практически знания и умения по всички шест критерия и техните показатели (фиг.51, с. 151 и фиг.52, с.152 в дисертацията).

Потвърждават се и резултатите от сравнението по обобщени показатели на учениците от ЕГ преди и след прилагането на STEM обучението, което показва повишаване на успеваемостта при въпроси, изискващи умения за прилагане, за анализиране, за оценяване, критично мислене и създаване, както и обясняването и сравняването на факти, понятия, процеси (фиг. 53, с.153 в дисертацията). Това ни дава основание да заключим, че STEM обучението въздейства положително върху формирането у учениците на мисловните умения не само от ниските нива, но и подобрява мисловните умения от по-висок ранг (анализиране, оценяване и създаване).

3.2. Анализ на резултатите от анкетирането на учениците от ЕГ

Обобщените резултати от анкетирането (фиг.62 и фиг.63; с.164 в дисертацията) потвърждават тенденцията, очертала се по време на основния експеримент, че STEM обучението повишава мотивацията на учениците и развива у тях 4С умения на 21. век – уменията за учене и иновации.

4. Заключение и изводи

Постигнатите резултати от педагогическия експеримент и техният анализ потвърждават работната хипотеза, че прилагането на методическия модел на STEM обучение по Биология и здравно образование в 7. клас повишава нивото на формираните у учениците практически знания и умения по Биология и здравно образование и на тяхната мотивация, както и развива 4С умения на 21-век.

1. Разработеният методически модел за прилагане на STEM обучение е ефективен и е с фокус върху формиране у учениците на практически знания и умения. Моделът е адаптиран към условията в българското училище и е съобразен с учебната програма по биология и здравно образование“ в седми клас. Методиката е приложена в обучението по теми “Царство Монера“ и “Царство Протиста”.

2. Разработената за целите на експеримента система от критерии и показатели, както и инструментариум за тяхното отчитане осигурява много добри възможности за диагностика на равнището на формираните практически умения и нивото на мотивация на учениците.

3. Резултатите от тестирането и анкетирането показват по-високи резултати на учениците подложени на STEM обучение при:

- прилагане на научни знания в нови ситуации
- прилагане на правила за здравословен начин на живот и подкрепа на дейности за опазване на личното и общественото здраве
- анализ, интерпретиране на данни, прогнози и изводи
- решаване на проблеми
- оценяване и критично мислене
- създаване и креативност
- сътрудничество и комуникация

С формирането на тези практически умения на утрешния ден учениците се подготвят за успешна бъдеща житейска и професионална реализация.

4. Анализът на получените резултати показва, че експерименталната методика в STEM обучението представлява интерес за учащите и се повишава мотивацията им за учебна дейност.

НАУЧНИ ПРИНОСИ И ПРАКТИЧЕСКА ЗНАЧИМОСТ НА ДИСЕРТАЦИОННОТО ИЗСЛЕДВАНЕ

1. Методиката на обучение по биология и здравно образование в 7. клас е обогатена с разработен методичен модел за прилагане на STEM обучение, чрез който се формират практически знания и умения за прилагане, анализ, решаване на проблеми, критично мислене и креативност.

2. Апробирани са разработени по модела методически варианти на STEM уроци за формиране на практически знания и умения по биология и здравно образование 7. клас и умения за учене и иновации (4С умения на 21. век).

3. Конструиран е диагностичен инструментариум за оценяване на резултатите от STEM обучението с водещ предмет биология и здравно образование 7. клас.

4. Разработеният модел може да се прилага и при други теми от учебното съдържание по биология и здравно образование в 7. клас, както и да бъде адаптиран за изучаване на биология и здравно образование в гимназиален етап.

5. Отделни части от настоящото дисертационно изследване са докладвани на научни конференции и са публикувани в специализирани педагогически издания.

СПИСЪК НА ПУБЛИКАЦИИТЕ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

1. **Иванова, К.,** Карагъзова-Дилкова, Д. (2022). ”1,2,3 бактерията раздвижи” - модел на STEM урок по Биология и здравно образование 7. клас (с. 206-217). В: *Сборник с доклади II-ра Национална конференция с международно участие STEM Образование и иновации SMART STEM 2022*. Европейски институт за технологии, образование и дигитализация, София. ISSN 2738-8387 (printed book); ISSN 2738-859X (e-book)

2. **Иванова, К.,** Карагъзова-Дилкова, Д. (2022). Развиване на умения на 21. век чрез STEAM проектно-базирано обучение. *Образование и технологии*, том 13, бр.1, 213-219. ISSN 1314-1791 (print); ISSN 2535-1214 (online)

3. **Иванова, К.,** Николова Т. (2023). “Расти, колонийке, расти!” STEM урок за 7. клас (с.155-160). В: *Сборник със споделени педагогически практики от Втората национална училищна конференция Споделени педагогически практики в преподаването на природни науки*, София. ISSN 2683-0744 (print)

4. **Иванова, К.** (2024). Възможности за прилагане на математическо моделиране и съвместно преподаване в STEM урок по Биология и

здравно образование (VII клас). *Pedagogika-Pedagogy*, vol.96, no.1, 118-136 <https://doi.org/10.53656/ped2024-1.09>, ISSN: 0861–3982 (print), 1314–8540 (online), *Abstracting/Indexing WEB of SCIENCE*

5. Иванова, К., Карагъзова-Дилкова, Д. (2025). Формиране на мисловни умения от по-високо ниво чрез STEM обучение по Биология и здравно образование (VII клас). Приета за публикуване в *Pedagogika-Pedagogy* no.1, 2025 г., ISSN: 0861–3982 (print), 1314–8540 (online), *Abstracting/Indexing WEB of SCIENCE*

Други публикации на докторанта

Иванова, К. (2018). Инструменти за използване на химичен експеримент и самооценка в стратегиите за активно обучение по Човекът и природата. *Химия. Природните науки в образованието*, 27 (5), 749-758. ISSN 0861-9255 (print); ISSN 1313-8235 (online)

Иванова, К. (2020). Модел за използване на облачните технологии в интердисциплинарен проект по Химия и опазване на околната среда. *Химия. Природните науки в образованието*, 29 (4), 445-459. ISSN 0861-9255 (print) ISSN; 1313-8235 (online)

Иванова, К., Димова, Св. (2021). Движение на веществата в растенията и животните (ко-обучение в онлайн среда в шести клас с ученик със СОП) (с. 145-151). В: Цоков, Г., Левтерова, Д., Георгиева-Бизова, М., Бозова, М. и др. *Наръчник за реализиране на съвместно преподаване (CO-teaching) в онлайн среда*. Пловдив: Унив. изд. “Паисий Хилендарски” ISBN 978-619-202-720-9

Иванова, К., Димова, Св. (2021). Движения при животните (ко-обучение в онлайн среда в шести клас с ученик със СОП) (с. 152-159). В: Цоков, Г., Левтерова, Д., Георгиева-Бизова, М., Бозова, М. и др. *Наръчник за реализиране на съвместно преподаване (CO-teaching) в онлайн среда*. Пловдив: Унив. изд. “Паисий Хилендарски” ISBN 978-619-202-720-9

Участие в конференции

1. 2-ра Национална конференция с международно участие "SMART STEM Образование и иновации" 08-10 април 2022 г. Участие с доклад и публикация

2. 14-та научна конференция за студенти и млади учени “Екологията - начин на мислене” 21 май 2022 г., гр. Пловдив. Участие с доклад

3. XIII Научно-практически форум „Иновации в обучението и познавателното развитие“, 17-19 август 2022 г., гр. Бургас. Участие с доклад и публикация

4. II-ра Национална училищна конференция “Споделени педагогически практики в преподаването на природни науки” 24-25 март 2023 г., гр. София. Участие с доклад и публикация

5. Втора научно-практическа конференция "Дигиталната трансформация на образованието", 4 юли 2023 г., гр.София. Участие с доклад
6. Национална конференция "Умения за иновации в образованието" 24-25 ноември 2023 г. гр. София

БИБЛИОГРАФИЯ

- Бижков, Г., & Краевски, В.** (2007). *Методология и методи на педагогическите изследвания*. София: "Св. Климент Охридски"
- Велкова, М. & Добрев, Т.** (2020). STEM уроците, които провеждаме. *Професионално образование*, 3(22), с.312-314
- Гайдарова, М. & Георгиев, Г.** (2018). Анализ на задачите в PISA по отношение на измерването на таксономично определените видове знания. Налично на <https://www.copuo.bg/category/76/node/542>
- Генджова, А.** (2012). Мисловни умения на високо и ниско ниво, заложен в български и канадски учебни програми, *Chemistry: Bulgarian Journal of Science Education*, 21(1), 60-70 Налично на https://azbuki.bg/wp-content/uploads/chemistry-pdfs/КНИМИЯ_21_1_P06_0-070.pdf
- Иванов, И.** (2006). *Педагогическа диагностика*. Шумен: "Епископ Константин Преславски"
- Коцева, И. & Гайдарова, М.** (2019). Интегрирано STEM образование: състояние, предизвикателства и перспективи. *Стратегии на образователната и научната политика*, 5 (27), с. 476-492
- Обухов, А. С., & Ловягин, С. А.** (2020). Задания за практика STEM-образования: от сумми частных задач и учебных дисциплин к целостному деятельностному междисциплинарному подходу. *Исследователь/Researcher*, 2 (30), 63-82. Налично <https://cyberleninka.ru/article/n/zadaniya-dlya-praktiki-stem-obrazovaniya-ot-summy-chastnyh-zadach-i-uchebnyh-distsiplin-k-tselostnomu-deyatelnostnomu-podkhodu>
- Ставрева, Г.** (2010). *Методика на обучението по Биология*. Пловдив: Паисий Хилендарски.
- Тафрова-Григорова, А.** (2007). *Съставяне на тестове. Приложено към обучението по химия*. София: Педагог 6
- Цанова, Н. & Райчева, Н.** (2012). *Методика на обучението по Биология. Теория и практика*. София: Пенсофт
- Akgun, O.E.** (2013). Technology in STEM Project-based Learning. (pp.65-75). In: Capraro, R., Capraro, M. & Morgan, J. (Eds.). *STEM Project-Based Learning. An Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach*. Rotterdam: Sense Publishers.

- Barry, N. B.** (2014). 6E Learning byDeSIGN™ model: Maximizing informed design and inquiry in the integrative STEM classroom. *The Technology and Engineering Teacher*, 68(4), 14–19.
- Blackley, S., & Howell, J.** (2015). A STEM Narrative: 15 Years in the Making. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(7), 102-112. Available at <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1069533.pdf>
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C. & Roehrig, G. H.** (2016). Integrated STEM education (pp. 23–37). In: Johnson, C., Peters-Burton, E. & Moore, T. (Eds.). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. New York: Routledge
- Bybee, R.W., Taylor, J., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N.** (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. Colorado Springs, CO: BSCS. Available at https://media.bsces.org/bcsesm/5es/bcses_5e_full_report.pdf
- Bybee, R.W.** (2009). *The BSCS 5E instructional model dnd 21st century skills*
https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073327.pdf
- Dodson-Snowden, E.** (2019). Interactions Within an Ecosystem: A Project-Based Approach (pp.157-180). In: Wilhelm J., Wilhelm R. & Cole M. (2019). *Creating Project-Based STEM Environments*. Cham: Springer.
- English, L.** (2017). Advancing Elementary and Middle School STEM Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15, 15-24. Available at https://www.researchgate.net/publication/314489807_Advancing_Elementary_and_Middle_School_STEM_Education
- Felder, R. M. & Brent, R.** (2016). *Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Grand-Meyer et al.** (2022). The European Integrated STEM teaching Framework: Handbook for career advisers. October 2022, European Schoolnet, Brussels. Available at <https://steamit.eun.org/handbook-for-career-advisers/>
- Hunter-Doniger, T. & Sydow, L.** (2016). A Journey from STEM to STEAM: A Middle School Case Study. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 89 (4-5), 159-166.
- Jolly, A.** (2017). *STEM by design : strategies and activities for grades 4–8*. New York: Routledge.
- Kolodner, J.** (2002). Learning by Design™: Iterations of Design Challenges for Better Learning of Science Skills. *Cognitive Studies*, 9, 338-350 Available at <https://www.researchgate.net/publication/309076599>
- Moore, T. J., & Smith, K. A.** (2014). Advancing the state of the art of STEM Integration. *Journal of STEM Education*, 15(1), 5-10. Available at

<https://karlsmithmn.org/wp-content/uploads/2017/08/Moore-Smith-JSTEM-Ed-GuestEditorialF.pdf>

Pollard, J. & Profitt, K. (2019). Chemistry to Biology Bridge: What Happens to the Food We Eat? (pp.194-211). In: Wilhelm J., Wilhelm R. & Cole M. (2019). *Creating Project-Based STEM Environments*. Cham: Springer.

Scott, C. L. (2015). The futures of learning 2: What kind of learning for the 21st century? (ERF Working Paper No. 14). Paris: UNESCO Education Research and Foresight. Available at

<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000242996>

Tighe, E., Profitt, K. & Pollard, J. (2019). Exploring the Phenomena of Gravitational, Electrical, and Magnetic Forces (pp.180-194). In: Wilhelm J., Wilhelm R. & Cole M. (2019). *Creating Project-Based STEM Environments*. Cham: Springer.

Vasques, J.A. (2014). STEM - Beyond the acronym. *Educational leadership: Journal of the Department of Supervision and Curriculum Development*, 72(4), 10-16 Available at

<https://d41super.files.wordpress.com/2014/12/stem-beyond-the-acronym.pdf>

Voogt, J., & Roblin, N. P. (2010). 21st Century Skills (Discussion Paper). Enschede: University of Twente. Available at

http://opite.pbworks.com/w/file/fetch/61995295/White%20Paper%2021stCS_Final_ENG_def2.pdf

Walton, J. & Caruthers, J. M. (2015). Sample STEM Module One: Grade 7 (pp. 239-309). In: Johnson, C., Peters-Burton, E. & Moore, T. (Eds.). *STEM road map: A framework for integrated STEM education*. New York: Routledge

Wells, J. (2016a). PIRPOSAL model of integrative STEM education: Conceptual and

pedagogical framework for classroom implementation. *Technology and Engineering Teacher*, 75(6), 12–19. Available at

https://www.researchgate.net/publication/301356803_PIRPOSAL_Model_of_Integrative_STEM_Education_Conceptual_and_Pedagogical_Framework_for_Classroom_Implementation

Wilhelm, J., Wilhelm R. & Cole M. (2019). *Creating Project-Based STEM Environments*. Cham: Springer.

Yata, C., Ohtani, T. & Isobe, M. (2020). Conceptual framework of STEM based on Japanese subject principles. *IJ STEM Ed* 7, 12 Available at

<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00205-8>

Бележки:

¹ World economic forum 2020,

<https://www.weforum.org/agenda/2020/10/top-10-work-skills-of-tomorrow-how-long-it-takes-to-learn-them/>

² Резултати от участието на българските ученици в PISA 2022

<https://www.copuo.bg/category/71/node/726>

³ Препоръка на Съвета на Европейския съюз от 22 май 2018 година относно ключовите компетентности за учене през целия живот:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/BG/TXT/HTML/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=EN)

⁴https://quincycollege.edu/wp-content/uploads/Anderson-and-Krathwohl_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf